جورج جونسون

يوميات السرطان

حل أعمق أسرار الطب

ترجمة إيهاب عبد الرحيم علي

يوميات السرطان

حل أعمق أسرار الطب

تأليف
جورج جونسون

ترجمة
إيهاب عبد الرحيم علي

هنـــداوي

يوميات السرطان

جورج جونسون

The Cancer Chronicles

George Johnson

الناشر مؤسسة هنداوي
المشهرة برقم ١٠٥٨٥٩٧٠ بتاريخ ٢٦ / ١ / ٢٠١٧

يورك هاوس، شييت ستريت، ويندسور، SL4 1DD، المملكة المتحدة
تليفون: ٨٣٢٥٢٢ ١٧٥٣ (٠) ٤٤ +
البريد الإلكتروني: hindawi@hindawi.org
الموقع الإلكتروني: https://www.hindawi.org

إنَّ مؤسسة هنداوي غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وإنما يعبِّر الكتاب عن آراء مؤلفه.

تصميم الغلاف: ولاء الشاهد

الترقيم الدولي: ٩ ٣٥٤٧ ٥٢٧٣ ١ ٩٧٨

صدر أصل هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ٢٠١٣.
صدرت هذه الترجمة عام ٢٠١٥.
صدرت هذه النسخة عن مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٤.

جميع حقوق النشر الخاصة بتصميم هذا الكتاب وتصميم الغلاف محفوظة لمؤسسة هنداوي.
جميع حقوق النشر الخاصة بنص العمل الأصلي محفوظة للسيد الدكتور إيهاب عبد الرحيم.

المحتويات

ملاحظة للمؤلِّف	٧
١- السرطان الجوراسي	١٣
٢- قصة نانسي	٣٧
٣- مواساة الأنثروبولوجيا	٦٧
٤- غزو سارقي الجثث	٩٣
٥- مرض المعلومات	١٠٩
٦- كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم؟	١٢٧
٧- من أين يأتي السرطان حقًّا؟	١٤١
٨- أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد	١٦٧
٩- الغوص في أعماق الخلية السرطانية	١٨٣
١٠- الفوضى الاستقلابية	٢٠٩
١١- المقامرة مع الإشعاع	٢٣١
١٢- الشيطانة الخالدة	٢٥١
١٣- احذر العدو	٢٧٣
الخاتمة	٢٩٣

ملاحظة للمؤلِّف

«أتقدم بشُكري العميق إلى نانسي ماريت، وإلى عائلة أخي، جو جونسن، الذين سمحوا لي بأن أروي قصصهم.»

قبل عدة سنوات، ولأسبابٍ ستتضح لكم في هذه الصفحات، وجدتُني مدفوعًا إلى أن أتعلَّم كل ما في وسعي معرفتُه عن علم السرطان. وبوصفي شخصًا من خارج هذا التخصُّص عمل فترةً طويلةً كاتبًا علميًّا يرتاح أكثر إلى الحواف المدبَّبة للكوزمولوجيا (علم الكونيات) والفيزياء، ما مقدار ما يمكنني أن أفهمه من هذا الحقل الجديد، وغير المنظَّم، والمتغير باستمرار؟ لقد تخيلت المدى الواسع الذي أمامي باعتباره غابةً مطيرةً لا حدود لها، والتي لا يمكن أبدًا أن يتمَّ استيعاب اتساعها وتنوعها ضمن كتابٍ واحد، أو حتى عقلٍ واحد. كان عليَّ أن أجد أية ثغرة في واحد من تخومها للدخول منها، كي أشُقَّ طريقي عبرها، ومن ثَم استكشاف ما يقودني إليه فضولي — حتى خرجت من الجانب الآخر بعد ذلك بسنوات — مسلَّحًا بفهمٍ أفضل لما نعرفه وما لا نعرفه عن السرطان. لقد كانت في انتظاري بعضُ المفاجآت اللافتة للنظر.

وقد ساعدني كثيرٌ من الناس في رحلتي هذه. أودُّ أولًا أن أتوجه بالشكر إلى العلماء الذين منحوني الكثير من وقتهم لإجراء مقابلات معهم، والإجابة على رسائل البريد الإلكتروني، ومراجعة أجزاء من المخطوطة أو كلها؛ وهم ديفيد أغوس، وآرثر أوفديرهايده، وروبرت أوستن، وجون بارون، وخوسيه باسيلغا، ورون بلاكي، وتيموثي برومَاج، ودان تشور، وتوم كوران، وبول ديفيس، وأماندا نيكلس فادر، ووليام فيلد، وأندي فوتريل، وريبيكا غولدين، وآن غراور، وميل جريفز، وسيمور غروفرمان، وبراين هندرسون، وريتشارد هيل، ودانيال هيليس، وإليزابيث جاكوبس، وسكوت كيرن، وروبرت

كروزينسكي، وميتشيل لازار، وجاي لوبين، وديفيد لايدن، وفرانشيسكا ميشور، وجيريمي نيكولسون، وإليو ريبولي، وكينيث روثمان، وبروس روتشيلد، وكريس سترينغر، وبيرت فوغلشتاين، وروبرت واينبرغ، وتيم وايت، ومايكل زيمرمان. وكذلك فقد استشرت أكثر من ٥٠٠ دراسة علمية وكتاب تتحدث عن السرطان، وحضرت عشرات المحاضرات.

وقد أوردتُ معظم هذه المصادر كمراجع في تعليقاتي الختامية (هوامش المؤلف)، جنبًا إلى جنبٍ مع العديد من المعلومات المثيرة للاهتمام التي لم أتمكن من إدراجها في متن الكتاب. وقد تكرَّم كلٌّ من جورج ديمتري ومارغريت فوتي بالسماح لي بحضور ورشة عمل خاصة في بوسطن، والتي نظمتها الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان. وأتوجه هنا بجزيل الشكر إليهما وإلى موظفي الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، بمَن فيهم مارك مندنهال وجيريمي مور، الذي رحَّب بي لحضور الاجتماع السنوي الرائع للمنظمة في ولاية فلوريدا. وكذلك أشعر بالامتنان لكلٍّ من ندوات كيستون وجمعية البيولوجيا النمائية للسماح لي بحضور بعض الفعاليات التي نظموها. وعندما شرعتُ بالفعل في العمل الجاد، قام ديفيد كوركوران من صحيفة «نيويورك تايمز» بحماسٍ بتكليفي، ومن ثَم نشر اثنين من تقاريري المبكرة. وأودُّ هنا أن أتوجه بالشكر إليه وإلى زملائه؛ كريستي أشواندن، وسيري كاربنتر، وجيني دوشيك، وجين إيردمان، ودان فاغن، ولويزا غيلدر، وإيمي هارمون، وإريكا تشيك هايدن، وكيندال باول، وجولي ريهماير، ولارا سانتورو، وغاري تاوبس، ومارغريت فيرتهايم، وذلك لتعليقاتهم وتوجيهاتهم بخصوص المخطوطة.

بادر العديد ممَّن حضروا أخيرًا ورشة سانتافي للكتابة العلمية بقراءة النسخ المبكرة من المخطوطة، حيث زودوني بتعليقاتهم الجيدة وخبراتهم؛ وهُم جون غوشا، وكريستينا روسو، وناتالي ويب، وشانون ويمان، وسيليرينو أباد-ثاباتيرو. وقد ساعدتني بوني لي لا مادلين ومارا فاتز في البحث في المكتبة وفي عملية التحقُّق من الحقائق التي لا نهاية لها. لقد ظلَّت المخطوطة في تغير مستمر، وبالتالي فإنني مسئول عن أية أخطاء ظلَّت حتى النهاية. يمثل هذا الكتاب السابع الذي أنتجته مع جون سيغال، رئيس التحرير المكلَّف بأعمالي في دار كنوف للنشر، والرابع مع ويل سولكين من شركة جوناثان كيب وبودلي هيد في لندن. ويسعدني أن أتوجه بالشكر إليهما وإلى زملائهما، بمَن فيهم فيكتوريا بيرسون، وجوي ماجارفي، وميغان هاوزر، وإيمي رايان، وهي محررة نسخ رائعة، وإلى إستير نيوبيرغ، وهي وكيل أعمالي منذ البداية تقريبًا.

وأتوجه هنا بشكر خاص إلى كورماك مكارثي، الذي قرأ نسخةً مبكرةً من الكتاب، وجيسيكا ريد، الذي كان حِسُّها الأدبي وتشجيعها مصدرَ إلهامٍ لي. وقد قرأت صديقتي ليزا تشونغ الكتابَ أكثر من مرة جملةً فجملة، وصفحةً فصفحة، مما ساعد على وضع اللمسات الأخيرة.

وأخيرًا، أتقدم بشكري العميق إلى نانسي ماريت وإلى عائلة أخي، جو جونسون، الذين سمحوا لي بأن أروي قصصهم.

أتساءل الآن، على أيِّ حال، عمَّا إذا كان الوجود المستمر للموسيقى من حولي لم يسهم بصورة مهمَّة في إحساسي بالسرطان كشيءٍ يمتلك حقوقه الخاصة. يبدو الأمر الآن متصدِّعًا قليلًا بحيث لا يسعني وصفه، لكنني في ذلك الحين كثيرًا ما كنت أشعر بأن الوَرَم كان جزءًا مني بقدْر ما كان كبدي أو رئتاي، وبالتالي يمكنني تذكُّر احتياجاته من المساحة والمواد الغذائية. بيدَ أنني كنت آمُل فقط أنه لن يحتاج إلى كامل تركيزي.

رينولدز برايس، حياة جديدة تمامًا

كان مرض السُّل Tuberculosis يُسمَّى «الاستهلاك» consumption لأنه يستهلك؛ فهو يذيب الرئة أو العظام، لكن السرطان يُنتج، بل هو وحشٌ من الإنتاجية المفرطة.

جون غونتر، لا يجب للموت أن يشعر بالفخر

الفصل الأول

السرطان الجوراسي

أثناء عبوري لامتداد جاف ومنعزل من الطريق السريع المعروف باسم الديناصور الماسي لما قبل التاريخ،[١*٢] حاولت أن أتخيل الشكل الذي كان عليه غرب ولاية كولورادو، وهو قِفارٌ بريَّة من الهضاب والوديان الضيقة المغطَّاة بنباتات المريمية، قبل ١٥٠ مليون سنة، أيْ في أواخر العصر الجوراسي Late Jurassic. كانت أمريكا الشمالية في سبيلها إلى الانفصال عن أوروبا وآسيا، حيث كانت القارات الثلاث تشكِّل، مجتمِعةً، قارةً بُدائيةً عملاقةً تُسمَّى لوراسيا Laurasia. كانت تلك الكتلة الهائلة من الأرض، والتي كانت أكثر تسطحًا مما هي عليه اليوم، تنحرف إلى الشمال بمعدَّل بضعة سنتيمترات في السنة، وكانت تمرُّ كسفينة عبر مياهٍ ما سيطلق عليه علماء الجغرافيا لاحقًا اسم مدار السرطان Tropic of Cancer. كانت مدينة دنفر Denver، التي ترتفع اليوم عن الأرض بقدْر مِيلٍ واحد، توجد قريبًا من مستوى سطح البحر وتقع بعيدًا إلى الجنوب بقدْر بُعد جزر البهاما اليوم. وعلى الرغم من أن المناخ كان جافًّا إلى حدٍّ ما، فإن شبكات من الجداول التي تربط البحيرات الضحلة والمستنقعات

١* Dinosaur Diamond Prehistoric Highway.

٢ كانت على الطريق إلى ولايتي كولورادو ويوتا في سبتمبر ٢٠١٠م، لوصف تشكيل موريسون والمناطق التي تعود إلى العصر الجوراسي بولاية كولورادو، انظر:

Ron Blakely and Wayne Ranney, Ancient Landscapes of the Colorado Plateau (Grand Canyon, AZ: Grand Canyon Association, 2008); John Foster, Jurassic West:The Dinosaurs of the Morrison Formation and their World (Bloomington: Indiana University Press, 2007); “Reconstructing the Ancient Earth,” Colorado Plateau Geosystems website, last modified July 2011.

وكذلك رون بلاكلي Blakely: رسالة بالبريد الإلكتروني للمؤلِّف بتاريخ ٩ مارس ٢٠١٢م.

كانت تغطي جزءًا من الأرض، كما كان الغطاء النباتي مزدهرًا. لم تكُن هناك أعشاب أو زهور، فلم تكُن هذه قد تطورت بعد، بل مجرد مزيج غريب من أشجار الصنوبريات المتزجة مع أشجار الجنكة الصينية ginkgos، والسراخس الشجرية، والسيكاسيات cycads، ونباتات ذنب الفرس horsetails. كانت أعشاش النمل الأبيض العملاقة[٣] ترتفع حتى ثلاثين قدمًا. وعبر هذا العالم الشبيه بروايات الدكتور سوس،[٤*] كانت تصول وتجول كائناتٌ مثل الستيغوصورس Stegosaurus، والألوصورس Allosaurus، والبراكيوصورس Brachiosaurus، والباروصورس Barosaurus، والسيزموصورس Seismosaurus، والتي كانت عظامها مدفونةً على عمق سحيق أسفل مني، وأنا أشقُّ طريقي من مدينة غراند جنكشن Grand Junction إلى بلدة تُسمَّى ديناصور.

كان بوسع المرء أن يلمح أحيانًا نتوءاتٍ صخريةً من الماضي الجوراسي، التي انكشفت بفعل التعرية، أو حركة الرفع الزلزالي، أو بفعل شقِّ الطرق من قِبَل إدارة الطرق السريعة، والتي بدت كأشرطة ملوَّنة من الترسبات التي تشكِّل كنزًا أحفوريًّا يُسمَّى تشكيل موريسون Morrison Formation. كنت أعرف ما أبحث عنه من الصور الفوتوغرافية: طبقات متداعية من الرواسب المحمرَّة، أو الرمادية، أو البنفسجية، والمخضرَّة أحيانًا، وهي حطام جيولوجي تراكم على مدى نحو ٧ ملايين سنة.

وإلى الجنوب مباشرةً من بلدة فرويتا Fruita الواقعة على نهر كولورادو، تجوَّلت على القدمَين إلى أعلى تلٍّ ديناصور هِل[٥] حيث توقفتُ برهةً لالتقاط قليل من أحجار موريسون الطينية الأرجوانية اللون التي سقطت بالقُرب من ممرِّ المُشاة. وأثناء تقليبها بين أصابعي، تفتَّتت مثل كعكة العجين الجافة. وعلى الجانب الآخر من التل، وصلت إلى ممرٍّ رأسي shaft تمكَّن عنده، في العام ١٩٠١م، اختصاصيٌّ بعلم الأحافير يُدعى إلمر ريغز Riggs من

---

[٣] Stephen T. Hasiotis, "Reconnaissance of Upper Jurassic Morrison Formation Ichnofossils, Rocky Mountain Region, USA," Sedimentary Geology 167, nos. 3–4 (May 15, 2004): 177–268 (reference is on 222–23).

وكذلك هاسيوتيس Hasiotis: رسالة بالبريد الإلكتروني للمؤلِّف، بتاريخ ٩ مارس ٢٠١٢م.

[٤*] هو تيودور سوس غايزل (١٩٠٤–١٩٩١م)، الروائي والرسام الأمريكي، مؤلِّف أشهر كتب الأطفال وأكثرها مبيعًا، مثل «القط ذو القبعة» The Cat in the Hot و«كيف سرق غرينش عيد الميلاد» How the Grinch Stole Christmas. (المحررة)

[٥] وصف الهيكل العظمي للأباتوصورس في لوحتَين تفسيريتَين في الموقع.

استخراج ٦ أطنان من العظام التي تعود إلى مخلوق الأباتوصورس Apatosaurus (وهو الاسم الصحيح لما يطلق عليه معظمنا اسم البرونتوصورس Brontosaurus). وعندما كان على قيد الحياة ومرتويًا بشكل كامل، لا بدَّ أن هذا الزاحف البالغ طوله ٧٠ قدمًا قد بلغ من الوزن ٣٠ طنًّا. غطَّى ريغز العظام في المصيص لحمايتها، ونقلها عبر ولاية كولورادو على متن قارب مسطَّح القاع، ومن ثَم شحنها بالقطار إلى متحف فيلد Field Museum في شيكاغو، حيث تمَّت إعادة تجميعها وعرضها على الجمهور.

وبعد أن شقَقْتُ طريقي شمالًا إلى بلدة ديناصور (التي لا يزيد عدد سكانها على ٣٣٩ نسمة)، حيث تتقاطع جادة برونتوصورس مع طريق ستيغوصورس السريع، وقفتُ عند مكان مرتفع وشاهدت أشرطة موريسون في أحد الوديان وهي تتحول إلى اللون الأحمر مع غروب الشمس. وعند مسافة أبعد قليلًا إلى الغرب، على طول نهر غرين ريفر Green River عند الروافد الغربية لجبل ديناصور التذكاري الوطني، رأيت أكثر النماذج جمالًا، وهو جُرفٌ من الصخور الرمادية المخضرَّة التي تنحسر إلى اللون البنفسجي قبل أن تتراجع إلى البني. كانت هذه في الواقع، كما أخبرتني المرأة التي التقيتها في مقر إدارة المتنزه، تُشبه آيس كريم (بوظة) نابولي الذائبة.

وفي مكانٍ ما في هذه المنطقة، تم اكتشاف إحدى عظام الديناصور، والتي تُظهر ما يمكن أن يمثل أقدم حالة معروفة من السرطان. وبعد موت هذا الديناصور، سواء بفعل الوَرَم أو لأيِّ سبب آخر، التهمَت الحيوانات المفترسة أعضاءه أو تحلَّلت هذه بسرعة. لكن الهيكل العظمي — أو على الأقل جزء منه — انطمر تحت الأرض تدريجيًّا بفعل التراب والرمال التي نثرَتها الرياح. وفي وقتٍ لاحق، كان يتدفق على الحطام بُحيرة متوسعة أو جدول متعرِّج، وكانت الساحة ممهدة لحدوث التحفُّر fossilization. استُبدلت المعادن المتضمَّنة في العظام ببطء، جزيئًا جزيئًا، بالمعادن الذائبة في المياه؛ وبالتالي فقد امتلأت التجاويف الصغيرة وتحجَّرت. وبعد عصور عديدة، كانت الديناصورات قد انقرضت منذ مدَّة طويلة، واكتسى العالم الذي عاشت فيه بالبُحيرات والصحاري والمحيطات، لكن هذه العظمة المتحجرة، المغطَّاة بالصخور الرسوبية، قد حُفظت وظلَّت باقيةً عبر الزمن.

كان هذا حدثًا نادرًا، إذ تفتَّت معظم العظام قبل أن تتحفَّر. وكذلك فإن ذلك الجزء منها الذي بقي لفترة طويلة بما يكفي للتحفُّر، قد ظلَّ مدفونًا باستثناء حفنة ضئيلة.

أمَّا العيِّنة، التي تُعرف الآن باسم CM 72656، والمحفوظة في متحف كارنيغي للتاريخ الطبيعي في بيتسبرغ، فكانت ضمن تلك الفئة الناجية. وسواء تم نبشها بفعل نهر متسارع أو كشفها بفعل القُوى التكتونية tectonic forces، فقد وصلت بطريقة أو بأخرى إلى سطح عالمنا، حيث اكتُشفت بعد ١٥٠ مليون سنة من موت الحيوان، من قِبَل هاوٍ مغمور لجمع الصخور. أُجريَ مقطع عرضي للعيِّنة بمنشار للصخور، ومن ثَم صُقلت. وبعد تقلُّبها عبر عدد غير معلوم من الأيدي البشرية، وجدت الأحفورة طريقها إلى متجر للصخور بولاية كولورادو حيث التقطتها عينا طبيب[٦] يعرف أنه ينظر إلى حالةٍ لسرطان العظام عندما يرى واحدةً منها.

كان اسمه ريموند ج. بونج Bunge، أستاذ المسالك البولية في كلية الطب بجامعة ولاية أيوا. في أوائل تسعينيات القرن العشرين، اتصل بونج هاتفيًّا بقسم الجيولوجيا في الكلية لسؤالهم عمَّا إذا كان من الممكن أن يأتي شخص من قِبَلهم لتقييم بعض العيِّنات النادرة في مجموعته. شقَّت مكالمته طريقها عبر مقسم الهواتف إلى براين فيتزكه Witzke، الذي قاد في يوم خريفي بارد دراجتَه إلى منزل الطبيب الذي عرض عليه قطعةً جذابة، يبلغ سُمكها خمس بوصات،[٧] من عظام الديناصور المتمعدنة. وعند النظر إليها من الأمام، كانت قياسات الأحفورة ٦,٥ في ٩,٥ بوصات، واستقرَّ بداخل لُبِّها نتوء، والذي تبلور الآن، كان قد تضخَّم حتى وصل إلى الجزء الخارجي من العظم. اشتبه بونج في الساركومة العظمية osteosarcoma، فقد شاهد الضرر الذي يمكن للسرطان إلحاقه بالهياكل العظمية البشرية، وخصوصًا في الأطفال. كان الوَرَم البيضاوي الشكل، والذي

---

[٦] أخبرني بقصة أحفورة ريموند بونج بريان فيتزكه في رسالة بالبريد الإلكتروني، بتاريخ ٣ أغسطس ٢٠١٠م. توجد بعض التفاصيل عن حياة بونج في المرجع التالي:

"Papers of Raymond Bunge: Biographical Note," 2011, University of Iowa Libraries Special Collections and University Archives website.

[٧] Bruce M. Rothschild, Brian J. Witzke, and Israel Hershkovitz, "Metastatic Cancer in the Jurassic," Lancet 354 (July 1999): 398.

هناك تفاصيل إضافية في عددٍ من الرسائل التي تلقيتها عبر البريد الإلكتروني من روتشيلد في يونيو وأكتوبر ونوفمبر ٢٠١٠م، وفي يوليو ٢٠١١م.

يبلغ في الحجم كرةً لينةً softball[٨*] مسحوقةً قليلًا، قد تحوَّل على مدى آلاف السنين إلى ضرب من العقيق agate.

كانت الشظية من الصِّغَر بحيث لم يتمكن فيتزكه من تحديد نوع العظم أو نوع الديناصور، لكنه كان قادرًا على وضع تشخيص جيولوجي: كان اللون البنِّي المحمرُّ والمركز العقيقي agatized دليلَين على أن العيِّنة جاءت من تشكيل موريسون. تذكر بونج أنه اشترى هدايا تذكاريةً من مكانٍ ما غرب كولورادو، كانت القِطَع المصقولة من العظام المتحفِّرة للديناصورات من القِطَع المفضَّلة لدى جامعي الصخور، لكنه لم يستطع تذكُّر الموقع على وجه الدقة؛ وبالتالي أعطى الصخرة إلى عالم بالجيولوجيا، وطلب منه الحصول على رأيٍ من خبراء.

ولانشغاله بأمور أخرى، فقد ظلَّت الأُحفورة قابعةً وشِبهَ منسيةٍ فوق خزانة الملفَّات في مكتب فيتزكه، حتى اليوم الذي أرسلها فيه إلى بروس روتشيلد Rothschild، وهو اختصاصيُّ الروماتيزم في مركز شمال شرق ولاية أوهايو لالتهاب المفاصل، والذي وسَّع نطاق ممارسته لتشمل أمراض العظام في الديناصورات. لم يكُن قد سبق له رؤية مثال أوضح أو أقدم لسرطانٍ يرجع إلى عصور ما قبل التاريخ. وقد تمثلت خطوته التالية في تحديد النوع الدقيق من السرطان الذي أصاب العيِّنة.

وكما اتضح لاحقًا، فلم يكُن الوَرَم يُظهر الهوامش غير المحدَّدة أو الشكل الطبقي الشبيه بقشرة البصلة[٩] للساركومة العظمية، وهو نوع السرطان الذي اشتبه فيه بونج، أو المميزة لوَرَم خبيث آخر يُعرف باسم ساركومة يوينغ Ewing's sarcoma. كان روتشيلد أيضًا واثقًا من صواب استبعاد الوَرَم النقوي myeloma، وهو سرطان الخلايا البلازمية الذي يترك العظام المصابة بمظهر «مخْروم». كانت حقيقةَ أن الوَرَم، وهو يشقُّ طريقه إلى الخارج، قد ترك قشرةً رقيقةً من العظم على حالها، هي سبب استبعاد الوَرَم النقوي المتعدِّد، وهو وَرَم غازي أكثر عدوانية. من شأن كل الأمراض التي تصيب الهيكل العظمي أن يترك علامةً مميزة، وبالتالي قام روتشيلد باستبعاد الاحتمالات الممكنة، واحدًا تلو الآخر: «الحفر السطحية المنفردة والمتلاقية لابيضاض الدم leukaemia»، و«المظهر المتمدد، والشبيه

[٨*] أكبر بقليل من كرة البيسبول، محيطها ١٢ بوصةً تقريبًا. (المحررة)

[٩] Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, "Metastatic Cancer".

بفقاعات الصابون للكيسات العظمية الأمدمية»[١٠*] و«التكلسات المشاشية الفُشارية المميزة للأورام الأروميَّة الغضروفية chondroblastomas»، و«مظهر الزجاج المصنفَر المميِّز لخلل التنسُّج الليفي fibrous dysplasia».

أمَّا بالنسبة إلى شخص غير متخصِّص يقرأ ملاحظات روتشيلد، فإن المصطلحات الطبية المستخدَمة قد تقع في مكانٍ ما بين كونها شفافةً ومبهمة، فهي كلماتٌ لا يكتسب المرء ألفةً كئيبةً معها إلا عندما يسعى جاهدًا إلى فهم سبب الانقطاع المفاجئ للسرطان. أمَّا الأمر الذي كان واضحًا منذ البداية، فهو الثقة التي يمكن لمتخصِّص في العلم الغامض لباثولوجية الديناصورات من التوصل إلى التشخيص المحتمل لوَرَم يبلغ من العمر ١٥٠ مليون سنة. واصل روتشيلد ملاحظاته، فاستبعد «الآفات ذات الحواف المتصلبة التي يسبِّبها النقرس gout»، و«مناطق الارتشاف المميزة للسُّل tuberculosis»، و«الملامح التصلبية للآفات الصمغية لداء اللولبيات treponemal disease». الكيسات العظمية الأحادية الغرفة، الأورام الغضروفية الباطنة enchondromas، أورام بانيات العظم osteoblastomas، الأورام الليفية الغضروفية المختلطة،[١١*] الوَرَم العظمي العظماني osteoid osteoma، الوَرَم الحبيبي اليوزيني eosinophilic granuloma. مَن كان ليعرف أن أمورًا بهذا السوء قد تحدث داخل ما يبدو كقطعة من العظام الصلبة؟ لم يكُن أيٌّ من هذه الأمراض يبدو كتشخيصٍ محتمَل. ومن منظور روتشيلد، كانت هذه الآفة تحمل علامات السرطان النقيلي — من أشدِّ الأنواع فتكًا — وهو سرطان نشأ من خلايا في أماكن أخرى من جسم الديناصور، والتي ارتحلت لتأسيس مستعمرة جديدة لها في الهيكل العظمي.

كانت هناك إشارات متناثرة في المجلات الطبية إلى أورام عظمية أخرى[١٢] في الديناصورات، الأورام العظمية osteomas (وهي كُتَل من خلايا العظام الفائقة النشاط، والتي تتجاوز حدودها الشرعية)، والأورام الوعائية hemangiomas (وهي انصبابات شاذة للأوعية الدموية، والتي يمكن أن تتشكل ضمن النسيج الإسفنجي بداخل العظام). ومثل السرطان، فهذه الأورام الحميدة هي ضربٌ من الوَرَم neoplasm (من اليونانية بمعنى «النمو الجديد») وهي خلايا تعلَّمت خداع وسائل دفاع الجسم ومن ثم تُظهر إرادةً

[١٠*] aneurysmal bone cysts.

[١١*] chondromyoxoid fibromas.

[١٢] Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, “Metastatic Cancer”.

خاصةً بها. تتضاعف خلايا الوَرَم الحميد ببطء نسبي، كما أنها لا تمتلك القدرة على غزو الأنسجة المحيطة بها أو على الانتقال، بيدَ أنها ليست غير ضارة بالضرورة. يمكن للوَرَم الحميد أحيانًا أن تضغط بشكل خطير على عضو أو وعاء دموي، أو أن يفرز هرموناتٍ مدمرة. وكذلك فإن بعضها قد تصبح سرطانية، لكن هذه نادرة بما فيه الكفاية. لكن مشاهدة الأورام الخبيثة في الديناصورات تمثل حالاتٍ نادرةً للغاية. لفترة من الوقت، اعتقد الباحثون أن الوَرَم الشبيه بالقرنبيط في القائم الأمامي لديناصور من نوع الألوصورس Allosaurus هو ساركومة غضروفية، بيدَ أنه الفحص الدقيق، قرر روتشيلد أنه كان مجرد كسر ملتئم تعرَّض للعدوى. كانت أحفورة بونج هي الشيء الحقيقي. وفي ورقة بحثية مقتضَبة مؤلَّفة من خمسمائة كلمة، كتبها مع فيتزكه وزميل آخر له ونُشرت في مجلة «ذا لانسيت» The Lancet في العام ١٩٩٩م، توصَّل إلى استنتاج جريء: «من شأن هذه المشاهدة تمديد التعرف[١٣] على أصول السرطان النقيلي على الأقلِّ إلى منتصف العصر الوسيط mid-Mesozoic (عصر الديناصورات)، وهو أقدم مثال معروف في السجل الأحفوري.»

لقد سمعت لأول مرة بأحفورة ريموند بونج في وقت سابق من ذلك الصيف، عندما بدأت أشقُّ طريقي عبر الأدبيات المتوفرة عن علم السرطان. ثمة شيءٌ جذابٌ على نحو رائع بخصوص الطريقة التي يمكن بها لخلية منفردة أن تفرَّ من القطيع وتبدأ في التضاعُف، مكوِّنةً شيئًا غريبًا بداخل الإنسان، مثل عضو جديد ينبت فجأةً في المكان الخطأ، أو — وهو الأمر الأكثر بشاعة — جنين معيب مشوَّه. إن الأورام المسخية، وهي أورام نادرة تنشأ من الخلايا الجنسية الضالة[١٤] التي تؤدي إلى البويضات والحيوانات المنوية، قد تحتوي على بقايا من الشعر، والعضلات، والجلد، والأسنان والعظام. ويُشتقُّ اسمُها [teratomas] من اللفظة اليونانية teras بمعنى «وحش». لقد أُصيبت امرأة يابانية شابَّة بكيسة مبيضية ovarian cyst تحتوي على رأس، وجذع، وأطراف، وأعضاء، وعين صقلوبية cyclopean

---

[١٣] Rothschild, Witzke, and Hershkovitz, “Metastatic Cancer”.

[١٤] انظر، على سبيل المثال:

Naohiko Kuno et al., “Mature Ovarian Cystic Teratoma with a Highly Differentiated Homunculus: A Case Report,” Birth Defects Research. Part A, Clinical and Molecular Teratology 70, no. 1 (January 2004): 40.

eye. غير أن هذه الحالات نادرة للغاية. تتطور الأورام في الغالبية الساحقة منها وفقًا لخطة مرتجلة خاصة بها، بيدَ أن أكثرها خطورةً تكتسب القدرة على الانتقال. وبمجرد أن تقوم بترسيخ نفسها في المحيط القريب منها، أيْ في المعدة أو القولون أو الرحم، فهي تواصل مسيرتها، أيْ تنتقل metastasize، إلى أماكن جديدة. وبالتالي، فإن السرطان الذي يبدأ في غُدة البروستاتة prostate قد يستقر في نهاية المطاف في الرئتين أو العمود الفقري. لم يكُن هناك أيُّ سبب يدعو للاعتقاد بأن السرطان لم يحدث في الديناصورات؛ ولكن بالنظر إلى النسبة الضئيلة من البقايا الأحفورية التي حصل البشر على فرصة لدراستها، فإن مصادفة مثال فعلي عليها كانت تبدو أشبه بالمعجزة.

لنتدبَّر حجم الحقل المعني؛ من النُّصب التذكاري الوطني للديناصورات في ولايتَي يوتا وكولورادو، يمتدُّ تشكيل موريسون شمالًا إلى ولايات وايومنغ وأيداهو ومونتانا وساوث ونورث داكوتا، وإلى جنوب كندا، وينتشر شرقًا إلى ولايتَي نبراسكا وكنساس، وجنوبًا إلى الشريطَين الممتدَّين من ولايتَي تكساس وأوكلاهوما، وصولًا إلى ولايتَي نيو مكسيكو وأريزونا. وهو يغطي ما يقرب من نصف مليون ميل مربع. لم يؤدِّ تآكُل التربة وعمليات الحفر، سواء كانت طبيعية أو من صنع الإنسان، إلا إلى تحزيز الحواف، الذي يوفر بالكاد عيناتٍ من تراكم عظام الديناصورات الذي تم على مدى سبعة ملايين سنة، والتي تنطوي فقط على تلك التي اتفق وأن صارت متحفِّرة. ولولا عينا ريموند بونج الثاقبتان، لضاع أقدم دليل ملموس على السرطان في عصور ما قبل التاريخ. كم عدد الحالات الأخرى التي انسحقت بداخل تلك الطبقات القاتمة؟ ومن بين العظام التي اكتُشفت، كم عدد الأورام الخبيثة التي جرى إغفالُها؟ لم يكُن علماء الأحافير يبحثون عن السرطان أصلًا، كما أن قليلين منهم كانوا سيتعرفون عليه إذا رأوه، وكذلك فإن الأورام الوحيدة التي كانت لديهم فرصة لاكتشافها لا بدَّ أنها تلك التي شقَّت طريقها إلى خارج سطح العظام، أو التي كشفها كسر عشوائي أو قَطع غير مقصود من منشار صاقل الأحجار.

من بين أكثر الأسئلة مراوَغةً حول الأورام السرطانية هو: ما مقدار السرطانات السرمدية والحتمية، أي التي تنشأ عفويًّا داخل الجسم، وما مقدار تلك الناتجة عن التلوث، والكيماويات الصناعية، والأجهزة الأخرى التي صنعها الإنسان؟ من شأن الحصول على تقديرات أولية عن تواتر السرطان في العهود السابقة أن يوفر أدلة مُهمَّة، لكن ذلك لن يتأتَّى إلا في وجود عيِّنة أكبر من البيانات. وبسبب اشتعال حماسه بفعل وَرَم بونج الأحفوري، بدأ روتشيلد في البحث عن المزيد.

وباستخدام منظار تألقي fluoroscope محمول،[١٥] بدأ شقَّ طريقِه بإجراء فحوصه الشعاعية عبر متاحف أمريكا الشمالية. في البشر، تنتهي السرطانات التي تنتشر إلى الهيكل العظمي في الغالب في العمود الفقري، لذلك فقد ركَّز روتشيلد على الفقرات vertebrae. وبحلول الوقت الذي انتهى فيه من فحص ١٠٣١٢ فقرةً من حوالي سبعمائة ديناصور من مقتنيات المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي في نيويورك، ومتحف كارنيغي في بيتسبرغ، ومتحف فيلد في شيكاغو، وغيرها من المؤسَّسات في جميع أنحاء الولايات المتحدة وكندا، وهو ما يمثل كل عيِّنة توجَد إلى الشمال من الحدود المكسيكية، والتي أمكنه أن يضع عليها يدَيه. فحص روتشيلد فقراتٍ سائبة، وباستخدام السلالم وجهاز جمع الكرز، فحص الفقرات المرتفعة لهياكل عظمية كاملة (توجد صورة له وهو يرتدي قميصًا يحمل صورة ديناصور،[١٦] ويميل إلى الخلف داخل القفص الصدري لأحد حيوانات التيرانوصورس ريكس Tyrannosaurus rex). أمَّا العظام التي ظهرت غير طبيعية تحت الأشعة السينية فقد فُحصت على نحوٍ أدقَّ باستخدام المسح بالأشعة المقطعية.

وفي نهاية المطاف، حصل على ثمرة اجتهاده؛ فقد وجد وَرَمًا خبيثًا عظميًّا آخر، وكان بوسعه هذه المرة التعرف على الضحية: إدمونتوصورس Edmontosaurus؛ وهو كائن هائل الحجم له خطم يشبه منقار البطة (اسم الفصيلة هو الهادروصورات Hadrosauridae)، والذي عاش في نهاية العصر الطباشيري Cretaceous، الذي تبع العصر الجوراسي مباشرةً، عندما بدأت الديناصورات في الانقراض. كانت الهادروصورات الأخرى مصابةً أيضًا بأورام في العظام، والتي كانت جميعها حميدة؛ وَرَم بانيات العظم، ووَرَم ليفي صلد،[١٧*] وستة وعشرين وَرَمًا وعائيًّا، غير أنه لم تكُن هناك أية أورام بين الوحوش الأخرى، وهو الأمر الذي ربما مثَّل أكبر مفاجأة. وعلى الرغم من أن فقرات الهادروصورات مثَّلت أقلَّ من ثُلث كومة العظام، المؤلَّفة من نحو ٢٨٠٠ عيِّنة من أقلَّ من مائة ديناصور، فقد كانت هي مصدر جميع الأورام. أمَّا ما يقرب من ٧٤٠٠ فقرة

---

١٥ B. M. Rothschild et al., "Epidemiologic Study of Tumors in Dinosaurs," Die Naturwissenschaften 90, no. 11 (November 2003): 495–500.

١٦ John Whitfield, "Dinosaurs Got Cancer," Nature News 21 (October 2003), published online October 21, 2003.

١٧* desmoplastic fibroma.

التي لم تكُن لهادورصورات، والتي تعود إلى ديناصورات الأباتوصورس Apatosaurus، والباروصورس Barosaurus، والألوصورس، وغيرها، فلم تُظهر وجود أيِّ أورام، سواء كانت خبيثة أو حميدة.

كان هذا الشذوذ من النوع الذي يواجهه اختصاصيُّو وبائيات السرطان البشري على الدوام. لماذا يُصاب بعضُ الناس بعدد من السرطانات أكبر من غيرهم؟ ربما وقعت بعض التحولات التطورية التي تركت الهادورصورس باستعداد وراثي للإصابة بالأورام، أو ربما كان السبب راجعًا إلى الاستقلاب. قد تكون هذه الديناصورات، كما تكهَّن روتشيلد، ذات دماء أكثر حرارة[١٨] من الديناصورات الأخرى. تسير العمليات الاستقلابية في ذوات الدم الحار بوتيرة أسرع، فهي تستهلك الطاقة للحفاظ على درجة حرارة الجسم، وقد يؤدي ذلك إلى تسريع تراكم التلف الخلوي الذي يؤدي إلى الخباثة.

وربما أن الاختلاف لم يكُن متوطنًا ولا بيئيًّا، بل أمر متعلق بما كان الهادورصورس يأكله. تنخرط النباتات ضمن النظام البيئي في حرب كيماوية لا نهاية لها، حيث تصنع مبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية لمحاربة الآفات. وبعض هذه المواد الكيميائية يسبب الطفرات؛ أيْ إنها تغيِّر الحمض النووي الريبي المنزوع الأكسجين (الدنا: DNA). إن السلائل المعاصرة لنباتات السيكاسيات cycads الشبيهة بالسراخس التي نمَت خلال الدهر الوسيط تُنتِج سمومًا يمكنها تحريض أورام الكبد والكلى في فئران المختبَر. لكنْ لماذا تناول الهادورصورس قدْرًا من السيكاسيات أكبر مما كان يتناوله الأباتوصورس، على سبيل المثال؟ ثمة مصدر آخر محتمَل للمسرطنات carcinogens، وهي إبر أشجار الصنوبر، والتي اكتُشفت في بطون بضع «مومياوات» للإدمونتوصورس،[١٩] والتي دُفنت بقاياها في ظلِّ ظروف بيئية مواتية، بحيث تحولت إلى حفريات بدلًا من أن تتعفن. غير أن ذلك لم يكُن يمثل ما يكفي من الأدلة لمواصلة البحث.

---

[١٨] يستشهد روتشيلد في كتابه المُعنوَن Epidemiologic Study of Tumors in Dinosaurs بأبحاث Anusuya Chinsamy، بما في ذلك:

A. Chinsamy and P. Dodson, "Inside a Dinosaur Bone," American Scientist 83 (1995): 174–80.

[١٩] Phillip L. Manning et al., "Mineralized Soft-Tissue Structure and Chemistry in a Mummified Hadrosaur from the Hell Creek Formation, North Dakota (USA)," Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 276, no. 1672 (October 7, 2009): 3429–37.

كانت هناك ملامح غريبة أخرى يتعيَّن تفسيرُها؛ فعندما حدثت أورام الهادورصورسات، لم تُصب سوى الفقرات الذيلية caudal vertebrae، أيْ تلك الأقرب إلى ذيل العمود الفقري. ما الأمر المتعلق بالجزء السفلي من تلك الزواحف، والذي جعلها أكثر عُرضةً للسرطان من الجزء العلوي؟ لو كان بوسعنا فقط إعادة إنشاء الديناصورات من الدنا DNA القديم، كما حدث في فيلم «الحديقة الجوراسية»، ومن ثَم إتاحتها للبحوث الطبية. في مراكز السرطان الكبرى، مثل مستشفى دانا فاربر في بوسطن، وإم دي أندرسون في هيوستن، وغيرها في جميع أنحاء العالم، يمكن لعالِم أن يقضي حياته المهنية كلها في دراسة الدور الذي يؤديه جزيء واحد في الأورام الخبيثة، وبالتالي فإن مجرد البيانات المستقاة من مسح روتشيلد قد طرحت من الأسئلة ما يكفي لأطروحاتٍ بأَسرِها، بيدَ أن الأهمَّ من بينها هو كيفية وضع نتائج مشاهداته في منظورها الصحيح. إن سرطان العظام البشرية من أيِّ نوع، سواء كان نقيليًّا أو ناشئًا من الهيكل العظمي، يمثل حالات نادرة. لكنْ هل كانت حالةٌ واحدةٌ من بين سبعمائة من الهياكل العظمية للديناصورات قليلًا أم كثيرًا؟

وفي دراسة ثالثة، تدبَّر روتشيلد الصعاب.[٢٠] لقد اتصل به اثنان من علماء الفيزياء الفلكية كانا يأمُلان في دعم نظريتهما القائلة بأن نهاية هيمنة الديناصورات على الأرض قد تسارعت بفعل زيادة مفاجئة في الأشعة الكونية المشعَّة. يمكن للإشعاع المؤين — وهو نوع قوي بما يكفي لإتلاف الدنا — أن يسبِّب السرطان، ويكون نخاع العظام عُرضةً للإصابة به بشكل خاص. إذا كان ثمة حدث كوني قد أدَّى إلى انبعاث أشعة قوية بشكل غير معتاد، فلا بدَّ أن تأثير ذلك على الديناصورات كان التعرُّض للأشعة السينية من الفضاء الخارجي.

لكنْ كيف يمكنك احتساب وبائيات ذلك؟ في دراسة سابقة، أجرى روتشيلد وزوجته[٢١] كريستين فحصًا بالأشعة السينية على العظام المتضمَّنة في مجموعة هامان-تود للعظام

---

٢٠ L. C. Natarajan, B. M. Rothschild, et al., “Bone Cancer Rates in Dinosaurs Compared with Modern Vertebrates,” Transactions of the Kansas Academy of Science 110 (2007): 155–58.

٢١ Bruce M. Rothschild and Christine Rothschild, “Comparison of Radiologic and Gross Examination for Detection of Cancer in Defleshed Skeletons,” American Journal of Physical Anthropology 96, no. 4 (April 1, 1995): 357–63. (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7604891).

البشرية[٢٢]* في متحف كليفلاند للتاريخ الطبيعي، وهي مستودع يضمُّ ثلاثة آلاف هيكل عظمي من جثث كلية الطب، وهي جثث المشرَّدين التي كانت ستنتهي بخلاف ذلك في مقابر الفقراء. كان ثلاثة وثلاثون منهم مصابين بأورام نقيلية في العظام، وهو ما يمثل نسبة ١,١٤ في المائة. وتشير عمليات تشريح الجثث في حديقة حيوان سان دييغو[٢٣] إلى أن الزواحف تُصاب بسرطان العظام بمعدَّلٍ يبلغ نحو ثُمن الإصابات لدى البشر، أو حوالي ٠,١٤٢ في المائة، وبالتالي فإن إصابة سرطانية واحدة في الإدمونتوصورس من بين سبعمائة ديناصور صُوِّرت بالأشعة التألقية يُنتج نفس العدد تقريبًا. لا بدَّ للمرء أن يبحث في مكان آخر عن دليل على أن السرطان كان عاملًا مُسبِّبًا للانقراض.

طوال شهور، ظلَّت الأخبار غير المؤكدة مثل هذه تتراكم في دفتر مذكراتي، ومن ثَم تتناقل عبر أجزاء ذهني. والملاحظ أن كل سؤال أُثيرَ حول السرطان قد تمخَّض حتمًا عن المزيد. ما مدى تمثيل مجموعة هامان-تود لمعدَّل الإصابة بالسرطان بشكل عام؟ ربما أن الفقراء المتضمَّنة عظامهم في المجموعة قد عانوا من سوء التغذية والأنظمة الغذائية العشوائية، الأمر الذي ربما أدَّى إلى زيادة قابليَّتهم للسرطان. ومع ذلك فإن العديد منهم ربما عاش حياةً قصيرةً نسبيًّا، ومن ثَم تُوفِّي بسبب العنف أو الأمراض المُعدِية قبل أن يكون هناك وقتٌ لتنامي السرطان في جسده. ربما عمل كل ذلك على موازنة الاحتمالات، وربما لا. بيدَ أن دراسة الحيوانات في حديقة حيوان سان دييغو أثارت المزيد من الأسئلة؛ تميل الحيوانات في الأَسر إلى الإصابة بالسرطان بمعدلات أكبر من تلك التي تعيش في البرية، ربما بسبب تعرُّضها لكميات أكثر من المبيدات الحشرية أو المواد المُضافة إلى الأغذية، أو ربما لمجرد أنها تظلُّ على قيد الحياة لفتراتٍ أطول، وتحصل على قدْرٍ أقلَّ من الحركة، وتأكل بكميات أكبر. ومن بين جميع عوامل الخطر المرتبطة بالسرطان البشري، هناك اثنان نادرًا ما يُختلف عليهما؛ هما السمنة والشيخوخة.

كان السؤال الأكثر إثارةً للقلق هو كم يمكن للمرء استقراؤه حول السرطان في الديناصورات، ومن ثَم الأصل النهائي لهذا المرض، من ذلك القدْر الضئيل من الأدلة

---

* ٢٢ Hamann-Todd Human Osteological Collection.

٢٣ M. Effron, L. Griner, and K. Benirschke, "Nature and Rate of Neoplasia Found in Captive Wild Mammals, Birds, and Reptiles at Necropsy," Journal of the National Cancer Institute 59, no. 1 (July 1977): 185–98.

المتبقية. وإذا لم تُدرج في العيِّنة سوى تلك المائة هادورصورس المعرَّضة للإصابة بالأورام، فسيكون معدَّل إصابتها بسرطان العظام واحدًا في المائة، وهي النسبة نفسها تقريبًا في الهياكل العظمية البشرية. لكن عليك أن تتساءل عن ذلك الكَمِّ الهائل من العيِّنات الأخرى التي تقبع في انتظار مَن يكتشفها، فمجرد اكتشاف واحدة أخرى مصابة بوَرَم خبيث سيُضاعف معدَّل الإصابة بالسرطان. وأخيرًا كان هناك سؤال عن عدد أنواع السرطان التي ربما قد انتشرت إلى الأجزاء التي لم تُفحَص من الهيكل العظمي أو إلى الأعضاء الرخوة، وهي السرطانات التي لم تصل إلى العظام مطلقًا. وبمجرد أن تتحلل الأنسجة، ستختفي الأدلة على وجودها.

ثمة تقارير عن وجود استثناء محتمَل، ففي عام ٢٠٠٣م، وهي السنة التي ظهر فيها مسح روتشيلد، أعلن علماء الحفريات في ولاية ساوث داكوتا[٢٤] عن اكتشاف ما قد يكون وَرَمًا في دماغ ديناصور. كانوا يجهزون جمجمة غورغوصورس Gorgosaurus يبلغ من العمر ٧٢ مليون سنة، وهو أحد أقارب التيرانوصورس ريكس، عندما وجدوا «كتلة غريبة من المادة السوداء في الجمجمة».[٢٥] أظهر التحليل بالأشعة السينية والفحص بالمجهر الإلكتروني أن الكتلة المستديرة تتألف من خلايا عظمية، والتي شخَّصها علماء الباثولوجيا البيطرية على أنها «ساركومة عظمية خارج الهيكل العظمي»،[٢٦*] وهي وَرَم مُنتِج للخلايا العظمية السرطانية يصيب المخيخ وجذع الدماغ. وقد يفسر هذا سبب كَوْن مظهر الغورغوصورس مضروبًا بهذا الشكل، كما لو أن ذلك الحيوان، الذى كان يعاني من فقدان التحكم الحركي، قد تعثَّر وسقط مرارًا وتكرارًا. وكما خمَّن روتشيلد في ذلك الوقت؛ «فمن المؤكد أن ثمة حدثًا غريبًا[٢٧] هو ما خلق هذا المظهر. إن موضع وطبيعة الكتلة تشير إلى أنها قد تكون وَرَمًا، لكننا لا نزال بحاجة إلى إثبات أنها ليست مجرد شظايا متساقطة من كسر في الجمجمة.»

واصلتُ طريقي عبر طريق ديناصور دياموند السريع، وأنا أفكر في السرطان، وهنا تحقَّقت رؤيتي الشخصية النادرة؛ محطة بنزين سينكلير يُظهر شعارُها الأخضر

---

[٢٤] كانوا في معهد بلاك هِل للأبحاث الجيولوجية.

[٢٥] John Pickrell, “First Dinosaur Brain Tumor Found, Experts Suggest,” National Geographic News, November 24, 2003, published online October 28, 2010.

[٢٦*] extraskeletal osteosarcoma.

[٢٧] Pickrell, “First Dinosaur Brain Tumor”.

ديناصورًا، ما يمثل أثرًا آخر من الأزمنة الخالية. وعلى طول الطريق، كانت آبار النفط الهزازة تضخُّ الوقود الأحفوري المشتقَّ، وفقًا لأفضل معلوماتنا، من المواد العضوية التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ، والمتمثلة في هريس من الحياة النباتية والحيوانية الضئيلة، ربما مع بعض النفط الذي أسهمت في تكوينه الديناصورات.

كان الوقت يشير إلى الغسق تقريبًا عندما وصلت إلى هضبة يامبا Yampa Plateau في شمال ولاية كولورادو، وهي كومة من العناصر الجيولوجية التي تعود إلى ٣٠٠ مليون سنة.[٢٨] أدَّت دهورٌ من الاضطرابات الزلزالية المتمثلة في انحشار وميل وسقوط وانزلاق كُتَل هائلة من القشرة الأرضية، إلى إحداث حالة من الفوضى في الجدول الزمني. وطوال أميال، كان الطريق ينزلق على سطح الصخور التي ترسبت في العصر الجوراسي والعصر الطباشيري، وهو منتصف إلى أواخر عهد الديناصورات. وبعد ذلك، ومن دون أن أشعر بارتطام في الإطارات، تغير سطح الهضبة فجأةً إلى العصر البنسلفاني Pennsylvanian، فقد تقشَّرت دهورٌ بأَسرها لكشف عالَمٍ أقدم، والذي يعود إلى ١٥٠ مليون سنة قبل ديناصورات موريسون، عندما كانت الصراصير البدائية تزحف على الأرض. وإذا أزلنا بضع طبقات تحت تلك البنسلفانية، فسنجد آثار العصر الديفوني Devonian، وهو مشهد

---

[٢٨] هذا هو الوقت التقريبي الذي تشكلت فيه أدنى طبقات الهضبة، أيْ تشكِّل مورغان وحجر ويبر الرملي. انظر:

Halka Chronic and Lucy M. Chronic, Pages of Stone: Geology of the Grand Canyon and Plateau Country National Parks and Monuments (Seattle: Mountaineers Books, 2004), 90.

وقد استشهدت أيضًا بكتاب:

Halka Chronic, Roadside Geology of Colorado (Seattle: Mountaineers Books, 2004).

وكذلك بمقال:

Annabelle Foos and Joseph Hannibal, “Geology of Dinosaur National Monument,” Cleveland Museum of Natural History (1999).

والمنشور على الإنترنت على موقع الدائرة الوطنية للمتنزهات:

http://www.nature.nps.gov/geology/education/foos/dino.pdf.

وقد تضمنت مراجعي أيضًا كُتيِّبَين من تأليف ورسم ليندا ويست، ونشر جمعية:

Dinosaur Nature Association:

Journey Through Time: A Guide to the Harper’s Corner Scenic Drive (1986) and Harper’s Corner Trail (1977).

ريفي يعود إلى ٤٠٠ مليون سنة. وفي صخور العصر الديفوني، على مبعدة ١٦٠٠ مِيل إلى الشرق من يامبا، اكتُشفت عظمةُ فكٍّ تعود إلى إحدى الأسماك المدرعة البدائية[٢٩] بالقرب مما أصبح مدينةً كليفلاند بولاية أوهايو. كان العظم منقَّرا بما يعتبره بعض العلماء وَرَمًا، في حين يرى آخرون أنه مجرَّد جرح قديم ناجم عن معركة.

انتهى الطريق في هاربرز كورنر — وهو الطَّرَف القاصي للهضبة — وقد سرتُ إلى الحافة حيث يلتقي على عمق كبير تحت نهرَي غرين ويامبا، بعد أن انتهت مسيرتهما المتعرجة عبر كل تلك الأزمنة القاسية. وقفتُ هناك مرتبكًا من التفكر في كل هذا الماضي الذي تلاشى وكأنه لم يكُن. بعد اختفاء الديناصورات، جاء تجبل لاراميد Laramide orogeny،[٣٠] عندما ارتفعت من الأرض قمم الجبال التي أصبحت جبال الروكي فيما بعد، حتى وصلت إلى ارتفاع ١٨٠٠٠ قَدَم، قبل أن تُدفن حتى أعناقها في الركام الخاص بها. ومع نبش جبال روكي[٣١*] (وهي أسماء تبدو مُستمَدة من الكتاب المقدس)، بدأت الفراغات بينها تنحسر. وفي أوائل عصر البليستوسين (العصر الحديث الأقرب: Pleistocene)، أيْ منذ حوالي مليونَي سنة، تلَت العصور الجليدية الكبرى، تاركةً وراءها المعالم الجغرافية التي نعرفها اليوم. وطوال كل هذه الكوارث الطبيعية، ظلَّت الحياة تتطور. وقد تسلَّل على متن تلك الرحلة هذا الدخيل المُسمَّى بالسرطان.

عُثِر على تلميحات لوجود أورام حميدة في العظام المتحجِّرة للفِيَلة، وحيوانات الماموث mammoths، والخيول القديمة.[٣٢] يظهر فرط التعظُّم hyperotosis، أو نمو العظام الجامح،[٣٣] في الأسماك من جنس الخنافس الثخينة Pachylebias، والتي يبدو أنها سخَّرت

---

[٢٩] Luigi L. Capasso, "Antiquity of Cancer," International Journal of Cancer 113, no. 1 (January 1, 2005): 2–13.

[٣٠] لوصف جميل، انظر:

John McPhee, Rising from the Plains (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1986), 43–55.

[٣١*] Exhumation of the Rockies.

[٣٢] Capasso, "Antiquity of Cancer".

[٣٣] Capasso, "Antiquity of Cancer"; and Raúl A Ruggiero and Oscar D. Bustuoabad, "The Biological Sense of Cancer: A Hypothesis," Theoretical Biology & Medical Modelling 3 (2006): 43.

تلك الأورام لمنفعتها، فباستخدام الصابورة ballast التي وفرتها زيادة كتلة العظام، كان بوسع تلك الأسماك أن تبحث عن طعامها عند أعماق أكبر في مياه البحر المتوسط المالحة، ما منحها أفضليةً على منافسيها. وبالتالي، فإن ما بدأ كوَرَمٍ مَرَضيٍّ ربما جرى اعتماده كاستراتيجية تطورية.

وقد اشتُبه في وجود أورام خبيثة في جاموس قديم ووعل قديم،[٣٤] بل إن هناك تقريرًا يعود إلى عام ١٩٠٨م عن اكتشاف سرطان في مومياء لقرد مصري قديم من نوع البابون baboon.[٣٥] تتسم هذه الأمثلة بندرتها وبكَوْنها مثيرةً للجدل في بعض الأحيان. ولكن كما هو الحال مع الديناصورات، فإن غياب الأدلة ليس دليلًا على انعدام الوجود. ربما كان السرطان نادرًا بدرجة كبيرة قبل أن يبدأ البشر في العبث بالأرض، لكن قدْرًا أساسيًّا من السرطان لا بدَّ أنه كان موجودًا طوال الوقت. من أجل أن يعيش جسم حي، لا بدَّ أن تظلَّ خلاياه في حالة من الانقسام المستمر، حيث تنقسم إلى خليتين، تنقسمان إلى أربعة، ثم ثمانية، ثم تتضاعف مرارًا وتكرارًا. ومع كل انقسام، فإن الخيوط الطويلة من الدنا DNA — وهو مستودع المعلومات الوراثية للكائن الحي — لا بدَّ أن يجري نسخُها ومن ثَم نقلُها للمرحلة التالية. وعلى مدار الوقت، تطورت آلياتٌ لإصلاح الأخطاء. غير أنه في عالم يعجُّ بالفوضى، تتسم هذه بأنها عملية معيبة بطبيعتها. وعندما تسير الأمور على نحوٍ خاطئ، فإن النتيجة هي عادةً مجرد خلية ميتة، ولكنْ في ظلِّ الظروف المواتية، فإن تلك الأخطاء تؤدِّي إلى السرطان.

حتى البكتيريا المنفردة الوحيدة الخلية[٣٦] يمكنها أن تُنتج طفرةً تجعلها تتكاثر بقوة أكثر من جيرانها. وعندما يحدث ذلك في خلية توجد بداخل نسيج حي، فإن النتيجة هي ظهور وَرَم. انبثقت النباتات والحيوانات — وهما شكلان مختلفان لنفس موضوع تعدُّد الخلايا multicellularity — من نفس المصدر البدائي في نهاية المطاف. تمثل النباتات أبناء عمومتنا البعيدة للغاية، كما أنها تُصاب بالفعل بما يشبه السرطان. يمكن للبكتيريا

---

٣٤ Capasso, "Antiquity of Cancer."

٣٥ Alexander Haddow, "Historical Notes on Cancer from the MSS. of Louis Westenra Sambon," Proceedings of the Royal Society of Medicine 29, no. 9 (July 1936): 1015–28.

٣٦ Jules J. Berman, Neoplasms: Principles of Development and Diversity (Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers, 2009), 67–69.

المعروفة باسم الأجرعية المورِّمة Agrobacterium tumefaciens[٣٧] أن تنقل جزءًا من الدنا الخاص بها إلى جينوم genome خلية نباتية، ما يجعلها تتضاعف متحولةً إلى وَرَم يُسمَّى التدرُّن التاجي crown gall. ويظهر بحث علمي متميز،[٣٨] نُشر في عام ١٩٤٢م، أنه في نباتات دوَّار الشمس، يمكن لهذه الأورام أن تُنتج أورامًا ثانوية، وهي نظائر بدائية للنقائل metastasis. وفي عالم الحشرات، يمكن للخلايا اليرقية larval cells أن تؤدِّيَ إلى أورام غازية،[٣٩] وهي الظاهرة نفسها، ربما، التي انتقلت وصولًا إلى الفقاريات vertebrates.

وُصِف السرطان (الساركومات، والسرطانات carcinomas، واللمفومات lym-phomas، وغيرها من المسمَّيات السريرية التي تبعث على الاكتئاب)، في أسماك الشبوط carp، والقد codfish، والورنك skate rays،[٤٠] والكراكي pike، والفرخ perch، وغيرها من الأسماك. أمَّا سمك السلمون المرقط، مثل البشر، فيُصاب بسرطان الكبد[٤١] بسبب مادة مسرطنة، هي الأفلاتوكسين aflatoxin، التي يُنتِجها فُطر الرشاشية الصفراء Aspergillus flavus. أدَّت الشائعات القائلة بأن أسماك القرش لا تُصاب بالسرطان إلى حملة من الذبح الجماعي من قِبَل التجار الساعين للحصول على حبوب غضاريف القرش المضادَّة للسرطان. غير أن أسماك القرش تُصاب بالسرطان[٤٢] بدورها. ليست هناك أيُّ فئة مستثناة من السرطان في المملكة الحيوانية. وفي الزواحف، هناك حالات للإصابة بالوَرَم الغُدِّي جار الدرقي parathyroid adenoma في السلاحف،[٤٣] وبالساركومة، وسرطان الجلد، والابيضاض اللمفاوي lymphatic leukemia في الثعابين. وكذلك فإن البرمائيات

---

٣٧ M. D. Chilton et al., "Stable Incorporation of Plasmid DNA into Higher Plant Cells: The Molecular Basis of Crown Gall Tumorigenesis," Cell 11, no. 2 (June 1977): 263–71.

٣٨ Philip R. White and Armin C. Braun, "A Cancerous Neoplasm of Plants. Autonomous Bacteria-Free Crown-Gall Tissue," Cancer Research 2, no. 9 (1942): 597–617.

٣٩ Berman, Neoplasms, 69–70.

٤٠ Capasso, "Antiquity of Cancer".

٤١ Berman, Neoplasms, 71.

٤٢ Gary K. Ostrander et al., "Shark Cartilage, Cancer and the Growing Threat of Pseudo-science," Cancer Research 64, no. 23 (December 1, 2004): 8485–91.

٤٣ Capasso, "Antiquity of Cancer".

amphibians تكون عُرضةً للأورام[٤٤] بدورها، غير أن بعضها يُظهر اختلافاتٍ غريبةً في الموضوع.[٤٥] وعند حقنها بالمسرطنات، نادرًا ما تُصاب حيوانات سمندل الماء newts بالأورام، فهي أقرب احتمالًا لأن تستجيب عن طريق إنبات أطراف جديدة في غير محلِّها. بيدَ أن هذه القدرة على تجديد أجزاء الجسم قد فُقدت تمامًا لدى الحيوانات الأخرى خلال عملية التطور. هل يمكن أن يمثل هذا تلميحًا آخر[٤٦] يشير إلى أصول السرطان، أيْ محاولة الأنسجة التالفة إعادة إنماء نفسها على نحوٍ محموم، لتجد أنها لم تعد تعرف كيف تفعل ذلك؟

ليس من بين هذه المخلوقات مَن يسير، أو يسبح، أو ينزلق إلى عيادة لطلب الرعاية الطبية، لكن من المشاهدات العشوائية لعلماء التاريخ الطبيعي وعلماء الحيوان، ظهرت أنماط محدَّدة. يبدو أن الثدييات تُصاب بعدد أكبر من السرطانات مما تفعل الزواحف أو الأسماك،[٤٧] والتي تُصاب بدورها بعدد أكبر من السرطانات مما تفعل البرمائيات. ويبدو أن الحيوانات المستأنسة تُصاب بعدد أكبر من السرطانات[٤٨] مما تفعل أبناء عمومتها التي تعيش في البرية. أمَّا البشر فيُصابون بأكبر عدد من السرطانات من بين جميع الكائنات الحية.

وفي أصيل أحد الأيام خلال رحلتي على الطريق، توقفت لبعض الوقت في متحف رحلة الديناصورات.[٤٩*] وبالنظر إلى الحالة الراهنة لمتاحف العلوم، التي تشبه كثيرًا البرامج الاستعراضية show biz، توقعت أن يعجَّ المكان بأفلام متحركة عن الديناصورات وبالمعروضات العملية التي تشبه ألعاب الفيديو. بيدَ أنه كان هناك الكثير من العلم الجيد.

---

٤٤ Berman, Neoplasms, 71.

٤٥ Charles Breedis, “Induction of Accessory Limbs and of Sarcoma in the Newt (Triturus viridescens) with Carcinogenic Substances,” Cancer Research 12, no. 12 (December 1, 1952): 861–66.

٤٦ Richmond T. Prehn, “Regeneration versus Neoplastic Growth,” Carcinogenesis 18, no. 8 (1997): 1439–44.

٤٧ انظر، على سبيل المثال:

Effron, Griner, and Benirschke, “Nature and Rate of Neoplasia”.

٤٨ Capasso, “Antiquity of Cancer”.

٤٩* Dinosaur Journey Museum.

اختلست النظر عبر النوافذ المزدانة بالصور لمُختبَر الحفريات القديمة Paleo Lab، حيث يظهر رجال ونساء أحياء، يميلون على طاولات العمل وهم يقومون بفصل الحفريات المنطمرة في الأحجار المحيطة بها.

وقد تجولت بين الهياكل العظمية الهائلة المُعاد بناؤها، والمعلَّقة بقرب السقف؛ ألوصورس، وستيغوصورس. رأيت فقرةً عُنقيةً تعود إلى أباتوصورس، والتي كانت من الضخامة إلى درجة أنها لو كانت من دون تسمية لم أكُن لأخمِّن أن هذه الكتلة الصخرية كانت نسيجًا حيًّا في يومٍ ما. كان الأمر برمته مثيرًا للإعجاب، غير أنه على مرِّ السنين كنت قد شاهدت ما يكفي من الهياكل العظمية للديناصورات ليجعلني أشعر بقليل من الضجر، لكن عندما توقفت أمام شاشة تُظهر مخطَّطًا تفصيليًّا بالحجم الكامل لقلب براكيوصورس Brachiosaur، والذي يرتفع حتى مستوى صدري، شعرت حقًّا بمدى الضخامة التي كانت عليها تلك الحيوانات.

تفكَّرتُ مرةً أخرى في مسح روتشيلد عن أورام الديناصورات. ثمة علاقة وثيقة بين الحجم ومدَّة الحياة.[٥٠] وعلى الرغم من وجود استثناءات، فإن الأنواع الضخمة تميل إلى العَيش لفترات أطول من تلك الأصغر حجمًا، ووفقًا لبعض التقديرات، فقد عاشت أضخم الديناصورات لفترات طويلة للغاية؛ مما وفر قدْرًا كبيرًا من الوقت والمساحة لتراكم الطفرات. ألم يؤدِّ ذلك إلى جَعْلها عُرضةً للإصابة بالأورام؟ ليست هذه المسألة واضحةً تمامًا في عالم الثدييات على الأقل، وهي المشاهدة التي تحمل اسم مفارقة بيتو[٥١]، والتي سُمِّيت باسم السير ريتشارد بيتو؛ وهو اختصاصيُّ الوبائيات في جامعة أكسفورد. شعر بيتو بالحيرة من كون المخلوقات الضخمة المعمَّرة، مثل الفيلة، لا تُصاب بقدْرٍ أكبر من السرطان مما تفعل المخلوقات الصغيرة القصيرة الأجل، مثل الفئران. وقد عُرض هذا اللغز

---

[٥٠] انظر، على سبيل المثال:

John R. Speakman, "Body Size, Energy Metabolism and Lifespan," Journal of Experimental Biology 208, no. 9 (May 2005): 1717–30.

لنظرة أعمق على الظواهر المتعلقة بالحجم، انظر:

James H. Brown and Geoffrey B. West, Scaling in Biology, Santa Fe Institute Studies on the Sciences of Complexity (New York: Oxford University Press, 2000).

[٥١] R. Peto et al., "Cancer and Aging in Mice and Men," British Journal of Cancer 32, no. 4 (October 1975): 411–26.

بإيجاز[٥٢] في عنوان بحث عملي من تأليف مجموعة من البيولوجيين وعلماء الرياضيات في ولاية أريزونا: «لماذا لا تُصاب جميع الحيتان بالسرطان؟» باستثناء الحيتان البيضاء belugas في المصبِّ الملوث لنهر سانت لورانس، يبدو أن إصابة الحيتان بالسرطان مشاهدة غير مألوفة. أمَّا بالنسبة إلى الفئران، فإن معدَّلات الإصابة بالسرطان مرتفعة.

في البداية، لم يبدُ ذلك غريبًا تمامًا. هناك علاقة عكسية بين العمر وسرعة النبض، وخلال فترة الحياة المتوقعة للفيل والفأر، سوف يخفق قلبُ كلٍّ منهما نحو مليار مرة،[٥٣] غير أن الفأر سيقوم بذلك بوتيرة أسرع بكثير. ومع اشتعال وتيرة الاستقلاب metabolism لديها، يبدو من المعقول أن تُصاب الفئران بقدْرٍ أكبر من السرطان،[٥٤] لكن ما ينطبق على الفئران ليس صحيحًا بالنسبة إلى الثدييات الصغيرة الأخرى. فالطيور، على الرغم من وتيرة استقلابها المحمومة (يمكن لقلب الطائر الطنَّان أن يخفق بمعدَّل أكثر من ألف مرة في الدقيقة)، يبدو أنها تُصاب بقدْرٍ ضئيلٍ للغاية من السرطان. إذا قُمتَ برسم مخطَّط بياني

---

٥٢ John D. Nagy, Erin M. Victor, and Jenese H. Cropper, "Why Don't All Whales Have Cancer? A Novel Hypothesis Resolving Peto's Paradox," Integrative and Comparative Biology 47, no. 2 (2007): 317–28.

٥٣ كتبت عن هذا الموضوع لأول مرة في:

"Of Mice and Elephants: A Matter of Scale," New York Times, January 12, 1999.

لتحليل متعمِّق، انظر:

John K.-J.Li, "Scaling and Invariants in Cardiovascular Biology," in Brown and West, Scaling in Biology, 113–22.

٥٤ يبدو أن جرذان الخلد العارية naked mole rats، على أيِّ حال، لا تُصاب بالسرطان مطلقًا، ربما بسبب قدرتها على تخفيض معدَّلات الاستقلاب لديها، وكذلك فهي تعيش أكثر من الفئران بتسعة أضعاف. انظر:

Sitai Liang et al., "Resistance to Experimental Tumorigenesis in Cells of a Long-lived Mammal, the Naked Mole-rat," Aging Cell 9, no. 4 (August 2010): 626–35.

للاطِّلاع على تقرير شهير كتبه باحثان، انظر:

Thomas J. Park and Rochelle Buffenstein, "Underground Supermodels," The Scientist, June 1, 2012.

وقد كتب دانييل إنغبر عن جرذان الخلد العارية في المرجع التالي:

"The Anti-Mouse," Slate, November 18, 2011.

لحجم الثدييات مقابل معدَّل إصابتها بالسرطان، فلن تجد خطًّا مائلًا واضحًا، بل مجرد عدد من النقاط المتناثرة. وفي ظلِّ جهلنا، يبدو كل نوع من الأحياء كأنه استثناء.

وقد اقترح العلماء عِدَّة أسباب[٥٥] لتفسير عدم ارتباط السرطان بالحجم على نحوٍ سَلِس. وفي حين أن الحيوانات الكبيرة قد تُصاب بالفعل بمزيد من الطفرات، فربما أنها قد طوَّرت أيضًا وسائل أكثر فعالية لإصلاح الدنا DNA، أو لدرء الأورام بطرق أخرى. وضع مؤلِّفو بحث أريزونا مقترحًا لكيفية حدوث هذا، والذي يتمثل في الأورام الفائقة hypertumors.[٥٦] يمثل السرطان ظاهرةً تشرع فيها إحدى الخلايا في الانقسام بصورة خارجة عن السيطرة، ما يؤدي إلى تراكم الضرر الوراثي. ويستمر أبناؤها، وأحفادها، وأبناء أحفادها في تفريخ ذريتها الخاصة؛ وهي جمهرات فرعية من الخلايا المتنافسة، التي يمتلك كلٌّ منها توليفةً مختلفةً من الصفات. إن أقوى الخلايا المتنافسة — تلك التي طوَّرت قدرةً على النمو بشكل أسرع من غيرها، أو على تسميم جيرانها، أو على استخدام الطاقة بكفاءة أكبر — هي التي ستكون لها اليدُ العُليا. لكن قبل أن تتمكن من الهيمنة، كما اقترح المؤلِّفون، فقد تصبح عُرضةً للإصابة بـ «الأورام الفائقة»؛ وهي عناقيد من الخلايا السرطانية الضعيفة التي تحاول بصورة انتهازية أن تتطفل للحصول على رحلة مجانية، تقوم هذه الطفيليات باستنزاف الطاقة على نحوٍ مستمر، ما يعمل على تدمير الوَرَم أو كبح جماحه على الأقل. وفي الحيوانات المعمَّرة الكبيرة الحجم، يتطور السرطان تدريجيًّا بما يكفي لتشكل العلقيات leeches. وفي الواقع أنها قد تُصاب بعددٍ أكبرَ من الأورام، لكنها تكون أقلَّ عُرضةً بكثير لأن تنموَ إلى حجم ملحوظ. السرطانات التي يمكن أن تُصاب بالسرطان، على الرغم من كل الوقت الذي أمضيتُه غامرًا نفسي في الأدبيات، كانت هذه أول مرة أسمع فيها بذلك الموضوع.

بيدَ أن هذا جعلني أتساءل عن الطيور الطنَّانة، وقادتني ملاحظةٌ دونتُها في حاشية بحث حول مفارقة بيتو إلى سر آخر من أسرار السرطان. من المعروف جيدًا لدى علماء

---

[٥٥] انظر، على سبيل المثال:

Anders Bredberg, “Cancer Resistance and Peto’s Paradox,” Proceedings of the National Academy of Sciences 106, no. 20 (May 19, 2009): E51; and George Klein, “Reply to Bredberg:The Voice of the Whale,” on page E52.

[٥٦] Nagy, Victor, and Cropper, “Why Don’t All Whales Have Cancer?”.

الحيوان أن جميع الثدييات، مهما كانت طويلةً أو قصيرة، تمتلك سبع فقرات عُنقية، على وجه التحديد: الزرافات، والإبل، والبشر، والحيتان (تمثل خراف البحر manatees وحيوانات الكسلان sloths استثناءاتٍ لهذه القاعدة). أمَّا الطيور والبرمائيات والزواحف، فليست محكومةً بهذه القاعدة، فالبجعة يمكن أن تمتلك ٢٢–٢٥ فقرةً عُنقية، كما يبدو أنها تُصاب بسرطانات أقل. ظنت فريستون غاليس Galis، وهي عالمة بيولوجية هولندية، أنه لا بدَّ من وجود نوع من الارتباط،[٥٧] ففكرت فيما حدث في الحالات النادرة التي أنبتت فيها الأجنة ضلعًا إضافيًّا في المكان نفسه الذي تتشكل فيه الفقرة السابعة طبيعيًّا. ونتيجةً لذلك، لا يمتلك الأطفال الذين يُولَدون بهذا العيب الخِلْقي سوى ستٍّ فقرات في أعناقهم. كذلك فهم يكونون أكثر عُرضةً للوفاة بسبب الأورام الدماغية، والابيضاضات، والأورام الأروميَّة blastomas، والساركومات. وتشير غاليس إلى أن ذلك هو السبب في الاختفاء البطيء للتباين في عدد الفقرات العُنقية لدى جمهرات الثدييات.

قضيتُ ليلتي الأخيرة على الطريق في بلدة فيرنال بولاية يوتا، حيث يوجَد برونتوصورس وردي عملاق؛ أعني أباتوصورس ذا رموش طويلة جذابة ويحمل لافتة للترحيب بالزوَّار. كانت الساعة تشير إلى التاسعة مساءً تقريبًا، حيث كانت المدينة تغلق أبوابها بالفعل. وقد وجدت مطعمًا يحمل طابع الغرب البري، الذي كان بالكاد مفتوحًا على الشارع الرئيسي. وبعد يوم طويل من قيادة السيارة، كنت أتطلع إلى كوب من الشراب. حاولت مواكبة أحدث الدراسات حول الكيفية التي يمكن بها لهذه الرذيلة، عند تناولها باعتدال، أن تكون مفيدةً للجهاز الدوري، ودرء النَّوبات القلبية والسكتات الدماغية، بل إن أكثر البحوث طموحًا أشار إلى أن الآثار المضادَّة للأكسدة antioxidizing لهذا الإكسير قد تساعد في كَبْت الأورام وإطالة العمر. لكن كلما طال بقاؤك على قيد الحياة، ازداد احتمال إصابتك بالسرطان، تضيف كل وجبة طائفةً من الاحتمالات المتضاربة، يزيد الكحول من خطر الإصابة ببعض أنواع السرطان (الفم، البلعوم)، لكنه قد يقلِّل من خطر الإصابة بسرطان الكلى.

---

٥٧ F. Galis, "Why Do Almost All Mammals Have Seven Cervical Vertebrae? Developmental Constraints, Hox Genes, and Cancer," The Journal of Experimental Zoology 285, no. 1 (April 15, 1999): 19–26.

في ملفٍّ على حاسوبي المحمول، احتفظتُ بقائمة ببعض عناوين الأنباء الأخيرة:

- «مركَّبات طبيعية من الرمَّان[٥٨] قد تمنع نمو سرطان الثدي المعتمد على الهرمونات.»
- «الشاي الأخضر يمكنه تعديل تأثير التدخين على خطر الإصابة بسرطان الرئة.»
- «استهلاك المشروبات الغازية قد يزيد من خطر الإصابة بسرطان البنكرياس.»
- «خلاصة البطيخ المُر تقلِّل نمو خلايا سرطان الثدي.»
- «خلاصات الأعشاب البحرية قد تحمل وعدًا لعلاج اللمفومة اللاهودجكينية.»[٥٩*]
- «القهوة قد تقي من سرطانات الرأس والعنق.»
- «الفراولة قد تُبطئ الأورام قبل السرطانية في المريء.»

كنت أعلم الآن أن تلك التأثيرات، إذا كانت حقيقية، ستكون ضئيلة. كيف يمكن لأيِّ شخص أن يزن تلك الاحتمالات بصورة معقولة، مستندًا في ذلك، بلا مفرٍّ، على معلوماتٍ منقوصة؛ أيْ على نتائج يمكن أن تنقلب في اليوم التالي رأسًا على عقب؟

اتضح أن الآثار المسرطنة للنبيذ الأحمر لم تكُن ذات أهمية في تلك الليلة. كانت هذه ولاية يوتا، ولم يكُن هناك أيُّ مشروبات كحولية في قائمة الطعام. ابتلعتُ شطيرتي من الدجاج المُحمَّر بشرب عصير الليمون المصنوع من مسحوق ومياه الصنبور.

وعندما عدتُ إلى غرفتي في نُزل الديناصور، الذي يحرسه أباتوصورس مبتسم آخر، فكرت مرةً أخرى في تلك الطبقات الممتدة تحتي بكيلومتراتٍ وآلاف السنين. في يومٍ ما، سيتراكم مزيدٌ من الطبقات فوقنا، وتساءلتُ عن قدر السرطان الذي سيكون منتشرًا حينئذ. كانت سبع سنوات تقريبًا قد انقضت منذ أن جرى تشخيص نانسي، وهي المرأة التي كنت متزوجًا منها، للإصابة بنوع مسعور من السرطان، والذي ظهر في رحمها، من دون سبب وجيه، واشتعل مثل لهب على فتيل بطول الرباط المستدير round ligament، حتى وصل إلى إربيتها groin. لقد عاشت لتروي قصتها، لكن منذ ذلك الحين، ظَلِلتُ أتساءل عن كيف يمكن لخلية واحدة تدير شئونها الخاصة أن تتحول جذريًّا إلى كائن غريب ينتمي إلى الخيال العلمي، أو إلى وَحش ينمو داخل الجسم.

---

[٥٨] استقيتُ العناوين من التصاريح الصحفية للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، والموجودة على موقع الجمعية على الإنترنت: http://www.aacr.org/home/public-media.aspx.

[٥٩*] Non-Hodgkin's Lymphoma.

الفصل الثاني

قصة نانسي

كانت دائمًا تتناول خضراواتها، بطريقة هاجسية، كما كان يبدو في بعض الأحيان، وسواءٌ في الفطور أو الغداء أو العشاء، وطوال اليوم، فقد كانت تحتفظ بعدد ما تناولته منها في ذهنها، حتى لو كانت الساعة العاشرة والنصف مساءً، في منتصف حلقة عائلة سمبسون أو أحد الأفلام التي تشاهدها على مشغل أقراص الفيديو الرقمية DVD. فإذا لم تكُن قد تناولت حصتَين أو ثلاثَ حصص من الخضراوات (بعضها خضراء وبعضها صفراء)، وثلاث أو أربع حصص من الفواكه والمكسَّرات والحبوب — أيًّا كانت نصيحة خبراء الهرم الغذائي pyramidologists بهذا الخصوص — فستقوم بتقطيع تفاحة أو فتح كيس من الجزر.

وبطريقة تعبِّر عن رهان باسكال[١]* (ليس هناك جانب سلبي للإيمان بوجود الله)، فإن أيًّا من هذا لا يحتمل أن يضر. وكثيرًا ما يُقال إنه يمكن الوقاية من ثُلثَي حالات الإصابة بالسرطان؛[٢] ثُلث من خلال التوقف عن التدخين، وثُلث آخر عن طريق المزيد من ممارسة الرياضة وتناول وجبات صحيَّة. لكن الأدلة التي تربط بين أيٍّ حمية غذائية بعينها وبين السرطان تتسم بضعفها على نحوٍ مُحبِط. لقد قِيل لنا، نانسي وأنا، أن نأكل السبانخ لأنها غنية بالفولات folates، وإن الفولات هي عنصر بالغ الأهمية تستخدمه الخلايا لتجميع

١* Pascal's wager.

٢ انظر، على سبيل المثال:

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective (Washington, DC: AICR, 2007), xxv.

وإصلاح الحلزونات المتشابكة للدنا. يبدو ذلك عظيمًا من الناحية النظرية، لكن الحُجَّة القائلة بأن تناول المزيد الفولات يقلِّل من خطر الإصابة بثلاثة أنواع من السرطانات الأكثر شيوعًا: القولون والمستقيم، والثدي، والبروستاتة، تتسم بكونها ضعيفةً في أحسن تقدير.[٣] وبالنسبة إلى سرطان الثدي، فإن التأثير، إن وُجد، قد يصبُّ أساسًا في مصلحة المدمنين على الكحول. وتشير أبحاثٌ أخرى إلى أن تناول كميات مفرطة من حمض الفوليك folic acid[٤] (وهو الشكل الاصطناعي للفولات، والذي يوجَد في حبوب الفيتامينات)، يمكن أن يزيد من خطر الإصابة بالسرطان. وبمجرد ترسُّخ الوَرَم، قد تؤدِّي الجرعات الإضافية حتى إلى تسريع نموه، كمَن يضيف الوقود على النار. تتم مكافحة بعض أنواع السرطان عن طريق إعطاء مضادات الفولات antifolates،[٥] وهي من بين أقدم الأدوية المستخدمة في المعالجة الكيميائية.[٦] بيدَ أن السبب الأكثر إقناعًا لتناول السبانخ هو أن طعمه طيب للغاية، سواء كان مقليًّا مع الثوم أو مُقطَّعًا في السَّلطة.

---

[٣] Miguel A. Sanjoaquin et al., "Folate Intake and Colorectal Cancer Risk: A Meta-analytical Approach," International Journal of Cancer 113, no. 5 (February 20, 2005): 825–28 Susanna C. Larsson, Edward Giovannucci, and Alicja Wolk, "Folate and Risk of Breast Cancer: A Meta-analysis," Journal of the National Cancer Institute 99, no. 1 (January 3, 2007): 64–76 and Jane C. Figueiredo et al., "Folic Acid and Risk of Prostate Cancer: Results from a Randomized Clinical Trial," Journal of the National Cancer Institute 101, no. 6 (March 18, 2009): 432–35.

[٤] انظر، على سبيل المثال:

Figueiredo et al., "Folic Acid and Risk of Prostate Cancer"; and Marta Ebbing et al., "Cancer Incidence and Mortality After Treatment with Folic Acid and Vitamin B12," JAMA: The Journal of the American Medical Association 302, no. 19 (November 18, 2009): 2119–26.

[٥] John J. McGuire, "Anticancer Antifolates: Current Status and Future Directions," Current Pharmaceutical Design 9, no. 31 (2003): 2593–613.

[٦] كان سيدني فاربر رائد هذه الأبحاث. انظر:

S. Farber et al., "Temporary Remissions in Acute Leukemia in Children Produced by Folic Acid Antagonist, 4-Aminopteroyl-Glutamic Acid," New England Journal of Medicine 238, no. 23 (June 3, 1948): 787–93.

ثمة أمر آخر يتسم بنفس القدْر من الشكوكية، وهو الخرافات المحيطة بمضادات الأكسدة[٧] مثل فيتامينَي C وE، والتي يتم تناولها في الفواكه، والخضراوات، والحبوب، ويُدهن بها الوجه في شكل مستحضرات التجميل المضادة للشيخوخة. يتمثل الأمل في مواجهة الجذور الحرة free radicals؛ وهي نواتج الاحتراق الخلوي التي تلتهم الأجزاء الداخلية من الخلايا. ليس من الواضح على الإطلاق ما إن كان الجسم بحاجة إلى مساعدة على هذه الجبهة. وللتخفيف من تأثير الجذور الحرة (والتي يستحضر اسمها صورًا لفوضويين يلقون بالقنابل)، تأتي الخلايا الحية مزوَّدةً بنظام مُدمَج من الآليَّات المضادَّة للأكسدة، وهي شبكة جزيئية متناغمة تطورت على مدى دهور منذ بدء الحياة. ليس هذا شيئًا يمكنك العبث به، وليس هناك مخلوق يودُّ القضاء على الجذور الحرة؛ فهي بمثابة كنَّاسين يمنعون التراكم المحتوم للسموم الخلوية، أيْ جامعي قُمامة الخلايا. أمَّا البيتا كاروتين beta-carotene، وهو مضادُّ الأكسدة الذي يمنح الجزر والمانجو والبابايا لونَها، فقد تم الترويج له كمضادٍّ قويٍّ للسرطان. لكن في التجارب السريرية التي أُجريت في فنلندا،[٨] كان المدخِّنون الذين تم إعطاؤهم مكمِّلات البيتا كاروتين أكثر عُرضةً للإصابة بسرطان الرئة. وقد أُلغيت تجربة مماثلة في الولايات المتحدة،[٩] في مرحلة مبكرة عندما بدا أيضًا أن تلك المكمِّلات الغذائية تزيد من مخاطر الإصابة بالمرض. «إن تجاوز حدود الاعتدال يثير غضب الإنسانية» (باسكال مرة أخرى). ومن ثَم يُغضب خلايانا.

وفي أيامنا هذه، انحدر مستوى التعبئة والتغليف لدى متاجر البقالة إلى مستوًى جديد من التفصيل، والمتمثل في إغواء المتسوقين بالمنتجات والسلع الأخرى الغنية

وقد وردت القصة في كتاب موخيرجي الرائع:

Siddhartha Mukherjee, The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer (New York: Scribner, 2010), 27–36.

٧ Rudolf I. Salganik, “The Benefits and Hazards of Antioxidants,” Journal of the American College of Nutrition 20 (2001): 464S–72S.

٨ “The Effect of Vitamin E and Beta Carotene on the Incidence of Lung Cancer and Other Cancers in Male Smokers,” New England Journal of Medicine 330, no. 15 (April 14, 1994): 1029–35.

٩ Gary E. Goodman et al., “The Beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial,” Journal of the National Cancer Institute 96, no. 23 (December 1, 2004): 1743–50.

بالكيماويات النباتية phytochemicals،[١٠] وهي مكونات توجَد طبيعيًّا في النباتات، والمشهورة بالمساعدة في إزالة سُمِّية المسرطنات، وإصلاح الدنا التالف، أو منع الخلايا من النمو غير المنضبط. وتشمل قائمة تلك المواد التي تشتهر أحيانًا وتُهجر أحيانًا أخرى: الليكوبين lycopene، والكيرسيتين quercetin، والريسفيراترول resveratrol، والسيليمارين silymarin، والسلفورافان sulforaphane، والإندول ٣ كاربينول indole-3-carbinol. في طبق المُختبَر، يمكن أن تؤثر هذه المواد على المسارات البيوكيميائية التي يُعتقَد أنها مكتنفة في عمليات التسرطُن carcinogenesis التي تتسم بكونها معقدةً على نحوٍ مُفقدٍ للإحساس. والأمر الأقلُّ وضوحًا بكثير هنا هو ما إذا كان تناول كميات أكبر منها يمكنه بالفعل أن يقي أيَّ شخص من الإصابة بالسرطان. ما لم يكُن الشخص يعاني من سوء التغذية الشديد، فليس هناك ما يدعو إلى الاعتقاد بأن وجود نقص في أيٍّ جزيء بعينه سيؤدي إلى فقدان العمليات الخلوية لتناغمها. يمكنك تحسين حظوظك في النجاح عن طريق تناول الفيتامينات، لكن الأدلة هنا أيضًا تتسم بالضعف الشديد.[١١] وإذا كانت الحياة بمثل هذه الحساسية، فربما لم نكُن لنَحضر هنا ونحن نشعر بالقلق حول ما نأكله.

هناك الكثير مما لا يعرفه العلم عن الآليَّات الجزيئية الدقيقة، كما يُحتمل أن تمنح المواد المتضمنة في الفواكه والخضراوات مزايا تآزريَّة لم يُكتشف بعدُ المنطق وراءها. وطوال عقد التسعينيات، امتلأت الأخبار بتقارير عن التأثيرات الخارقة المضادَّة للسرطان نتيجةً لاستهلاك سخاء الطبيعة. كما بدأ المعهد الوطني للسرطان الترويج لبرنامجه الذي

---

[١٠] Lee W. Wattenberg, “Chemoprophylaxis of Carcinogenesis: A Review,” part 1, Cancer Research 26, no. 7 (July 1, 1966): 1520–26.

[١١] أشارت دراسة عشوائية أُجريت مؤخرًا على عدد من الأطباء الذكور إلى أن معدل الوقوع السنوي للسرطان يبلغ ١,٧ في المائة بين مَن يتناولون الفيتامينات المتعدِّدة مقارنةً بنسبة ١,٨ في المائة في مجموعة الدواء الغُفل:

J. Gaziano et al., “Multivitamins in the Prevention of Cancer in Men,” JAMA: The Journal of the American Medical Association (published online October 17, 2012): 1–10.

انظر قسم التعليقات في البحث للاطلاع على إحالات إلى دراسات أخرى وجدت آثارًا محايدةً وحتى سلبية.

يحمل اسم «خمسة يوميًّا»،[١٢،١٣]* والذي يقول بأن تناول عدد كبير من حصص الفواكه والخضراوات سيجعلك تقطع شوطًا طويلًا باتجاه تقليل احتمالات إصابتك بالسرطان.

وللأسف، فقد جاء معظم الأدلة[١٤] من دراسات الحالات والشواهد التي طُلب فيها من أشخاص، مع ومن دون الإصابة بالسرطان، تذكر ما تناولوه من الأطعمة. تتسم الدراسات الوبائية من هذا النوع بكونها عُرضةً للخطأ. وفي تلهُّفهم لشرح محنتهم، قد يكون مرضَى السرطان أكثر عُرضةً للمبالغة في تقدير مدى إهمالهم في تحسين نظامهم الغذائي، في حين قد يتذكر الأشخاص الأصحَّاء تناولَ مقادير أكبر مما تناولوه بالفعل من الفاكهة والخضراوات. وباعتبار أن السرطانات قد تستغرق عقودًا لكي تظهر، فهناك حاجة إلى قدْرٍ كبيرٍ من حدَّة الذاكرة. ومما يزيد الطين بلَّة أن أولئك الأقرب احتمالًا للتطوع[١٥] في مجموعة المراقبة control group، قد يكونون مواطنين أثرياء نسبيًّا ويمتلكون وعيًا صحيًّا، والذين — بالإضافة إلى تناول وجبات مُغذِّية — يمارسون الرياضة بمعدلات أكبر ويكونون أقلَّ عُرضةً للانغماس في معاقرة الكحول أو تدخين السجائر. من شأن دراسة جيدة أن تحاول تحقيق توازن بين الحالات والشواهد، لكن أفضل ما يمكن أن يقوم به علم الأوبئة الاستعادي retrospective epidemiology هو الإشارة إلى الارتباطات التي يتعين استقصاؤها على نحوٍ أكثر دِقَّة. وفي دراسات الأتراب الاستباقية،[١٦]* تُتابَع مجموعاتٌ كبيرةٌ من الأشخاص — أي الأتراب — لمدَّة سنوات، ومن ثَم يُستجوَبون بانتظام لمعرفة ما إذا كانت قد ظهرت أنماطٌ معيَّنةٌ بين أولئك الذين أصيبوا بالسرطان وأولئك الذين لم يُصابوا به. وعلى الرغم من أن هذه أيضًا تعاني من التحيُّز bias، فإن أدلتها تُعَدُّ أقوى مما يوفره علم الأوبئة الاستعادي. وحتى الآن، وجدت أكبر دراسة مستقبلية

---

١٢ "5 A Day for Better Health Program Evaluation Report: Executive Summary," National Cancer Institute website, last updated March 1, 2006.

١٣* 5 A Day program.

١٤ Walter C. Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention: Turmoil in the Produce Section," Journal of the National Cancer Institute 102, no. 8 (April 21, 2010): 510–11.

١٥ Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention".

١٦* prospective cohort studies.

التوجُّه عن النظام الغذائي والصحة[١٧] أن تناول الفواكه والخضراوات يمتلك، على الأكثر، تأثيرًا ضعيفًا للغاية[١٨] من حيث الوقاية من السرطان. هناك اقتراحات بخصوص الفوائد المُحتمَلة بالنسبة إلى عددٍ قليلٍ من أنواع السرطان،[١٩] لكن أيًّا منها لم يحقِّق الآمال العريضة السابقة.

لقد قِيلَ لنا أن نتناول كمياتٍ من الألياف، وعندما كانت نانسي تذهب للتسوق كانت تجلب معها إلى المنزل حبوب الإفطار التي تُشبه في طعمها قِطعًا مربعةً من الورق المُقوَّى. كان ذلك منطقيًّا من الناحية الحدْسيَّة؛ فبوسعك تصوُّر قيام كل هذه الألياف المطهِّرة بتنظيف أمعائك في طريقها عبر جهازك الهضمي. يُقال أيضًا إن الألياف تغذِّي مزيجًا من البكتيريا[٢٠] التي تقلِّل من خطر الإصابة بسرطان القولون. إن الحجة الداعمة لتناول

---

[١٧] الاستقصاء الأوروبي المستقبلي التوجُّه إلى السرطان والتغذية، أو EPIC، والموصوف على موقع الوكالة الدولية لبحوث السرطان. للاطِّلاع على ملخَّص مع استشهادات للنتائج الرئيسية للدراسة EPIC، انظر:

"Diet and Cancer: the Evidence," Cancer Research UK website, updated September 25, 2009.

[١٨] Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention"; and Paolo Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," Journal of the National Cancer Institute 102, no. 8 (April 21, 2010): 529–37.

لم يُكتشَف أيُّ دليل على أن الفواكه والخضراوات تساعد على درء سرطان الثدي:

Carla H. van Gils et al., "Consumption of Vegetables and Fruits and Risk of Breast Cancer," JAMA: The Journal of the American Medical Association 293, no. 2 [January 12, 2005]: 183–93.

أو سرطان البروستاتة:

Timothy J. Key et al., "Fruits and Vegetables and Prostate Cancer," International Journal of Cancer 109, no. 1 [March 2004]: 119–24.

[١٩] Anthony B. Miller et al., "Fruits and Vegetables and Lung Cancer," International Journal of Cancer 108, no. 2 (January 10, 2004): 269–76; and Heiner Boeing et al., "Intake of Fruits and Vegetables and Risk of Cancer of the Upper Aero-digestive Tract," Cancer Causes & Control 17, no. 7 (September 2006): 957–69.

[٢٠] Constantine Iosif Fotiadis et al., "Role of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in Chemoprevention for Colorectal Cancer," World Journal of Gastroenterology 14, no. 42

الألياف قد تكون أقوى قليلًا[٢١] مما هو الحال بالنسبة إلى غيرها من الأطعمة، لكن الأدلة كانت مثيرةً للخلاف.[٢٢] وقد وجدت دراسةٌ كبيرةٌ مستقبليةُ التوجُّه ارتباطًا، في حين لم تجد ذلك دراساتٌ أخرى.

قد يصير كل هذا أقلَّ غموضًا إذا أمكن إخضاع الأطعمة للنوع نفسه من التجارب الصارمة المستخدمة لاختبار الأدوية الجديدة. تُقسَّم مجموعةٌ كبيرةٌ من الناس عشوائيًّا إلى المجموعة التجريبية، التي يتلقى أفرادها العلاج، أو مجموعة المراقبة التي لا يتلقى أفرادها علاجًا. وفي النهاية، تُقارَن النتائج. لكن هذه الدراسات نادرة في البحوث التغذوية المتعلقة بالسرطان؛ فمن الصعوبة بمكانٍ إجبارُ الناس على تناول الطعام بشكلٍ تعسُّفيٍّ أو على ألا يأكلوا طعامًا بعينه. ومما يزيد الأمر تعقيدًا أن تنفيذ ذلك يجب أن يستمر طوال العقود التي يمكن أن يستغرقها السرطان للظهور. وعند تنفيذ تجربة محكومة استغرقت أربع سنوات، والتي استُخدمت فيها حمية منخفضة الدهون وتحتوي على نسبة عالية

(November 14, 2008): 6453–57; and Janelle C. Arthur and Christian Jobin, "The Struggle Within: Microbial Influences on Colorectal Cancer," Inflammatory Bowel Diseases 17, no. 1 (January 2011): 396–409.

[٢١] انظر:

Teresa Norat et al., "The Associations Between Food, Nutrition and Physical Activity and the Risk of Colorectal Cancer".

وهي متوافرة، جنبًا إلى جنبٍ مع غيرها من النتائج الأخيرة للدراسة EPIC بشأن النظام الغذائي على الموقع الإلكتروني Cancer Report التابع للصندوق الدولي لأبحاث السرطان. انظر:

"Continuous Update Project Report Summary. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Colorectal Cancer" (2011).

[٢٢] نُشرت النتائج الإيجابية للدراسة في المرجع التالي:

Sheila A. Bingham et al., "Dietary Fibre in Food and Protection Against Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," Lancet 361, no. 9368 (May 3, 2003): 1496–1501.

للاطِّلاع على نتائج مخالفة من دراسة صحَّة المرضات، انظر:

Scott Gottlieb, "Fibre Does Not Protect Against Colon Cancer," BMJ: British Medical Journal 318, no. 7179 (January 30, 1999): 281; and C. S. Fuchs, W. C. Willett, et al., "Dietary Fiber and the Risk of Colorectal Cancer and Adenoma in Women," New England Journal of Medicine 340, no. 3 (January 21, 1999): 169–76.

من الألياف، إضافةً إلى الفواكه والخضراوات، لم تُكتشَف أيُّ أدلة على وجود انخفاض في وقوع سلائل القولون والمستقيم، colorectal polyps،[٢٣] وهي سلائف سرطان القولون. كما وجدت تجربة معشَّاة randomized أخرى، والتي استغرقت نفس الفترة تقريبًا، أن تناول حمية غنية بالألياف لم يكُن له تأثيرٌ على رجعة recurrence سرطان الثدي.[٢٤]

وعند قراءة هذه التأكيدات الأقلِّ من مُقنِعة، تذكرتُ عالِم الكيمياء الحيوية بروس إيمز Ames، الذي أعلن أن ملفوف بروكسل، والكرنب،[٢٥] والبروكلي، والقنبيط، والأطعمة الأخرى التي تُشترى من سوق المزارعين تحتوي على مواد مسرطنة توجد بشكل طبيعي، فيما يشبه مبيدات الهوام pesticides المدمجة، مثل تلك التي ربما قتلت الإدمنتوصورس المسكين. لكنه يبدو أن البشر لا يتناولون هذه الأطعمة بكميات من شأنها أن تُسبِّب مشكلةً تتعلق بالصحة العامة، أو ربما أننا اكتسبنا مقاومةً طبيعية. لكن كيف نشأت خرافة أن النباتات تمتلك تأثيرًا معاكسًا، وأنها تمنحنا القدرة على دحر السرطان؟ لقد تطورت الفواكه والخضراوات بحيث صارت تُعزِّز انتشارها هي، ثم بدأ الناس يتناولونها.

لم يكُن هناك شيءٌ ثابتٌ للغاية بخصوص عادات نانسي الغذائية. كان كلانا يحبُّ شرائح اللحم وشطائر الهمبرغر، لكننا كنا نحاول تناولها باعتدال. وهنا يبدو العِلم أكثر

---

[٢٣] Arthur Schatzkin et al., “Lack of Effect of a Low-Fat, High-Fiber Diet on the Recurrence of Colorectal Adenomas,” New England Journal of Medicine 342, no. 16 (April 20, 2000): 1149–55.

ولم تجد التجارب المحكومة المشابهة أيَّ علاقة أيضًا. انظر، على سبيل المثال:

D. S. Alberts et al., “Lack of Effect of a High-fiber Cereal Supplement on the Recurrence of Colorectal Adenomas,” New England Journal of Medicine 342, no. 16 (April 20, 2000): 1156–62; and Shirley A. Beresford et al., “Low-fat Dietary Pattern and Risk of Colorectal Cancer,” JAMA: The Journal of the American Medical Association 295, no. 6 (February 8, 2006): 643–54.

[٢٤] John P. Pierce et al., “Influence of a Diet Very High in Vegetables, Fruit, and Fiber and Low in Fat on Prognosis Following Treatment for Breast Cancer,” JAMA: The Journal of the American Medical Association 298, no. 3 (July 18, 2007): 289–98.

[٢٥] B. N. Ames, M. Profet, and L. S. Gold, “Nature’s Chemicals and Synthetic Chemicals: Comparative Toxicology,” Proceedings of the National Academy of Sciences 87, no. 19 (October 1990): 7782–86 and Bruce N. Ames, “Dietary Carcinogens and Anticarcinogens,” Science 221, no. 4617 (September 23, 1983): 1256–64.

إقناعًا بقليل؛ فإذا أمكن الاعتقاد في صحة علم الوبائيات، فإن تناول الكثير من اللحوم الحمراء[٢٦] بصفة يومية ربما أدَّى إلى زيادة احتمال إصابتنا بسرطان القولون والمستقيم خلال العقد التالي بنسبة تصل إلى الثُّلث؛ أيْ من ١,٢٨ في المائة إلى ١,٧١ في المائة.[٢٧] ولكن بالنظر إلى تلك الاحتمالات، كان طهو شريحة لحم عملاقة في عطلة نهاية الأسبوع يبدو أنه أمر يستحقُّ المفاضلة. وعلى سبيل التكفير، كنا نتناول الأسماك في بعض الأحيان. وربما لعلمنا بأنها غنية بأحماض أوميغا ٣ omega-3 الدهنية، فقد كنا نشعر بقدْرٍ أكبر من الرضا عند شواء سمك السلمون والهلبوت. لكنْ أيُّ ارتباط بين الأسماك، وزيوت السمك وبين الوقاية من سرطان القولون[٢٨] قد ظلَّ احتمالًا بعيدًا.

إن تناوُل كميات كبيرة من الفواكه والخضراوات والألياف والأسماك، إن لم يفعل أيَّ شيء آخر، فإنه يَعِدُ بتقليل تناوُل الفرد من الدهون المشتقَّة من الثدييات. لكن حتى هذه الأطعمة قد خضعت للتشكيك[٢٩] باعتبارها تمثل خطرًا كبيرًا للإصابة بالسرطان، كما

---

[٢٦] تتعلق هذه الحسابات بشخص يبلغ من العمر خمسين عامًا. انظر:

Teresa Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk," Journal of the National Cancer Institute 97, no. 12 (June 15, 2005): 906–16; and Doris S. M. Chan et al., "Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies," PLOS ONE 6, no. 6 (June 6, 2011).

[٢٧] Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk".

[٢٨] للاطِّلاع على أدلة على أن تناول الأسماك يثبِّط السرطان عن طريق تشجيع الموت الخلوي المبرمج وإعاقة تكاثر الخلايا، انظر:

Youngmi Cho et al., "A Chemoprotective Fish Oil- and Pectin-Containing Diet Temporally Alters Gene Expression Profiles in Exfoliated Rat Colonocytes Throughout Oncogenesis," Journal of Nutrition 141, no. 6 (June 1, 2011): 1029–35.

للاطِّلاع على وجهة نظر أخري، انظر:

Catherine H. MacLean et al., "Effects of Omega-3 Fatty Acids on Cancer Risk," JAMA: The Journal of the American Medical Association 295, no. 4 (January 25, 2006): 403–15.

[٢٩] Ross L. Prentice et al., "Low-Fat Dietary Pattern and Risk of Invasive Breast Cancer: The Women's Health Initiative Randomized Controlled Dietary Modification Trial," JAMA: The Journal of the American Medical Association 295, no. 6 (February 8, 2006): 629–42; and Shirley A. Beresford et al., "Low-Fat Dietary Pattern and Risk of Colorectal Cancer".

يُحتمل أن يمثل السُّكَّر خطرًا أكبر[٣٠] من خلال زيادة مستويات الإنسولين insulin في الدم وتحفيز نمو الأورام. وفي النهاية، فإن ما تأكله قد لا يكون بمثل أهمية الكمية التي تتناولها. إن السمنة — مثل الشيخوخة وضوء الشمس والنظائر المُشعَّة والسجائر — قد انضمَّت إلى قائمة قصيرة[٣١] من محرِّضات السرطان التي لا لبس فيها. وعلى العكس من ذلك، فهناك أدلةٌ على أن تقليص السُّعرات الحرارية[٣٢] يقلِّل من احتمال الإصابة بالسرطان. عليك تقليل عملية الاستقلاب في جسمك، مثل سحلية.

أدرجت نانسي مجموعةً متنوعةً من الخضراوات والفواكه في نظامنا الغذائي لأنها كانت تحبُّها غالبًا، لكنها كانت تمتلك أسبابًا للخوف من السرطان أكثر من غيرها. لقد عانت والدتُها من التعرُّض لعملية استئصال الثدي mastectomy، ومن ثَم المعالجة الكيميائية قبل وقت قصير من زواجنا، وبعد ستة عشر عامًا من سُباتٍ عاد السرطان

للاطِّلاع على ملخَّص، انظُر:

"The Nutrition Source: Low-Fat Diet Not a Cure-All," Harvard School of Public Health website.

٣٠ Gary Taubes, Good Calories, Bad Calories: Fats, Carbs, and the Controversial Science of Diet and Health (New York: Vintage, 2008); and Gary Taubes, Why We Get Fat: And What to Do About It (New York: Knopf, 2010).

٣١ انظر، على سبيل المثال:

"AACR Cancer Progress Report," 2012, American Association for Cancer Research website.

٣٢ تتسم الآليات هنا بكونها معقدةً وتنطوي على تنظيم الإنسولين والعمليات الخلوية الأخرى. انظر:

Stephen D. Hursting et al., "Calorie Restriction, Aging, and Cancer Prevention," Annual Review of Medicine 54 (February 2003): 131–52; D. Kritchevsky, "Caloric Restriction and Cancer," Journal of Nutritional Science and Vitaminology 47, no. 1 (February 2001): 13–19; Sjoerd G. Elias et al., "Transient Caloric Restriction and Cancer Risk (The Netherlands)," Cancer Causes & Control 18, no. 1 (February 2007): 1–5; and David M. Klurfeld et al., "Reduction of Enhanced Mammary Carcinogenesis in LA/N-cp (Corpulent) Rats by Energy Restriction," Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 196, no. 4 (April 1, 1991): 381–84.

في مقاله يجادل توبس بأن التأثيرات المضادَّة للسرطان التي تُشاهَد في التجارب على الحيوانات لا تحدُث نتيجة التقليص الإجمالي للسعرات الحرارية، بل نتيجة تقليل السكريات والكربوهيدرات.

من جديد. لم نكُن نعرف إذا كان سرطان الثدي الذي أصابها ينتمي إلى تلك السرطانات المرتبطة بعيب وراثي عائلي. وإذا كان الأمر كذلك، فقد ورثت نانسي قابليةً للإصابة، وإن لم يكُن مصيرًا محتومًا. كانت لديها عوامل اختطار risk factors أخرى؛ فقد كانت في الثالثة والأربعين من عمرها، ولم يكُن لدينا أيُّ أطفال، مما كان مصدرًا للخلاف المستمر. كلما قلَّ احتمال تعرُّض امرأة للحمل، زاد عدد دورات الحيض الشهرية التي تتحملها، وفي كل دورة شهرية تؤدي الهزَّة الناجمة عن إفراز هرمون الإستروجين estrogen[٣٣] إلى جَعْل خلايا الرحم والغُدد الثدييَّة تشرع في التكاثر، فتضاعف محتواها من الدنا DNA؛ استعدادًا للحمل ولإرضاع طفل قد لا يأتي. تمثل كل دورةٍ طمثيةٍ رميةً لنرد، أو فرصةً لنسخ الأخطاء التي قد تؤدي إلى نشوء الأورام. يوجد الإستروجين، جنبًا إلى جنبٍ مع الأسبستوس والبنزين وأشعَّة غامَا وغاز الخردل، ضمن قائمة المسرطنات البشرية المعروفة[٣٤] التي نشرها البرنامج الوطني لعلم السموم، والتابع للحكومة الفيدرالية.

وكذلك فإن النساء في هذه الأيام يتعرَّضن لجرعات شهرية أكبر من الإستروجين؛ لأنهنَّ يبدأن المَحيض عند أعمار أصغر بكثير؛ الأمر الذي قد يزيد من خطر إصابتهنَّ بسرطان الثدي.[٣٥] ثمة عددٌ قليلٌ من العلماء الذين يلقون باللوم في هذا التغيُّر على ثنائي

---

[٣٣] انظر، على سبيل المثال:

Endogenous Hormones and Breast Cancer Collaborative Group, "Circulating Sex Hormones and Breast Cancer Risk Factors in Postmenopausal Women," British Journal of Cancer 105, no. 5 (2011): 709–22; A. Heather Eliassen et al., "Endogenous Steroid Hormone Concentrations and Risk of Breast Cancer Among Premenopausal Women," Journal of the National Cancer Institute 98, no. 19 (October 4, 2006): 1406–15; and Rudolf Kaaks et al., "Serum Sex Steroids in Premenopausal Women and Breast Cancer Risk," Journal of the National Cancer Institute 97, no. 10 (May 18, 2005): 755–65.

[٣٤] National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011). Available on the National Toxicology Program website.

[٣٥] انظر، على سبيل المثال:

F. Clavel-Chapelon, "Differential Effects of Reproductive Factors on the Risk of Pre- and Postmenopausal Breast Cancer," British Journal of Cancer 86, no. 5 (March 4, 2002): 723–27.

الفينول أ bisphenol A[٣٦] ؛ وهي مادة كيميائية توجَد في الزجاجات البلاستيكية، والتي تحاكي الإستروجين، لكن التفسير المقبول على نطاق أوسع يشمل العوامل الغذائية.[٣٧] فمع توافر المزيد من الطعام ليتناولنه، تنضج الفتيات بسرعة أكبر، وتتراكم الدهون في أجسادهن، والذي قد يعمل بمنزلة إشارة إلى أن الجسم صحيٌّ بما فيه الكفاية لبدء الإباضة ovulation. وعلى مدى قرن من الزمان، فإن عمر بدء الإحاضة menarche، وهو الوقت الذي يبدأ فيه الطمث، قد انخفض[٣٨] في العالم الغربي من نحو سبعة عشر إلى اثني عشر عامًا. وفي الوقت نفسه، تقضي النساء وقتًا أقلَّ من حياتهنَّ الخصبة في الحمل أو إرضاع الأطفال. يبدو أن الإرضاع بدوره يعمل على ضبط مستويات الإستروجين.[٣٩] تتمثل نتيجة ذلك كله في أن المُراهِقات اليوم ربما شهدن بالفعل من الدورات الطمثيَّة أكثر مما فعلت جدَّاتُهنَّ[٤٠] طوال حياتهنَّ بأسرها.

ثمة مخاطر أخرى لكون المرء أنثى؛ فقد تم الربط بين المعالجات الهرمونية، التي تُعطى خلال فترات انقطاع الطمث أو الحمل، وبين بعض أنواع السرطان.[٤١] وكذلك فإن

---

[٣٦] انظر، على سبيل المثال:

Kembra L. Howdeshell et al., "Environmental Toxins: Exposure to Bisphenol A Advances Puberty," Nature 401, no. 6755 (October 21, 1999): 763–64 ; and Laura N. Vandenberg, Ana M. Soto, et al., "Bisphenol-A and the Great Divide: A Review of Controversies in the Field of Endocrine Disruption," Endocrine Reviews 30, no. 1 (February 1, 2009): 75–95.

[٣٧] انظر:

Sandra Steingraber, "The Falling Age of Puberty in U.S. Girls," August 2007, Breast Cancer Fund website, Sarah E. Anderson, Gerard E. Dallal, and Aviva Must, "Relative Weight and Race Influence Average Age at Menarche," part 1, Pediatrics 111, no. 4 (April 2003): 844–50.

[٣٨] Steingraber, "The Falling Age of Puberty," 20.

[٣٩] انظر:

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer, 239–42.

[٤٠] David Plotkin, "Good News and Bad News About Breast Cancer," The Atlantic, June 1998.

[٤١] للاطِّلاع على لمحة عامة، انظر تقريرين منشورين على موقع المعهد الوطني للسرطان:

السمنة، وخاصةً لدى النسوة المُسنَّات،[٤٢] قد تزيد من مستويات الإستروجين وكذلك خطر الإصابة بالسرطان. لكنْ لا شيء من هذا يتسم بكونه واضحًا ومباشرًا. ومن الغريب أن الدهون الزائدة في الجسم يمكن أن تقلِّل في الواقع من فُرص إصابة النساء بسرطان الثدي[٤٣] قبل انقطاع الطمث. وعلى الرغم من أن حبوب منع الحمل التي تؤخَذ عن طريق الفم قد تزيد قليلًا من احتمالات الإصابة[٤٤] بسرطان الثدي، فإنه يبدو أنها تقلِّل من خطر الإصابة بسرطان المبيض وبطانة الرحم. لم تكُن نانسي تتناول حبوب منع الحمل، كما كانت أبعد ما يكون عن زيادة الوزن، لكنها كانت تشعر بالقلق، قليلًا، بخصوص عامل آخر؛ الشراب الذي كنا نفضِّل تناوله مع العشاء. يمكن للكحول أيضًا أن يقلب الموازين الهرمونية؛ وتم الربط بينه، لأسباب مختلفة تمامًا، وبين سرطانات الجهاز الهضمي.[٤٥]

"Menopausal Hormone Therapy and Cancer" and "Diethylstilbestrol (DES) and Cancer," both reviewed December 5, 2011.

[٤٢] Sabina Rinaldi et al., "Anthropometric Measures, Endogenous Sex Steroids and Breast Cancer Risk in Postmenopausal Women," International Journal of Cancer 118, no. 11 (June 1, 2006): 2832–39; and Petra H. Lahmann et al., "A Prospective Study of Adiposity and Postmenopausal Breast Cancer Risk," International Journal of Cancer 103, no. 2 (November 4, 2002): 246–52.

[٤٣] Kaaks et al., "Serum Sex Steroids in Premenopausal Women and Breast Cancer Risk." انظر أيضًا:

Elisabete Weiderpass et al., "A Prospective Study of Body Size in Different Periods of Life and Risk of Premenopausal Breast Cancer," Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 13, no. 7 (July 2004): 1121–27; and L. J. Vatten and S. Kvinnsland, "Prospective Study of Height, Body Mass Index and Risk of Breast Cancer," Acta Oncologica 31, no. 2 (1992): 195–200.

[٤٤] "Oral Contraceptives and Cancer Risk," National Cancer Institute, reviewed March 21, 2012.

[٤٥] جرت دراسة الأدلة على ارتباط الكحول بسرطانَي المريء والكبد وغيرها من أنواع السرطان في المرجع التالي:

Vincenzo Bagnardi et al., "Alcohol Consumption and the Risk of Cancer: A Meta-Analysis," Alcohol Research and Health: The Journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism 25, no. 4 (2001): 263–70.

وبسبب اختناقها بفعل الكحول، يتعين استبدال الخلايا الظهارية epithelial cells المبطنة للمريء؛ مما يعني مضاعفة المزيد من الدنا DNA، مع مزيد من الفرص لحدوث الخطأ. هناك أدلة على وجود ارتباط بين الكحول وسرطان الكبد، لكن الأكثر تأكيدًا هي المخاطر الناجمة عن فيروسات التهاب الكبد[٤٦] أو التعرض الطويل الأمد للأفلاتوكسين؛[٤٧] وهو السمُّ الذي تنتجه الفطريات التي يمكن أن تغزو الفول السوداني، وفول الصويا، وغيرهما من الأطعمة.

يمكن أن تعيش حياتك وفقًا لآلة حاسبة؛ قد يؤدي تناول مشروبَين أو ثلاثة يوميًّا[٤٨] إلى زيادة الإصابة بسرطان الثدي بنسبة ٢٠ في المائة. لكن هذا ليس سيئًا كما يبدو، ففرصة أن تُصاب امرأةٌ يتراوح عمرها بين الأربعين والتاسعة والأربعين[٤٩] بالسرطان هي ١ من كل ٦٩، أو ١,٤ في المائة، بيدَ أن تعاطي الكحول يزيد تلك النسبة إلى ١,٧ في المائة. وحتى طول القامة يمثل أحد عوامل الخطر[٥٠] (لم يكُن طول نانسي يزيد على خمسة أقدام وثلاث بوصات؛ أيْ ١٦٠ سنتيمترًا). وجد تحليل للبيانات من دراسة المليون امرأة[٥١*] أن كل أربع بوصات أطول من الأقدام الخمسة تزيد من خطر الإصابة بالسرطان بنسبة ١٦ في المائة. ويمكن العثور على تلميح لتلك الآليَّة لدى القرويين الإكوادوريين المصابين بنوع من القزامة dwarfism[٥٢] يُسمَّى متلازمة لارون Laron syndrome. وبسبب طفرة

---

[٤٦] Heather M. Colvin and Abigail E. Mitchell, eds., Hepatitis and Liver Cancer (Washington, DC: The National Academies Press, 2010): 29–30.

[٤٧] انظر، على سبيل المثال:

P. E. Jackson and J. D. Groopman, "Aflatoxin and Liver Cancer," Clinical Gastroenterology 13, no. 4 (December 1999): 545–55.

[٤٨] Wendy Y. Chen, Walter C. Willett, et al., "Moderate Alcohol Consumption During Adult Life, Drinking Patterns, and Breast Cancer Risk," JAMA: The Journal of the American Medical Association 306, no. 17 (November 2, 2011): 1884–90.

[٤٩] "Risk of Developing Breast Cancer," Breastcancer.org website, last modified on March 14, 2012.

[٥٠] Jane Green et al., "Height and Cancer Incidence in the Million Women Study," Lancet Oncology 12, no. 8 (August 2011): 785–94.

[٥١*] Million Women Study.

[٥٢] Jaime Guevara-Aguirre et al., "Growth Hormone Receptor Deficiency Is Associated with a Major Reduction in Pro-Aging Signaling, Cancer, and Diabetes in Humans," Science

تكتنف مستقبلات هرمون النمو، لا يزيد طول أطول الرجال هناك على أربعة أقدام ونصف (١٣٧سم)، في حين تكون النساء أقصر بستِّ بوصات (١٥سم). ليست الحياة سهلةً بالنسبة إليهم، فالأطفال يكونون عُرضةً للإصابة بالأمراض، وكثيرًا ما يموت الكبار بفعل إدمان الكحوليات والحوادث المميتة. لكنهم نادرًا ما يُصابون بالسرطان أو الداء السُّكَّري، على الرغم من أنهم كثيرًا ما يعانون من السمنة.

عندما تكون صحيح البدن ولا يزال السرطان يمثل فكرةً مجردة، فإن تعداد مخاطر الحياة قد يكون عاملًا يبعث على الاطمئنان. لم يكُن أيٌّ منَّا من المدخِّنين، الذين لا تُقاس مخاطر الإصابة بالسرطان لديهم بنِسَبٍ مئويةٍ صغيرة،[٥٣] بل بعشرة إلى عشرين ضعفًا،[٥٤] كما أن فرصة إصابتهم بسرطان الرئة أكبر بعشرين ضعفًا، وهو ليس شيئًا يمكن أن يبدوَ طفيفًا. وبالنظر إلى جميع إعلانات الخدمة العامة والملصقات التحذيرية المُخيفة، أفترض أن نسبةً كبيرةً من المدخِّنين لا بدَّ أن يموتوا بهذه الطريقة. كان من المدهش أن نعلم أن هذه النسبة تبلغ أكثر من ١ في ٨.[٥٥] وفي وجود إحصائيات مثل هذه، يُغفَل كثيرٌ من التفاصيل. من المؤكَّد أن الاحتمالات تكون أسوأ بكثير بالنسبة إلى مدخِّن شَرِه طوال الحياة. وخلال بحثي عن إجابة عبر الإنترنت، عثرتُ على أداة مستشفى ميموريال سلون-كيترينغ للتنبؤ بالسرطان.[٥٦] بادرت بإدخال بعض الأرقام. إن رجلًا يبلغ من العمر ستين عامًا ظلَّ يدخِّن علبة سجائر يوميًّا منذ أن كان في الخامسة عشرة من عمره،

Translational Medicine 3, no. 70 (February 16, 2011): 70ra13 and Mitch Leslie, "Growth Defect Blocks Cancer and Diabetes," Science 331, no. 6019 (February 18, 2011): 837.

٥٣ انظر، على سبيل المثال، ترتيبات مؤشِّر هارفارد لخطر الإصابة بالسرطان، والموصوفة في المرجع التالي:
G. A. Colditz et al., "Harvard Report on Cancer Prevention Volume 4: Harvard Cancer Risk Index," Cancer Causes & Control 11, no. 6 (July 2000): 477–88.

٥٤ وفقًا لنشرة «صحيفة معلومات سرطان الرئة»، يكون المدخِّنون الذكور أكثر عُرضةً بثلاثة وعشرين ضعفًا للإصابة بسرطان الرئة، وتكون النساء أكثر عُرضةً بثلاثة عشر ضعفًا، بالمقارنة مع الأشخاص الذين لم يدخِّنوا مطلقًا:
American Lung Association website, November 2010.

٥٥ Rebecca Goldin, "Lung Cancer Rates: What's Your Risk?" March 8, 2006, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.

٥٦ انظر: "Cancer Care/Prediction Tools" on the Sloan-Kettering website.

ويخطِّط الآن للتوقُّف عن التدخين، يبلغ احتمال إصابته بسرطان الرئة ٥ في المائة خلال السنوات العشر المقبلة، في حين يبلغ الاحتمال ٧ في المائة إذا لم يقلع عن التدخين. كنت أعتقد أن الاحتمالات ستكون أسوأ من ذلك بكثير. وإذا كان الرجل في السبعين ويدخِّن ثلاث علب من السجائر يوميًّا، فإن احتمال إصابته بالسرطان يكون ١٤ في المائة و١٨ في المائة. بيدَ أن ذلك ما زال يستثني النوبات القلبية، والسكتات الدماغية، والتهاب القصبات المزمن، والنُّفاخ الرِّئوي emphysema، وأنواع السرطان الأخرى، وهي تشكيلة من الطرق المتنوعة للموت. إن التدخين يدمِّر الصحَّة ويقلِّل العمر، ولكن عندما تسمع هذه القصص عن العمِّ الذي ظلَّ يدخِّن مثل المدخنة كل يوم من أيام حياته، ولم يُصَب قطُّ بسرطان الرئة، فهذا هو القاعدة وليس الاستثناء.

تؤدِّي الجغرافيا دورًا أيضًا في التسرطُن؛ فقد كانت هناك مخاطر للعيش في «سانتا في» Santa Fe، نيو مكسيكو، وهو المكان الذي كنا نحبُّه بسبب التنوع الصارخ في المناطق المجاورة له؛ حيث ترتفع السهول شبه القاحلة بصورة مفاجئة إلى قمم جبلية بارتفاع ١٢٠٠٠ قَدَم، وتتشارك الأُسَر الإسبانية القديمة نفس الشارع الترابي مع الفنانين وأساتذة الجامعات. وكان هناك الهواء البارد الجاف المميز للمناطق الشاهقة الارتفاع، والذي يكون شديد الجفاف في بعض الأحيان، إلى درجة أننا كنا في بعض فصول الصيف نشاهد بقلقٍ أعمدةَ الدخان وهي تتصاعد من الغابات البعيدة. كان الرماد يتساقط من السماء، كما يكون غروب الشمس برتقاليًّا بلون الدم كأنه صورٌ من وحي الخيال. وفي الليل، تتوهج الجبال وتندلع فيها أعمدةٌ من النار، إلى درجة أن واحدةً من الحرائق اجتاحت أجزاءً من موقع «لوس ألاموس» للبحوث العسكرية. وخلصت دراسةٌ لاحقةٌ إلى أن الإشعاع الذي انتشر عن طريق حرق أراضي المُختبَرات يشكِّل عُشر مخاطر[٥٧] النوكليدات المشعَّة radionuclides التي تحدث طبيعيًّا، والتي تنبعث عن حرق أشجار الصنوبر. تمثل تلك

[٥٧] "Summary Report: Analysis of Exposure and Risks to the Public from Radionuclides and Chemicals Released by the Cerro Grande Fire at Los Alamos June 12, 2002," New Mexico Environment Department, Risk Assessment Corporation, report no. 5-NMED-2002-FINAL, Risk Assessment Corporation website.

أخبارًا جيدة، في اعتقادي، باستثناء معرفة أن كل حرائق الغابات قد تشكل خطرًا جَسيمًا من الغبار الذريِّ للطبيعة نفسها.

تقع سانتا على ارتفاع نحو ميل ونصف الميل، ولذلك هناك قدْرٌ أقلُّ بكثير من الغلاف الجوي لحماية الجلد والعينين من الأشعَّة الشمسية solar rays. ومن خلال الانتقال السريع من الأحمر باتجاه الأزرق على الطيف، يزداد توتر frequency الضوء، وكلما ازداد التوتر ازدادت الطاقة، وبحلول الوقت الذي تتجاوز فيه الضوء البنفسجي بكثير، يكون هناك ما يكفي من الطاقة لكسر الروابط الجزيئية، ومن ثَم إحداث طفرات في الدنا DNA. وفي مراتٍ عديدةٍ من كل صيف، يمكن رؤية قوس قزح مزدوج على قمة تالايا Talaya المخروطية الواقعة في الطرف الشرقي من «سانتا في». كنت على يقين تقريبًا من أنني أرى، على الرغم من كونه بالكاد مرئيًّا في الجانب السفلي من القوس، شريطًا متلألئًا من الأشعَّة فوق البنفسجية المُميتة. وتحت هذا توجَد ألوانٌ لا تدركها عيوننا؛ الأشعة السينية وأشعَّة غامَا. تمثل أشعَّةُ الشمس أشياءَ خطيرة، ومع ذلك فهناك بعض الأدلة، الضعيفة والمتضاربة،[٥٨] على أن فيتامين (D) الذي تساعد تلك الأشعةُ على توليده في الجسم يقلِّل من احتمالات الإصابة بسرطان القولون والمستقيم، في حين يزيد من خطر الإصابة بسرطان البنكرياس، على الأقلِّ بين المدخِّنين الفنلنديين الذكور.[٥٩]

جاءت الهجمات من فوق ومن تحت. وكما هو الحال في أجزاء كثيرة من البلاد، فإن التربة الغرانيتية التي بُنيت عليها أحياؤنا تحتوي على كميات ضئيلة من اليورانيوم الطبيعي. يتلاشى اليورانيوم ٢٣٨ (Uranium-238)، مطلقًا الجُسيمات ألفَا ليصبح الثوريوم ٢٣٤ (Thorium-234)، والراديوم في نهاية المطاف ومن ثَم الرادون، وهو غاز مُشع لا يمكن رؤيتُه أو شمُّه. يُعتبر الرادون Radon أحد عوامل الخطر للإصابة بسرطان

---

٥٨ "Vitamin D and Cancer Prevention: Strengths and Limits of the Evidence," National Cancer Institute website, reviewed June 16, 2010, and Cindy D. Davis, "Vitamin D and Cancer: Current Dilemmas and Future Research Needs," American Journal of Clinical Nutrition 88, no. 2 (August 2008): 565S–69S.

٥٩ Rachael Z. Stolzenberg-Solomon et al., "A Prospective Nested Case-control Study of Vitamin D Status and Pancreatic Cancer Risk in Male Smokers," Cancer Research 66, no. 20 (October 15, 2006): 10213–19.

الرئة، ويحتلُّ المرتبة الثانية بمسافة بعيدة[٦٠] وراء تدخين السجائر، وتجري دراسة دورٍ أقلَّ له في الأنواع الأخرى من السرطان. وهو يتراكم بوتيرة جيولوجية (يبلغ العمر النصفي لليورانيوم ٢٣٨ أكثر من ٤ مليارات سنة، وهذا يعني أن الأمر سيستغرق كل هذا الوقت لكي تتحلَّل نصف كمية منه). بيدَ أن الغاز نفسه لا يبقَى سوى بضعة أيام فقط، ومن ثَم يتكسر إلى جُسيمات ابنة مشعَّة، وفي النهاية إلى آثار ضئيلة من الرصاص lead. لكنه يتولد بصفة مستمرة، وعندما اشتريتُ منزلنا بلغت قياسات المفتش فيه ٥,٤ بيكوكوري picocuries للتر الواحد من الهواء؛ والذي يزيد قليلًا عن «مستوى العمل» (٤ بيكوكوري للتر الواحد) الذي حدَّدته وكالة حماية البيئة، والذي يُوصَى عنده بإجراء اختبار للمتابعة ويُنصح الناس للنظر في سُبُل تقليل مستويات الرادون باستخدام الموادِّ العازلة، والمنافخ blowers، وفتحات التهوية. بدأت بإغلاق شقوق الأرضية — رهان باسكال — الأمر الذي كانت له النتيجة الأكثر واقعية، المتمثلة في تقليل عدد العناكب وحشرات أم أربعة وأربعين (الحريشات: centipedes). وسرعان ما تحوَّل اهتمامي إلى أمور أخرى. بالنسبة إلى شخصٍ لم يدخِّن مطلقًا، فإن ٤ بيكوكوري للتر الواحد يشكِّل خطر الموت من سرطان الرئة طوال الحياة بنسبة ٧ في الألف،[٦١] أيْ أقل من ١ في المائة، وذلك على افتراض التعرُّض المستمر،[٦٢] كأنك قضيت حياتك داخل المنزل مثل رهين المنزل أو ضحية لعملية خطف.

لم نكُن نعيش بالقرب من أيِّ موقع صناعي، كما أن لوس ألاموس — وهي المدينة الذرية — كان على بُعد خمسة وعشرين ميلًا، على الجانب الآخر من وادي ريو غراندي. في أوائل عقد التسعينيات، ذكر تقريرٌ لفنان كان يعيش هناك[٦٣] ما بدا في البداية أنه عددٌ

---

٦٠ Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks from Radon in Homes (Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, June 2003), EPA website, and "WHO Handbook on Indoor Radon: a Public Health Perspective" (Geneva: World Health Organization, September 2009), WHO website.

٦١ Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks, appendix D, 82.

٦٢ عند التعمُّق في البحث، ستجد أن الحسابات تفترض أن ٧٠ في المائة من وقت المرء يقضيه بداخل المنزل.

٦٣ Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks, 7, 44.
Harry Otway and Jon Johnson, "A History of the Working Group to Address Los Alamos Community Health Concerns," Los Alamos National Laboratory, January 2000,

كبيرٌ من أورام الدماغ في الحيِّ الذي يقيم فيه. قام مسئولو الصحة في الولاية بالتحقيق في الأمر.[٦٤] وخلال السنوات الخمس الماضية، كانت هناك عشر حالات في المقاطعة بدلًا من الستِّ التي يمكن توقُّعها من القِيَم المتوسطة للولاية وتلك الوطنية. لكن الأرقام كانت أقلَّ من أن تكون ذات مغزى، ومن ثَم فقد خلص علماء الوبائيات إلى أنه لا توجَد وسيلة لتفريق تلك الزيادة عمَّا كان يمكن أن ينشأ عن طريق المصادفة. لم يكُن هناك أيُّ شيء غير معتاد أو مثير للقلق، على حدِّ قولهم. لكنك إذا تراجعت قليلًا وفحصتَ العالم بأسره، فسوف تجد تجمُّعات حزمية bunchings مماثلة في المكان والزمان، لكنه لن يكون لديك أيُّ سبب لافتراض أنهم أشاروا إلى السبب الكامن وراء ذلك. يتحدث علماء الوبائيات عن تأثير قناص تكساس:[٦٥*] إذا عمدتَ إلى نسف باب إحدى الحظائر باستخدام بندقية صيد، ومن ثَم تعرَّفت على الثقوب الأشدِّ قربًا من بعضها البعض. ارسُم هدفًا حولها، وسيبدو الأمر أنك ضربت عين الثور (نقطة الهدف). بمجرد أن يبلغ ذروته، ينخفض معدَّل الإصابة بسرطان الدماغ، ومن ثَم يسير على نحوٍ متعرِّجٍ باتجاه القِيَم الطبيعية. وقد وجد باحثو لوس ألاموس أيضًا ومضة blip تتعلق بسرطان الغدَّة الدرقية. لكن الأعداد، مرةً أخرى، كانت صغيرةً — ما مجموعه ٣٧ حالةً على مدى عشرين عامًا ضمن جمهرة سكانية قوامها ١٨٠٠٠ نسمة — وفي السنوات التالية، انخفضت تلك المعدَّلات بدورها. وقد خلص تقييمٌ للصحة العامة إلى أن السكان لم يكونوا يتلقَّون أيَّ تعرُّض exposure ضار من التلوث الكيميائي أو الإشعاعي،[٦٦] سواء من المياه، أو التربة، أو الحياة النباتية، أو الهواء.

---

available on the website of the U.S. Department of Energy, Office of Scientific and Technical Information.

[٦٤] William F. Athas and Charles R. Key, "Los Alamos Cancer Rate Study: Phase I," New Mexico Department of Health and New Mexico Tumor Registry, University of New Mexico Cancer Center, March 1993 (published on the UNM Health Sciences Center website), and William F. Athas, "Investigation of Excess Thyroid Cancer Incidence in Los Alamos County," Division of Epidemiology, Evaluation, and Planning, New Mexico Department of Health, April 1996.

[٦٥*] Texas sharpshooter effect.

[٦٦] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, "Public Health Assessment for Los Alamos National Laboratory," September 8, 2006, available on the website of the U.S.

وفي معرض التفكير في التعرُّض، كان هناك أيضًا الماضي لتدبُّره. لقد شبَّت نانسي في نيويورك، وبالتحديد في جزيرة لونغ آيلاند، حيث بدأت الضواحي في أوائل التسعينيات تصخب بالمخاوف المتعلقة بوجود وباء لسرطان الثدي. عندما يُصاب أحد الأصدقاء أو أحد أفراد الأُسرة بوَرمٍ خبيثٍ دون سابق إنذار، يصبح العقل كالمغناطيس الذي يجتذب بُقعًا من البيانات. كانت هناك تلك المرأة التي تقطن الشارع نفسه، والتي تمَّ تشخيصها للإصابة بسرطان الثدي أيضًا، وزوجة الأخ التي تسكن في البلدة المجاورة، وزوجة الزميل في المكتب. أمَّا الدماغ، المصمَّم للبحث عن أنماط، فيُصرُّ على إيجاد ارتباطات، ومن هنا وُلدت كتلة لونغ آيلاند السرطانية.[٦٧] وهكذا، ستشرع في البحث عن سبب، أو مصدر، أو العنكبوت الجاثم في مركز الشبكة. هل كان السبب هو مُختبَر بروكهافن الوطني،[٦٨*] بمحتواه من مسرِّعات الجُسيمات والمفاعلات البحثية؟ أم إنها مبيدات الهوام ومبيدات الأعشاب الضارة التي كانت تُستخدَم في الأيام الخوالي، عندما كانت الجزيرة في معظمها أراضيَ زراعية، ثم لاحقًا للحفاظ على كل تلك المروج الكثيفة في لونغ آيلاند؟ أو الدي دي تي DDT الذي كان يُرَش لمكافحة البعوض؟ أم تُرى أنها الكثافة العالية لخطوط نقل الكهرباء في منطقة متعطشة للكهرباء؟

إن القلق والخوف — اللذَين كانا معقولَين ومفهومَين وإنسانيَّين للغاية — كانا يُفضيان، في بعض الأحيان، إلى الهستيريا hysteria، والتي تُفضي بدورها إلى الجنون الارتيابي (البارانويا: paranoia). وقد ألمح أحد الناشطين، على نحو مشئوم، إلى «نوع من تحديد النسل»،[٦٩] وكأنما يُباد سكان لونغ آيلاند، سواء عمدًا أو عن طريق الإهمال،

Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

[٦٧] "Report to the U.S. Congress: The Long Island Breast Cancer Study Project" (Washington, DC: Department of Health and Human Services, November 2004). Deborah M. Winn, "Science and Society: The Long Island Breast Cancer Study Project," Nature Reviews Cancer 5, no. 12 (December 2005): 986–94 and Renee Twombly, "Long Island Study Finds No Link Between Pollutants and Breast Cancer," Journal of the National Cancer Institute 94, no. 18 (2002): 1348–51.

[٦٨*] Brookhaven National Laboratory.

[٦٩] Patricia Braus, "Why Does Cancer Cluster?" American Demographics, March 1996.

بفعل الإضرار الجماعي بجيناتهم. كان على السياسيِّين الاستماع لتلك المخاوف، وبالتالي أمر الكونغرس بإجراء دراسة. وبعد عقدٍ من الزمان، أصدر المعهد الوطني للسرطان تقريرًا تكلَّف إعدادُه ٣٠ مليون دولار. كان معدَّل وقوع سرطان الثدي في مقاطعتَي ناسو Nassau وسوفولك Suffolk أعلى قليلًا من مثيله في الولايات المتحدة ككل. لكن الأمر نفسه كان ينطبق على الكثير من المدن الواقعة في الشمال الشرقي للولايات المتحدة، فيما يمثل دليلًا على أن أيَّ شيء قد يكون مشتركًا بين أنواع السرطان قد يكون منتشرًا للغاية. كان التجمع أشبه بالامتداد.

لم يُعثَر على أيِّ ارتباط بين الملوِّثات وسرطان الثدي. وخلصت الدراسة إلى أنه إذا كان هناك عددٌ أكبر من حالات السرطان في لونغ آيلاند، فإن الأسباب قد تكون اجتماعيةً واقتصادية، وقد تكون هناك عوامل وراثية أيضًا. كانت العديد من نساء لونغ آيلاند ينتمين إلى أُسرٍ من اليهود الأشكنازيين Ashkenazi، الذين تُظهر نساؤهم مَيلًا للإصابة بسرطان الثدي. لكن الجاني الأقرب احتمالًا كان نمط الحياة الثريَّ نسبيًّا في الضواحي. كان سكان لونغ آيلاند ميَّالين لتناول الوجبات الغذائية الدسمة، وللسمنة، وحمل وإنجاب عددٍ أقلَّ من الأطفال، والعيش لفتراتٍ أطول؛ يبلغ متوسط العمر الذي يُشخَّص فيه سرطان الثدي[٧٠] واحدًا وستِّين عامًا. كانت نساء لونغ آيلاند يتلقَّين تعليمًا أفضل من المتوسط، وبالتالي كُنَّ أكثر احتمالًا لإجراء تصوير الثدي بالأشعة السينية بصورة متواترة، ومن ثَم اكتشاف الأورام الصغيرة، والبطيئة النمو، والتي ربما كانت غير مؤذية، كما كُنَّ يُعالَجن، ولو لمجرَّد التأكد، ومن ثَم يُسجَّلن في الإحصاءات. إن امرأةً تعيش في كوخٍ في أبالاتشيا قد تحمل هذه السرطانات اللابدة «في موضعها» in situ إلى القبر، حيث تموت مسبقًا لأيِّ سبب آخر.

ليست هذه فئات الأسباب التي يودُّ الناس سماعها؛ أنه كان من الممكن وقايتهم من السرطان لو أنهم اختاروا التخلِّي عن وظائف بعينها، وأن تكون النساء — مثل إناث السناجب والثعالب — حوامل طوال الوقت. وأنهم قد استمتعوا بعددٍ أكبر من اللازم من الوجبات الجيدة، ومن ثَم اكتسبوا قدْرًا مفرطًا من الوزن. وربما أن عمليات استئصال الثدي الكتلي lump mastectomy التي أُجرِيَت لهُنَّ كانت غيرَ ضرورية. اشتكى بعضُ

[٧٠] "SEER Stat Fact Sheets: Breast," National Cancer Institute, Surveillance, Epidemiology and End Results website.

النشطاء من «إلقاء اللوم على الضحية»، ورفض واحدٌ منهم التقريرَ جملةً وتفصيلًا: «نحن نؤمن بكل تأكيد بوجود ارتباط بيئي،[٧١] ولا يتعيَّن علينا امتلاك دليل على ماهية هذا الارتباط.»

يتعرض كل شخص لعوامل اختطار للإصابة بكل أنواع السرطان تقريبًا، بيدَ أنها لا تُؤخَذ على محمل الجِدِّ سوى في وقت لاحق. وفي أحد الأيام، فإن جارتنا فيفيان، التي تعمل بسعادة من المنزل كمترجمةٍ للوثائق العلمية، «قَدِمَت» presented، كما يقولون في أوساط المستشفيات، بسرطان المبيض. لقد توفيت في أحد الفصح Easter Sunday، ولم نَدرِ إلا ونحن جالسون في عزائها. كانت متزوجةً من أحد علماء الرياضيات. لم تكُن تؤمن بوجود الله. وفي الوقت نفسه تقريبًا، تُوفِّيت بسرطان المبيض أيضًا سوزان، وهي صديقة سابقة لي وزميلة لي من عالم الصحافة. لم تنجب هي ولا فيفيان أيَّ أطفال، ولكن كانت هناك أيضًا السيدة تروخيو Trujillo التي تسكن على الجانب الآخر من الشارع، وهي أمٌّ تجاوزت منتصف العمر بكثير، والتي تُوفِّيت بنفس المرض. يمتلك كلٌّ منَّا تجمعاته clusters الشخصية للسرطان، وبملف ذهني من الأدلة السردية، التي تتسم بكونها غيرَ موثوقة، إضافةً إلى أنه يستحيل عدم تصديقها في أعماقه.

عندما أُصيبَت نانسي بالسرطان، لم نكُن نعلم ما إذا كان قد بدأ في مِبيضَيها، أم ثديَيها، أم رَحِمها، أم رئتَيها. وعلى مدى وقتٍ طويل (امتدَّ لأسابيع؛ إذ كانت عقارب الساعة تدور ببطء شديد)، لم نكُن نعرف أين كان ينمو، فكل ما عرفناه أنه كان يقذف بالخلايا السرطانية في جسدها. كانت تزور صديقةً لها في سان دييغو، وكانت تتدرب في صالة محلية للألعاب الرياضية عندما لاحظَت وجود كتلة وَرَميَّة في باطن فخذها الأيمن. وهنا قفزَت إلى الذهن عبارة «عُقدة لمفاوية مُتورِّمة»، مثل ما قد يحصل من التهاب الحَلْق sore throat.

قرَّرنا بسرعة أن ما أصابها هو حُمَّى خدش القطط cat scratch fever، بعد التماس الطمأنينة من مواقع الإنترنت. قبل ذلك بأسابيع، ونتيجةً لترويعها بفعل صوتٍ مفاجئ، قامت إحدى قططنا بخدش ساقها بمخلبها، ومن ثَم لا بدَّ أن استجابةً مناعيَّةً للعدوى قد أدَّت إلى التورُّم اللمفاوي، فهذه هي وظيفة الغُدد اللمفاوية، أي التقاط وتحييد

[٧١] Braus, “Why Does Cancer Cluster?”.

الغُزاة المناعيِّين. إن العقل البشري، المفعم بالأمل دومًا، يمتلك موهبةً لاستيعاب الشذوذات aberrations.

بيدَ أن التورُّم لم ينصرف، فيما ظنَّ طبيبُها أنه قد يكون فتقًا hernia، وأوصى بأن يفحصها أحدُ الجرَّاحين. لكن هذا لم يحدث على الفور؛ فقد تلقَّينا مكالمةً هاتفيةً من مكانٍ ما في الشرق، والتي أفادت بأن والد نانسي قد أُصيب بسكتة دماغية نزفية — كم كانت رهيبةً تلك السنة — وأنه يرقد في العناية المركَّزة في المركز الطبي لجامعة ستوني بروك. أُجِّل الموعدُ مع الجرَّاح، كما حجزنا رحلةً إلى مطار لاغوارديا. اتصلت نانسي على هاتف المنزل في ذلك المساء وأخبرتني عن الجلوس بجوار سرير والدها؛ عينيه، ابتسامته، وقبضة يده، وإدراكه الواضح للأمر. كان يملأ كل بوصة مكعبة من روحها، باستثناء مساحة ضئيلة. لقد اتسع الفضاء؛ ففي الأيام التي تلَت وصولها، استمر التورُّم بعِناد.

لم تكُن في حاجة إلى مغادرة حرم جامعة ستوني بروك للحصول على استشارة طبية. وفي المرة التالية التي هاتفتني فيها، كانت تسير إلى سيارتها عائدةً من موعد في إحدى العيادات، وهي تمرُّ على عدد من المباني المألوفة لديها؛ فقد حصلت على شهادة البكالوريوس في البيولوجيا من هناك. كان صوتُها مرتعشًا بما يكفي لكي أعرف أنها ربما كانت تبكي، أو أنها تحاول ألَّا تبكي. كان الطبيب قد تحسَّس التورُّم، والذي لم يكُن رخوًا ومستديرًا كما لو كان ناتجًا عن العدوى. لم يكُن التشخيص هو حُمَّى خدش القطط. كان الوَرَم يمتلك الشكل الصُّلب وغير المنتظم الذي يميِّز السرطان. لقد أخبرتها النظرة المرتسمة على وجهه أنها مصابةٌ بالسرطان بكل تأكيد. أوصى الجرَّاح بإجراء خزعة بالإبرة needle biopsy؛ أيْ شفط الخلايا لمعرفة ما إن كانت خبيثة. وهنا قرَّرت نانسي أن تعود إلى المنزل لتنفيذ هذا الإجراء.

هناك أوقاتٌ تمرُّ علينا جميعًا، والتي نكون فيها جالسين في غرفة انتظار إحدى المستشفيات محاطين بأناس آخرين، يقوم الأكبر سنًّا منهم بتقليب صفحات المجلات، فيما يحدِّق الشُّبَّان في هواتفهم المحمولة. لقد مررتُ بتلك التجربة مع والدتي بعد أن تمزقت الكفَّة المدوَّرة rotator cuff لديها، وعندما استُبدلت رُكْبتُها الثانية، كما مررتُ بها مع نانسي عندما تعرَّضت لانفصال الشبكية بعد ركوب الخيل. كنتُ أعرف ما يمكن توقُّعُه، ولكنْ في اللحظة التي تظنُّ فيها أنك لا تستطيع تحمُّل دقيقة أخرى، تَحضُر الجرَّاحة، وقناعها مُعلَّق حول عنقها. إنها تبتسم، فهي مسرورةٌ بأن تُطلِعَك على الأخبار الجيدة. لكن ذلك لم يحدث في هذه المرة، فقد قالت: «يبدو أننا أمام حالةٍ للسرطان.»

كانت قد أرسلت عيِّنةً من الوَرَم إلى الطابق السفلي، إلى مُختبَر علم الأمراض، لإلقاء نظرة سريعة تحت المجهر. كانت الخلايا الممسوخة تشبه الخلايا الظهارية epithelial cells التي تُشكِّل بطانة أعضاء الجسم، لكنها تحوَّرت بما فيه الكفاية لكي تصبح أقلَّ تمايزًا. كانت تفقد هُويَّتها الجينية. وعند العودة إلى هذه الحالة البدائية، تُشبه الخلايا تلك الموجودة في الجنين، سريعة الانقسام، وقادرة على فعل أيِّ شيء تقريبًا، مثل الحرباء.

كان لا بدَّ من تأكيد التشخيص في المختبَر، لكنْ لم يكُن هناك سوى قليل من الشكِّ حول ما كان يحدث. سِرتُ مع الجرَّاحة إلى غرفة الإفاقة حيث كانت نانسي ترقد في شِبه غيبوبة تخديرية. أتذكر أنها كانت تبتسم خلال حديث الجرَّاحة، ولم أدرك إلا لاحقًا أنها كانت بالكاد تستوعب المعلومات التي سمعتها. وطوال بقية الأسبوع، حاولت أن أكون متفائلًا، وربما قُمت بتضليلها عن غير قصد. ما فهمته هو أن التشخيص كان، مثلا، مؤكدًا بنسبة ٩٠ في المائة، وأن تقرير المختبَر كان أمرًا تقنيًّا، أو وسيلةً لكي تكون متأكدًا تمامًا. كنت أظنُّ أن هذا ما فهِمَتْه نانسي أيضًا.

وبعد بضعة أيام، كنت في الطابق العلوي في مكتبي عندما اتصلت بها الطبيبة لإبلاغها بآخر الأخبار: «سرطانة غُديَّة نقيلية واسعة النطاق، متمايزة إلى حدٍّ ما.» إن السرطانات الغُديَّة adenocarcinomas هي سرطانات تصيب الأنسجة الظهارية، والتي تحتوي على غُدد مجهرية. من الممكن أن تنشأ هذه الأورام في القولون، والرئة، والبروستاتة، والبنكرياس، وفي أيِّ مكان من الجسم تقريبًا. لا أتذكر كيف تمكَّنتُ من السير إلى الطابق السفلي. أم أنها صعدَتْ إليَّ في الطابق العلوي؟ لم أكُن قد رأيتها بمثل هذا الانزعاج. أخبرتني أنها أغلقت الهاتف وصرخت. لقد تمكنت الخلايا السرطانية من الوصول بطريقةٍ ما إلى جهازها اللمفاوي، ومن ثَم استقرت بداخل تلك العُقدة اللمفاوية في فخذها. لكنْ ما الموضع في جسدها الذي أتت منه تلك الخلايا؟ سيستغرق الأمر أسابيع قبل أن نعرف. «سرطان نقيلي مع وَرَم أولي غير معروف»، بدا ذلك كأنه أسوأ تشخيص ممكن. كان الوَرَم ينمو دون توقُّف، ناثرًا المزيد من البذور، أو النقائل. لكن أحدًا لا يعرف موضعه.

كانت هناك تلميحات من تقرير التشريح المرضي الذي يصف طبيعة تلك الخلايا:

مستقبلات الإستروجين: نحو ٩٠ في المائة إيجابية (وهو أمر جيد).

مستقبلات البروجسترون: سلبية (وهو أمر سيئ).

زوَّدَنا السطرُ الأولُ ببصيص من الأمل لنتمسك به. فباعتبار أن نموَّ بعض السرطانات يكون موجَّهًا بفعل الإستروجين، فمن الممكن السيطرة عليه عن طريق إضعاف تأثيره. ساعَدَت وفرةُ هذه المستقبلات أيضًا على تضييق نطاق التشخيص.

التعليق: تتوافق إيجابية مستقبلات الإستروجين مع كون الوَرَم الأوليِّ ناشئًا عن بطانة الرحم أو المبيض، وليس عن الجهاز الهضمي. وبالتالي فقد كان وَرَمًا نسائيًّا على الأرجح. إن بطانة الرحم endometrium — أي الطبقة المبطنة للرحم — هي نسيج مؤلَّف من الخلايا الظهارية، والتي هي عُرضةٌ للإصابة بالسرطانات. أعتقد أن نانسي شكَّت في شيء من هذا القبيل. قبل ذلك بنحو عام، أخبرها طبيبُها بأنها كانت تعاني من انقطاع الطمث المبكر على نحوٍ غير معتاد. كان علامةَ ذلك نزفٌ طمثيٌّ غير منتظم، ولا زلتُ أتساءل عن سبب أخذ ذلك كعلامة تحذيرية، أو كمناسبة لإجراء مزيد من الاختبارات، وما إن كان سيمكن اكتشافُ السرطان ومعالجتُه قبل أن يُسمَح له بالانتشار.

التعليق: يمتلك الوَرَم بنيةً حليميةً مجهريةً micropapillary تشير إلى بطانة الرحم، أو المبيض أو ... كانت بقية الجملة مفقودة، كأن القِرَدة التي تستخدم الآلات الكاتبة تسجل مصيرك، مع التأكُّد من تضمين رمز الفوترة billing code.

كانت الجرَّاحة داعمةً تمامًا، ومتعاطفةً للغاية، كالشقيقة تمامًا، وفي زيارة للمتابعة قامت بعناق نانسي. أعتقد أن كلينا أُصيبَ بالذهول عندما تمثلت خطوتُها المقبلة في تسليمنا كومةً من الأوراق — الصفراء والوردية والزرقاء — التي تمثل طلباتٍ لعمل إجراءات مختلفة. كان علينا أخذُها إلى العيادات المحليَّة، والوقوف في الطابور، والتقدُّم بطلب للحصول على موعد. كان بوسع مركز التصوير الطبي الموجود على الجانب الآخر من الشارع عمل الأشعَّة السينية على الثدي (الماموغرام)، وفحص الصدر بالأشعَّة السينية، والفحص بالأشعَّة المقطعية للبطن والحوض. أخبرتنا الجرَّاحة بأن مركز تنظير القولون colonoscopy كان محجوزًا لفترة طويلة. وبدلًا من الإصرار على استيعاب مريضة بسرطان نقيلي — حيث تتسم عمليات تنظير القولون التي تُجرى لمعظم الناس بكونها روتينيةً ويمكن بسهولة إعادةُ تحديد موعدها — طلبت الجرَّاحة إجراء حقنة الباريوم barium enema؛ وهو اختبار قديم يتسم بكونه أسرع على الرغم من أنه أقلُّ حسمًا. سألْنا عن الإحالة إلى طبيب متخصِّص في علم الأورام، فأخبرتنا الجرَّاحة بأن ذلك كان سابقًا لأوانه حتى نعرف نوع السرطان الذي أصابها. لقد قالت ذلك في الواقع.

إن ما يمثل أزمةً بالنسبة إلى المريض هو إجراء روتيني بالنسبة للطبيب، لكن ذلك كان لا يزال يبدو لي كأنه حماقة خالصة. تنقَّلنا من مختبَر إلى مختبَر، ومن ثَم العودة لاستلام النتائج. كان فحص الماموغرام وصورة الصدر بالأشعَّة السينية سلبيَّين. أمَّا مسح البطن، فأظهر أن الكبد والكليتَين والبنكرياس والأمعاء والجزء السفلي من الرئتين كانت كلها سليمة، وكذلك كانت الغُدَّتان الكظريتان. بدت العُقيدة التي يبلغ حجمها ١,٣ سنتيمتر في منطقة الطِّحال «وكأنها مجرَّد طُحيل splenule»؛ وهي كتلة حميدة يمكن، في بعض الأحيان، أن يُخلَط بينها وبين وَرَم. وفي مسح الحوض، بدا أن الكيسة الموجودة على المبيض الأيسر «من غير المرجَّح أن تكون وَرَميَّةً»، لكن الرحم وبطانة الرحم كانا «ناتِئَين»، وكانت هناك أورام ليفية حميدة. كانت هناك «مسألة حول آفة مضيقة صغيرة في القولون السيني». كان من المُخيف قراءة لغة لم نكُن مستعدَّين لفهم الفروق الدقيقة بين ألفاظها. كان الأمر المقلق بصفة خاصة هو نتائج اختبار الدم: كانت مستويات CA-125؛ وهو بروتين يوجَد بتركيزاتٍ أعلى في بعض أنواع السرطان، مرتفعةً لديها. كان الاختبار أبعدَ ما يكون عن أن يكون قاطعًا، فهناك أسبابٌ أخرى كثيرة يمكن أن تسبِّب هذه القراءة المرتفعة، لكنه ألمح إلى احتمال إصابتها بسرطان المبيض، وهو ذلك النوع الذي قتل صديقتنا فيفيان.

ومع إقدامنا على تكديس المعلومات، أجرَينا أيضًا عددًا من المكالمات الهاتفية. لقد تحدثتُ إلى طبيبة في مستشفى مايو كلينيك في سكوتسديل، حيث أنفقت بتباهٍ على فحصٍ جسديٍّ مخصَّصٍ للمديرين التنفيذيِّين، وذلك بمناسبة عيد ميلادي الخمسين. رشَّحَت لي الطبيبةُ ما كان واضحًا: مركز إم دي أندرسون للسرطان[٧٢*] في هيوستن أو مركز سلون-كيترينغ Sloan-Kettering في نيويورك. وقد اتصلتُ بالفعل بالمركزَين، والأهم من ذلك — كما اتضح لاحقًا — فقد عثرتُ على الطبيب الذي عالج فيفيان. كان زوجُها قد أشاد بطبيب الأورام الذي عالجها، وعندما اتصلتُ بعيادة الطبيب في «سانتا في»، تمكَّنَت سكرتيرتُه من أن تحدِّد لنا موعدًا وسط جدوله المزدحم.

تخيَّل مزيجًا نحيفًا طويل القامة ومتقدِّما في السنِّ من جيمي ستيوارت وجون واين — وأعتقد أنه كان يرتدي حذاءَ رُعاة البقر — الذي يسير بتمهُّل ويتحمل المسئولية.

[٧٢*] MD Anderson Cancer Center.

كان الرجل مُطَمْئِنًا في بساطته؛ إذ كان يبدو كشخصٍ رأى كلَّ شيء. كان يتصفح نتائج الاختبار: «لا يوجَد شيءٌ هنا حقًّا.» وقال إنه من غير المرجَّح أن ينتشر سرطان المبيض إلى عُقدة لمفاوية إربية inguinal. وقد استغرب لطلب الطبيبة إجراءَ حقنة شرجية بالباريوم، والتي كان مقررًا إجراؤها بعد بضعة أيام، فقال إنه اختبار عديم الفائدة. وعندما أخبرناه عن فترة الانتظار الطويلة لإجراء تنظير القولون، أمسك بسمَّاعة الهاتف، واتصل بأحد الأطباء الذين يمتلكون العيادة، وحدَّد لنا موعدًا بعد يومَين. قال الطبيب: «سنقوم بشفائك.» أو على الأقلِّ هذا ما اختزنَته ذاكرتي. ليس من المُفترَض أن يقول ذلك أطباءُ الأورام، لكنه كان من المشجِّع أنه لم يهتمَّ بالأمر مطلقًا.

كانت نتائج تنظير القولون سلبية، ومن ثَم فقد كانت الخطوة النهائية هي إجراء مسح بتقنية PET. كان أول جهاز لإجراء هذا الفحص قد وصل إلى «سانتا في» من فوره، فلم يَعُدْ ضروريًّا قيادة السيارة لمدَّة ساعة جنوبًا إلى مدينة ألبوكيركي، وكانت نانسي أول مريضة في الطابور تقريبًا. يعني الاختصار PET التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني،[٧٣*] ويمثل انتصارًا للتكنولوجيا الطبية من العالم المُبهَم لفيزياء الجُسَيمات. يتعيَّن على المريض الصوم في الليلة التي تسبق الإجراء، بحيث تتضوَّر خلايا الجسم جوعًا. وعندما يتم حَقْن الغلوكوز الموسوم بمادة مُشعَّة، يتم استهلاكُه بنَهَمٍ شديد. تتسم الخلايا الخبيثة، والسريعة الانقسام، بشراهتها بصفة خاصة، حيث تقوم بتركيز الجزيئات المشعَّة. ومع تلاشي هذه الجزيئات، فهي تقذف البوزيترونات positrons؛ وهي جُسيمات من المادة المضادَّة التي تصطدم بالإلكترونات وتُنتج تدفقاتٍ من أشعَّة غامَا، والتي تضرب جهازًا ومَّاضًا scintillator، الذي يستجيب عن طريق بثِّ ومضات من الضوء. كان الجزء السفلي من رحم نانسي متوهجًا بفعل خلايا بطانة الرحم المُفرِطة النشاط، والمتحدِّرة من خلية واحدة جُنَّ جنونُها، وهي خلية نسيت أنها كانت جزءًا من مجتمع من الخلايا، ومن ثَم بدأت تعمل كما يحلو لها، وهي خيانة فرديَّة نُفِّذَت مرارًا وتكرارًا منذ أن وافقت أوائل الخلايا العتيقة، على مضضٍ، على التخلي عن استقلاليتها مقابلَ مزايا العيش ضمنَ جماعة.

٧٣* Positron Emission Tomography.

وفي الأيام التي تلَت التشخيص، بدأت أقرأ عن كيف يمكن لهذا أن يحدث.[٧٤] من أجل مواصلة العيش في وئام، تقوم خلايانا بصفة مستمرة بتبادل الإشارات الكيميائية، للتشاور حول توقيت بدء التكاثر ومن ثَم بناء أنسجة جديدة. ومع تلقِّي كل خلية لهذه المعلومات، فهي تستجيب عن طريق إرسال تعليمات إلى نواتها، وهي وحدة التحكم المركزية، لتفعيل التوليفة المناسبة من الجينات، للضغط على الأزرار الملائمة، فيما يشبه النقر التتابعي على مفاتيح البيانو. إن الخلية السرطانية هي خلية عزلت نفسها عن المناقشة، متخذةً قراراتها من تلقاء نفسها وعلى نحوٍ منفرد. لا بدَّ أن الأحداث العشوائية — التي حرَّضتها الأشعَّة الكونية، أو ثمة مادة كيميائية مسرطنة، أو بفعل المصادفة المحضة — قد أحدثت تغيُّراتٍ في الدنا DNA الموجود بداخل واحدة من خلايا نانسي؛ الأمر الذي جعلها تفقد التواصل مع الخلايا الأخرى. ربما بدأت المشكلة بحدوث طفرة في جين يرسل إشاراتٍ تُخبر الخلية بأن الوقت قد حان للانقسام. وربما أدَّت طفرةٌ أخرى إلى تعديل المستقبلات الجزيئية التي تستجيب للإشارات، مما جعلها تصبح مفرطةَ الحساسيَّة. ولكونها صارت تستجيب لأقلِّ المحفِّزات، فقد بدأت الانقسام قبل الأوان. وفي كلتا الحالتَين، تبدأ الخلية في التكاثر بسرعةٍ أكبرَ من جيرانها.

في الواقع إن هذا النوع من الأخطاء يحدث في كل وقت. نحن لا نُصاب بالسرطان عادةً لأن هناك جيناتٍ أخرى تتفاعل مع الهبَّات المفاجئة من النشاط بكبح جماح النمو. لكن طفرةً أخرى قد تؤدِّي إلى فشل ذلك الإجراء الوقائي. تتلقَّى نواة الخلية باستمرار الرسائل باستمرار، وتوازن الأدلة وتتخذ القرارات بشأن ما ينبغي عملُه لاحقًا. تعتمد الحسابات على مجموعة متشابكة من الشلالات الجزيئية؛ مما يعني أن المزيد من الأمور التي قد تتعرَّض للخطأ، وهو ما يحدث بالفعل، طوال الوقت. تُكتشَف الأخطاء وتُصحَّح، كما يتم إصلاحُ الدنا. وإذا فشل ذلك، يمكن للخلية أن تستشعر ذلك الاضطراب الداخلي، ومن ثَم تُرسل إشاراتٍ انتحاريةً لنفسها، وبالتالي تقتل نفسها من أجل الصالح العام. لكن طفرةً أخرى يمكنها تقويضُ ذلك الخطِّ الدفاعي.

---

[٧٤] كانت أولى قراءاتي هي:

Robert A. Weinberg, “How Cancer Arises,” Scientific American 275, no. 3 (September 1996): 62–70.

يُوصَف كل هذا عادةً كما لو أن خليةً واحدةً تظلُّ قابعةً بلا حَراك وتتراكم فيها هذه العيوب على مرِّ السنين. لقد حاولتُ تخيُّل العملية كما تحدث في الواقع، وهي تتكشَّف أمامي بصورة دراماتيكية. تؤدِّي ضربةٌ لجَعْل خلية تشرع في الانقسام مرارًا وتكرارًا، ثم تُصاب واحدةٌ من ذريتها الكثيرة بطفرة أخرى، والتي تُصاب ذريتُها بمزيدٍ من الطفرات. كلما زاد طول بقاء سُلالة lineage من الخلايا على قيد الحياة، زاد احتمالُ تعرُّضها للطفرات. بيدَ أن ذلك لا يزال يترك حاجزًا آخر ضدَّ النمو الجامح؛ وهو عدَّاد يراقب ويقيِّد عدد المرات التي يمكن أن تنقسم فيها الخلية، وعند تعرُّضها للطفرة المناسبة، يمكن للخلية أن تتعلَّم باستمرارٍ كيف تُعيد العدَّاد إلى الصفر، ومن ثَم تصبح خالدة. ومن خلال نسخ نفسها مرارًا وتكرارًا، فهي تُنتج كتلةً من الذريَّة الطافرة، وهو ما يُعرف باسم الوَرَم.

بيدَ أن كل ذلك لا يزال غيرَ كافٍ لإصابتك بالسرطان؛ فالخلية تحتاج إلى مزيدٍ من الطفرات لكي تتعلَّم كيفية غزو الأنسجة المحيطة بها، أيْ لكي تصبح خبيثةً بدلًا من حميدة. وحتى مع ذلك، فمن الممكن أن ينموَ الوَرَمُ إلى حجمٍ معيَّن — مثل حجم رأس قلم حبر جاف — قبل أن يتضوَّر جوعًا أو يغرق في فضلاته هو. ومن أجل أن يتمكن الوَرَم من مواصلة التوسُّع، عليه أن يجد وسيلةً للوصول إلى الجهاز الدوري circulatory system وينقضَّ عليه مثل مصاصي الدماء.

ومع هذا التسريب للمغذيات، تتكاثر الخلايا بنشاطٍ أكثر من أيِّ وقت مضى، مما يزيد من احتمال حدوث مزيد من الطفرات، أو التلاؤمات adaptations، من وجهة نظر الخلية السرطانية المتطورة. وتمثل هذه الظاهرة ما يسميه علماء الحاسوب «توليدًا واختبارًا عشوائيًّا». ومع التخلص من جميع القيود، يقذف الجينوم بالتباينات، واحدًا تلوَ الآخر، وهي وحوش مُفعَمة بالأمل، يحاول كلٌّ منها أن تكون له اليد العُليا. قد يتعلَّم بعضُها أن يستهلك الطاقة بكفاءةٍ أكبر، فيما يكتسب البعض الآخر قدرةً على تحمُّل بيئات أقسى أو كيفية تثبيط الجهاز المناعي. وأخيرًا، سيتمكن الأصلح من الإبحار في مجرى الدم أو القنوات اللمفية، ومن ثَم استكشاف قواعد جديدة.

أثناء تفكُّري في ذلك، كنت كمَن ينجذب في اتجاهَين متعاكسَين؛ ففي وجود هذا القدْر من الضوابط والتوازنات، يجب أن يكون الشخص قليل الحظِّ على نحوٍ غير معتاد لكي يُصاب بالسرطان. ومن الناحية الأخرى، في وجود مثل هذا الكَمِّ الكبير من الأمور التي يمكن أن تصير إلى الأسوأ، من المدهش أن السرطان لا يحدث طوال الوقت.

الفصل الثالث

مواساة الأنثروبولوجيا

عندما جلس لويس ليكي Leakey لسرد قصة[1] اكتشاف ما يمكن أن يكون أبكر علامةٍ على وجود السرطان في جنس الهومو (الجنس البشري: genus Homo)، كان أول ما تذكَّره هو الوحل. حدث ذلك في يوم ٢٩ مارس ١٩٣٢م، في منتصف رحلته الاستكشافية الأثرية الثالثة إلى شرق أفريقيا، حيث ظلَّ المطر ينهمر لفترة طويلة وبشدة إلى درجة أن الأمر استغرق ساعةً كاملةً لقيادة السيارة لمسافة أربعة أميال من موقع المخيَّم في كانجيرا Kanjera، بالقرب من شاطئ بحيرة فيكتوريا، إلى موقع كانام الغربية Kanam West للحفريات. وبحلول الوقت الذي تمكَّن فيه هو وطاقمه من شقِّ طريقهم بصعوبة، كان الطين يغطِّي أجسادهم. وقبل مُضيِّ وقت طويل، كان ليكي — الذي بدأ من فَوره مسيرةً مهنيةً لامعةً كعالِم في الأنثروبولوجيا — جاثيًا على يدَيه وركبتَيه ينقب الأرض بحثًا عن العظام التي تكشَّفت ملامحُها أخيرًا.

كان يحاول بلطفٍ استخلاصَ رَوَث خنزير منقرض من الوحل عندما خطا أحد العمال الكينيِّين، واسمُه جمعة غيتاو Gitau، فوق سنٍّ مكسورة كان قد استخرجها من

---

[1] لقد ذكر ثلاث نُسَخ من القصة على الأقل:

L. S. B. Leakey, The Stone Age Races of Kenya (London: Oxford University Press, 1935), 10–11; Leakey, By the Evidence (New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974), 20–22, 35–36; and Leakey, Adam's Ancestors (London: Methuen & Co., 1934), 202–3.

وقد رجعت أيضًا إلى المرجع التالي:

Virginia Morell, Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginnings (New York: Simon & Schuster, 1995), 65–71, 80–93.

فوره من الجُرف. لاحظ ليكي أن السنَّ تعود إلى الداينوثيريوم Deinotherium، وهو مخلوق يشبه الفيل، كان يعيش في أفريقيا خلال عصور ما قبل التاريخ. عاد غيتاو لإجراء مزيد من التنقيب، وبينما كان يتلمس طريقه مبتعدًا عن الهاوية، انفصلت كتلةٌ ثقيلةٌ من الطين المتكلِّس، والتي فتَّتها بمِعوَله لمعرفة ما يوجَد بداخلها، والذي كان مزيدًا من الأسنان، لكنها لم تكُن عظام الداينوثيريوم. كانت هذه تشبه ما يمكن لطبيب الأسنان أن يتعرف عليه كضواحك premolars بشرية، والتي كانت لا تزال مُثبَّتةً في العظام، على الرغم من أنها جاءت من طبقة من الترسبات التي تشكلت، في اعتقاد ليكي، خلال أوائل عصر البليستوسين Pleistocene،[٢] أيْ قبل نحو مليون سنة.

وعندما عاد ليكي إلى مقرِّ عمله في جامعة كامبريدج، سرعان ما حَظِيَ فَكُّ كانام السفلي Kanam mandible بشهرة واسعة «ليس فقط لأنه أقدم جزء بشري معروف[٣] من أفريقيا، لكن لأنه أقدم جزء لجنس الهومو الحقيقي جرى اكتشافه في أيِّ مكان من العالم»، كما أعلن وقتها. في تلك الأيام، كان من المُستغرَب تمامًا أن تدَّعي أن الجنس البشري قد نشأ في أفريقيا، وليس في آسيا، حيث اكتُشف الأسلاف البدائيُّون مثل رجل جاوة Java man ورجل بكين Peking man.[٤]

قد تكون هذه في نفس عمر رجل كانام تقريبًا، لكن ليكي وجد أن ملامحها كانت أقرب شَبهًا بالقِرَدَة من حيث المظهر. ومن وجهة نظره، كان فكُّ كانام السفلي يُظهر عددًا أكبر من الملامح الحديثة، بما في ذلك بقايا مثل ذقن شبيهة بذقون البشر، فيما يمثل دليلًا على أن جنس الإنسان العاقل Homo sapiens، وليس فقط أبناء عمومته من ذوي الفكوك المتهدلة، كان أقدم بكثير مما كان يُعتقد سابقًا. أدَّت الاختلافات في شكل الأسنان إلى جَعْل ليكي يعتبر أن رجل كانام ينتمي إلى فصيلة مختلفة قليلًا؛ هي إنسان كانام، أو هومو كانامينسيس Homo kanamensis، والذي أكد ليكي أنه السلف المباشر لنا جميعًا.

وعلى غرار العديد من حماسات ليكي، اتضح أن هذه مثيرة للجدل. وقد اعتقد أحد منتقديه[٥] أن العينة كانت تبدو حديثةً للغاية، وأنها كانت مجرَّد عَظْم لفكٍّ حديث،

---

[٢] Morell, Ancestral Passions, 85.

[٣] Leakey, Stone Age Races, 9.

[٤] لم يتأكد، حتى الآن، من أن رجل بيلتدوان Piltdown man هو أكذوبة.

[٥] P. G. H. Boswell, “Human Remains from Kanam and Kanjera, Kenya Colony,” Nature 135, no. 3410 (March 9, 1935): 371.

والذي انجرف إلى محيط من الأحافير الأقدم بكثير. وفي السنوات اللاحقة، تكهَّن علماء الأنثروبولوجيا بأن ما أطلق عليه ليكي اسم هومو كانامينسيس قد يكون في الواقع أحد الأقارب الأبعد، مثل الأسترالوبيثكس Australopithecus،[٦] أو رجل النياندرتال Neanderthal man،[٧] أو الإنسان الماهر Homo habilis.[٨] وبعد ذلك بفترة، ظن باحثون آخرون[٩] أن العينة قد تعود إلى منتصف أواخر عصر البليستوسين؛ مما يعني أن عمرها

يصف موريل هذا الخلاف، بما في ذلك بعض الأدلة المتضاربة من قِبَل ليكي، وذلك في:
Leakey, Ancestral Passions, 69, 80–93.

وفي تفسير شديد الانتقاد لهذا الحدث، انظر:
Martin Pickford, Louis S. B. Leakey: Beyond the Evidence (London: Janus Publishing Company), 1997.

كانت عائلتا بيكفورد ليكي عدوَّين لدودَين:
Declan Butler, "The Battle of Tugen Hills," Nature 410, no. 6828 [March 29, 2001]: 508–9.

وكان من الصعب الفصل بين العلم والسياسة. وكذلك فقد شارك بيكفورد (مع يوستاس غيتونيا) في تأليف كتاب عن نجل ليكي، وهو:
Richard E. Leakey: Master of Deceit (Nairobi: White Elephant Publishers, 1995).

[٦] Kenneth P. Oakley, "The Kanam Jaw," Nature 185, no. 4717 (March 26, 1960): 945–46.

[٧] Phillip V. Tobias, "The Kanam Jaw," Nature 185, no. 4717 (March 26, 1960): 946–47.

[٨] كان هذا هو تقييم عالم الأنثروبولوجيا بجامعة هارفارد ديفيد بيلبيم Pilbeam، الذي أخبر موريل بأن عمر الأحفورة قد يصل إلى مليونَي سنة أو أكثر (Ancestral Passions, 9, note 11). وقد أكد ذلك مجددًا في رسالة أرسلها إليَّ عبر البريد الإلكتروني بتاريخ ٣٠ أبريل ٢٠١٢م.

[٩] في مقالته:
"A Reconsideration of the Date of the Kanam Jaw," Journal of Archaeological Science 2, no. 2 (June 1975): 151–52.

وضع كينيث ب. أوكلي نظريةً مفادُها أن الأحفورة «ربما جرى احتواؤها في كتلة من الحجر الجيري السطحي الذي يعود إلى عصر البليستوسين الأوسط، والذي ربما تسرَّب إلى أسفل عبر شقٍّ اخترق حوض كانام القديم». وخلص عالم الأنثروبولوجيا في بيركلي تيم وايت White إلى أن الفكَّ يعود، على الأرجح، إلى أواخر العصر الجليدي. انظر:
Eric Delson et al., eds., Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory (New York: Garland, 2000), 739.

لا يزيد على نحو ٧٠٠ ألف سنة.[١٠] ومهما كانت سلالته أو عمره بالتحديد، فلم يَعُدْ رجل كانام يُعَدُّ قطعةً مميزةً من حيث قدمها، بل بسبب احتوائه على كتلة شاذة في الجانب الأيسر من الفك.

وفي الوقت الذي جرى فيه الاكتشاف، بدا الأمر كمشكلة صغيرة، والتي تنتقص من أهمية اكتشاف ليكي. كان الرجل يعمل في مُختبَره في كلية سانت جونز في كامبريدج، حيث كان يقوم بتنظيف العيِّنة بكل عناية،[١١] عندما أحسَّ بوجود كتلة ناتئة، والتي ظنَّ أنها مجرَّد صخرة. غير أنه مع استمرار عمله بالمِعوَل، كان بوسعه أن يرى أن الكتلة كانت جزءًا من الفكِّ المتحجِّر، ومن ثَم أرسلها إلى اختصاصيٍّ في تشوهات الفكِّ السفلي في الكلية الملكية للجرَّاحين في لندن، والذي شخَّصها على أنها ساركومة عظميَّة.[١٢]

كان هناك أيضًا كسر رقيق[١٣] في الفك، والذي حدث قبل وفاة صاحبه بفترة طويلة بما يكفي لشفائه. وذلك، كما ظنَّ الطبيب، قد يفسِّر الكيفية التي بدأ بها السرطان. ومن خلال استشعار الرضح trauma، كما تفعل الخلايا العظميَّة بصورةٍ ما، تشرع الخلايا في الانقسام بسرعة لاستبدال الأنسجة الميتة، وعند نقطةٍ ما خلال تلك العملية — حيث تتسم الاحتمالات هنا بضآلتها المتناهية — فقد انحرفت هذه العملية المحكومة بعناية عن مسارها. أُنتِج قدْرٌ من الخلايا الجديدة أكثر مما يلزم لالتئام الجرح، لكنها لم تكُن تعلم متى يجب عليها أن تتوقف. وبسبب ضربٍ من سوء التقدير البيولوجي، ظلَّت الخلايا تنقسم وتنقسم، حيث فاضت من موضع الجرح. وعلى الرغم من أنها بَدَت معقولة، فلم تكُن هذه تعدو كونها مجرَّد تكهُّنات. لم يَجرِ إثباتُ كسور العظام كمحفزات لنموِّ السرطانات العظميَّة، والتي عادةً ما لا يوجَد لها سببٌ واضح. ومهما كانت طريقة نشوء

---

[١٠] رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلِّف بتاريخ ٧ مايو ٢٠١٢م، من ريتشارد بوتس Potts، مدير برنامج أصول الإنسان في المتحف الوطني بمعهد سميثسونيان للتاريخ الطبيعي في واشنطن.

[١١] Leakey, By the Evidence, 20–22.

[١٢] J. W. P. Lawrence, Esq., "A Note on the Pathology of the Kanam Mandible," in Leakey, Stone Age Races of Kenya, appendix A, 139.

[١٣] للاطِّلاع على وصف لتفاصيل رجل كانام التشريحية، انظر:

Leakey, Stone Age Races, 19–23.

السرطان، فكثيرًا ما ينتشر إلى الرئتَين. وإذا كان التشخيص صحيحًا — فقد تشكَّك البعضُ فيه — فقد يكون هذا هو ما قتل رجل كانام.

سمعت لأول مرة عن فكِّ رجل كانام في تاريخ زمني للسرطان، والمنشور في مكانٍ ما على الإنترنت، ما جعلني أبحث في كتب وأوراق ليكي القديمة، وبعد تبادُل العديد من رسائل البريد الإلكتروني، علمت أن تلك الحفرية توجَد في متحف التاريخ الطبيعي في منطقة ساوث كنسينغتون بلندن، حيث ظلَّت مخزَّنةً طوال عقود. وعلى حدٍّ علمي، فإنها لم تُعرض على الجمهور مطلقًا. لقد أُزيلَت العيِّنة من الرفِّ ما بين الحين والآخر لفحصها. وقد درسها عالم الأنثروبولوجيا آشلي مونتاغو Montagu في العام ١٩٥٦م، وذكر في تقريره أن الوَرَم كان من الضخامة والتشوُّه بحيث كان من المستحيل تحديد شكل ذقن رجل كانام.[١٤] على أيِّ حال، فقد أقنعته التفاصيل التشريحية الأخرى بأن الحفرية كانت شبيهةً بالبشر على نحوٍ واضح. وقد اختلف مع ذلك أحدُ علماء الأنثروبولوجيا[١٥] الآخرين، والذي خلص إلى أن ما اعتقد ليكي أنه الذقن لم يكُن سوى جزء من الوَرَم.

وهكذا بدأت الخلافات. جازف أعلم علماء الأورام العاملين في لندن، وهو جورج ستاتوبولوس Stathopoulos، بالتصريح بأن الوَرَم قد لا يكون ساركومةً عظميَّةً بل نوعٌ مختلفٌ تمامًا من السرطان،[١٦] هو لمفومة بوركيت Burkitt's lymphoma، وهو وَرَم خبيث يصيب الجهاز اللمفاوي، والمتوطِّن بين الأطفال اليوم في وسط أفريقيا، وهو سرطان كثيرًا ما يتسبَّب في تدمير العظام. كان هناك باحثون آخرون ليسوا على نفس القدْر من التأكد؛[١٧] فالتهاب العظم والنِّقْي osteomyelitis، وهو عدوى مزمنة، يمكنه أيضًا إنتاج تورُّمات عظميَّة. غير أنه في كتابه المُعنوَن «الأمراض في العصور القديمة»،[١٨*] والذي

---

١٤ M. F. Ashley Montagu, "The Chin of the Kanam Mandible," American Anthropologist 59, no. 2 (April 1, 1957): 335–38.

١٥ Tobias, "The Kanam Jaw."

١٦ G. Stathopoulos, "Letter: Kanam Mandible's Tumour," Lancet 305, no. 7899 (January 18, 1975): 165.

١٧ A. T. Sandison, "Kanam Mandible's Tumour," Lancet 305, no. 7901 (February 1, 1975): 279.

١٨* Diseases in Antiquity.

يمثل مرجعيةً معياريةً في علم الأمراض القديمة، خلص دون بروثويل Brothwell[١٩] إلى أن شذوذ رجل كانام كان من الثخانة والتوسُّع بحيث لا يمكن أن يكون ناتجًا عن عدوى.

ومثل زملاء ليكي، كان يميل نحو تشخيص سرطان العظام. وفي وقتٍ لاحق، وبالتحديد في العام ٢٠٠٧م، خلص العلماء الذين مسحوا ذلك الفكَّ السفليَّ بمجهر إلكتروني[٢٠] إلى أن الشقَّ قد أدَّى بالفعل إلى «جَعْل العظم يخرج عن السيطرة»،[٢١] في حين ظلُّوا على الحياة فيما يتعلق بطبيعة المرض.

أردتُ أن أرى العيِّنة بنفسي، ومن ثَم وصلت في أحد أيام الربيع، كما رتبت سابقًا، إلى مدخل الموظفين والباحثين في المتحف، والواقع على شارع المعرض. اتصل الرجل الجالس في مكتب الحرس مباشرةً بروبرت كروزينسكي Kruszynski، أمين مستحاثات الفقاريات، قائلًا له: «إنه يطلب مقابلتك عند حيوان الكسلان العملاق.»[٢٢] كان العثور على هذا المخلوق غايةً في السهولة؛ إذ كان القالب الجبسي لهيكله العظمي منحنيًا على رِجلَيه الخلفيَّتَين فوق رءوس روَّاد المتحف كأنه يستعدُّ لالتهام أعلى شجرة صناعية. ظلَّ الهيكل واقفًا على هذا النحو لمدَّة ١٦١ عامًا، عندما جرى تجميعُه من عظام اثنتين أو أكثر من العيِّنات المجلوبة من أمريكا الجنوبية قبل أن يُعرض على الجمهور. كان هناك من خلفي جدار مخصَّص لحفريات الديناصور السمكي Ichthyosaurus المحفوظة في صناديق زجاجية. وخلال قيامي بفحصها، متعجبًا من كون البنية العظمية نفسها سائدةً في جميع أفراد عالَم الفقاريات، انفتح الباب الموجود في ركن القاعة. لقد جاء السيد كروزينسكي لتحيَّتي، ثم قادني إلى الحرم الداخلي للمتحف.

---

[١٩] Don Brothwell and A. T. Sandison, Diseases in Antiquity: A Survey of the Diseases, Injuries and Surgery of Early Populations (Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1967), 330.

[٢٠] J. Phelan, T. G. Bromage, et al., "Diagnosis of the Pathology of the Kanam Mandible," Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology 103, no. 4 (April 2007): e20.

[٢١] رسالة من تيموثي برومباغ Bromage عبر البريد الإلكتروني إلى المؤلِّف بتاريخ ١ يوليو ٢٠١٠م.

[٢٢] التفاصيل مستقاةٌ من لوحة تعريفية في المتحف، والذي زرته في مايو ٢٠١١م.

كان في انتظاري على منضدة بالقرب من النافذة صندوقٌ من الورق المقوَّى البني كان قد أحضره من مخازن المتحف. كان الملصق المكتوب بخطِّ اليد يعرف محتوياته كالتالي:

- M 16509.
- الفكُّ السفليُّ لرجل كانام.

كان الحرف M يشير إلى «حيوان ثديي» mammal. وفي الزاوية العلوية اليمنى من الملصق كان هناك ملصقان ملوَّنان — رمز أحمر شبيه بالشمس وتحته نجمة زرقاء — ما يشير إلى أن العيِّنة الموجودة في الصندوق قد جرى تحليلُها في أوقاتٍ مختلفةٍ بواسطة المقايسة الإشعاعية radioassay والأشعَّة السينية. رفع السيد كروزينسكي الغطاءَ بعناية، كان بالداخل صندوقٌ أصغر، مصنوعٌ من خشب البلسا balsa والورق المقوَّى، ويعلوه غطاء من الزجاج يضمُّ بداخله فكَّ رجل كانام.

وضع العيِّنة على حصيرة مبطنة مزدوجة الثخانة لحمايتها من التلامس مع السطح الصلب للمنضدة، ثم قال لي: «بوسعك أن تنظر إليها الآن.» ثم انصرف للبحث عن حفرية أخرى كنت آمُل أن أراها؛ وهي عظم فخذ femur استُخرِجَت من قبر سكسوني يرجع إلى أوائل القرون الوسطى في منطقة ستاندليك Standlake في إنجلترا، والتي كان بها وَرَمٌ هائل الحجم، جرى تشخيصُه بدوره على أنه وَرَمٌ سرطانيٌّ في العظام.

كنت أظنُّ أنني سأكتفي بمجرَّد إلقاء نظرة خاطفة على فكِّ رجل كانام، فلم أكُن أتوقع أن أُترك وحدي مع العيِّنة بحيث أتمكن من الإمساك بها في يدي. كان لونها بُنيًّا داكنًا، كما كانت ثقيلةً وسميكةً بشكل غير مُتوقَّع. لم يكُن ذلك يستحقُّ أن يكون مُستغرَبا، فقد كانت في الواقع صخرة، أو عظمة متحجِّرة petrified. لقد كانت في الماضي جزءًا من إنسان ينتمي إلى عصور ما قبل التاريخ، أو إنسان بدائي protoman. كان هناك سنَّان مصفرَّتان لا تزالان في مكانهما، كما كانت هناك حفرةٌ عميقةٌ كانت تُئوِي جذر سنٍّ أخرى.

وأسفل ذلك بقليل، وفي المنحنى الداخلي الأيسر للفك، كان يوجَد الوَرَم. كان أكبر مما كان متوقَّعًا، ما ذكَّرني على نحوٍ شاذٍّ بنوعٍ من الحلوى التي كنتُ أتناولها في طفولتي، والتي عُرفت باسم كاسر الفكِّ jawbreaker. كان هناك أيضًا تورُّم طفيف على الجزء الخارجي من الفك، وكان بوسعي أن أتفهَّم كيف يمكن للناس أن يتجادلوا إلى ما لا نهاية

حول ما إذا كان ذلك يمثل جزءًا من الوَرَم أم من الذقن. كان بوسعي أن أرى المواضع التي شرَّح فيها ليكي الكتلة[٢٣] (كان بعضُ زملائه يعتبر هذا ضربًا من تدنيس المقدَّسات) لإزالة قسم منها لإجراء مزيد من التحليل. كما كنتُ أستطيع أن أتخيَّل تقريبًا بقية الرأس، وعيناه الشاغرتان تتوسلان لتخفيف ألمٍ يتعذَّر تفسيرُ سببه.

عاد السيد كروزينسكي بعد نصف ساعة ليرى ما كنت أفعله مع الأحفورة، وقال لي محذِّرا: «لا تقربْها كثيرًا من الحافة.» أدركتُ فجأةً أن الوسادة الواقية الموجودة على المنضدة كانت تنحدر باتجاه رُكبتي، وبالتالي كيف كان يمكن لحركة مفاجئة مني أن تُسقط الفكَّ السفليَّ لرجل كانام على الأرض المُغطَّاة بالمشمَّع.

وفي النهاية، لم يتمكن السيد كروزينسكي من العثور على عظم الفخذ السرطانية التي كنت أستفسر عنها، وقال لي: «ربما في وقتٍ آخر.» شارحًا لي أن مخازن المتحف كانت تخضع لعملية تجديد، وأن العظمة قد وُضعت، على ما يبدو، في غير مكانها، جنبًا إلى جنبٍ مع بقية الهيكل العظمي، باستثناء الجمجمة. أخرج الجمجمة من عُلبتها، وسمح لي بإمساكها لبرهة — كانت خفيفة الوزن للغاية مقارَنةً بالعظمة المتحجِّرة — ثم رافقني أثناء عودتي عبر الحاجز إلى الجزء العام من المتحف.

مرَّ مئات الزوَّار من جميع الأعمار عبر الممرات، والذين سيُصاب بعضُهم، لا محالة، بالسرطان، أو سيحبُّون شخصًا أُصِيبَ به. تساءلت وقتَها عمَّا إذا كان هناك أيُّ شخص موجود بجوار رجل كانام في محنته.

لم يُكتب الكثير عن التخصُّص الغامض لعلم الأورام القديمة paleo-oncology. وعلى الرغم من أن الأبحاث قد استمرت على نحوٍ متقطعٍ على مدى عقود، فلم يظهر المصطلحات في الأدبيات إلا في العام ١٩٨٣م، عندما بدأت مجموعة صغيرة من أطباء الأورام اليونانيين والمصريين[٢٤] (اللفظ مشتقٌّ من كلمة onkos اليونانية، وتعني «كتلة» أو «عبء») في التخطيط لندوة عن السرطان البشري في الأزمنة الغابرة. عُقد الاجتماع

[٢٣] أفاد ليكي بأنه «قطع قسمًا من الفكِّ السفليِّ في منطقة الرحى الأولى» (Stone Age Races, 2). وقد ذكر أنه أيضًا أخذ صورًا بالأشعَّة السينية.

[٢٤] Spiro Retsas, ed., Palaeo-Oncology: The Antiquity of Cancer, 5th ed. (London: Farrand Press, 1986), 7–9.

في العام التالي خلال رحلة بين جزيرة رودس Rhodes وجزيرة كوس Kos، حيث وُلد أبقراط Hippocrates.

تمخَّض الاجتماع عن نشر أعداد قليلة من النُّسخ الأنيقة لكتابٍ صغيرٍ بعنوان «علم الأورام القديمة». وكنتُ محظوظًا لأني عثرتُ على نسخة منه معروضة للبيع على الإنترنت مقابل ١٠٠ دولار. كانت صفحاته الثمانية والخمسون مجلَّدةً ضمن غلاف أزرق مُزدان بطباعة مُذهَّبة، وتحت العنوان يوجَد رسمٌ لسرطان البحر. «السرطان» crab في اليونانية هو karkinos. وفي القرن الخامس قبل الميلاد، استخدم أبقراط الكلمة — التي صارت جذرًا للفظتَي «مسرطن» carcinogen و«سرطانة» carcinoma — لوصف الداء الذي يُعرف في اللاتينية باسم cancer.

ليس من الواضح بالضبط سبب اختياره لهذا الاسم. وبعد ذلك بنحو ستة قرون، تأمَّل غالينوس البيرغاموني Galen of Pergamon في أصل الكلمة: «باعتبار أن السرطان مزوَّد بمخالب[٢٥] على كلٍّ من جانبَي جسمه، فإن الأوردة التي تمتدُّ من الوَرَم في هذا المرض تمثل معه شكلًا يشبه السرطان كثيرًا.» تتكرر هذه القصة في كل سرد تاريخي للسرطان تقريبًا. وعلى أيِّ حال، فهناك عدد قليل للغاية من الأورام التي تُشبه في شكلها السرطانات. وقد أشار بولس الأجانيطي Paul of Aegina، وهو يوناني بيزنطي من القرن السابع، إلى أن المقصود هو أن تؤخَذ هذه الاستعارة على نحوٍ أكثر تجريدية: «يقول البعض إن «السرطان» قد أُسمي كذلك لأنه يلتصق بعنادٍ شديدٍ[٢٦] إلى الجزء الذي يستولي عليه، وبالتالي — مثل سرطان البحر — فلا يمكن فصله عن ذلك الجزء دون عناء شديد.» وكذلك فقد جرى استخدامُ كلمة karkinoi للإشارة إلى الأدوات القابضة مثل الفرجار calipers.

ثمة اشتقاقٌ مختلفٌ تمامًا، والذي طواه النسيان تقريبًا، والذي أشار إليه وستنرا وسترنا سامبون Sambon، وهو خبير بريطاني في علم الطفيليات، حوَّل اهتمامه إلى دراسة السرطان قُبيل وفاته في العام ١٩٣١م.

---

[٢٥] Alexander Haddow, “Historical Notes on Cancer from the MSS. of Louis Westenra Sambon,” Proceedings of the Royal Society of Medicine 29, no. 9 (July 1936): 1015–28.

[٢٦] Haddow, “Historical Notes on Cancer,” 24.

هناك الطفيلي، المعروف باسم الكيسية السرطانية Sacculina carcini، والذي يلتهم السرطانات بطريقةٍ تشبه، إلى حدٍّ مُخيف، التهام وَرَم سرطاني للأنسجة. وقد وُصفت هذه العملية في العام ١٩٣٦م في تقرير كتبه الطبيب الشرعي السير ألكسندر هادو Haddow لعرضه على الجمعية الملكية للطب:

> إنها تعلِّق نفسها بجسم السرطان الفتي،[٢٧] وتُلقي فيه بكل جزء من آليَّاتها باستثناء حزمة صغيرة من الخلايا البالغة الأهمية، والتي تخترق جسم العائل، قبل أن تستقرَّ على الجزء السفلي من أمعاء هذا الأخير، تحت المعدة مباشرةً. وهناك، ولكونها محاطَةً بجُليدة cuticle جديدة، فإنها تشكِّل نفسها على هيئة «الكيسية الباطنة sacculina interna». ومثل شتلة فول نابتة، تمضي قُدمًا لقذف ممصَّات متفرعة بدقة تمتدُّ — مثل الجذر — خلال كل جزء من تشريح السرطان لامتصاص الغذاء. وعندما ينمو في الحجم، يضغط الطفيلي على جدران بطن العائل الواقعة تحته؛ ما يسبِّب ضمورها، حتى إنه عندما تنسلخ قشور السرطان، تتبقى حفرة في تلك المنطقة بنفس حجم جسم الطفيلي. وعبر هذه الفتحة، ينتأ الجسم الشبيه بالوَرَم في النهاية ويصير ناضجًا، حيث يُعرف باسم «الكيسية الخارجية» sacculina externa، والتي يمكنها إذَن طرح صغارها النشطة في عرض البحر.

وقبل فترة طويلة من أيام غالينوس، ربما لاحظ تلاميذ أبقراط، الذين كانوا يتغذَّون على سرطانات البحر، أوجه التشابه بين الطريقة التي يباغت بها الطفيلي عائله وطريقة انتقال metastasizes السرطان.

وأيًّا كان السبب وراء اختيار هذا الاسم، فإن النصوص اليونانية القديمة تصف ما يبدو كأنه سرطان الرحم والثدي. ولكونهم موجَّهين بفعل الاعتقاد في السحر التعاطفي sympathetic magic، كان بعض الأطباء يقومون بعلاج الأورام عن طريق وضع سرطانٍ حي فوقها،[٢٨] كما أوصى بعضُهم أيضًا بالمساحيق والمراهم التي كانت تُصنع أحيانًا من السرطانات المسحوقة، أو بالكي، حيث يؤدِّي الحرقُ إلى سدِّ موضع التقرح. أمَّا بالنسبة

---

[٢٧] Haddow, "Historical Notes on Cancer," 25.

[٢٨] Haddow, "Historical Notes on Cancer," 28.

إلى المرضى المصابين بأورام داخلية، فقد أشار أبقراط إلى أنه ربما كان من الأفضل أن يُتركوا لشأنهم: «مع العلاج، سيموتون سريعًا،[٢٩] في حين أنهم سيبقَون على قيد الحياة فترةً طويلةً من دون علاج.» يمثل هذا المبدأ جزءًا من قسم أبقراط: أولًا، لا تتسبَّب في أيِّ ضرر.

ومع غالينوس، صارت الإشارات أكثر وضوحًا. وقد ألَّف كتابًا كاملًا عن الأورام، وأدرج تلك الخبيثة ضمن فئة من الأورام أسماها praeter naturam؛[٣٠] أي الخارقة للطبيعة، بمعنى أنها تقع خارج حدود الطبيعة. وقد كتب أن السرطانة carcinoma هي «وَرَم خبيث وجاسئ،[٣١] سواءٌ كان متقرحًا أو غيرَ متقرح.» ووجد أن سرطان الثدي هو الأكثر شيوعًا وانتشارًا، خصوصًا بعد سنِّ اليأس menopause. وخلافًا لما يعتقده أطباء الأورام المعاصرون، فقد كتب أن النساء اللواتي يَحِضْن بانتظام لا يُصَبن بالسرطان. وكتب عن سرطان الرحم، والأمعاء، والمستقيم، وعن سرطان الحنك. وفي بعض الأحيان كان، مثل غيره من المؤلِّفين الإغريق، يستخدم لفظة therioma، والتي تعني «الوحش البري» للإشارة إلى الأورام الخبيثة: «لقد تمكنَّا من شفاء السرطان المبكر،[٣٢] لكن ذلك الذي تنامَى إلى حجم كبير، فمن بدون جراحة لم يتمكَّن أحدٌ من علاجه.»

ولم يكُن جرَّاح العصور الوسطى أبو القاسم الزهراوي أكثر حظًّا: «عندما يظلُّ السرطان موجودًا لفترة طويلة،[٣٣] ويكون حجمه كبيرًا، يجب ألَّا تقربه. لم أتمكن مطلقًا من إنقاذ أيِّ حالة من هذا النوع، ولا رأيتُ أيَّ شخص آخر نجح في ذلك.» لم يختلف الحال عن ذلك كثيرًا في أيامنا هذه.

ثمة أمر مُشجِّع بخصوص معرفة أن السرطان كان دائمًا معنا، وأنه ليس ناتجًا بالكامل عن خطأ من جانبنا، بحيث إنك تستطيع اتخاذ جميع الاحتياطات ومع ذلك

---

٢٩ Retsas, Palaeo-Oncology, 45.

٣٠ Erwin H. Ackerknecht, “Historical Notes on Cancer,” Medical History 2, no. 2 (April 1958): 114–19.

٣١ Retsas, Palaeo-Oncology, 46.

٣٢ Retsas, Palaeo-Oncology, 49.

٣٣ L. Weiss, “Metastasis of Cancer: A Conceptual History from Antiquity to the 1990s; Part 2: Early Concepts of Cancer,” Cancer Metastasis Reviews 19, nos. 3–4 (2000): i–xi, 205–17.

يتبقَّى شيءٌ ما في اللفائف الوراثية، والذي قد ينطلق من عقاله بصورةٍ ما. عادةً ما يستغرق تراكم الضرر الدقيق عشرات السنين، يجري تشخيصُ ٧٧ في المائة من حالات السرطان في أشخاص يبلغون من العمر ٥٥ عامًا[٣٤] أو أكثر. وبالنظر إلى أن فترات الحياة خلال القرون الماضية كانت تحوم حول ٣٠ أو ٤٠ عامًا،[٣٥] فإن العثور على السرطان في السجل الأحفوري يشبه مشاهدة الطيور النادرة. لا بدَّ أن الناس كانوا يَلقَون حتفهم قبل ذلك لأيِّ سبب آخر. غير أنه، على الرغم من كل الصعاب، ما زال اكتشاف حالات السرطان يتواصل، وبعضُها موثق على نحوٍ نابضٍ بالحياة إلى درجة أنه يمكنك تقريبًا أن تتخيل الحياة المدمرة لأصحابها.

بعد زيارتي إلى لندن، وصلتني من متحف التاريخ الطبيعي صورٌ للهيكل العظمي السكسوني[٣٦] الذي كنت أرغب في فحص الأورام التي أصابت عظم فخذه. كنت قد قرأت أن الوَرَم كان ضخمًا — ١٠ بوصات عموديًّا في ١١ بوصة أفقيًّا — لكني ذُهلت لرؤية ما يشبه كرة السلة ملتصقةً بساق الشاب. يُظهر الوَرَم نمط أشعَّة الشمس sunburst pattern الذي يعرفه علماء الباثولوجيا كدليلٍ على الساركومة العظميَّة osteosarcoma. وهم يرونه بصورة أكثر شيوعًا في المراهقين الذين تخضع أطرافُهم لطفراتِ النمو المحرَّضة بالهرمونات، وهو دليل إضافي على واحدة من عدد قليل من القواعد الراسخة للسرطان: كلما زاد تواتر انقسام الخلايا، ارتفعت احتمالات تعرُّضها للطفرات. وبالتالي تؤدِّي التوليفة المناسبة إلى نشوء الأورام الخبيثة. تتسم الساركومة العظميَّة بندرتها إلى درجة أن المرء يمكنه مسح عظام عشرات الآلاف من البشر[٣٧] لاكتشاف عيِّنة واحدة منها. ومع ذلك، فلا تزال الحالات القديمة منها تُكتشف باستمرار.

---

[٣٤] "Cancer Facts & Figures 2012," American Cancer Society website.

[٣٥] للاطِّلاع على مناقشة حول الصعوبات التي تكتنف تقدير طول العمر الماضي، انظر:

J. R. Wilmoth, "Demography of Longevity: Past, Present, and Future Trends," Experimental Gerontology 35, nos. 9–10 (December 2000): 1111–29.

[٣٦] Brothwell and Sandison, Diseases in Antiquity, 331 and 339, figure 11b.

[٣٧] يُصاب واحدٌ من كل ١٠٠ ألف نسمة بساركومة العظميَّة. انظر:

Lisa Mirabello, Rebecca J. Troisi, and Sharon A. Savage, "Osteosarcoma Incidence and Survival Rates from 1973 to 2004: Data from the Surveillance, Epidemiology, and End Results Program," Cancer 115, no. 7 (April 1, 2009): 1531–43.

كانت هناك علاماتٌ تدلُّ على السرطان في جثة رجل ينتمي إلى العصر الحديدي Iron Age[٣٨] في سويسرا، وفي أحد القوط الغربيين Visigoth الذي عاش في إسبانيا خلال القرن الخامس. ثمة ساركومة عظميَّة وُجدت في مقبرة ترجع إلى العصور الوسطى في جبال الغابة السوداء[٣٩] في جنوب ألمانيا، والتي دمرت الجزء العلوي من ساق طفل صغير وانتشرت إلى مفصل الورك. تشير الزوائد العظميَّة داخل سقف تجويف العين إلى فقر الدم (anemia)، الذي قد يكون له تأثير على السرطان. اجتهد مؤلِّفو التقرير في التكهُّن بالسبب؛ التلوث الناتج عن منجم قريب للرصاص والفضة. يصعب قبول السرطان في الأطفال على وجه الخصوص، حتى في طفل عاش قبل تسعة قرون، واختُتم البحث بملاحظة مؤثرة: «من المؤكد أن الوَرَم قد تسبَّب في جعل الطفل يموت ميتةً مؤلمة.»[٤٠] وأشار المؤلِّفون إلى أنه على الرغم من كون معدَّل وَفَيات الأطفال مرتفعًا للغاية في تلك الأيام، فإن الأطفال الذين كانوا يتمكنون من البقاء على قيد الحياة بعد السنوات القليلة الأولى قد يعيشون حتى الأربعينيات من أعمارهم، لكن ليس هذه المرة «أُخمدت جذوة الحياة في الطفل المُصاب بمجرَّد أن تمكَّن الطفل من النجاة من وَفَيات الرُّضَّع المُفرطة خلال السنوات الأولى من الحياة.»

ربما أفاد الاعتقاد بوجود سبب لذلك — أي التسمُّم المعدني من المنجم — غير أنه لا أحد يعرف سبب الساركومة العظميَّة. ففي ذلك الوقت، كما هو الحال الآن، ربما كان عددٌ قليلٌ من الحالات ناتجًا عن عوامل وراثية، والتي تُعزى إلى شذوذات كروموسومية chromosomal abnormalities. وفي العصر الحديث، تحوَّلت التكهُّنات لفترة من الوقت إلى المياه المعالجة بالفلوريد، وبشكل أكثر معقولية إلى الإشعاع؛ أي العلاجات الإشعاعية العلاجية للأمراض الأخرى أو التعرُّض للنظائر المُشعَّة مثل السترونشيوم ٩٠

---

٣٨ Edward C. Halperin, “Paleo-oncology: The Role of Ancient Remains in the Study of Cancer,” Perspectives in Biology and Medicine 47, no. 1 (2004): 1–14; Brothwell and Sandison, Diseases in Antiquity, 331; and Arthur C. Aufderheide and Conrado Rodriguez-Martin, The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), 379.

٣٩ K. W. Alt et al., “Infant Osteosarcoma,” International Journal of Osteoarchaeology 12, no. 6 (December 24, 2002): 442–48.

٤٠ Alt et al., “Infant Osteosarcoma,” 447.

(strontium-90)، الذي ينتشر عن طريق الغبار الذري المتساقط. يقبع السترونشيوم عند مستوًى أدنى بقليل من الكالسيوم في الجدول الدوري للعناصر ويحاكي سلوكه، حيث يدمج نفسه في العظام بإحكام. غير أن الساركومة العظميَّة توجِّه ضربتها من دون سبب واضح في معظم الأحيان، تاركةً الآباء والأمهات متلهفين لفهم ما يظلُّ عصيًّا على التفسير كأنه ضربة نيزك.

ويمكن لخباثة أخرى، وهي السرطانة الأنفية البلعومية nasopharyngeal carcinoma، التي تصيب الغشاء المخاطي للأنف، أن تُحدِث ندوبًا في العظام المجاورة، حيث عُثر على أدلة على ذلك في هياكل عظميَّة من مصر القديمة. أدَّى الوَرَم إلى طمس وجه امرأة بالكامل تقريبًا، وقد حاولتُ أن أتصورها وهي تشقُّ طريقها بصعوبة عبر دروب الحياة. وكما أشار إليه يوجين ستروهال Strouhal، وهو عالم الأنثروبولوجيا التشيكي الذي قام بتوثيق هذه الحالة: «إن الحجم الكبير للوَرَم،[٤١] الذي تسبَّب في مثل هذا التدمير الواسع النطاق، يشير إلى وجود عملية طويلة الأمد نسبيًّا. يبدو أن المريضة قد ظلَّت على قيد الحياة لفترة طويلة، وكانت تعاني، بلا شك، من الألم ومن أعراض أخرى. ولا بدَّ أن البقاء على قيد الحياة كان مستحيلًا من دون مساعدة ورعاية بني جلدة المريضة.» كانت هذه حالة أخرى اخترقت فيها أهوال السرطان القشرة المسطحة للنثر العلمي.

أمَّا الوَرَم النقوي المتعدد multiple myeloma، فهو سرطان يصيب الخلايا البلازمية في نخاع (نقي) العظام، والذي يمكن أن يترك آثارًا على الهيكل العظمي. عُثر على آثار لذلك في جمجمة[٤٢] امرأة عاشت في العصور الوسطى. تمثل الخلايا البلازمية جزءًا من الجهاز المناعي، وعندما تتصرف بصورة طبيعية، فهي تُنتج أجسامًا مضادَّةً مناعيَّةً تُسمَّى الغلوبولينات المناعيَّة (immunoglobulins). وفي الوَرَم النقوي المتعدد، يجري إنتاج نوع واحد منها على حساب الآخرين. وقد عثر اختبار كيميائي على الأجسام المضادَّة التي اعتبرها الباحثون تأكيدًا للمرض.

---

٤١ Eugen Strouhal, “Ancient Egyptian Case of Carcinoma,” Bulletin of the New York Academy of Medicine 54, no. 3 (March 1978): 290–302.

٤٢ Kurt W. Alt and Claus-Peter Adler, “Multiple Myeloma in an Early Medieval Skeleton,” International Journal of Osteoarchaeology 2, no. 3 (May 23, 2005): 205–9 and C. Cattaneo et al., “Immunological Diagnosis of Multiple Myeloma in a Medieval Bone,” International Journal of Osteoarchaeology 4, no. 1 (May 27, 2005): 1–2.

إن السرطانة العظميَّة، والسرطانة الأنفيَّة البلعوميَّة، والوَرَم النقوي المتعدد، تمثل جميعها سرطاناتٍ أولية، أيْ توجَد في الموقع الأصلي لنشوء الوَرَم، وهي موهِنة للغاية. تأتي الأغلبية العظمي من سرطانات الهيكل العظمي من نقائل metastases[٤٣] نشأت في موضع آخر. وهي تظهر كذلك بتواتر أكبر في السجل الأحفوري، مع نتائج مدمرة. لقد اكتُشف سرطان العظام النقيلي في المقابر المصرية،[٤٤] وفي مقبرة برتغالية[٤٥] كبيرة، وفي مقبرة في وادي نهر تينيسي[٤٦] تعود إلى عصور ما قبل التاريخ، وفي هيكلٍ عظميٍّ لمريضة بالجذام (leper) من مقبرة تعود إلى العصور الوسطى[٤٧] في إنجلترا. ولكونها دُفنت بالقرب من برج لندن،[٤٨] كان الهيكل العظميُّ للمرأة التي تُوفِّيت في سنِّ الحادية والثلاثين يحمل العلامات المميزة للآفات النقيلية. نحن نعرف حتى اسمها من لوحة نعشها المصنوعة من الرصاص؛ آن ستومبر Sumpter، والتي تُوفِّيت في ٢٥ مايو ١٧٩٤م.

وفي العام ٢٠٠١م، اكتشف علماء الآثار تلة دفن burial mound يعود تاريخها إلى ٢٧٠٠ سنة[٤٩] في جمهورية توفا Tuva الروسية، حيث كان الفرسان الرُّحَّل المعروفون

---

[٤٣] Tony Waldron, “What Was the Prevalence of Malignant Disease in the Past?” International Journal of Osteoarchaeology 6, no. 5 (December 1, 1996): 463–70.

[٤٤] Eugen Strouhal, “Tumors in the Remains of Ancient Egyptians,” American Journal of Physical Anthropology 45, no. 3 (November 1, 1976): 613–20.

[٤٥] S. Assis and S. Codinha, “Metastatic Carcinoma in a 14th–19th Century Skeleton from Constância (Portugal),” International Journal of Osteoarchaeology 20, no. 5 (September 1, 2010): 603–20.

[٤٦] Maria Ostendorf Smith, “A Probable Case of Metastatic Carcinoma from the Late Prehistoric Eastern Tennessee River Valley,” International Journal of Osteoarchaeology 12, no. 4 (July 1, 2002): 235–47.

[٤٧] Donald J. Ortner, Keith Manchester, and Frances Lee, “Metastatic Carcinoma in a Leper Skeleton from a Medieval Cemetery in Chichester, England,” International Journal of Osteoarchaeology 1, no. 2 (June 1, 1991): 31–98.

[٤٨] M. Melikian, “A Case of Metastatic Carcinoma from 18th Century London,” International Journal of Osteoarchaeology 16, no. 2 (March 1, 2006): 138–44.

[٤٩] وُصفت تفاصيل الاكتشاف على الموقع الإلكتروني لمعهد الآثار الألماني: «الحفر الكامل لموقع كورغان أرزان ٢، بما في ذلك قبر ملكي لم يمسَّه أحد (أواخر القرن السابع قبل الميلاد).» يتوافر مزيدٌ من

باسم السكيثيين (Scythians) يهدرون في الماضي خلال مرورهم عبر السهوب الأوراسية، وكان زعماؤهم يرفلون في الحليِّ الذهبية المصنوعة بإتقان. ومن خلال الحفر ما بين سقفَين خشبيَّين، وصل العلماء إلى غرفة مدفونة تحت الأرض. كانت أرضيتها، المُغطَّاة ببطانية من اللباد الأسود، توسِّد هيكلَين عظميَّين، ولكونهما جاثمَين معًا كعاشقَين، كان الرجل والمرأة يرتديان ما تبقَّى من ثيابهما الملكية. التفَّ حول رقبة الرجل شريطٌ ثقيلٌ من الذهب المُجدوَل، والمُزيَّن بإفريز مرسوم عليه عدد من الفهود، والوعول، والإبل، وغيرها من الحيوانات. كانت توجَد قرب رأسه قِطَعٌ من غطاء للرأس؛ أربعة خيول وغزال من الذهب. كانت الفهود الذهبية، التي يزيد عددها على ٢٥٠٠، تُزيِّن غطاء رأسه. لم تتمكن ثرواته هذه من إنقاذه. وعندما تُوفِّي — حيث كان في الأربعينيات من عمره على ما يبدو — كان هيكله العظميُّ يعجُّ بالأورام.[٥٠] خصلت التحليلات الباثولوجية، بما في ذلك نظرة فاحصة بالمِجهَر الإلكتروني الماسح، إلى أن طبيعة الآفات ونمط انتشارها كانا مميزَين لسرطان البروستاتة النقيلي. وكشفت الاختبارات البيوكيميائية عن وجود مستويات عالية من المستضدِّ النوعي للبروستاتة،[٥١*] أو PSA اختصارًا. وعلى الرغم من جميع النتائج الإيجابية الكاذبة التي يمكن أن تنتجها تلك الاختبارات، كانت هذه النتيجةُ حقيقيةً بوضوح.

شُخِّص سرطان البروستاتة النقيلي في الحوض المحروق جزئيًّا لرجل روماني عاش في القرن الأول الميلادي،[٥٢] وفي هيكل عظمي استُخرج من مقبرة تعود إلى القرن الرابع

المعلومات على الموقع الإلكتروني لمتحف أرميتاج الحكومي في سانت بطرسبورغ: «ترميم وإعادة بناء مجموعة أرزان-٢ من القطع الأثرية.» وقد وُصفت هذه وبعضُ الحالات الأخرى بصورة أكثر إيجازًا في:

"Trying to Estimate Cancer Rates in Ancient Times," New York Times, December 27, 2010.

٥٠ Michael Schultz et al., "Oldest Known Case of Metastasizing Prostate Carcinoma Diagnosed in the Skeleton of a 2700-year-old Scythian King from Arzhan (Siberia, Russia)," International Journal of Cancer 121, no. 12 (December 15, 2007): 2591–95.

٥١* Prostate-Specific Antigen.

٥٢ G. Grévin, R. Lagier, and C. A. Baud, "Metastatic Carcinoma of Presumed Prostatic Origin in Cremated Bones from the First Century A.D.," Virchows Archiv: An International Journal of Pathology 431, no. 3 (September 1997): 211–14.

عشر[٥٣] في كانتربري. وفي حين ينزع سرطان البروستاتة إلى أن يكون بانيًا للعظم osteoblastic،[٥٤] بحيث يضيف كتلةً غير مرغوب فيها إلى الهيكل العظمي، يكون سرطان الثدي حالًا للعظام osteolytic، حيث يلتهم العظام كما يفعل العث. ومن بين جميع أنواع السرطان، يُظهر سرطانا البروستاتة والثدي أقوى شهية[٥٥] لأنسجة الهيكل العظمي. واعتمادًا على جنس الضحية، فهما الخيار الأول للتشخيص عند اكتشاف النقائل العظمية.

استُخرج رفات امرأة في منتصف العمر، والتي تُظهر آفات حالة للعظم،[٥٦] من جبال الإنديز التشيلية الشمالية، حيث تُوفِّيَت نحو العام ٧٥٠ للميلاد. دُفنت جثَّتُها المجفَّفة في غلاف للمومياوات مع ممتلكاتها: ثلاثة قمصان صوفية، وبعض الريش، وعدد من عرانيس الذرة، وملعقة خشبية، وحاوية لليقطين، وبوتقة معدنية. لم تكُن المرأة إحدى ملكات السكيثيين، كان شعرها يصل إلى أسفل ظهرها في جديلة طويلة مربوطة بشريط أخضر. كانت هناك آفاتٌ في عمودها الفقري، وكذلك في عظم القص sternum والحوض. وعلى قمة جمجمتها، قام السرطان بقضم حفرة خشنة يبلغ قُطرها ٣٥ ملِّيمترًا. كان السرطان قد التهم أيضًا جزءًا من عظم فخذها الأيمن؛ ما أدَّى إلى تقصير ساقها.

اكتُشفت آفات حالة للعظم في الرجال أيضًا، والتي انتشرت في جميع أجزاء هيكل عظمي لرجل من الصيادين، جامعي الثمار، عاش في عصر الهولوسين المتأخر Late Holocene،[٥٧] استُخرجت جثَّتُه في السهوب الأرجنتينية. يُصاب الرجال بدورهم بسرطان الثدي، ولكن في حالات نادرة للغاية. ويمكن لسرطان الرئة أيضًا أن يترك علاماتٍ عظمية،

---

٥٣ T. Anderson, J. Wakely, and A. Carter, "Medieval Example of Metastatic Carcinoma: A Dry Bone, Radiological, and SEM Study," American Journal of Physical Anthropology 89, no. 3 (November 1992): 309–23.

٥٤ Waldron, "What Was the Prevalence?".

٥٥ Tony Waldron, Palaeopathology (Cambridge: Cambridge University Press, 2009), 185.

٥٦ M. J. Allison et al., "Metastatic Tumor of Bone in a Tiahuanaco Female," Bulletin of the New York Academy of Medicine 56, no. 6 (1980): 581–87.

٥٧ L. H. Luna et al., "A Case of Multiple Metastasis in Late Holocene Hunter-gatherers from the Argentine Pampean Region," International Journal of Osteoarchaeology 18, no. 5 (November 14, 2007): 492–506.

لكنه من المُعتقَد أنه كان نادرًا للغاية قبل اختراع السجائر؛ ومن ثَم فقد ظلَّ تشخيصُه معلقًا. كانت تلك حالة أخرى التي يسمِّيها أطباء الأورام «مجهولة المصدر الأولي».

لا تزال هذه الكلمات تطاردني عندما أفكر في الأسابيع التي مرَّت علينا قبل اكتشاف مصدر النقائل السرطانية في جسد نانسي. ومثل ٩٠ في المائة من أنواع السرطان البشرية،[٥٨] كان المصدر من نوع السرطانة carcinoma. من المنطقي أن تكون هذه الأورام أكثرها شيوعًا، إذ تنشأ السرطانات في الأنسجة الظهارية التي تبطِّن أعضاء وتجاويف الجسم وتغلِّفنا بالجلد. ومع اهتراء تلك الطبقات بفعل مرور الطعام والنفايات، أو التعرُّض للعناصر، فإن الخلايا الخارجية تموت باستمرار. أمَّا الخلايا الواقعة تحتها فلا بدَّ أن تنقسم لصنع بدائل لها. ومع كل انقسام، ستكون هناك أخطاء في نسخ الجينات؛ أي الطفرات التلقائية أو تلك الناتجة عن المسرطنات الموجودة في الطعام والماء والهواء. وبالنسبة إلى الأطفال، الذين شرعوا لتوِّهم في تحمُّل عمليات البلى والتمزُّق التي تنطوي عليها الحياة، لا تمثل السرطانات carcinomas سوى جزء ضئيل من حالات السرطان.[٥٩]

وعندما يتعلق الأمر بتعقُّب حالات السرطان القديمة، فإن السرطان الأوليَّ يضيع مع الأنسجة المتحلِّلة في الغالبية الساحقة من الحالات، كما أن تلك التي انتقلت لا بدَّ أنها انتشرت أولًا إلى الرئة أو الكبد؛[٦٠] ما أسفر عن مقتل الضحية قبل أن يترك الوَرَمُ أثرًا على العظام. تضمُّ البرديَّات الطبية المصرية إشاراتٍ مبهمةً إلى «تورُّمات» و«تآكلات»،[٦١] ونجت بعض الأدلة عليها في المومياوات. جرى تأكيد الإصابة بسرطانة المستقيم rectal carcinoma في مومياء عمرها ١٦٠٠ سنة[٦٢] بواسطة التحليل الخلوي للأنسجة. وجرى

---

٥٨ "Cancer Overview," Stanford School of Medicine Cancer Institute website.

٥٩ "Disease Information," St. Jude Children's Research Hospital website.

٦٠ "Metastatic Cancer," National Cancer Institute website, reviewed May 23, 2011.

ينجذب سرطان البروستاتة إلى العظام، لكنْ ربما كان تواتره أقلَّ عندما كانت فترات الحياة أقصر.

٦١ انظر، على سبيل المثال:

Margaret M. Olszewski, "Concepts of Cancer from Antiquity to the Nineteenth Century," University of Toronto Medical Journal 87, no. 3 (May 2010); and Retsas, Palaeo-Oncology, 36.

٦٢ A. Rosalie David and Michael R. Zimmerman, "Cancer: An Old Disease, a New Disease or Something in Between?" Nature Reviews Cancer 10, no. 10 (October 2010): 728–33.

تشخيص مومياء أخرى للإصابة بسرطان المثانة bladder cancer.[٦٣] وفي أماكن أخرى من العالم، اكتُشف وَرَمٌ نادرٌ يصيب العضلات، ويُعرف باسم الساركومة العضلية المخطَّطة rhabdomyosarcoma، في وجه طفل تشيلي[٦٤] عاش ما بين عامَي ٣٠٠–٦٠٠ للميلاد. وفي بيرو، ذكر تقريرٌ لاثنين من علماء الباثولوجيا حالةً لوَرَمٍ ميلانيني نقيلي metastatic melanoma في جلد، وأنسجة، وعظام تسعة مومياوات لأفراد من شعب الإنكا، والتي ترجع إلى ما قبل كولومبوس.[٦٥] وفي استطرادٍ مُستغرَب، اقتبس المؤلِّفان قصيدةً غنائيةً من القرن الثامن عشر تتغزل في علامات جمال الأنثى، ثم كتبا باستهزاء: «في حين كانت عواطف الشاعر تتأجج، كما كان كذلك معاصروه، بفعل جمال الشامات في جسد إحدى السيدات، فنحن — بعد نحو ٢٤٠ سنةً مملة — نظلُّ غير متأثرين عاطفيًّا بأيٍّ منها، فلم نحصل منها سوى على المتاعب.»

تعرضت الأدلة الأخرى على السرطان القديم للتدمير بفعل الطبيعة الباضعة Invasive لطقوس التحنيط المصرية، فمن أجل إعداد الفرعون[٦٦] للمرور إلى الدار الآخرة، كانت الخطوة الأولى تتمثل في إزالة معظم أعضائه. كان يجري استخراج الدماغ عن طريق المنخرين، كما كان يجري شَقُّ الجذع لإخراج البطن والأعضاء الصدرية (باستثناء القلب، الذي كان يُعتقَد أنه ضروري لتلك الرحلة السماوية). كان كل عضو يُلَف في الكتان المنقوع في الراتنج، ومن ثَم يُعاد مرةً أخرى إلى الجسم أو يوضَع فيما كان يُسمَّى بالوعاء الكانوبي canopic jar. كانت هناك طرق أخرى؛ فمن أجل إبطاء عملية التحلُّل، كان يحدث أحيانًا حقن محلول شبيه بزيت التربنتين في صورة حقنة شرجية لإذابة أعضاء الجهاز الهضمي.

---

٦٣ Michael R. Zimmerman and Arthur C. Aufderheide, “Seven Mummies of the Dakhleh Oasis, Egypt: Seventeen Diagnoses,” Paleopathology Newsletter 150 (June 2010): 16–23.

٦٤ David and Zimmerman, “Cancer: An Old Disease, a New Disease?”.

٦٥ Oscar B. Urteaga and George T. Pack, “On the Antiquity of Melanoma,” Cancer 19, no. 5 (May 1, 1966): 607–10.

٦٦ Leonard Weiss, “Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis,” Cancer and Metastasis Reviews 19, nos. 3–4 (December 2000): 193–204.

لكن الأورام المُحنَّطة يمكنها البقاء.[٦٧] نظرًا إلى معالجتها بطريقة أكثر لطفًا، فقد وجد أن الجثَّة المُحنَّطة لفيرانتي الأول Ferrante I ملك أراغون،[٦٨] الذي تُوفِّي في العام ١٤٩٤م، وهو في أوائل الستينيات من عمره، تُؤوي سرطانةً غُديَّةً انتشرت إلى عضلات حوضه الأصغر. وبعد نحو خمسمائة سنة من وفاته، كشفت دراسةٌ جزيئيةٌ عن وجود خطأ مطبعي في شفرة الدنا DNA التي تنظم الانقسام الخلوي — حيث انقلب الحرف G إلى A — وهي طفرة جينية مرتبطة بسرطان القولون والمستقيم. وكما خمَّن المؤلِّفون، فربما كان ذلك ناتجًا عن وفرة اللحوم الحمراء التي كانت تُقدَّم في البلاط الملكي، أو، وفقًا لأحدث معلوماتنا، عن أشعَّة كونية شاردة.

وبصورة إجمالية، فقد أحصيت نحو مائتي مشاهدة محتملة للسرطان[٦٩] في السجل الآثاري. وكما حدث مع الديناصورات، فقد جعلني هذا أتساءل عن مدى ضخامة جبل الجليد الطافي تحت القمة الظاهرة. تمثل المومياوات تُحفًا مثيرةً للفضول، وقد عُثر على

---

[٦٧] M. R. Zimmerman, "An Experimental Study of Mummification Pertinent to the Antiquity of Cancer," Cancer 40 (1977): 1358–62.

في إحدى التجارب، أُخِذت كبدٌ من مريض بسرطانة نقيلية، فجُفِّفت في فرن ومن ثَم جرت إماهتها. لاحظ زيمرمان أن «ملامح السرطان (أنوية كبيرة داكنة اللون وشديدة التباين، وغزو الأنسجة المحيطة) يجري حفظها جيدًا بفعل التحنيط، كما أن الأورام المحنطة تُحفظ في الواقع بصورة أفضل من الأنسجة الطبيعية.» رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلِّف بتاريخ ١١ نوفمبر ٢٠١٠م.

[٦٨] كان الملك يعاني أيضًا من السمنة، وكانت عظامه مشرَّبةً بالرصاص والزنك. انظر:

Gino Fornaciari et al., "K-ras Mutation in the Tumour of King Ferrante I of Aragon (1431–94) and Environmental Mutagens at the Aragonese Court of Naples," International Journal of Osteoarchaeology 9, no. 5 (October 6, 1999): 302–6; Antonio Marchetti, Gino Fornaciari, et al., "K-RAS Mutation in the Tumour of Ferrante I of Aragon, King of Naples," Lancet 347, no. 9010 (May 1996): 1272; and Laura Ottini, Gino Fornaciari, et al., "Gene-Environment Interactions in the Pre-Industrial Era: The Cancer of King Ferrante I of Aragon (1431–1494)," Human Pathology 42, no. 3 (March 2011): 332–39.

[٦٩] لقد بدأت بـ ١٧٦ مثالًا كان ستروهال وضعها في جدول فيما أسماه العالم القديم (المرجع في: A. Sefcáková, E. Strouhal, et al., "Case of Metastatic Carcinoma from End of the 8th–early 9th Century Slovakia," American Journal of Physical Anthropology 116, no. 3 [November 2001]: 216–29.

ثم أضاف حالات العالم الجديد، والحالات التي وُجدت منذ نشر بحثه.

معظم الأدلة في هياكلها العظمية مصادفةً.[٧٠] ولم يبدأ علماء الأنثروبولوجيا سوى أخيرًا فقط في البحث عن السرطان، باستخدام التصوير المقطعي المُحَوسَب، والأشعَّة السينية، والفحوصات البيوكيميائية، وباستخدام أعينهم. لكن ما لن يروه أبدًا، حتى في العظام، هو القرائن التي فُقدت عن طريق ما يسمِّيه علماء الأنثروبولوجيا بالتغيرات التافونومية[٧١] المتعلقة بتكون الأحافير: taphonomic. وأثناء نبش ونقل الرُّفات، من الممكن أن تُمحى العلامات عن غير قصد، وبالتالي فمن الممكن للآفات الآكلة للعظم أن تجعل العيِّنة تنهار وتختفي. ومن خلال عمليات التعرية، والتحلل، وقضم القوارض، قد تؤدي التغيرات التافونومية بدورها إلى خلق الوهم المتمثل في وجود نقائل، وهو ما يُعرف بالباثولوجيا الكاذبة pseudopathology[٧٢] وهو احتمال يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار جنبًا إلى جنبٍ مع التشخيصات البديلة مثل تخلخُل العظام osteoporosis والأمراض المُعدية. غير أنه عند أخذ كل شيء بعين الاعتبار، يبدو من المرجح أن أدلة السرطان القديمة لم تُقرَّر بشكلٍ كافٍ إلى حدٍّ كبير.[٧٣] فبعد كل شيء، تكون معظم الهياكل العظمية غير مكتملة. وتكون النقائل أقرب احتمالًا لأنْ تُوجَد في عظام محدَّدة[٧٤] مثل الفقرات، والحوض، وعظم الفخذ، والجمجمة؛ فيما يندر أن تُصاب العظام الأخرى. ولا يمكن لأحد أن يعرف ما إذا كانت العظام المفقودة قد تصادف إصابتها بالسرطان.

وعلى أمل قطع الشك باليقين،[٧٥] حاول توني والدرون Waldron، وهو اختصاصيٌّ باثولوجيا المومياوات في جامعة لندن، التعرف على حجم الأدلة السرطانية التي يتوقع أن

---

[٧٠] علق ستروهال على ذلك في: "Tumors in the Remains of Ancient Egyptians".

[٧١] Waldron, Palaeopathology, 21–23; Weiss, "Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis"; and E. Strouhal, "Malignant Tumors in the Old World," Paleopathology Newsletter no. 85, suppl. (1994): 1–6.

[٧٢] Aufderheide and Rodriguez-Martin, Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology, 11–18.

[٧٣] في أمراض في العصور القديمة، يخمِّن بروثويل أن «ندرة أورام قد جرت المبالغة فيها في الماضي، وهي حقيقة ربما أدَّت في حدِّ ذاتها إلى تثبيط بعض البحوث التفصيلية». انظر الفصل الذي كتبه في: "The Evidence for Neoplasms," 320–45. وانظر أيضًا: Waldron, "What Was the Prevalence?".

[٧٤] Waldron, Palaeopathology, 185.

[٧٥] Waldron, "What Was the Prevalence?".

يجدها علماء الآثار. كان عليه أولًا أن يتوصل إلى قيمة تقديرية، مهما كانت أولية، لتواتُر وقوع الأورام الأولية في الأزمنة الغابرة. لم يكُن هناك الكثير مما يمكن الاعتماد عليه. كان أقدم السجلات التي بدت موثوقةً تقريبًا؛ تلك المدوَّنة في السجلات البريطانية العامة عن أسباب الوَفَيات ما بين عامَي ١٩٠١–١٩٠٥م. وباستخدام تلك البيانات كخطٍّ قاعدي، وضع في اعتباره احتمالية انتهاء رحلة مختلف أنواع السرطان في الهيكل العظمي، حيث يمكن التعرف عليها. جاءت الأرقام، وهي مجموعة من القِيَم التقريبية، من التقارير الحديثة لتشريح الجثث (autopsy). وبالنسبة إلى سرطان القولون والمستقيم، كانت الاحتمالات منخفضة، حيث تراوحت بين ٦–١١ في المائة، كما كانت الحال عليه بالنسبة إلى سرطان المعدة، الذي تراوحت نسبته بين ٢–١٨ في المائة. أمَّا على الجانب المرتفع، فقد كان هناك سرطان الثدي (٥٧–٧٣ في المائة)، والبروستاتة (٥٧–٨٤ في المائة).

وبالنظر إلى هذه الاعتبارات وغيرها، أشارت حسابات والدرون إلى أن نسبة السرطانات في مجموعة من العظام القديمة ستتراوح بين ٠–٢ في المائة في الذكور، و٤–٧ في المائة في الإناث[٧٦] (بناءً على العمر عند الوفاة). ومهما كان الجهد الذي تبذله في البحث عنها، فستكون حالات السرطان القديمة نادرة، حتى لو كان معدَّل وقوعها مرتفعًا كما كانت الحال في بريطانيا خلال عصر التصنيع. ولاختبار ما إن كانت أرقامه معقولة، فقد جربها على رُفات ٦٢٣ شخصًا دُفنوا في سرداب كنيسة المسيح بمنطقة سبيتالفيلدز الواقعة في الطرف الشرقي من لندن، ما بين عامَي ١٧٢٩–١٨٥٧م. واعتمادًا على المعاينة البصرية وحدها، وجد حالةً واحدةً للإصابة بالسرطان بين النساء ولم يجد أيًّا منها بين الرجال. كان ذلك ضمن نطاق معادلته، وهي نتيجة مشجِّعة تُشير إلى أنه لم يكُن مخطئًا إلى حدٍّ كبير.

تمثلت الخطوة التالية[٧٧] في تجربة تكهُّناته على مجموعة من السكان الأقدم بكثير والأكثر عددًا؛ ٩٠٥ هياكل عظمية محفوظة جيدًا دُفنت في موقعَين في مصر ما بين عامَي

---

[٧٦] انظر الشكل ١ من (Waldron, What Was the Prevalence?). كانت الأرقام أعلى لدى النساء بسبب سرطان الرحم وسرطان الثدي. وفي القرن التالي، ازداد عدد حالات السرطان في الرجال بسبب تدخين السجائر وسرطان الرئة.

[٧٧] Andreas G. Nerlich et al., "Malignant Tumors in Two Ancient Populations: An Approach to Historical Tumor Epidemiology," Oncology Reports 16, no. 1 (July 2006): 197–202.

٣٢٠٠–٥٠٠ قبل الميلاد. و٢,٥٤٧ هيكل عظمي وُضِعت في صندوق لحفظ عظام الموتى ossuary في جنوب ألمانيا ما بين عامَي ١٤٠٠–١٨٠٠م (كانت مقبرة الكنيسة من الصغر والازدحام بحيث إن الرُّفات، بمجرَّد أن يتحلَّل، كانت تُزال بصفة دورية ومن ثَم تُخزَّن). وباستخدام التصوير المقطعي المحوسب والأشعَّة السينية لتأكيد التشخيص، وجد علماء الباثولوجيا في ميونيخ خمس حالات للسرطان في الهياكل العظمية المصرية وثلاث عشرة في تلك الألمانية، وهو قريب مما تكهَّنت به حسابات والدرون. وعلى الرغم من جميع الفروق بين الحياة في مصر القديمة، وفي ألمانيا خلال عصر الإصلاح، وفي بريطانيا في أوائل القرن العشرين، بدا تواتُر السرطان متماثلًا تقريبًا.

ومنذ ذلك الحين، ازداد تعقيد العيش في العالم؛ فقد ارتفعت معدَّلات البقاء على قيد الحياة، جنبًا إلى جنبٍ مع تصنيع السجائر. لقد تغيرت النظم الغذائية بشكل جذري، فيما يعجُّ العالم بالمواد الاصطناعية، كما تحسَّنت قدرات النظام الطبي فيما يتعلق باكتشاف السرطان، ولا يزال علماء الوبائيات يسعَون إلى فكِّ جميع الخيوط. ومع ذلك، فتحت السطح تُوجَد نسبة أساسية للإصابة بالسرطان، والتي تمثل إرثًا لكوننا مخلوقاتٍ متعددة الخلايا نعيش في عالَم غير مثالي. ليست هناك أدلة دامغة على أن هذه القيمة القاعدية (baseline) تختلف كثيرًا الآن عمَّا كانت عليه في العصور القديمة.

وفي حين كنتُ لا أزال منغمسًا في المعلومات الخفيَّة لعلم الأورام القديمة، تناولتُ العشاء مع صديقة، وهي عالمة في الثلاثينيات من عمرها، كانت قد عُولجت مؤخرًا لإصابتها بسرطان الثدي. ومثل كثير من الناس، كانت تشكُّ في وجود عدد أكثر بكثير من حالات السرطان، حاليًّا، مقارنةً بما كانت عليه الحال في الماضي. وبعد بضعة أسابيع، أرسلت إليَّ إشارةً إلى مقال نُشر من فَوره[٧٨] في مجلة نيتشر لمراجعات السرطان،[٧٩*] والذي خلص فيه اثنان من علماء المصريات إلى وجود «ندرة لافتة للنظر في الأورام الخبيثة» في العصور القديمة. وفي بيان صحافي صدر عن الجامعة التي تعمل بها،[٨٠] طرحت إحدى المؤلفين، هي أ. روزالي ديفيد، الادِّعاء التالي:

---

٧٨ David and Zimmerman, “Cancer: An Old Disease, a New Disease?”.

٧٩* Nature Reviews Cancer.

٨٠ “Scientists Suggest that Cancer Is Man-made,” University of Manchester website, October 14, 2010.

في المجتمعات الصناعية، يأتي السرطان تاليًا فقط لأمراض القلب والشرايين كسببٍ للوفاة، لكنه كان حدثًا نادرًا للغاية في العصور القديمة. ليس هناك شيء في البيئة الطبيعية يمكنه أن يسبِّب السرطان، وبالتالي لا بدَّ أنه مرضٌ من صُنع الإنسان، ويمكن تعقُّبه وصولًا إلى التلوث والتغيرات التي طرأت على نظامنا الغذائي وأسلوب حياتنا.

... يمكننا إصدار بيانات شديدة الوضوح حول معدَّلات الإصابة بالسرطان في المجتمعات المختلفة؛ لأننا نمتلك لمحةً كاملةً عنها. لقد بحثنا في آلاف السنين، وليس في مائة سنة فحسب، ولدينا أكوام هائلة من البيانات.

وعبر الإنترنت، تقافزت التقارير الإخبارية حول تلك المعلومات: «السرطان مرضٌ من صُنع الإنسان»، «اكتشاف علاج للسرطان: العيش في العصور القديمة». بحلول ذلك الوقت، كنتُ قد اعتدتُ على الأدبيات. هل ظهرت بعض الأدلة المهمة الجديدة التي من شأنها حلُّ أوجه الغموض؟ كان من الخطأ تمامًا أن نقول إنه لا يوجد في البيئة الطبيعية ما يمكن أن يسبِّب السرطان. ماذا عن أشعَّة الشمس، والراديوم، والأفلاتوكسين، وفيروس التهاب الكبد، وفيروس الوَرَم الحليمي البشري؟ ظللتُ أتابع الموقع الإلكتروني للجامعة على افتراض أنه سيكون هناك تصحيحٌ ما، لكن ذلك لم يحدث على الإطلاق.

أمَّا الورقة البحثية نفسها فقد اتضح أنها أكثر واقعيةً وتحفُّظًا، وخلال قراءتي لها سطرًا سطرًا، وجدتُ أنها لا تحتوي على أيِّ شيء جديد. اعتمد المؤلِّفون على نفس مجموعة البحوث التي كنتُ أخوض فيها طوال فصل الشتاء، ومن ثَم أضفَوا عليها وجهة نظرهم الخاصة. وفي حين تبدو مائتا حالة للسرطان، جرى توثيقُها مصادفةً، كأنها عدد كبير بالنسبة إلى معظم علماء الباثولوجيا القديمة paleopathologists، فقد نظر بعضُهم إلى القيمة الظاهرية لذلك العدد،[٨١] فتخيلوا الماضي كمكانٍ شاعريٍّ خالٍ من السرطان، عالَم يقلُّ فيه كثيرًا احتمالُ إصابة الأطفال بالسرطانة العظمية، أو حتى إصابة الطاعنين في

[٨١] انظر، على سبيل المثال:

Luigi L. Capasso, “Antiquity of Cancer,” International Journal of Cancer 113, no. 1 (January 1, 2005): 2–13; and M. S. Micozzi, “Diseases in Antiquity: The Case of Cancer,” Archives of Pathology and Laboratory Medicine 115 (1991): 838–44.

السنِّ بسرطان الثدي والبروستاتة، أو أيٍّ من أنواع السرطان التي نقلق بشأنها اليوم؛ عالَم خالٍ من هجمات العصر الحديث. يمكن للمرء أن يجد مواساةً في الإيمان بالقضاء والقَدَر، ومن ثَم الاعتقاد في فكرة أن السرطان يمثل جزءًا لا يتجزأ من العملية البيولوجية. لكن هناك أيضًا نوعًا من السلوى في الاعتقاد بأن البشر، بحِيَلهم الخاصة، قد زادوا من احتمالات الإصابة بالسرطان. من المُحتمَل أن ما خلقته الكائنات ذات الإرادة الحرة أمرٌ قابلٌ للإلغاء. وإذا تعذَّر ذلك، فهناك على الأقل جُناة يمكن إلقاء اللوم عليهم.

وخلال انطلاقي جيئةً وذهابًا بين هذه الآراء المتعارضة، تذكرت الخداع البصري الذي يبدو في لحظة كأنه امرأة شابة جميلة، وفي اللحظة التالية كعجوز شمطاء ملتوية الأنف. وفي وجود النذر اليسير من البيانات الجيدة التي يمكن الاعتماد عليها، يرى الناس ما يأملون في رؤيته. وفي معرض السعي إلى تكوين وجهة نظري الخاصة، تساءلتُ عن ذلك الجزء من كومة العظام البشرية الذي اختير بالفعل. طلبتُ من ثلاثة من علماء الأنثروبولوجيا تقديرَ العدد الإجمالي للهياكل العظمية التي تعود إلى العهود القديمة وعصور ما قبل التاريخ،[٨٢] والتي اكتُشِفت على مرِّ السنين وأُتيحت للدراسة من قِبَل العلماء في جميع أنحاء العالم.

أخبروني أن العدد قد يصل إلى ٢٥٠ ألفًا، وهو ما لا يزيد بكثير عن عدد سكان مدينة صغيرة. يشمل ذلك الهياكل العظمية غير المكتملة، والجماجم المنفصلة في كثير من الأحيان، والتي كانت العظام الوحيدة التي اعتقد كثيرٌ من علماء الأنثروبولوجيا الأوائل أنها تستحقُّ الحفظ. لم يُفحَص سوى عدد قليل للغاية من تلك العيِّنات للإصابة بالسرطان.

خُذ هذا الرقم وقارنه بالعدد الإجمالي للأشخاص الذين عاشوا وماتوا منذ بدء الخليقة. أجرى أحد علماء الديموغرافيا demographer في المكتب المرجعي للبيانات السكانية عمليةً حسابيةً تقريبية؛[٨٣] فوجد أنه بحلول العام الأول للميلاد، كان العدد

---

[٨٢] إن علماء الأنثروبولوجيا الذين سألتهم هم: آن غراور Grauer، رئيسة جمعية باثولوجيا المومياوات وعالمة الأنثروبولوجيا في جامعة لويولا في شيكاغو، وهيذر إدغار Edgar، أمينة مجموعة العظام البشرية في متحف ماكسويل للأنثروبولوجيا بجامعة نيو مكسيكو، وتيم وايت White، أستاذ البيولوجيا التكاملية بجامعة كاليفورنيا في بيركلي.

[٨٣] Carl Haub, “How Many People Have Ever Lived on Earth?” October 2011, Population Reference Bureau website.

التراكمي لسكان الأرض قد اقترب بالفعل من ٥٠ مليارًا، كما تضاعف هذا العدد إلى ١٠٠ مليار نسمة تقريبًا بحلول العام ١٨٥٠م. لقد اندهشتُ من ضخامة العدد، والذي يزيد بكثير عن الفكرة السائدة بأن عدد البشر الذين يعيشون اليوم يساوي عدد جميع الذين سبقونا.

وعن طريق قسمة ٢٥٠ ألف هيكل عظمي على ١٠٠ مليار نسمة، ستحصل على بضعة أجزاء من ١٠ آلاف جزء من واحد في المائة، وهو ما يقارب حجم العيِّنة التي تستند إليها معرفتنا بالسرطان القديم، فيما يشبه اختبار رورشاخ Rorschach ذا البقع القليلة، والذي يمكنك اختيارُ قراءته بإحدى طريقتَين.

الفصل الرابع

غزو سارقي الجثث

في التاسع من أكتوبر ١٨٦٨م، ثمة مريضٌ تم تعريفُه بالأسلوب المشترك بين الروايات الروسية وتقارير الحالات الطبية باسم ريتشارد ج؛ أُدخِل إلى مستشفى ملبورن وتم تشخيصُه للإصابة بـ «الروماتيزم والوهن».[١] وبعبارة أخرى، فقد كان ضعيفًا، ويشعر بالألم في مفاصله وعضلاته. من المحتمَل أنه كان مصابًا بأيِّ نوع من الاعتلال تقريبًا. كانت توجَد تحت جلد صدره وبطنه نحو ثلاثين كتلةً «تتراوح في حجمها بين حبة الفول وبرتقالة صغيرة». كان هناك وَرَمان آخران؛ واحدٌ بين عظمَي كتفه والآخر على الجزء الداخلي من فخذه اليسرى فوق الركبة بنحو أربع بوصات. وخلال الأشهر الخمسة التالية، أُصيبَ الرجل بالهُزال، وبعد وفاته أُعِدَّت أنسجة من تلك الأورام لفحصها تحت المِجهر.

وصف الطبيب المقيم، توماس رامسدن أشوورث Ashworth، ما رآه كالتالي: «خلايا كبيرة وشفَّافة pellucid على نحوٍ جميل.» تمتلك سماتٍ مميزةً تركت انطباعًا عميقًا في ذهنه. وبسبب انتشار وعدوانية هذا السرطان، فقد استبدَّ به الفضولُ لفحص دم الرجل، ومن ثَم قام بسحْب عينةٍ منه. لقد اندهش لرؤية عدد من الخلايا العائمة بين كريات الدم الحمراء والبيضاء، والتي تبدو بالضبط مثل تلك الموجودة بداخل الأورام. كيف وصلت إلى هناك؟ لقد تم سحبُ عيِّنة الدم من وريدٍ في الساق السليمة، وليس من تلك المُصابة بوضوح بالسرطان.

---

[١] T. R. Ashworth, “A Case of Cancer in Which Cells Similar to those in the Tumours Were Seen in the Blood After Death,” Australian Medical Journal 14 (1869): 146–47.

لم تُحدَّد هُويَّة الوَرَم الخبيث، فلم يكُن الخبير الذي فحص هذا السرطان قد رأى واحدًا مثله قط. كان الأمر الأكثر أهميةً بالنسبة إلى تاريخ الطبِّ هو الملاحَظة النهائية في تقرير أشوورث: «إن حقيقةَ أن نشاهد في الدم خلايا متماثلةً مع خلايا السرطان نفسه قد تنزع إلى إلقاء بعض الضوء على طريقة نشوء الأورام المتعددة التي توجَد في الشخص نفسه.» لقد أخذ في اعتباره احتمال أن تكون الأورام قد نشأت عفويًّا في الدم، سواء قبل الوفاة أو بعدها. كان كثيرٌ من الأطباء يعتقدون أن السرطان ينتشر عن طريق إفراز «عصائر مرضية» morbid juices.[٢] لكن أشوورث اقترح فرضيةً أكثر أصالةً؛ أن الخلايا السرطانية نفسَها قد وجدت طريقها إلى مجرى الدم، ومن ثَم زرع نفسها في أماكن بعيدة. «ثمة شيءٌ واحدٌ مؤكد، وهو أنها إذا كانت آتيةً من بنية سرطانية موجودة بالفعل، فلا بدَّ أنها مرَّت عبر القسم الأكبر من الدورة الدموية.» أيْ من الساق المعتلَّة إلى الساق السليمة، حيث كانت على استعدادٍ للنمو.

---

[٢] L. Weiss, “Concepts of Metastasis,” Cancer and Metastasis Reviews 19 (2000): 219–34.

وهي الجزء الثالث من سلسلة أطول:

“Metastasis of Cancer: A Conceptual History from Antiquity to the 1990s,” 193–400.

وقد رجعتُ أيضًا إلى مقالتَين أخريَيْن من تأليف وايس في العدد نفسه:

“Observations on the Antiquity of Cancer and Metastasis” (193–204) and “Early Concepts of Cancer” (205–17).

وتشمل المصادر الأخرى عن تاريخ الفكرة الخلوية للسرطان:

James Stuart Olson, The History of Cancer: An Annotated Bibliography (New York: Greenwood Press, 1989); Erwin H. Ackerknecht, “Historical Notes on Cancer,” Medical History 2, no. 2 (April 1958): 114–19; Margaret M. Olszewski, “Concepts of Cancer from Antiquity to the Nineteenth Century,” University of Toronto Medical Journal 87, no. 3 (May 2010); and W. I. B. Onuigbo, “The Paradox of Virchow’s Views on Cancer Metastasis,” Bulletin of the History of Medicine 34 (1962): 444–49.

ثمة مصدرٌ آخر هو:

Jacob Wolff, The Science of Cancerous Disease from Earliest Times to the Present, first published in 1907.

وقد تُرجم عن الألمانية من قِبَل بربارة أيوب Ayoub، وأُعيدَ طبعُه في العام ١٩٨٩م من قِبَل Science History Publications، وNational Library of Medicine.

لم يحدث إلا في القرن التاسع عشر أن تمكَّن الأطباءُ من فهم السرطان كمرضٍ ينطوي على خلايا شاذة. لقد أشار أبقراط إلى «عِلَل متنقِّلة»[٣] ترتحل عبر أجزاء الجسم، لكنه عزَا السرطان وغيره من الاضطرابات إلى وجود خلل في أخلاط humors الجسم الأربعة؛ الدم، والبلغم phlegm، والصفراء yellow bile، والسوداء black bile، والتي تتناغم كونيًّا مع الهواء والماء والنار والتراب، ومع الصفات الأساسية؛ وهي الحار، والجاف، والرطب، والبارد. كانت تلك هي المفصلات التي قسم على أساسها العالم. وإذا تم إنتاجُها بكميات مفرطة، فإن السوداء (وتُسمَّى أيضًا melan cholo) تتخثَّر مكوِّنةً أورامًا، وهي فكرة حَمَلها غالينوس[٤] خلال العصور الوسطى.

خُفِّفت هذه القبضة المفاهيمية الخانقة في القرن السابع عشر عندما رأى رينيه ديكارت Descartes وجود ارتباط[٥] بين الجهاز اللمفاوي، الذي كان قد اكتُشفت أخيرًا، وبين السرطان. مثَّل هذا تقدُّمًا عظيمًا؛ فاللمف lymph، على عكس السوداء، كان شيئًا موجودًا بالفعل ويمكن ملاحظته، لكنْ كان لا يزال أمام الأطباء كدح طويل. وعندما انحرفوا في الاتجاه الخاطئ، بدأ الأطباء وضع فرضيات مفادُها أن الأورام تتألف من اللمف الفاسد، وهو ما لا يمثل تقدُّمًا كبيرًا على فكرة السوداء المتخثِّرة. أمَّا الجرَّاح الباريسي[٦] هنري فرانسوا لو دران le Dran، فقد اقترب أكثر من وجهة النظر الحديثة؛ إذ افترض في العام ١٧٥٧م أن السرطان يبدأ في موضع محدَّد، وأنه ليس مجرَّد توعُّك عام يُصيب الجسم، ومن ثَم ينتقل بصورةٍ ما عبر القنوات اللمفاوية والدم، وينتهي أحيانًا في الرئتين. كان تطوُّر هذه الفكرة بطيئًا، وفي وقتٍ لاحق، ظُنَّ أن النقائل metastases تنتقل عن طريق «تهيُّجات» ترتحل بطول جدران الأوعية اللمفاوية.[٧] وقد قِيلَ حتى إن الجهاز العصبي[٨] مكتنفٌ في العملية؛ حيث يقوم بإرسال إشارات إلى مواقع قاصية، ما

---

٣ "Weiss, "Early Concepts of Cancer.

٤ "Ackerknecht, "Historical Notes.

٥ "Ackerknecht, "Historical Notes.

٦ "Weiss, "Concepts of Metastasis.

٧ "Weiss, "Concepts of Metastasis.

٨ "Weiss, "Concepts of Metastasis.

يسبِّب تكوُّن نفس النوع من الأورام. وعن طريق تشبيه السرطان بالجُذام leprosy وداء الفيل elephantiasis،[٩] كان بعضُ العلماء على يقينٍ من أنه ينتشر أيضًا من جسمٍ إلى جسم؛ أيْ إنه مرضٌ مُعْدٍ.

وبحلول أوائل القرن التاسع عشر، لاحظ الأطباءُ أن «عصير السرطان»[١٠] المستخرَج من الأورام يتألف من أشكال كُروية بالغة الصغر. لكن مَيْز resolution مجاهرهم لم يكُن حادًّا بما يكفي[١١] لإظهار أنهم كانوا يشاهدون في الحقيقة خلايا بيولوجية. وبفضل التحسينات التي أُدخلت على العدسات البصرية، تمكَّن يوهان مولر Müller، وهو فيزيولوجي ألماني، من تحقيق نقلة حاسمة؛ ففي كتابٍ صدر في العام ١٨٣٨م،[١٢] حمل عنوان «عن طبيعة السرطان وخصائصه البنيوية، وعن تلك الأورام المَرَضيَّة التي قد يحدث الخلطُ بينها وبينه»، وضع ما يقترب من كونه نظريةً خلويةً للسرطان. لقد رأى بِمِجهره أن الوَرَم يتكون من خلايا، لكنه ظنَّ أنها لم تكُن ناشئةً عن خلايا أخرى، بل عن سائل بدائي يُسمَّى المأرمة blastema،[١٣] والذي يتدفَّق في جميع أنحاء الجسم. ومثل زملائه، لم يتمكن مولر من التخلُّص من الصورة المُغرية للأورام باعتبارها ضربًا من الخثرات clot.

---

٩ Ackerknecht, “Historical Notes”.

١٠ Ackerknecht, “Historical Notes”.

١١ Wolff, Science of Cancerous Disease, 101–3.

١٢ هناك ترجمة إنجليزية من قِبَل تشارلز ويست بعنوان:

Charles West, On the Nature and Structural Characteristics of Cancer, and those Morbid Growths which May Be Confounded with It (London: Sherwood, Gilbert, and Piper, 1840).

للاطِّلاع على ملخَّص له، انظر:

Johannes Müller, “On the Nature and Structural Characteristics of Cancer: General Observations on the Minute Structure of Morbid Growths,” CA: A Cancer Journal for Clinicians 23, no. 5 (December 30, 2008): 307–12.

١٣ هناك ملخَّص لأفكار مولر في المرجع التالي:

Wolff, Science of Cancerous Disease, 108; and Olszewski, “Concepts of Cancer”.

وقد قام بالخطوة التالية تلميذ لمولر، وهو رودولف فيرخوف Virchow،[١٤] والذي آمن بالقول المأثور: Omnis cellula e cellula؛ تنشأ جميع الخلايا عن خلايا أخرى، بما في ذلك تلك السرطانية، غير أنه تعثَّر عندما وصل إلى تفسير كيفية انتشار السرطان عبر الأوعية. فكر فيرخوف بعناية في احتمال أن العملية قد تنطوي على ضرب من «انتثار dissemination خلايا[١٥] من الأورام نفسها»، لكنه كان أكثر تقبُّلًا لفكرة حدوث النقائل عن طريق «نقل العصائر». ظنَّ فيرخوف أيضًا أن جميع أنواع السرطان تنشأ من النسيج الضام connective tissue،[١٦] والذي نعرف الآن أنه غير صحيح إلا بالنسبة إلى الساركومات، والتي تمثل نسبةً صغيرةً من الأورام. وقد ساعد الجرَّاح الألماني كارل تيرش Thiersch في دحض هذه الفكرة[١٧] في ستينيات القرن التاسع عشر، حيث أظهر أن السرطانة تنشأ من الخلايا الظهارية. وللمُضي قُدُمًا، عرَض أدلةً مُختبَريةً على أن الوَرَم ينتشر عن طريق طرح خلاياه الخاصة، والتي ترتحل إلى أماكن أخرى. كان تيرش هو مصدر واحدة من أكثر الملاحظات التي صادفتُها إحباطًا حول السرطان: «إن السرطان مُتعذِّر البُرء incurable[١٨] لأنه لا يمكن علاجُه؛ ويتمثل السبب في أننا لا نستطيع علاجه في أنه مرضٌ مُتعذِّر البُرء؛ لذلك، لو اتُّفق على تمكُّن المرء من علاجه، فلا بدَّ أنه لم يكُن هناك سرطان أصلًا.»

وفي معرض محاولتي لتتبُّع تدفُّق الأفكار التي أدَّت إلى ظهور النظرية الحديثة، أدهشني مدى صعوبة استخلاص الخبايا الدقيقة لما كان يعتقده أيُّ شخص بعينه، ما دام لم يعد متاحًا للإجابة على الأسئلة. بَدَا لي مستغرَبًا أنْ فكَّر الأطباءُ في السرطان باعتباره استعدادًا خبيثًا من جانب الجسم كله بدلًا من مرضٍ موضعي. غير أن السرطان كثيرًا ما لم يكُن يُلاحَظ إلا بعد أن يُظهر نفسه للقاصي والداني. تبدو فكرة العصائر المَرَضيَّة مستغرَبةً وغير مستنيرة، لكنها كانت تنطوي على سؤال حقيقي حول كيفية تمكُّن الخلايا السرطانية، خلال رحلاتها عبر مجرى الدم، من حشر نفسها عبر الشعيرات الدموية الصغيرة في الرئتين.

---

١٤ Ackerknecht, “Historical Notes”.

١٥ Onuigbo, “The Paradox of Virchow’s Views”.

١٦ Ackerknecht, “Historical Notes”.

١٧ Ackerknecht, “Historical Notes”.

١٨ مذكورة في: Weiss, “Early Concepts of Cancer”.

لا يزال الجواب غير واضح تمامًا حتى اليوم.[١٩] وكما هي الحال دائمًا في مجال العلوم، فقد كان الناس يتلاعبون بالأفكار، بل وأكثر من واحدة في الوقت نفسه. ظهرت تيارات من الفرضيات من قِبَل مئات العلماء خلال مشاركتهم في ذلك النقاش البطيء. كان بديل التلخيص، والتنظيم، وإغفال الأسماء هو الغطس بمثل العمق الذي غاص إليه الطبيب الألماني ياكوب فولف Wolff. كانت أطروحته الهائلة الحجم، والمفصَّلة بشكل متقن «علم الأمراض السرطانية منذ الأزمنة الغابرة حتى الوقت الحاضر»، قد نُشرت في أربعة مجلدات بدايةً من العام ١٩٠٧م، وتضمُّ بين دفتَيها ٣٩١٤ صفحة.[٢٠] وتشير مقدمة المجلَّد الأول، وهي الجزء الوحيد المُتاح باللغة الإنجليزية، إلى أن القارئ «قد يرغب أو لا يرغب في مقارنة[٢١] هذا العمل بحجم كتاب التاريخ الطبيعي لمؤلِّفه بليني Pliny». مَن يدري ما هي الدُّرر النفيسة التي تقبع منسيةً هناك؟

وبحلول الوقت الذي رأى فيه توماس أشوورث ما بَدَا أنه خلايا سرطانية جائلة في الدم، كانت النظرية الحديثة للنقائل تترسخ في مكانها. أمَّا ما اكتُشف لاحقًا فهو أن تلك الخلايا المهاجرة لا تحطُّ رحالها في أيِّ مكان فحسب. وبعد دراسة مئات من حالات سرطان الثدي المميتة، لاحظ الجرَّاح الإنجليزي ستيفن باجيت Paget، في عام ١٨٨٩م، أن الأورام الخبيثة عادةً ما ترتحل إلى الكبد على الرغم من أنها كان يمكن أن تصل بنفس السهولة إلى الطِّحال.

لم يكُن انتشار النقائل، على ما يبدو، حدثًا عشوائيًّا تمامًا، والذي يُتفَق فيه أن تُحاصَر خلية سرطانية بفعل تضيُّق الشعيرات الدموية أو أيِّ انسدادات أخرى، ومن ثَم تبدأ في النمو. إنها تتطلب البيئة المناسبة. وقد تذكَّر كيفية تكاثر النباتات على ظهر الريح، وكما لاحظ: «عندما يوشك النبات على طرح البذور،[٢٢] فإن بذوره تُحمَل في جميع

---

[١٩] Robert A. Weinberg, the Biology of Cancer (New York: Garland Science, 2007), 593–94.

[٢٠] Wolff, Science of Cancerous Disease, ix.

[٢١] كتب المقدِّمة المؤرِّخ الطبي شاول جارشو Jarcho.

[٢٢] S. Paget, “The Distribution of Secondary Growths in Cancer of the Breast,” Lancet 133, no. 3421 (1889): 571–73.

وقد نشرت في:

“Stephen Paget’s Paper Reproduced from The Lancet, 1889,” Cancer and Metastasis Reviews 8, no. 2 (1989): 98–101.

الاتجاهات، لكنها لا تستطيع أن تعيش وأن تنمو إلا إذا وقعت على التربة الملائمة.» وقد أصبح هذا معروفًا باسم نظرية البذور والتربة للنقائل، ومفادُها أن الأنواع المختلفة من بذور السرطان تفضِّل أنسجةً مختلفةً من الجسم.

وعلى الرغم من نفاذ بصيرة باجيت، فقد استمرَّ الاعتقاد بأن الأمر لا يزيد غموضًا عن أن تصميم الأوعية الدموية هو الذي يحدِّد موضع انتشار السرطان. من الواضح أن الخصائص الميكانيكية تمثل عاملًا مهمًّا، فهناك سبيل وريدي مباشر من القولون إلى الكبد، والكبد هو الموقع الأكثر شيوعًا لاستقرار نقائل سرطان القولون. حتى لو لم تقُم أنسجة الكبد بتوفير ظروف خصبة على وجه الخصوص، فسرعان ما سيجري إغراقُها[٢٣] بعدد هائل من الخلايا الخبيثة إلى درجة أن عددًا قليلًا منها قد تُتاح له الفرصة للنمو والازدهار. غير أن النقائل الأخرى يصعب تفسيرها؛ فكثيرًا ما تتوجَّه خلايا سرطان المثانة إلى الدماغ مباشرةً.[٢٤]

وكما أشارت إليه ملاحظات باجيت، فلا بدَّ أن تنطويَ تلك العمليةُ على أكثر من مجرَّد القُرب proximity والحظِّ المحض. في العام ١٩٨٠م أثبت إيان هارت Hart وأشعيا فيدلر Fidler[٢٥] صحةَ ذلك بواسطة تجربة كلاسيكية أُجرِيَت على فئران المُختبَر. طعَّمَا أولًا graft شُدفًا من أعضاء مختلفة — الكُلى والمِبيَض والرئة — تحت جلد تلك الحيوانات أو داخل أليافها العضلية وانتَظرَا إلى أن تنبت الشعيرات الدموية، بحيث تربط الأنسجة الغريبة بمجرى الدم. وبمجرَّد أن ترسخَّت الطُّعوم في مكانها، حتى حقَنَا الفئران بخلايا الوَرَم الميلانيني التي وُسمت بالنظائر المشعَّة بحيث يمكن تتبُّع مساراتها عبر أنحاء الجسم. وعلى الرغم من أن الخلايا الخبيثة كانت لديها نسبة احتمال متساوية للوصول إلى أيٍّ من المواقع الثلاثة، فلم تنشأ السرطانات إلا في أنسجة الرئة والمِبيَض.

---

٢٣ Weinberg, Biology of Cancer, 636.

٢٤ "Metastatic Brain Tumor," published online by the National Library of Medicine, Med-line Plus website.

٢٥ "Role of Organ Selectivity in the Determination of Metastatic Patterns of the B16 Melanoma," Cancer Research 40 (1980): 2281–87.

انظر أيضًا:

Isaiah J. Fidler, "The Pathogenesis of Cancer Metastasis: The 'Seed and Soil' Hypothesis Revisited," Nature Reviews Cancer 3, no. 6 (June 2003): 453–58.

ثمة مقطع للفيديو، عثرتُ عليه مصادفةً،[٢٦] جعل هذه الرحلات الغامضة تبدو أقلَّ تجريدًا بقليل. تحت عدسة المِجهَر، كانت حافة الوَرَم تشبه مستعمَرةً من الحشرات الضئيلة الحجم، وهي الخلايا السرطانية التي لا تهدأ. كنت أعرف أنني أشاهد عمليةً عشوائيةً طائشة، غير أنه كان من المستحيل ألَّا أعزوَ النوايا وحتى المشاعر إلى تلك الشياطين الصغيرة، والتي يتجرأ بعضُها بحذر على الابتعاد مسافةً قصيرةً عن موطنها. وبسبب تخوُّفها من غرابة المشهد، يتراجع معظمُها بسرعة إلى السلامة المتمثلة في العَيش مع القطيع. بيد أنه في بعض الأحيان، تشقُّ بعض الخلايا التي تتميز بشجاعةٍ خاصةٍ طريقَها زحفًا نحو الأوعية الدموية. تكون احتمالات وصولها إلى مواقع بعيدة للغاية قاتمة. وعندما تنفصل تمامًا عن ركيزتها، تُصاب الخلايا السويَّة بالذُّعر وتشرع في روتين من الانتحار المُبرمَج مسبقًا. تُسمَّى هذه العملية أنويكيس anoikis،[٢٧] وهي مشتقَّة من كلمة يونانية بمعنى «متشرِّد». يبدو أن بعض الخلايا السرطانية تطوِّر القدرة على التغلُّب على هذه الوحدة القاتلة، غير أنه عندما تتمكن في نهاية المطاف من الوصول إلى أحد الأوعية الدموية، فإن معظمها يموت على الفور[٢٨] في نهر الدم، حيث تتحطم عند الارتطام بجدار الوعاء الدموي، أو تنسحق حتى الموت في المضيق الذي يتعذَّر اجتيازُه، أو يجري استدعاؤها ومن ثَم قتلُها من قِبَل الخلايا المناعيَّة المتسلطة. يمثل هذا قدرًا هائلًا من المخاطر. لقد تبادر إلى ذهني فيلم «رحلة رائعة» Fantastic Voyage، والذي يواجه فيه فريقٌ صغيرٌ من الأطباء، في غواصة منكمشة، خطرًا تلوَ الآخر خلال استكشافهم لمجرى الدم البشري. وفكَّرت في الجهود المُضنية التي بذلها علماء البيولوجيا التجريبية للحفاظ على الخلايا على

---

[٢٦] "Overview of Metastasis," published online by CancerQuest, Winship Cancer Institute website, Emory University.

[٢٧] Lance A. Liotta and Elise Kohn, "Anoikis: Cancer and the Homeless Cell," Nature 430, no. 7003 (August 26, 2004): 973–74.

[٢٨] لتقرير رائع عن دقائق عملية بثِّ النقائل، انظر: Weinberg, Biology of Cancer, chapter 14. وقد رجعتُ أيضًا للمقال التالي:

Ann F. Chambers, Alan C. Groom, and Ian C. MacDonald, "Metastasis: Dissemination and Growth of Cancer Cells in Metastatic Sites," Nature Reviews Cancer 2, no. 8 (August 1, 2002): 563–72; and Christine L. Chaffer and Robert A. Weinberg, "A Perspective on Cancer Cell Metastasis," Science 331, no. 6024 (March 25, 2011): 1559–64.

قيد الحياة في أطباق بتري petri dishes. تشير بعض الأبحاث إلى أن الخلايا السرطانية السابحة يمكنها أن تحيط نفسها بكتيبة من الصفيحات الدموية platelets (وهي الخلايا المخثِّرة للدم)، لحمايتها خلال الرحلة. أو إذا عَلِقَت داخل الشعيرات الدموية، فقد تتمكن بعضُ الخلايا السرطانية من التخلِّي عمَّا يكفي من السيتوبلازم[٢٩] (الهيولى: cytoplasm) لكي تقلِّص حجمَها حتى تتمكن من المرور.

وأيًّا كانت الطريقة التي تنجو بها من الرحلة، فلا يزال يجب عليها أن تجد لها مكانًا ترسو فيه عند المَصَب. وهنا، مرةً أخرى، سيهلك معظمُها. وفي تجارب أخرى على الخلايا السرطانية الموسومة بالإشعاع، وجد الباحثون أنه بعد ٢٤ ساعة،[٣٠] فإن ٠,١ في المائة فقط تظلُّ على قيد الحياة، كما أن منها ٠,٠١ في المائة ستواصل طريقها لتُكوِّن أورامًا. تبدو الاحتمالات مُطَمئنةً تقريبًا، لكنْ من بين جميع البذور التي يمكن لوَرَم أن يطرحها، فلا يحتاج الأمر سوى واحدة فقط لبدء سرطان آخر.

تمتلك الخلايا انتقائيةً شديدة الخصوصية حول المكان الذي تعيش فيه، إلى درجة أن العلم لا يزال يكافح لفهم النقائل السرطانية. كيف تقرِّر الخلايا الخبيثة وجهتها، وما الذي يُعتبر بالنسبة إليها تربةً مِضيافة؟ من المؤكَّد أن الأنسجة المماثلة لتلك الموجودة في الوَرَم الأصلي هي الأكثر مرغوبية، ومع ذلك فإن السرطان الذي يصيب أحدَ الثديَيْن[٣١] نادرًا ما ينتقل إلى الثدي الآخر. كما أن السرطان الذي يصيب إحدى الكليتَين لا ينتشر غالبًا إلى تلك المقابلة. ووفقًا لبعض النظريات، فإن الخلايا السرطانية المتجوِّلة عبر أروقة الدورة الدموية تبحث عن عنوان معيَّن؛ أيْ «رمز بريدي» جزيئي[٣٢] يحدِّد العضو الذي يُرجَّح أن تزدهر فيه. عادةً ما تكون الأورام السرطانية قادرةً على إعادة زرع نفسها، بدرجات متفاوتة من النجاح، في العديد من أنواع الأنسجة. وفي الصراع الداروينيِ داخل الوَرَم، قد تقوم السُّلالات lineages المختلفة بتطوير برامج وراثية محدَّدة، والتي تُعِدُّها

---

[٢٩] Weinberg, Biology of Cancer, 593–94.

وقد أورد تفسيرًا أقرب احتمالًا؛ وهو أن الخلايا السرطانية يمكنها تجنبُ شَرَك الشعيرات الدموية عن طريق المرور بدلًا من ذلك عبر التحويلات الشريانية–الوريدية.

[٣٠] للاطِّلاع على مراجعة للموضوع، انظر: Fidler, "Pathogenesis of Cancer Metastasis".

[٣١] Weinberg, Biology of Cancer, 636, sidebar 14.8.

[٣٢] Weinberg, Biology of Cancer, 637.

من أجل البقاء[٣٣] داخل الدماغ، أو — بدلًا من ذلك — لحياة جديدة في الرئتَين. قد يمهِّد الوَرَمُ الرئيسيُّ الطريقَ من خلال إفراز موادَّ كيميائيةٍ في الدم، تساعد على خلق عُش قبل نقيلي premetastatic niche[٣٤] في اتجاه مجرى الدم، وهو موضع أكثر ملاءمةً لنمو الذرية. هناك حتى تكهُّنات بأن تلك الخلايا الرحَّالة يمكنها جلبُ تُربتها الخاصة معها[٣٥] — أيْ خلايا سليمة من موطنها — والتي ستساعدها في عملية بناء المُستعمَرة.

وبمجرد وصول الخلايا السرطانية إلى مكانٍ واعد، تبدأ سلسلة جديدة كاملة من الأحداث، فهي تتبادل الإشارات مع المحليين[٣٦] — أيْ خلايا الأنسجة التي ستشرع في غزوها — طلبًا لمساعدتها في الرسوِّ على الشاطئ. وإذا لم يحدث التعاون سريعًا، فقد تظلُّ الخلايا المتطفِّلة كامنةً لمدَّة أعوام أو حتى عقود قبل أن تفيق من غفوتها. وعندما تتمكن أخيرًا من بناء أول مُستعمَرة لها، سينتقل بعضُها إلى مواقع أخرى، حتى إنها قد تعود إلى الوَرَم الأم من أجل المشاركة مجدَّدًا في المعركة الدائرة في الوطن.[٣٧] قد يساعد هذا البَذْر الذاتي في تفسير رجعة السرطانات التي يكون الجرَّاحون واثقين من أنهم استأصلوها بالكامل. إن انتشار النقائل — الذي قد يبدو كعملية فوضوية وعشوائية

---

[٣٣] Andy J. Minn, Joan Massagué, et al., "Genes that Mediate Breast Cancer Metastasis to Lung," Nature 436, no. 7050 (July 28, 2005): 518–24; and Paula D. Bos, J. Massagué, et al., "Genes that Mediate Breast Cancer Metastasis to the Brain," Nature 459, no. 7249 (June 18, 2009): 1005–9.

[٣٤] Rosandra N. Kaplan, Shahin Rafii, and David Lyden, "Preparing the 'Soil': The Premetastatic Niche," Cancer Research 66, no. 23 (December 1, 2006): 11089–93.

[٣٥] Dan G. Duda et al., "Malignant Cells Facilitate Lung Metastasis by Bringing their Own Soil," Proceedings of the National Academy of Sciences 107, no. 50 (December 14, 2010): 21677–82.

[٣٦] تم وصف العملية في المراجع العامة حول موضوع بثِّ النقائل، والمذكورة أعلاه.

[٣٧] Larry Norton and Joan Massagué, "Is Cancer a Disease of Self-seeding?" Nature Medicine 12, no. 8 (August 2006): 875–78; Mi-Young Kim, Joan Massagué, et al., "Tumor Self-seeding by Circulating Cancer Cells," Cell 139, no. 7 (December 24, 2009): 1315–26; and Elizabeth Comen, Larry Norton, and Joan Massagué, "Clinical Implications of Cancer Self-seeding," Nature Reviews Clinical Oncology 8, no. 6 (June 2011): 369–77.

تطرح فيها الأورام خلاياها في مجرى الدم طوعًا أو كرهًا — قد تبيَّن أنه دقيقٌ بإتقانٍ وعلى نحوٍ مُرعب.

وبالإضافة إلى الدم، هناك مسار آخر يمكن للبذور اتباعه؛ من الوَرَم عبر الأوعية اللمفاوية، مع تعريف نفسها، كما فعلت مع نانسي، عندما تبدأ في التجمع داخل عُقدة لمفاوية lymph node. لا أتذكَّر أنني درستُ الجهاز اللمفاوي في المدرسة، هذه المنظومة البدائية من المجارير الشبيهة بالحشرات. ولكونها قاسيةَ القلب، فهي تقوم بتراخٍ بنزح نفايات مائية صافية من الشقوق الموجودة بين الخلايا، وهي النفايات التي تجري تصفيتُها على طول الطريق بواسطة العُقد اللمفاوية. ومن خلال دفعه وجذبه بفعل العضلات المنقبضة والضغوط التناضحية osmotic pressures، يشقُّ اللمف طريقه في نهاية المطاف إلى الدم المتدفق، حيث يتواصل مع الأوردة الموجودة في الرقبة والكتفين. لقد وجد التطورُ بطريقته الانتهازية استخدامًا آخر للقنوات اللمفاوية؛ وهو نقل الخلايا المناعيَّة التي يُطلَق عليها اسم الخلايا اللمفاوية lymphocytes، والتي تتجمع في العُقد اللمفاوية، وتتكاثر أعدادُها سريعًا عندما تواجهها أنسجة غريبة؛ البكتيريا، والفيروسات، والخلايا السرطانية، وهي الأعداء التي يجب عليها تدميرُها.

تكتسب الخلايا الخبيثة منفذًا إلى مجرى الدم عندما يكتسب الوَرَمُ القدرةَ على بدء عملية تولُّد الأوعية angiogenesis؛[٣٨] أيْ إنماء أوعيته الدموية الخاصة. وقد تتعلم الأورامُ أيضًا تحريضَ عملية تولُّد الأوعية اللمفاوية lymphangiogenesis، ومن ثَم بناء وصلات إلى الجهاز اللمفاوي،[٣٩] حتى إنها قد ترسل إشاراتٍ إلى عُقدة لمفاوية قريبة،[٤٠] فتأمرها بإنشاء عدد أكبر من الأوعية اللمفاوية، وذلك لاستيعاب الغزو الوشيك. وبالتالي، يكون الجهاز اللمفاوي — وهو المكوِّن الرئيسي للدفاعات المناعيَّة للجسم — قد جرى تحييدُه.

---

٣٨ J. Folkman et al., "Isolation of a Tumor Factor Responsible for Angiogenesis," The Journal of Experimental Medicine 133, no. 2 (February 1, 1971): 275–88.

٣٩ Viviane Mumprecht and Michael Detmar, "Lymphangiogenesis and Cancer Metastasis," Journal of Cellular and Molecular Medicine 13, no. 8A (August 2009): 1405–16.

٤٠ Satoshi Hirakawa et al., "VEGF-C-induced Lymphangiogenesis in Sentinel Lymph Nodes Promotes Tumor Metastasis to Distant Sites," Blood 109, no. 3 (February 1, 2007): 1010–17.

تتمثل أولى العلامات في وَرَم — أو كتلة — تنمو بداخل إحدى العُقد اللمفاوية، وهي الحاجز الذي يتمثل الغرض الأساسي منه في صدِّ مثل هذه الهجمات. يبدو أن هذا هو ما حدث مع نانسي؛ ولهذا السبب جلسنا، فيما كان يمكن اعتبارُه يومًا خريفيًّا رائعًا، في إحدى العيادات بالمركز الجامعي للسرطان في ألبوكيركي.

وعلى الرغم من جميع عمليات المسح الضوئي العالية التقنية والفحوص المخبرية، فقد جرى تأكيد الطبيعة الدقيقة للنقائل في جسدها بواسطة إجراء يشبه ممارسات القرون الوسطى في همجيته؛ وهو كَشط بطانة الرحم endometrial curettage، وهو تقشير بطانة الرحم، من دون مخدِّر في هذه الحالة، لأغراض التمحيص الباثولوجي. ولمساعدتها في تحمُّل الألم، فقد أُعطِيَت خافضًا للِّسان لتعضَّ عليه بأسنانها. بعد كل الانتظار، كان لا بدَّ من تنفيذ الإجراء بصورة متسرعة. كان قد جرى تحويلُنا إلى جرَّاح للأورام النسائية، وهو متخصِّص بين المتخصِّصين ونجم صاعد في مجال عمله، كان سيغادر في اليوم التالي لمدَّة أسبوعَين، ولتحديد موعد الجراحة في أسرع وقت ممكن، كان لا بدَّ أن تكون الفحوص المخبرية جاهزةً عند عودته. جاءت النتائج مؤكِّدةً لما كان الجميع الآن يشتبهون به؛ كانت خلايا الرحم تُشبه تلك التي عُثر عليها في العُقدة اللمفاوية للمنطقة الأربية groin اليمنى من ساقها.

وعلى مقياس الأهوال الطبية، كانت معرفة أنها مصابة بسرطان الرحم قد تمثل أخبارًا جيدةً نسبيًّا (كان هذا مقدار ما وصلت إليه حياتُها من تدهور بحلول ذلك الوقت). تكون الغالبية العظمى من الحالات من نوع السرطانة الشبيهة ببطانة الرحم endometrioid adenocarcinomas، وهي سرطان يصيب الخلايا الظهارية للأنسجة الغُديَّة. وعلى عكس سرطان المِبيض، فعادةً ما تُلاحَظ في مرحلة مبكرة، كما أن معدَّل البقاء على قيد الحياة لمدَّة خمس سنوات قد يصل إلى ٩٠ في المائة[٤١] إذا لم يتجاوز الوَرَمُ الخبيثُ نطاقَ بطانة الرحم. فإذا حدث ذلك، تكون الاحتمالات أقل. عندما تمتدُّ النقائل إلى أقرب عُقدة لمفاوية (أي العُقد الخافرة sentinel nodes، كما يُطلَق عليها، لأنها تمثل خطَّ الدفاع الأول ضدَّ الخلايا الجانحة)، فإن احتمال البقاء على قيد الحياة قد ينخفض إلى ٤٥ في المائة. أمَّا إذا كان السرطان قد تقدَّم حتى بلغ العُقدة الأربية،

[٤١] "Endometrial (Uterine) Cancer: Survival by Stage" and "How Is Endometrial Cancer Staged?" Both are on the American Cancer Society website, last revised July 25, 2012.

كما فعل في حالة نانسي، فستنخفض النسبة إلى ١٥ في المائة. غير أن تلك الأرقام لا تمثل سوى القِيَم المتوسطة. بعث شبابُ نانسي أملًا في تحقيق نتائج أفضل من المعتاد؛ فقد كانت قويةً ويمكنها تحمُّل نظام علاجي — حيث «النظام» regime هو الكلمة المناسبة بالضبط — يماثل في عدوانيته السرطان على الأقل؛ جولات متعددة من المعالجة الكيميائية المقزِّزة، يليها الإشعاع الحارق. بيد أن الجراحة ستأتي أولًا متمثلةً، بطبيعة الحال، في استئصال الرحم hysterectomy، وإزالة «تشريح» الغُدد اللمفاوية المُشتبَه فيها. كذلك فإن الجراحة تكون استكشافيةً بهدف تحديد واستئصال أيِّ أنسجة أخرى قد يكون السرطان غزاها.

تقرَّر إجراءُ العملية في أوائل نوفمبر، وهو ما زالت تفصلنا عنه أسابيع. كان لدينا كل هذا الوقت لتخيُّل الخلايا وهي تواصل التكاثر، ومن ثَم تجريب توليفات جديدة من الطفرات. ذهبنا إلى مُحامٍ لإعداد وصايا الأحياء living will والتوكيلات الطبية اللازمة. وقد طار الأخ الأصغر لنانسي من الساحل الشرقي لكي يكون معنا. وفي إحدى الليالي، وقبل وقت قصير من الجراحة، كنا نجلس معًا في أحد المطاعم التايلاندية (كم غريبة هي التفاصيل التي يتذكرها المرء)، ونتظاهر بأننا مستمتعون بالعشاء. وخلال تناول الوجبة، ذكرَت نانسي أنها لاحظَت في ذلك اليوم وجود تورُّم في العُقدة الأربية لساقها اليسرى، وهي السليمة. عندما أتذكر ذلك الآن، تخطر على ذهني تلك الدراسة التي كتبها توماس أشوورث في العام ١٨٦٨م؛ كان هناك شيءٌ واحدٌ مؤكَّد. من خلال الانتقال عبر جهازها اللمفاوي، كانت الخلايا السرطانية قد وصلَت إلى الجانب الآخر من جسدها، وأنها وجدت هناك تُربةً مِضيافة.

وخلال دراستي للنقائل، فكرت في السنوات التي مرَّت قبل إصابتها بالسرطان، عندما عملتُ أنا ونانسي بكل اجتهاد على تحويل بقعة من الأعشاب الضارة الجافة تتناثر فيها النفايات — أي الفِناء الخلفي لمنزلنا — إلى حديقة جافة،[٤٢*] وليس حديقة صخرية (zeroscape) — مثل تلك التكوينات الغريبة من الحصى والصبار التي يراها المرء في

[٤٢*] الحدائق الجافة أو البستنة الجافة Xeriscaping: هو مصطلح يشير إلى تصميم الحدائق بطريقة تقلِّل أو تلغي الحاجة إلى مياه الري. وهو مُشتقٌّ من كلمة xeros، والتي تعني باليونانية «جاف». يُروَّج لهذه النباتات في المناطق التي لا تتوافر فيها مصادر مياه وبخاصة ذات الطبيعة الصحراوية التى تجعل التربة تستهلك الكثير من المياه. (المترجم)

فينيكس أو لاس فيغاس — بل شيءٌ أقرب إلى مروج المرتفعات الجافة. بدأنا بقطعة صغيرة واحدة، وعمدنا إلى تطهيرها من الأجمات ومن ثَم نثر حزمة من بذور الزهور البرية من نوع «جمال يفوق التصوُّر» Beauty Beyond Belief،[٤٣] وهو مزيجٌ يُوصَى بزراعته في شمال نيو مكسيكو.

كانت هناك بذورٌ لنباتات نجميَّة كولورادو Colorado aster، وحقول الذهب، والترمس العصاري arroyo lupine، والترمس الصحراوي، والقطيفة marigold الصحراوية، وخشخاش كاليفورنيا، والألوسن alyssum، وعينَي الرضيع الزرقاء، ونَفَس الرضيع، والمُخمَل، وسوزان السوداء العينين، والأندلسية candytuft، واللخنيس catchfly، وزهرة الحوض columbine، والردبكية coneflower الأرجوانية، والردبكية الصفراء، والبقية coreopsis، والقسموس cosmos، والأقحوان daisy الأفريقي، وأقحوان شاستا، والكتَّان flax الأزرق، والكتان القرمزي، وإكليل الجبل، والناعورة gaillardia، والعايق larkspur، والترمس الحولي، والقبعة المكسيكية، وبنسطمون penstemon جبال الروكي، والخشخاش المنثور corn poppy، وقرنفل ويليام الحلو، والمنثور الأصفر wallflower. نثرناها في التراب ومن ثَم تركنا الطبيعة تأخذ مجراها.

وعندما جاءت الأمطار، كان من الواضح أن كل ما كنا سنحصل عليه هو نباتات الكتَّان الأزرق، والردبكية، والقبعة المكسيكية، والتي غمرت الحديقة ووجدت لها على مرِّ السنين مواضعَ ملائمةً في جميع أنحاء أرضنا غير المنتظمة الشكل، والتي تبلغ مساحتها رُبع فدَّان. تزاوجت نباتات الردبكية الصفراء والقبعة المكسيكية، وكلتاهما من جنس النجميات Ratibida، لتشكيل نباتات هجينة لا تزال تظهر في كل موسم. وفي صباح كل يوم سبت، كنا نعود إلى المنزل من مشتل الزهور محمَّلَين بشتلات من الزهور البرية الجديدة لتجربتها. وعلى الرغم من جميع جهودنا، كان بعضُها يموت بعد فترة قصيرة من زرعها، لكن تلك التي تنجو كانت تطرح بذورها في الخريف. كانت الرياح تأتي، ثم الأمطار، وعندها كنا نجد بنسطمون جبال الروكي وبنسطمون ورق الصنوبر الأحمر في أماكن جديدة مثيرة للدهشة، كانت تنمو وتزدهر هناك بطريقة لم تكُن تفعلها مطلقًا عندما كنا نحن مَن يختار موضع نموِّها.

[٤٣] تغليف وتعبئة شركة BBB Seed، بولدر، كولورادو.

كانت بعض الزهور البرية التي تستوطن السفوح التي كنا نعيش فيها تزدهر بطول ممرات السير. ومع ذلك، فقد كانت زراعتها شِبهَ مستحيلة؛ كانت هناك الغشائية الفضيَّة Hymenoxys argentea بأوراقها الفضيَّة وزهورها الصفراء، ونباتات القبس القزمة Phlox nana التي تُعرف محليًّا باسم قَبس سانتافي، والتي تُزهر زهورًا بنفسجيةً صغيرة. لم يتمكَّن أحد المشاتل المحلية من استزراع سوى عدد قليل فحسب من تلك النباتات، ومن ثَم كانت هناك قائمة انتظار كل ربيع. استغرق الأمر سنواتٍ من التجربة والخطأ حتى وجدت نباتاتُ القبس أخيرًا موضعًا ملائمًا، تظلِّله شجرة صنوبر، حيث تكرَّمت بالنمو. درسَت نانسي علم البيولوجيا في الجامعة، وكانت تشرح لي كيف تبدأ أوراقُ الزهور البرية في التغيُّر عند طرفها في الشكل واللون تدريجيًّا، حتى تتفتح براعمُها في أحد الأيام، ولم يخطُر على بالي مطلقًا أن الخلايا الخضراء نفسها التي تشكِّل الورقة كانت تتمايز إلى بتلات petals ملوَّنة، تتبدل الجينات دخولًا وخروجًا، مسترشدةً بإشارات من ضوء الشمس، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وأيًّا كانت المحفِّزات التي تُخبر النبات بأن الوقت قد حان لكي يُزهر. من الممكن أن يحدث التمايز والنماء بسرعةٍ مذهلة.

أمَّا النباتات التي تتكيف بسهولة أكبر بكثير فهي الحشائش. بعد أول مطر صيفي شهدناه في سانتافي، فإن السجادة الخضراء المُزرقَّة التي رحَّبنا بوجودها باعتبارها غطاءً أرضيًّا من النباتات الواطنة، تحولت إلى شتلات من القضقاض kochia، وهو عضو من فصيلة رُكَب الجمل goosefoot التي نشأت في المناخ القاسي للسهوب الروسية. وعلى الرغم من كل جفافها، لا بدَّ أن نيومكسيكو تبدو لهذا النبات المهاجر كأنها جنةٌ استوائية. سرعان ما تُزهر هذه النباتات الصغيرة، متحولةً إلى حشائش طويلة قبيحة المنظر.

ثمة دخيل بغيض آخر من أوراسيا، وهو نبات لحية التيس الغربي western salsify، والذي ظننَّا في البداية أنه ليس أسوأ من مجرَّد صيغة أكبر من نباتات الهندباء الأمريكية American dandelion، لكننا تعلَّمنا الحقيقة سريعًا. في صباح أحد الأيام، كنُا نُري حدائقنا الوليدة لجارتنا فيفيان عندما رصدت واحدةً من هذه الأعشاب الضارة، والتي كان طولها يزيد على قدم واحدة، مع برعم يُشبه القرن ناتئ للخارج، والذي يوشك على التفتُّح إلى زهرة. زعقت فيفيان بصورة ميلودرامية واجتثته من جذوره، ونصحتنا بقتل كل واحد نجده منها. وكما علمنا سريعًا، فإن البتلات الصفراء الجميلة ستتحول، بين عشية وضحاها على ما يبدو، إلى سحابة من البذور الريشية البيضاء، وجميعُها قابلة للحياة بحيث يمكن لنبات لحية التيس الغربي أن ينتشر بسرعة في جميع أنحاء الحديقة،

هازمًا كلَّ منافسيه تقريبًا. وهو ينتشر بشراسة شديدة إلى درجة أننا تخيلناه، في جنح الليل، وهو يبصق أبواغه المُميتة spores في انفجارٍ عاصفٍ منفرد. فكَّرنا في قُرنات النباتات pods التي ظهرت في فيلم «غزو سارقي الجثث»،[٤٤*] وهي تهبط من نجم بعيد للسيطرة على الأرض. وبالتالي خلعنا على العشب الضار لقب «النبات الفضائي»، وتعلَّمت التعرُّف على شتلاته وتدميرها عندما يصل ارتفاعها بالكاد إلى نصف بوصة.

حدث ذلك قبل سنوات قليلة من وفاة فيفيان بسرطان المِبيَض. لقد صار انتشار الأعشاب الضارَّة مرتبطًا في ذهني بالنقائل، غير أن ذلك ربما كان استعارةً خاطئة؛ فالسرطان، كما أدرك باجيت منذ فترة طويلة، أكثر قدرةً على التمييز من حيث الطريقة التي ينتشر بها. ولكونها مُعَدَّة بدقة للحياة في نسيج معيَّن، فإن الخلية السرطانية النقيلية تمتلك عددًا أكبر من القواسم المشتركة مع تلك الزهور البرية الرقيقة حتى تجد مجثمها المختار، وبعد ذلك تكون أشبهَ بالقُرنات.

[٤٤*] Invasion of the Body Snatchers.

الفصل الخامس

مرض المعلومات

جاء أول تلميح إلى أن السرطان مرضٌ يتعلق بالمعلومات في أحد مُختبَرات جامعة تكساس، في أواخر عشرينيات القرن العشرين، حيث كان هيرمان ج. مولر Müller يُجري تجاربه على ذباب الفاكهة.[١] كان مولر يعمل وفق تقليد طويل بدأ مع مندل Mendel، الذي اكتشف في حديقته الملحقة بالدير[٢] أن بعض الصفات، مثل ألوان الزهور، تنتقل بين أجيال نباتات البازلاء وفقًا لأنماطٍ يمكن التنبؤُ بها. يتسم اللون الأرجواني بكونه عاملًا سائدًا، في حين أن البياض يمثل صفحةً متنحية. إذا ورث نبات البازلاء العامل الأرجواني من كلا النباتَين الوالدَين، فسوف تكون أزهاره أرجوانية، وتنطبق نفس القاعدة إذا كان كلا العاملَين الموروثَين ذا لونٍ أبيض. غير أنه إذا كان أحدهما أبيض والآخر أرجوانيًّا، فلن يمتزجا لصنع نبات الخزامى lavender. يتفوق الأرجواني على الأبيض بحيث يكون هو اللون الذي يظهر في الذُّريَّة. أمَّا الطريقة الحديثة لقول ذلك فهي أن هناك جِينًا للون الزهور — ثمة نواة مجهرية من المعلومات الوراثية — والذي يأتي في شكلَين. في حالة ذباب الفاكهة fruit flies، الذي يتوالد بسرعة كبيرة، يتكشَّف خلط هذه الصفات في صورة حركة سريعة إلى الأمام، وسواءٌ كانت العيون حمراء أم بيضاء، والشعيرات الهُلْب bristles مستقيمةً أم متشعبة، فإن هذه الصفات الوراثية، والتي تتسم بكونها منفصلةً

---

[١] H. J. Muller, “Artificial Transmutation of the Gene,” Science 66, no. 1699 (July 22, 1927): 84–87.

[٢] An English translation of Gregor Mendel’s landmark paper, “Experiments in Plant Hybridization” (1865), can be found online at MendelWeb.

بعضُها عن بعض بقدْر تميُّز الآحاد والأصفار في الشفرة الثنائية binary code، يمكن تتبُّعها وتخطيط مسارها خلال ارتحالها عبر خطِّ العائلة.

وكطالب، درس مولر كيف ينبثق عن العملية المندلية بعضُ النتائج غير المتوقعة في بعض الأحيان.

بعد أجيال عديدة، فإن الذباب الأصيل الأحمر العينين قد يُنتج عفويًّا نُسخًا طافرةً ذات عيون بيضاء، كما تظهر أنواعٌ أخرى من الطفرات أيضًا. كان هذا قبل وقت طويل من التعرُّف على الدنا DNA باعتباره مادة الجينات، ذلك الجزيء الحلزوني الشكل الذي يحمل المعلومات الوراثية في أبجدية ذات أربعة حروف، وهي النيوكليوتيدات التي تُعرف اختصارًا بالحروف G وC وA وT. وإذا تغيَّر حرفٌ منها، فقد يتشوه المعنى، ومن ثَم تُصبح الإشارة ضجيجًا أو يجري إسكاتُها تمامًا.

بيدَ أن هذا النوع من الوضوح[٣] لم يأتِ إلا بعد ذلك بعقود، مع اكتشافات أوزوالد آفري Avery في العام ١٩٤٤م، وألفريد هيرشي Hershey ومارثا تشيس Chase في العام ١٩٥٢م، وبعد ذلك بعام عندما قام جيمس واطسون Watson وفرانسيس كريك Crick معًا بصُنع نموذجهما البدائي للحلزون المُزدوِج double helix من الورق المقوَّى، والصفائح المعدنية، والأسلاك. وحتى ذلك الوقت، كانت مساهمة مولر هي إظهار أنه أيًّا

---

[٣] وُصِفت التجارب التي أجراها Avery, Hershey, and Chase، واكتُشف الحلزون المُزدوِج للدنا، في المرجع التالي:

Horace Freeland Judson's The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology, expanded ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996).

وتشمل أهم البحوث في هذا المضمار:

Oswald T. Avery, Colin M. MacLeod, and Maclyn McCarty, "Studies on the Chemical Nature of the Substance Inducing Transformation of Pneumococcal Types," The Journal of Experimental Medicine 79, no. 2 (February 1, 1944): 137–58; A. D. Hershey and M. Chase, "Independent Functions of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage," The Journal of General Physiology 36, no. 1 (May 1952): 39–56; and J. D. Watson and F. H. C. Crick, "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid," Nature 171 (1953): 737–38.

توجد نسخة مشروحة من ورقة واطسون وكريك على موقع الويب Exploratorium. انظر:

"Origins, Unwinding DNA, Life at Cold Spring Harbor Laboratory".

كانت المادة المكوِّنة للجينات وأيًّا كانت طريقة عملها، فلست مضطرًّا إلى انتظار حدوث الطفرات، فمن الممكن إنتاجُها حسب الرغبة عن طريق تعريض الذباب للأشعَّة السينية.

وفي معظم الأحيان، تؤدِّي الطفرات إلى إصابة الذباب بالعُقم أو قتله. وقد خمَّن مولر أن ذلك قد يفسِّر سبب كون الأشعَّة بمثل هذه الفعالية في تدمير الخلايا السرطانية السريعة الانقسام، وهي ضرب المعالجة الذي دخل حيز الاستخدام في الوقت نفسه تقريبًا الذي جرى فيه إنتاج الأشعَّة السينية لأول مرَّة[٤] في مُختبَر فيلهلم رونتغن Röntgen في العام ١٨٩٥م. ومع كل عملية للانقسام الخلوي، لا بدَّ من نسخ الجينات. يمكن للطاقة المتولدة من الأشعَّة السينية النافذة أن تدمِّر البنية المِجهريَّة؛ الأمر الذي يؤدِّي إلى طفرة مُميتة ومن ثَم إخراج تلك الخلية من اللعبة. هناك شيءٌ أعمق بكثير هنا، وهو معرفة أن الأشعَّة السينية التي استخدمها مولر يمكنها أيضًا خلق طافرات حيَّة living mutants؛ ذباب الفاكهة الأمهق albino، أو ذباب الفاكهة ذو الشعيرات المتشعبة أو الأجنحة المنكمشة. وقد أشار مولر إلى أن هذه القدرة على تغيير المادة الوراثية قد تفسر المفارقة: لماذا يمكن للأشعَّة التي تقتل السرطان أن تُسبِّب السرطان أيضًا، محولةً الخلايا الطبيعية إلى خلايا خبيثة. إن السرطان، هذا المرض العديم الشكل ظاهريًّا، هذا التوسُّع العشوائي للخلايا المهتاجة، قد يكون نتيجةً لطفرات جينية مُحكَمة.

كانت القرائن موجودة، لكنها ظلَّت بالكاد مرئية، منذ أوائل القرن العشرين عندما تساءل عالم البيولوجيا الألماني، تيودور بوفري Boveri، عن سبب امتلاك الخلايا السرطانية لكروموسومات صبغيات chromosomes غريبة المظهر.[٥] ربما، وفقًا لتخمين بوفري، تعرَّضت للتلف بطريقة أدَّت إلى توجيه ضربة قاضية لـ «العوامل»، أيًّا كانت

---

[٤] للاطِّلاع على ترجمة البحوث الأصلية، انظر:

W. C. Röntgen, "On a New Kind of Rays" (1895), republished in Wilhelm Conrad Röntgen, Sir George Gabriel Stokes, and Sir Joseph John Thomson, Röntgen Rays: Memoirs by Röntgen, Stokes, and J. J. Thomson (New York: Harper & Brothers, 1899), 3–13.

تشمل المجموعة أيضًا مراسلتَي رونتغن الثانية والثالثة. ومثل آل كوري، لم يكُن لديه ما يخشاه في ذلك الوقت بخصوص الإشعاعات المؤيَّنة، وبالتالي فقد وصف ما حدث عندما وجَّه الأشعَّة السينية إلى عينيه. (pp. 7 and 39–40).

[٥] للاطِّلاع على تأملات بوفري حول الخلايا السرطانية، انظر:

هُوِّيتها، التي كان من شأنها في الحالة الطبيعية أن تثبِّط النمو، ما يسمح للخلايا بأن «تتضاعف من دون ضابطٍ ولا رادع».[٦]

وعند نكوصها إلى حالةٍ أكثر بداءة، تتخلى الخلية السرطانية عن فرض الكفاية الذي يُوجِب عليها ألَّا تتناسخ سوى عندما «تتطلب ذلك احتياجات الكائن الحي بأكمله». وبالتالي، فإن ما كان عضوًا مسئولًا في منظَّمة يصبح مثلَ كائن وحيد الخلية يحركه هدفٌ واحد، والذي لا يهدف إلا، كما كتب بوفري، إلى إكثار نفسه بدافعٍ من الأنانية. وقبل نصف قرن من فكِّ شفرة الدنا، تجرَّأ حتى على القول بأن الخلية السرطانية تُصبح واطنة native؛ لأن «التدخلات الكيميائية والفيزيائية» تُتلف بعض آليَّات عملها الداخلية بدون قتل الخلية تمامًا. لقد كتب ذلك في العام ١٩١٤م. وبعد خمس سنوات، مستلهمين كتابات بوفري، وجد عالِمَا الوراثة، توماس هانت مورغان Morgan وكالفين ب. بريدجز Bridges، أنه «من المعقول على الأقل أن السرطان في الثدييات[٧] قد ينتُج عن طفرات جسدية متكررة في بعض الجينات».

تحدث عالِمٌ آخر عن السرطان باعتباره «نوعًا جديدًا من الخلايا»[٨] التي «تحدث فيها عملية متكررة دومًا من الطفرات، مع وجود نزعة، على أيِّ حال، للانحراف أكثر وأكثر عن النوع العادي». إن مدى اقترابهم من كبد الحقيقة لَهُو أمرٌ مثيرٌ للإعجاب بقدْر ما هو مُحبِط.

وكذلك فقد ظلَّت الأدلة تتراكم على أن النشاط الإشعاعي، مثل الأشعة السينية، يمكنه التسبُّب في حدوث الطفرات. ومنذ أيام روما القديمة، جرى التنقيب عن اليورانيوم

"Concerning the Origin of Malignant Tumours," a translation by Henry Harris of Boveri's Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren (1914), Journal of Cell Science 121 (January 1, 2008): 1–84.

وقد نُشرت الورقة ككتاب:

Theodor Boveri, Concerning the Origin of Malignant Tumours, 1st ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2007).

٦ Boveri, "Concerning the Origin".

٧ Volker Wunderlich, "Early References to the Mutational Origin of Cancer," International Journal of Epidemiology 36, no.1 (February 1, 2007): 246–47.

٨ Wunderlich, "Early References".

uranium واستخراجه من صخور تُسمَّى خَلْطَة القار pitchblende، وذلك لاستخدامه كصبغةٍ صفراء في صُنع الزجاج والسيراميك، ولم يتعرف أحدٌ على أكثر صفاته غرابةً حتى العام ١٨٩٦م، عندما اكتشف هنري بيكريل Becquerel،[٩] مصادفةً، أن أملاح اليورانيوم الملفوفة في ورق مُعتم أو المغلَّفة بالألومنيوم يمكنها تشويشُ ألواح التصوير الفوتوغرافي. لقد اعتقد في البداية أن تلك البلورات تمتصُّ أشعَّة الشمس ومن ثَم تُعيد بثَّ تلك الأشعَّة الثاقبة. أفكر في القُشعريرة التي لا بدَّ أنه شعر بها عندما أدرك أن اليورانيوم لم يكُن يمتصُّ الطاقة، بل يُنتجها ذلك الضوء غير المرئي والثاقب.

لم يزدَد الوضع إلا غرابةً عندما لاحظَت ماري كوري Curie[١٠] أن خَلْطَة القار تحتفظ بقوتها حتى بعد إزالة اليورانيوم. في الواقع أن الخام المتبقي كان أكثر إشعاعًا بكثير من اليورانيوم المُنقَّى نفسه. لا بدَّ أن هناك شيئًا آخر في الصخرة، والذي يتسم بكونه أكثر سخونة. تمكنت هي وزوجها، بيير، من عَزْل وتسمية عنصر مشع جديد، وهو البولونيوم polonium، على اسم بولندا، وهي وطنها الأم، لتكتشف أن الصخرة المتبقية كانت لا تزال مُشعَّةً للغاية. ثمة شيءٌ لا يزال مخفيًّا بداخلها، والذي كان يُطلِق هذه الأشعَّة العجيبة.

«بيير، ماذا لو كان العالَم يحتوي على نوع من المواد[١١] التي لم نكُن حتى نحلم بها قط؟ ماذا لو كانت هناك مادةٌ ليست خاملةً بل مفعمة بالحيوية؟» كانت هذه غرير

---

[٩] "On Radioactivity, a New Property of Matter," Nobel Lectures, Physics 1901–1921 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967), 52–70.

تتوافر هذه المحاضرة، التي أُلقيَت في ١١ ديسمبر ١٩٠٣م، على موقع جائزة نوبل الإلكتروني.

[١٠] جرى وصفُ تجارب آل كوري في محاضرة بيير كوري التي ألقاها يوم ٦ يونيو ١٩٠٥م، والمتوافرة على موقع جائزة نوبل الإلكتروني:

"Radioactive Substances, Especially Radium," in Nobel Lectures, Physics 1901–1921 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967).

انظر أيضًا:

Eve Curie, Madame Curie: A Biography, trans. Vincent Sheean (Garden City, NY: Doubleday, Doran & Co., 1937); and Barbara Goldsmith, Obsessive Genius: The Inner World of Marie Curie (New York: W. W. Norton, 2005).

[١١] رُشِّح الفيلم الذي كان بطولة كلٍّ من غرير غارسون ووالتر بيدجيون، للحصول على أوسكار أفضل فيلم للعام ١٩٤٤م، والتي فاز بها فيلم «كازابلانكا».

غارسون Garson، والتي مثَّلت دور كوري في فيلم «مدام كوري» الذي أُنتج في العام ١٩٤٣م، في مشهد تعليمي بقدْر ما هو ميلودرامي. وتحت سقيفة معرَّضة للتيارات الهوائية في جامعة باريس، تقوم ماري بغربلة أكوام من خَلْطَة القار ومن ثم استخراج أصغر ذرة مما أطلقت عليه اسم الراديوم. وفي أفضل جزء من الفيلم، تأتي هي وبيير إلى السقيفة ليلًا ليجداها تسطع بتوهُّج غريب. بيدَ أن القصة الحقيقية، من دون حشوٍ أو دراما، تتسم بكونها مؤثرةً بالقدْر نفسه. إليكم ما وصفته كوري في مذكراتها الخاصة: «كان التوجُّه إلى غرفة عملنا في الليل أحد مباهجنا،[١٢] وكنا حينئذٍ نلاحظ كل الجوانب والصور الظليَّة الخافتة الإضاءة للزجاجات أو الكبسولات التي تحتوي على مستحضراتنا. كان ذلك مشهدًا جميلًا حقًّا ومتجددًا دومًا بالنسبة إلينا. كانت الأنابيب المتوهِّجة تبدو كأضواء خافتة من وحي الخيال.» أمَّا ما كان يشاهده الزوجان كوري فهو غيوم الضوء contrails التي تُنتِجها الجُسيمات المشحونة التي تبثُّ شحناتها في الهواء، وهي المقابل البصري لدويٍّ صوتي.[١٣]

يُضيء الراديوم أيضًا عندما تسقط أشعَّته على مادة كيميائية ذات وميض فسفوري phosphorescent مثل كبريتيد الزنك، وبالتالي فقبل مُضيٍّ وقت طويل، كان يجري مزج المادتين لصُنع أقراص الساعات watch dials التي تتوهَّج في الظلام. مثَّل رسم الأرقام مهمةً شاقةً، فالمعلاق الموجود في الجزء العلوي من الرقم ٢ يترقَّق لإنتاج خطٍّ ضيِّق للأسفل، قبل أن تزداد سماكته مرةً أخرى لتشكيل خطِّ القاعدة. وكان رسم الأرقام ٣ و٦ و٨ ينطوي بدوره على الصعوبة نفسها. ولتنظيف أطراف الفُرَش والاحتفاظ بها مُدبَّبة، جرى تدريبُ العاملات على ترطيبها وتشكيلها بشفاههن وألسنتهن. وعلى افتراض أن الطلاء كان غير مؤذٍ، فإن بعض رسامات أقراص الساعات — اللاتي صرن يُعرَفن في التقارير الإخبارية باسم فتيات الراديوم — اعتدن استخدامها لتزيين أسنانهن، وأظافرهن، وحواجبهن.[١٤] لا بدَّ أن ذلك كان مناسبًا تمامًا كزينةٍ لعيد القدِّيسين؛ الهالووين Halloween.

---

[١٢] Marie Curie, Pierre Curie (With the Autobiographical Notes of Marie Curie), trans. Charlotte Kellogg (New York: Macmillan Co., 1923), 187.

[١٣] كان الزوجان كوري يريان، على وجه التحديد، إشعاع شيرينكوف Cherenkov radiation.

[١٤] للاطِّلاع على تقارير حول فتيات الراديوم، انظر:

ولكون الجسم يتعرف عليه بالخطأ على أنه كالسيوم، فقد اندمج الراديوم في عظامهن، حيث ظلَّ قابعًا هناك يبثُّ الإلكترونات العالية السرعة، وجُسيمات ألفَا alpha particles، وأشعَّة غامَا، مع قتل الخلايا أو تحويلها، ومن ثَم التسبُّب في حدوث بعض السرطانات النسائية في نهاية المطاف.

وهنا تظهر المفارقة مرةً أخرى؛ كانت كوري نفسها تروِّج لاستخدام الراديوم، مثل الأشعَّة السينية، كعلاج لتقليص حجم الأورام السرطانية، لكنه يتسبَّب هنا في ظهور أورام من الخلايا السليمة. وفي العام ١٩٢٧م، عندما تصدرت فتيات الراديوم عناوين الأخبار، نُشر بحث مولر، الذي خمَّن فيه أن القوة المُطفِرة mutagenic power للأشعَّة السينية قد تكون مسئولةً عن قدرتها على إحداث السرطان. وإذا كان الأمر كذلك، فالأمر نفسه قد ينطبق على الضوء الخرافي المنبعث عن الراديوم.

وقبل وقت طويل من الاشتباه في وجود أشعَّة غير مرئية، لاحظ الأطباء أدلةً على أن السرطان قد ينتُج أيضًا عن أشياء أكثر وضوحًا. ففي العام ١٧٧٥م، لاحظ جرَّاح لندني أن «ثآليل السخام» soot warts،[١٥] وهي القروح التي تظهر على أصفان scrotums مُنظفي المداخن، لم تكُن أمراضًا تناسليةً بل كانت أورامًا خبيثةً تنتُج، على ما يبدو، عندما يتلامس الجلد مع القطران والغبار الأسود المتخلِّف عن الفحم المحروق. اكتُشف السرطان نفسُه لاحقًا[١٦] في العمال القائمين على تصنيع البارافين paraffin وغيره من نواتج تقطير قطران الفحم. وبحلول أوائل القرن العشرين، تمكَّن العلماء من إحداث السرطانات عن طريق

Frederick L. Hoffman, “Radium (Mesothorium) Necrosis,” Journal of the American Medical Association 85, no. 13 (1925): 961–65; R. E. Rowland, Radium in Humans: A Review of U. S. Studies, Argonne National Laboratory, Environmental Research Division, 1994; and Ross Mullner, Deadly Glow: The Radium Dial Worker Tragedy (Washington, DC: American Public Health Association, 1999).

١٥ “Cancer Scroti,” in The Chirurgical Works of Percival Pott, vol. 3 (London: Johnson, 1808), 177–80.

١٦ H. A. Waldron, “A Brief History of Scrotal Cancer,” British Journal of Industrial Medicine 40, no. 4 (November 1983): 390–401.

تطبيق قطران الفحم مرارًا وتكرارًا على آذان الأرانب.[١٧] وجد أن قطران الفحم (coal tar) يتألف من خليط غير متجانس من المركَّبات المشتقَّة من الكربون — البنزين، والأنيلين، والنفثالين والفينولات — وخلال العقود القليلة التالية، اكتشف العلماء أن كثيرًا منها تُحدِث أورامًا في حيوانات المُختبَر.[١٨] كان من غير الأخلاقي بالنسبة إليهم تعريضُ البشر للمُسرطِنات من أجل معرفة ما إذا كانت تلك تسبِّب السرطان. بيدَ أنهم لم يكونوا بحاجة إلى ذلك؛ فمع نمو صناعة السجائر، بدأ الناس يقومون بإجراء التجارب على أنفسهم.

وبحلول منتصف القرن العشرين، كنا نعرف أن الإشعاع يسبِّب كلًّا من الطفرات والسرطان. وقد علمنا أن طائفةً من المواد الكيميائية المختلفة تسبِّب السرطان أيضًا، وسرعان ما ثبت أن العديد منها مُطفِرة. تعمل تلك المواد على تغيير البرامجيات الوراثية للخلية عن طريق تغيير جذاذات من شفرة الدنا. وفي أوائل السبعينيات، جاء بروس إيمز Ames (وهو العالِم الذي اشتهر بإثباته أن الفواكه والخضراوات العادية تحتوي على موادَّ مُسرطِنة) بملاحظة لافتة للنظر. فبدلًا من ذباب الفاكهة، أجرى أبحاثه على بكتيريا السالمونيلا salmonella، وبالتحديد على السلالات التي فقدت القدرة على صنع الهستيدين histidine، وهو حمض أميني تحتاج إليه من أجل التكاثر. وإذا وضعت في طبق يحتوي على مُغذيات من بينها قدْرٌ ضئيلٌ من هذا العنصر الحيوي، فإن البكتيريا ستنمو، ولكن فقط حتى تستنفد الموجود من الهستيدين. وبعد ذلك، فإن المستعمرة بأسرها تموت. اكتشف إيمز أنه إذا أضيفت موادُّ مُسرطِنة إلى المزيج، فستظلُّ بعض بكتيريا السالمونيلا على قيد الحياة، حيث تتوسع وتملأ الطبق. كانت المواد الكيميائية، على ما يُفترض، تُنتِج الطفرات عشوائيًّا. لكن جينوم كل بكتيرة bacterium لا يحتوي سوى على قدْرٍ ضئيلٍ للغاية من المعلومات، كما كان هناك عدد هائل من تلك الميكروبات — المليارات منها — إلى درجة أن الطفرات ستشمل تلك التي اتُّفق أنها استعادت القدرة على تخليق الهستيدين.

---

[١٧] K. Yamagiwa and K. Ichikawa, "Experimental Study of the Pathogenesis of Carcinoma," Journal of Cancer Research 3 (1918): 1–29. Republished in CA: A Cancer Journal for Clinicians 27, no. 3 (December 31, 2008): 174–81.

[١٨] انظر، على سبيل المثال:

J. W. Cook, C. L. Hewett, and I. Hieger, "The Isolation of a Cancer-producing Hydrocarbon from Coal Tar," Journal of the Chemical Society (January 1, 1933): 395–405.

صار الإجراء يُعرف باسم اختبار إيمز Ames test،[١٩] وهي طريقة سريعة وعملية لمعرفة احتمال كون مادة كيميائية مُطفِرة. وفي حالةٍ بعد حالة، فإن المواد الكيميائية التي اجتازت اختبار إيمز أنتجت أيضًا أورامًا في حيوانات المُختبَر. بدت الحُجَّة حاسمةً تقريبًا؛ فما يُسبِّب السرطان، سواء كان عاملًا كيميائيًّا أو طاقيًّا energetic، يفعل ذلك عن طريق تغيير المعلومات الوراثية. كانت القطع المكوِّنة لنظرية تتساقط في مكانها، فيما عدا استثناء عنيد، فبعض أنواع السرطان على الأقل يبدو أنها غير ناتجة عن موادَّ كيميائية أو عن أشعَّة مخترقة، بل عن الفيروسات.

وبالنظر إلى ما مضى، فإن هذا الأمر لا يثير الاستغراب. فلكونها تعيش على الحدِّ الفاصل بين الكيمياء والحياة، تمثل الفيروسات حُزمًا من المعلومات في صورة متواليات منظمة من الدنا أو الرنا RNA،[٢٠*] والمغلَّفة بغمدٍ واقٍ، وهي جينومات جائلة من البساطة بحيث تتكون بعضها من ثلاثة جينات فقط. ومثل فيروسات الإنترنت الاصطناعية التي استلهمتها لاحقًا، فإنها تتسلَّل إلى مضيفيها (الحواسيب البيولوجية المُسمَّاة بالخلايا)، ومن ثَم تُصادر آليَّاتها الداخلية. وهناك يجري نسخُ جينات الغُزاة بكل خضوع، ومن ثَم يُعاد تجميعُها مرارًا وتكرارًا، بحيث تنتشر النُّسخ الفيروسية إلى الخلايا الأخرى، حيث تقوم بتنفيذ الروتين نفسه بصورة آليَّة، فالحياة نفسُها قد جُرِّدت من قدرتها على القيام بأيِّ شيء باستثناء التكاثر.

هناك عدد قليل من التي تعمل بطريقة أكثر التواءً؛ فهي تنسخ وتلصق جيناتها في صبغيات (كروموسومات) الخلية مباشرةً. تقوم هذه الخوارزمية المخترقة بأمر المضيف نفسه بالتكاثر بوتيرة متسارعة، ومن ثَم يصبح خليةً سرطانية. ذُكر أول مثال على ذلك في العام ١٩١٠م من قِبَل بيتن راوس (Rous)، وهو عالِم في معهد روكفلر للأبحاث الطبية، والذي كان يدرس الأورام في الدجاج.[٢١] بدأ أبحاثه باستخراج السوائل من كتلة غير منتظمة الشكل تنمو في صدر دجاجة من نوع بلايموث روك Plymouth Rock، ومن ثَم حقنها في طائر آخر.

---

[١٩] Bruce N. Ames et al., "Carcinogens Are Mutagens: A Simple Test System Combining Liver Homogenates for Activation and Bacteria for Detection," Proceedings of the National Academy of Sciences 70, no. 8 (August 1973): 2281–85.

[٢٠*] الحمض النووي الريبي Ribonucleic Acid.

[٢١] فيما يلي قائمة ببحوث راوس:

بعد خمسة وثلاثين يومًا من موت الدجاجة الأولى بالسرطان، وهو من نوع الساركومة، كانت الدجاجة الثانية قد أُصيبَت بوَرَم من النوع نفسه. إذَن فالمادة المأخوذة من الوَرَم يمكنها، بدورها، أن تُستخدَم لنقل السرطان إلى طائر آخر، وهكذا انتقلت من دجاجة إلى أخرى. بيدَ أن العامل المحول اتضح أنه أحد الفيروسات القهقرية retrovirus، من النوع الذي يمكنه تهريبُ الجينات المسبِّبة للسرطان إلى الخلايا السليمة بخلاف ذلك.

كان هناك الجين src، الذي كان جزءًا من الفيروس المسبِّب للساركومة في الدجاج. ثمة جين آخر، يُسمَّى ras، والذي يحرِّض الساركومة في الجرذان، في حين يفعل الجين fes الشيء نفسه في القطط. يحرِّض الجينان myc وmyb حدوث بعض أنواع السرطان في الخلايا الدموية في الدواجن، مثل الورام النقوي myelocytomatosis، ووجود أورمات النقويات بالدم myeloblastosis. لو كانت الأبحاث قد انتهت هنا، لكانت تركت صورةً مُرتَّبة. من الممكن أن ينتُج السرطان عندما تسبِّب المواد الكيميائية أو الإشعاع حدوث طفرات في جينات موجودة مسبقًا، أو عندما تقوم الفيروسات خُلسةً بإدخال جينات جديدة تمامًا يُطلق عليها اسم تلك الجينات الوَرَميَّة oncogenes، والتي يمكنها إحداثُ السرطان بالفعل. تمثِّل هاتان طريقتَين أساسيتَين لتعديل المعلومات الوراثية، لكن اتضح أن القصة الحقيقية أكثر إثارةً للاهتمام بكثير.

كانت هناك مشكلة التوفيق بين اكتشاف راوس وما يبدو أنه يحدث في الواقع. لم يكُن السرطان يتصرف كمرضٍ مُعدٍ يجتاح المجموعات السكانية مثل شلل الأطفال؛ فهو يظهر بشكل متقطع في أماكن مختلفة. حتى فيروس راوس الذي يصيب الدجاج لا ينتشر إلا عندما يجري حقنُه، وقد باءت بالفشل جميع محاولاته لنقله إلى غيرها من الحيوانات؛ الحمام، والبط، والجرذان، والفئران، والخنازير الغينية، والأرانب. ولم يتمكن، إلا بصعوبة بالغة، من نقله إلى أنواع الدجاج الأخرى باستثناء تلك القريبة للغاية من دجاج بلايموث. كان الأمر الأكثر دلالةً هو أن العلماء لم يعثروا على الفيروسات القهقرية بداخل الأورام البشرية، فما كانوا يجدونه بدلًا من ذلك هو أن جينومات المخلوقات من كل أرجاء المملكة

"A Transmissible Avian Neoplasm," Journal of Experimental Medicine 12, no. 5 (September 1, 1910): 696–705 and "A Sarcoma of the Fowl Transmissible by an Agent Separable from the Tumor Cells," Journal of Experimental Medicine 13, no. 4 (April 1, 1911): 397–411.

الحيوانية كانت تحتوي على ما يبدو أنه نُسَخ طبيعية من الجينات src، وras، وfes، وmyb، وmyc،[٢٢] وليس تلك التي أُدخِلت خُلسة. لم تكُن هذه جيناتٍ مكسورةً أو طافرة، مثل نظيراتها الفيروسية. وكان الغرض منها هو التحكم في الكيفية التي تنقسم بها الخلايا السليمة، وهي العملية التي يطلق عليها علماء البيولوجيا اسم الانقسام الفتيلي mitosis.

من الواضح أن ما يحدث هو أنه في بعض الأحيان يقوم فيروس يعيش حياته كالمعتاد — من دون قصد — بنسخ واحد من هذه الجينات «المضيفة» البريئة إلى جينومه هو.

وفي أثناء انتقاله من فيروس إلى فيروس، يطفر الجين إلى شكل يسبِّب السرطان. لكن كل ذلك كان مجرَّد مصادفة. كان الفيروس فاعلًا عارضًا في القصة، باعتباره الموضع الأول الذي اتُّفق فيه، وأنه جرى اكتشافُ هذه الجينات. قد تنتُج بعض أنواع السرطان عن غزو فيروسي مباشر، مثل فيروس الوَرَم الحليمي البشري، وسرطان عنق الرحم، وفيروسات

---

[٢٢] وصف هذا الخيط من المسمَّيات باسم «ثورة العام ١٩٧٦م»، والتي انطلقت في المرجع التالي:

Harold Varmus and J. Michael Bishop (D. Stehelin, H. E. Varmus, J. M. Bishop, and P. K. Vogt, "DNA Related to the Transforming Gene(s) of Avian Sarcoma Viruses Is Present in Normal Avian DNA," Nature 260, no. 5547 [March 11, 1976]: 170–73).

وهي موصوفة في:

in Robert Weinberg's One Renegade Cell: The Quest for the Origin of Cancer (New York: Basic Books, 1999).

وقد استعنتُ أيضًا بالمراجع التالية:

Weinberg's "How Cancer Arises," Scientific American 275, no. 3 (September 1996): 62–70; Douglas Hanahan and R. A. Weinberg, "The Hallmarks of Cancer," Cell 100, no. 1 (January 7, 2000): 57–70; and D. Hanahan and R. A. Weinberg, "Hallmarks of Cancer: The Next Generation," Cell 144, no. 5 (March 4, 2011): 646–74.

وقد ذكرَت ناتالي أنغيير قصة فينبرغ في:

Natural Obsessions: Striving to Unlock the Deepest Secrets of the Cancer Cell (New York: Warner Books, 1989).

كما ذكر فينبرغ روايته الخاصة في:

Racing to the Beginning of the Road: The Search for the Origin of Cancer (New York: Harmony, 1996).

التهاب الكبد، وسرطان الكبد. غير أن هذه مجرَّد استثناءات، فالأغلبية العُظمى من حالات السرطان تنشأ عندما يتعرض الجين الأصلي، وهو يقبع آمنًا في خليته الخاصة، لطفرة عشوائية، أيْ تلك الناجمة عن عوامل خارجية بفعل مادة مُسرطِنة أو داخلية بسبب خطأ غير مُبرَّر في عملية النسخ. وهنا تنحرف الوظيفة الطبيعية للجين بطريقة أو بأخرى، ما يدفع الخلية نحو الخباثة. وباعتبار أن جينات مثل هذه يمكنها أن تتحول جذريًّا إلى جينات سرطانية، فقد جرت تسميتُها بطليعة الجينات الوَرَميَّة proto-oncogenes.[٢٣] ولو كان قد جرى اكتشافُ وظيفتها الحقيقية قبل تلك الشاذة، فلا بدَّ أنه كان سيُطلَق عليها اسمٌ آخر.

ومن خلال دراسة الجينات عن كثب، اكتشف الباحثون كيف تقوم بتنظيم الطرق التي تنمو وتتكاثر بها الخلايا بصورة متناغمة. تسيطر بعض الجينات على إنتاج المستقبلات التي تنتأ من سطح الخلية، وهي جزيئات مُبرمَجة بحيث تستجيب للإشارات الواردة من الخلايا الأخرى. وعندما تتلقى هذه الهوائيات الجزيئية رسالةً ما، فهي تقوم بترحيل المعلومات داخليًّا إلى نواة خليتها الخاصة، وهي تعليمات لتفعيل الآليَّات المتخصِّصة في الانقسام إلى خلايا وليدة، فإذا صار الجين طافرًا، فقد تُنتج الخلية عددًا أكبر من اللازم من المستقبلات أو مستقبلات تتسم بحساسية مفرطة. وبسبب فزعها، فهي تستجيب للصمت، ومن ثَم تُمطر الخلية بوابلٍ من الإنذارات الكاذبة. كذلك فإن بعض الجينات المعطوبة الأخرى قد تُطلق العنان لرسائل تحثُّ جيران الخلية لإغراقها بمزيد من الكيماويات المحفِّزة للنمو، أو أن الخلايا السرطانية، في حالتها المتهيِّجة، قد تُفرط في الاستجابة لإشاراتها الخاصة، صارخةً في نفسها لكي تنمو.

تطفر الجينات المتعلقة بالجين src في سرطان القولون والعديد من أنواع السرطان الأخرى، وتظهر الجينات ras المَعيبة في مجموعة متنوعة من الأورام الخبيثة البشرية، مثل سرطان البنكرياس، والقولون والمستقيم، والغُدَّة الدرقية، والجلد، والرئة. كل ما يلزم

[٢٣] C. Shih, R. A. Weinberg, et al., "Passage of Phenotypes of Chemically Transformed Cells via Transfection of DNA and Chromatin," Proceedings of the National Academy of Sciences 76, no. 11 (November 1979): 5714–18; and C. J. Tabin, R. A. Weinberg, et al., "Mechanism of Activation of a Human Oncogene," Nature 300, no. 5888 (November 11, 1982): 143–49.

لتحويل جين ras جيد إلى جين ras سيئ هو طفرة نقطية — أي انقلاب الحرف G إلى T، أو A، أو C — وهو خطأ مطبعي عشوائي في رسالة يبلغ طولُها مئات الحروف.

تحدث طفرات أخرى في أثناء الانقسام الخلوي عندما يجري نسخ جين سوي مراتٍ عديدة. عُثر على الجينات ras المتكررة في سرطان الرئة، والمِبيَض، والمثانة، وأنواع أخرى من السرطان. يساعد تلعثم الجين mycs على الإصابة بضربٍ من سرطان الدماغ في الأطفال يُسمَّى الوَرَم الأرومي العصبي neuroblastoma. وتكون بعض الطفرات أكثر تشويهًا من ذلك؛[٢٤] فقد ينكسر أحد الصبغيات ثم يلتحم بآخر، ما يقرِّب جينَين كانا متباعدَين سابقًا أحدهما عن الآخر. وفي لمفومة بوركيت، تقذف طفرة مثل هذه بالجين myc إلى جانب جين غريب متغطرس يدفع شريكه الجديد لكي يُفرِط في التعبير عن نفسه overexpress، ومن ثَم يقذف بإشارات تحرِّض الخلية على الانقسام، والانقسام، والانقسام.

كانت هذه احتماليةً مُرعبة، والمتمثلة في أن طفرةً واحدةً قد تكون كافيةً لتحويل جين ما إلى وضع التسارع المُفرط، ما يؤدِّي إلى وَرَم مُميت. غير أنه حتى الجين الوَرَمي لا يمتلك مثل هذه القوة. وجد الباحثون أن إدراج واحد، أو حتى اثنين، من الجينات الوَرَميَّة في خليةٍ ما لا يكفي عادةً لإحداث سرطان ما لم تكُن الخلية قد راكمت بالفعل بعض العيوب السابقة. تُحكم الأجهزة الحيَّة بواسطة توازن جيروسكوبي gyroscopic balance تحدث فيه مقابلة قوة مُفرطة من اتجاهٍ ما بدفع من الاتجاه المقابل. وفي حين أن السبعينيات كان عقد الجين الوَرَمي، بدأ العلماء في الثمانينيات يكتشفون مضادَّات الجينات الوَرَميَّة anti-oncogenes، وهي الجينات التي تتمثل وظيفتها في الاستجابة للهبَّات السريعة للانقسام الخلوي عن طريق إبطاء وتيرة العملية.

ومثل طليعة الجينات الوَرَميَّة، كانت هذه الجينات المقيِّدة للنمو جزءًا من الرموز الطبيعية للخلية، كما جرى اكتشافها أيضًا عندما حدث أمر خطأ. إن الوَرَم الأرومي الشبكي هو سرطان يصيب الأطفال، ويتميز بنموٍّ خارجٍ عن السيطرة للخلايا المُستشعِرة

[٢٤] أفضل مثال معروف على ذلك هو كروموسوم فيلاديلفيا، المكتنف في ابيضاض الدم النقوي المزمن. للاطِّلاع على التقرير الأصلي، انظر:

Peter Nowell and David Hungerford, “A Minute Chromosome in Chronic Granulocytic Leukemia,” Science 132, no. 3438 (November 1960): 1497.

للضوء في العينَين. قد تتمثل أولى علامات الوَرَم في توهُّج أبيض غريب في نظرة الطفل عند تصويره بوميض flash آلة التصوير. وإذا لُوحِظ في وقت مبكر بما فيه الكفاية، فمن الممكن علاجُ الحالة بالمعالجة الكيميائية، أو الإشعاع، أو الجراحة بالليزر، أو استئصال العين. وإذا لم يحدث ذلك، فقد تكون النتيجة مُرعِبة؛ إذ يلفظ الوَرَمُ المتوسعُ العينَ من محجرها. تُظهر الصور المرسومة في الكتب الدراسية الطبية التي تعود إلى القرن التاسع عشر هذه النتائج البشعة التي لا تزال تحدث بين الفقراء في البلدان النامية. يبدأ السرطان عندما يتعرض جين يُسمَّى Rb[٢٥] — وهو اختصار retinoblastoma؛ أي «الوَرَم الأرومي الشبكي» — للتلف بسبب طفرة، ومن ثَم يفقد قدرته على كبح النمو المُفرط.

لكن الجين Rb قد سُمِّي، مثل كثير من الجينات الأخرى، بسبب الظروف العَرَضية لاكتشافه، فهو لم يُوجَد لغرض وحيد هو قمع الوَرَم الأرومي الشبكي. وبمجرَّد أن بدأ العلماء في البحث عن الجينات Rb، عثروا عليها في جميع أنحاء الجسم، كما كانت غائبةً أو مُعطَّلةً في سرطانات المثانة والثدي والرئة. وخلافًا لجين وَرَمي مثل myc أو ras، يجري التعرف على الجينات المقيِّدة للنمو، مثل الجين Rb، عن طريق غيابها. ولأننا نرث الصبغيات من كلا الوالدين، توجَد الجينات في أزواج. وفي خلية منفردة، يكفي أن يشرع جين وَرَمي واحد في إساءة التصرف لكي تبدأ المتاعب. وفي جينات مثل Rb، لا بدَّ من غياب كلتا النسختين؛[٢٦] فإذا فُقدت واحدةٌ فقط، فستظلُّ الأخرى موجودةً لإرسال الإشارات الملطفة.

وقد اكتُشفت عشرات الجينات ذات الأغراض المماثلة: PTEN وapc وvhl وp53 المعروفة باسم «كابتات الأورام»، وهو اسم أخرق آخر قُذف على العالم بفعل النزعة

[٢٥] S. H. Friend, R. A. Weinberg, et al., "A Human DNA Segment with Properties of the Gene that Predisposes to Retinoblastoma and Osteosarcoma," Nature 323, no. 6089 (October 16, 1986): 643–46; and J. A. DeCaprio et al., "The Product of the Retinoblastoma Susceptibility Gene Has Properties of a Cell Cycle Regulatory Element," Cell 58, no. 6 (September 22, 1989): 1085–95.

[٢٦] تُعرف هذه باسم «فرضية الضربتَين» (two-hit hypothesis)، انظر:

Alfred G. Knudson, "Mutation and Cancer: Statistical Study of Retinoblastoma," Proceedings of the National Academy of Sciences 68, no. 4 (April 1970): 820–23.

البشرية لعدم ملاحظة الأشياء إلا عندما تتحطم. في أجهزة المذياع القديمة، كان بوسع المرء أن يمدَّ يده المرتدية قفازًا لنزع صمام مفرغ vacuum tube ساخن متوهج من مقبسه، مما يطلق العنان لزعقة طويلة حادة من مُكبِّر الصوت. يمكن لشخص يشاهد هذه الظاهرة لأول مرة أن يطلق على المكوِّن اسم كابت الزعيق squeal suppressor. لكن الآليَّات تكون أكثر تعقيدًا من ذلك بكثير، كما هو الحال مع الجينات الكابتة. تُنتج بعضُها مستقبلاتٍ تستمع إلى الإشارات المثبطة؛ أي الأوامر الواردة من الخلايا المجاورة بالتوقف عن تجاوز حدودها، فيما تقوم أخرى بتشفير الإنزيمات التي تخمد الأوامر الصادرة من الجينات المحفِّزة للنمو. يُحكَم إيقاع الانقسام الخلوي بواسطة التروس الجزيئية لساعة دورة حياة الخلية، وكذلك فإن الجينات الكابتة للأورام مكتنفة أيضًا في ضبط الوقت.[٢٧]

أمَّا أحدها، وهو الجين p53، فيقبع في وسط شبكة[٢٨] من السُّبُل الكيميائية التي تتحكم في دورة حياة الخلية. فإذا رغبت في بدء سرطان، فعليك تعطيل الجين p53. وإذا كانت الخلية معطوبةً وتنقسم بسرعة كبيرة للغاية، فستلتقط المستشعرات الخارجية إشارات إنذار من جيرانها التي تعاني من الازدحام، كما تكتشف المستشعرات الداخلية وجود اضطرابات في التوازن الكيميائي أو تعطُّل الدنا. ومع إعلان حالة الطوارئ، يتدخل الجين p53 لإبطاء وتيرة الساعة بحيث يمكن إصلاحُ الدنا. تقوم الإنزيمات المدققة بمسح الجينوم، فإذا كان أحد طاقَي strand الحلزون المُزدوِج للدنا تالفًا، فمن الممكن استخدامُ الطاق الآخر كقالب لتوجيه عملية الإصلاح. يمكن استئصال الأقسام التالفة، واصطناع أجزاء بديلة، ومن ثَم وضعها في مكانها.

وإذا تعطلت عملية إصلاح الدنا ولم يكُن بوسع التدابير الأخرى أن تنقذ الخلية الطافرة بصورة خارجة عن السيطرة، يستهلُّ الجين p53 عملية الموت الخلوي المُبرمَج،

---

[٢٧] انظر، على سبيل المثال:

DeCaprio et al., “The Product of the Retinoblastoma Susceptibility Gene”.

[٢٨] C. A. Finlay, P. W. Hinds, and A. J. Levine, “The P53 Proto-oncogene Can Act as a Suppressor of Transformation,” Cell 57, no. 7 (June 30, 1989): 1083–93; and M. B. Kastan, B. Vogelstein, et al., “Participation of P53 Protein in the Cellular Response to DNA Damage,” part 1, Cancer Research 51, no. 23 (December 1, 1991): 6304–11.

أو الاستماتة apoptosis.[٢٩] وقد اشتُقَّ الاسم من كلمة يونانية تصف أوراق الشجر المتساقطة. عندما يكون الجنين في طور النماء إلى جسم ضئيل، فهو يُنتج عددًا من الخلايا يزيد بكثير على ما يحتاج إليه. وبالتالي فإن الموت الخلوي المُبرمَج هو الوسيلة التي يتخلص بها من الخلايا الفائضة. تُشذَّب الوترات webs الموجودة بين أصابع اليدين والقدمين، كما تُنحت كُتَل العصبونات إلى دماغ مفكر. ليس الموت الخلوي المُبرمَج مجرَّد انفجار خلوي كبير منفرد، بل هو إجراء معقَّد تنطلق فيه إشارات الموت من المقابل الجزيئي لقنابل الأعماق المزروعة في مواقع استراتيجية. تنفجر النواة إلى الداخل، وينهار الهيكل الخلوي (cytoskeleton) للخلية، كما تُبتلع البقايا المِجهرية من قِبَل الخلايا الأخرى، وبالتالي يختفي ما كان سيتحول إلى وَرَم خبيث.

ومن خلال الطفرات العشوائية، تتعلم بضع خلايا تثبيط أو تجاهل إشارات الموت، ومن ثَم تتضاعف، وتتضاعف مرارًا وتكرارًا. لا يمكن للخلية الطبيعية أن تنقسم سوى خمسين أو ستين مرةً فحسب، وفقًا لمبدأ يُسمَّى حدَّ هايفليك Hayflick limit.[٣٠] يُضبَط العدُّ بواسطة القسيمات الطرفية telomeres،[٣١] وهي قلنسوات تُوجَد على نهايات

---

[٢٩] J. F. Kerr, A. H. Wyllie, and A. R. Currie, "Apoptosis: A Basic Biological Phenomenon with Wide-ranging Implications in Tissue Kinetics," British Journal of Cancer 26, no. 4 (August 1972): 239–57.

[٣٠] L. Hayflick and P. S. Moorhead, "The Serial Cultivation of Human Diploid Cell Strains," Experimental Cell Research 25, no. 3 (December 1961): 585–621.

[٣١] ذُكرت قصة الاكتشاف في:

Elizabeth H. Blackburn, Carol W. Greider, and Jack W. Szostak, "Telomeres and Telomerase: The Path from Maize, Tetrahymena and Yeast to Human Cancer and Aging," Nature Medicine 12, no. 10 (October 2006): 1133–38.

وتتضمن الأوراق البحثية الرئيسية:

J. W. Szostak and E. H. Blackburn, "Cloning Yeast Telomeres on Linear Plasmid Vectors," Cell 29, no. 1 (May 1982): 245–55; C. W. Greider and E. H. Blackburn, "Identification of a Specific Telomere Terminal Transferase Activity in Tetrahymena Extracts, Cell 43(1985): 405–13; and C. W. Greider and E. H. Blackburn, "A Telomeric Sequence in the RNA of Tetrahymena Telomerase Required for Telomere Repeat Synthesis," Nature 337 (1989): 331–37.

الصبغيَّات، والتي يقصُر طولُها قليلًا في كل مرة. وبمجرَّد أن تقلَّ القسيمات الطرفية عن حجم معيَّن، يتوقف الانقسام الفتيلي ويُتخلَّص من الخلايا البالية. أمَّا خلايا مثل تلك الموجودة في الجهاز المناعي، التي يجب أن تنقسم بصورة متكررة، فتُصنِّع التيلوميراز telomerase، وهو إنزيم يضمن إعادة القلنسوات مرةً أخرى فوق نهايات الصبغيَّات. وكذلك فقد تعلَّمت الخلايا السرطانية هذه الخدعة بدورها، فتحصل من خلال عملية التجربة والخطأ، التي تنطوي عليها الطفرات، على المعلومات اللازمة لإنتاج إنزيمات التيلوميراز الخاصة بها، وبالتالي يمكنها التكاثر إلى أجلٍ غير مُسمَّى.

ومقارنةً بأقرب ما بلغته الطبيعة من الخلود، تتزايد الخلية وذُريَّتها في العدد بطريقة أُسِّية؛ حيث يُفضي كل انقسام إلى فرع جديد من شجرة العائلة. وتنقسم الفروع بطريقة شِبهَ كسرية fractal-like إلى مزيد من الفروع، وتقوم كلٌّ من هذه السلالات — تلك السُّبُل المتشعبة العديدة — بتكديس الطفرات.[٣٢] ولكونها مجهَّزةً بإجراءات ومهارات مختلفة للبقاء على قيد الحياة، فإن العشائر تتنافس على الهيمَنة.

ومع تكشُّف ملامح هذا التطور،[٣٣] يكتسب الوَرَم الآخذ في الظهور مزيدًا من أدوات التسرطُن carcinogenesis، حيث تقوم إنزيمات تُسمَّى البروتيازات بالتهام الأنسجة السليمة، فيما تحافظ جزيئات التصاق الخلية على تماسك الكتلة المتوسعة. ومن خلال أخذ الغزو إلى مستوًى جديدٍ كليًّا، يجري إرسالُ إشارات إلى الخلايا السليمة[٣٤] لتجنيدها للانضمام إلى الهجوم.

---

[٣٢] إن تسريع وتيرة العملية قد يمثِّل ظاهرةً تُسمَّى اللاثبات الجينومي genomic instability. انظر:

Simona Negrini, Vassilis G. Gorgoulis, and Thanos D. Halazonetis, “Genomic Instability: An Evolving Hallmark of Cancer,” Nature Reviews Molecular Cell Biology 11, no. 3 (March 1, 2010): 220–28.

[٣٣] للمحة عامة على تلك الظاهرة، انظر:

Hanahan and Weinberg’s, “The Hallmarks of Cancer” and “Hallmarks of Cancer: The Next Generation”.

[٣٤] نشأت هذه الاكتشافات عن البحوث المبكرة التي أُجريَت على دور البيئة المكروية للأورام. انظر، على سبيل المثال:

D. S. Dolberg and M. J. Bissell, “Inability of Rous Sarcoma Virus to Cause Sarcomas in the Avian Embryo,” Nature 309, no. 5968 (June 7, 1984): 552–56; and D. S. Dolberg, M. J.

تقوم الخلايا المُسمَّاة بالأورمات الليفية fibroblasts بتخليق البروتينات لأغراض الدعم البنيوي للوَرَم. وتُستدعى الخلايا البطانية endothelial cells، التي تبطن الجهازَين الدوري واللمفاوي، للمساعدة في صنع الأوعية التي تغذِّي الوَرَم، وتوفير سُبُل لانتشار النقائل. أمَّا البلاعم macrophages وغيرها من الخلايا الالتهابية،[٣٥] التي تتدفق لمحاربة الغزو، فيجري إقناعُها بدلًا من ذلك بالمساعدة في توسيع نطاقه من خلال إنتاج موادَّ تحفِّز تولُّد الأوعية الدموية، وتولُّد الأوعية اللمفاوية، وبناء المزيد من الأنسجة الخبيثة. وهنا تكمن مفارقةٌ أخرى للسرطان. فالدرع الواقية المتمثلة في الأجهزة التي تُستخدم عادةً لشفاء الجروح — بتدمير الأنسجة المريضة القديمة واستبدالها بنمو صحي جديد — تنقلب رأسًا على عقب، حيث يتغير مساره تمامًا لتعزيز الوَرَم الخبيث.

تتسم كل هذه الآليَّات بكونها متشابكةً إلى درجة يصعُب معها معرفةُ أين تنتهي واحدةٌ وتبدأ الأخرى. ما الذي تقوم به الخلايا السرطانية وماذا تفعله توابعها؟ كان يُنظر في الماضي إلى الأورام باعتبارها كُتلًا متجانسةً من الخلايا الخبيثة. أمَّا الآن، فتُشبَّه بأعضاء الجسم،[٣٦] أيْ كأجهزة مؤلَّفة من أجزاء متشابكة. هناك فرق حاسم هنا؛ فالأعضاء ترتبط بشبكة من الأعضاء الأخرى، التي يمارس كلٌّ منها الدور المرسوم له. أمَّا الوَرَم فيحاول أن يصبح مستقلًّا، كأن إحدى الكليتَين قد قررت أن تتحرر وأن تُنشئ حياةً خاصةً بها.

---

٣٥ Bissell, et al., “Wounding and Its Role in RSV-mediated Tumor Formation,” Science 230, no. 4726 (November 8, 1985): 676–78.

Lisa M. Coussens and Zena Werb, “Inflammation and Cancer,” Nature 420, no. 6917 (December 19, 2002): 860–67.

٣٦ Mina J. Bissell and Derek Radisky, “Putting Tumours in Context,” Nature Reviews Cancer 1, no. 1 (October 2001): 46–54.

الفصل السادس

كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرها المحتوم؟

بطريقة تبعث على القُشعريرة تمامًا، يُشبه الجنين embryo الوَرَم كثيرًا[١] إلى درجة أن الأيام الأولى من الحمل تشبه غزو نمو خبيث. وبمجرَّد أن تُخصَّب البويضة، فهي ترتحل عبر قناة فالوب fallopian tube، حيث تنقسم وتنقسم على طول الطريق. وبعد أيام عديدة، تكون قد أصبحت كرةً تتألف من العشرات من الخلايا المتطابقة، والتي تشرع في جمع نفسها في منطقتَين اثنتين؛ حيث تتحول الطبقة الخارجية إلى المشيمة placenta، في حين تُفضي كتلة الخلايا الداخلية إلى الجنين.

وعن طريق تبادل الإشارات مع جدار الرحم، فإن هذه الكتلة المتوسعة، واسمُها الكيسة الأريمية blastocyst، تستعدُّ لغرس نفسها، وهي الخطوة التالية في الحمل الناجح. ومن أجل شقِّ فتحة تنفذ منها، تقوم الإنزيمات المُذيبة للبروتينات بأكل[٢] سطح بطانة الرحم. ومع قيام الكيسة الأريمية بغرس نفسها لأسفل، وهي عملية يُطلِق عليها

---

[١] وُصفت العملية المعقَّدة للانغراس في:

Haibin Wang and Sudhansu K. Dey, "Roadmap to Embryo Implantation: Clues from Mouse Models," Nature Reviews Genetics 7, no. 3 (March 1, 2006): 185–99.

لبعض أوجه التشابه مع عملية تكوُّن الأورام، انظر:

Michael J. Murray and Bruce A. Lessey, "Embryo Implantation and Tumor Metastasis: Common Pathways of Invasion and Angiogenesis," Seminars in Reproductive Medicine 17, no. 3 (March 15, 2008): 275–90.

[٢] L. A. Salamonsen, "Role of Proteases in Implantation," Reviews of Reproduction 4, no. 1 (January 1999): 11–22.

علماء الأجنَّة اسم الغزو، فإن جزيئات التصاق الخلية تساعد على ضمان انغراسها بقوة.[٣] في الحالة الطبيعية، سيجري لفظ مثل هذا الدخيل باعتباره نسيجًا خارجيًّا، لكن يجري إرسالُ رسائل إلى الجهاز المناعي[٤] لطلب تعاونه. وإذا سارت الأمور كما هو مخطَّط لها، فإن الكيسة الأريمية تصبح الجنين، ومن ثَم تبدأ تحفيز عملية تولِّد الأوعية،[٥] وفيها تُنشأ أوعية دموية تربط الجنين بالإمدادات الدموية للأم. وفي كل خطوة من الطريق، تكون التفاعلات الجزيئية للحمل شبيهةً بتلك التي تحدث أثناء نشوء الأورام.

ومع استمرار الاحتلال، تبدأ الخلايا داخل الجنين في الانتشار في صورة نقيلة metastasis جيدة التناغم؛ فهي تجمع أولًا نفسها في ثلاث طبقات؛ هي الأديم الباطن endoderm، والأديم المتوسط mesoderm، والأديم الظاهر ectoderm (أي الداخلية، والمتوسطة، والخارجية). وبعد ذلك، فإن الخلايا من كل من هذه المناطق البدائية تنطلق من تلقاء نفسها، ومن ثَم تنتقل إلى مواقع جديدة. وفي أثناء انتقالها، فإنها تبدأ في التمايز؛ فالعظام والغضاريف تذهب هنا، وتذهب الأدمة إلى هناك، كما تربط الأعصاب والأوعية الدموية بين هذه وتلك. وبالتالي فإن ما بدأ كخلايا جذعيَّة شاملة الوسع totipotent stem cells متطابقة — أو ألواح فارغة — تصبح الخلايا الجسدية المتخصِّصة. ليس هناك مشرف مركزي هنا.

تحتوي كل خلية على الجينوم بأكمله، ومع استمرار الشتات يجري تشغيل الجينات أو إيقاف تشغيلها في توليفات مختلفة، مما يُنتج مجموعةً فريدةً من البروتينات التي تمنح كل خلية هُويَّتها. تؤدِّي خلايا الأديم الباطن إلى تكوين بطانة الجهاز الهضمي والجهاز التنفسي، كما تكوَّن الكبد، والمرارة، والبنكرياس. وتشكِّل خلايا الأديم المتوسط العضلات، والغضاريف، والعظام، والطِّحال، والأوردة، والشرايين، والدم، والقلب. أمَّا خلايا الأديم الظاهر فتشكِّل الجلد، والشعر، والأظافر، وكذلك العُرف العصبي neural crest، الذي يتطور إلى الجهاز العصبي والدماغ.

---

٣ Maaike S. M. van Mourik et al., "Embryonic Implantation: Cytokines, Adhesion Molecules, and Immune Cells in Establishing an Implantation Environment," Journal of Leukocyte Biology 85, no. 1 (January 2009): 4–19.

٤ Van Mourik et al., "Embryonic Implantation".

٥ D. M. Sherer and O. Abulafia, "Angiogenesis during Implantation, and Placental and Early Embryonic Development," Placenta 22, no. 1 (January 2001): 1–13.

وفي حين تتطور الأورام عن طريق الطفرات العشوائية، تقوم الأجنَّة بذلك وفقًا لخطة مرسومة. ولكن كلما تعمَّقت نظرة علماء البيولوجيا، ازدادت أوجه الشبه التي يجدونها[٦] مع تنامي الجنين، فلا بدَّ للخلايا الظهارية المترابطة بإحكام — من النوع الذي يشكِّل الأنسجة — أن ترخي قبضتها حتى تتمكن من الانتقال إلى مواقع جديدة. وهنا تتحول إلى كُتَل هائمة تُسمَّى خلايا اللُّحمة المتوسطة mesenchymal cells. وعندما تصل إلى وجهتها، فمن الممكن أن تتحول مرةً أخرى إلى خلايا ظهارية، ومن ثَم تنظيم صفوفها إلى أنسجة جديدة. تحدث هذه العملية، التي يُطلَق عليها اسم الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللُّحمة المتوسطة،[٧،٨*] أو EMT اختصارًا، أثناء الشفاء أيضًا، عندما تُرسل الخلايا لإصلاح الجروح في مواقع نائية. يبدو طبيعيًّا تمامًا أن يجد السرطان وسيلةً ما لاعتماد العملية EMT كمَركبةٍ لنقائله، وهناك أدلَّة دامغة على أنه يقوم بذلك بالفعل. إن السرطانة، وهي أكثر أنواع السرطان شيوعًا، تنشأ عن الخلايا الظهارية. عن

---

[٦] Melissa Marino, "In the Beginning: What Developmental Biology Can Teach About Cancer," Lens online magazine, Vanderbilt Medical Center website, February 2007.

[٧] هذه المقالة الرئيسية هي:

Jean Paul Thiery, "Epithelial–Mesenchymal Transitions in Tumour Progression," Nature Reviews Cancer 2, no. 6 (June 2002): 442–54. Good reviews include Yibin Kang and Joan Massagué, "Epithelial–Mesenchymal Transitions: Twist in Development and Metastasis," Cell 118, no. 3 (August 6, 2004): 277–79; Jonathan M. Lee et al., "The Epithelial–Mesenchymal Transition: New Insights in Signaling, Development, and Disease," Journal of Cell Biology 172, no. 7 (March 27, 2006): 973–81; Jing Yang and Robert A. Weinberg, "Epithelial–Mesenchymal Transition: At the Crossroads of Development and Tumor Metastasis," Developmental Cell 14, no. 6 (June 2008): 818–29; and Raghu Kalluri and Robert A. Weinberg, "The Basics of Epithelial–Mesenchymal Transition," Journal of Clinical Investigation 119, no. 6 (June 1, 2009): 1420–28.

للاطِّلاع على تقرير لبعض المعارضين، انظر:

David Tarin, Erik W. Thompson, and Donald F. Newgreen, "The Fallacy of Epithelial Mesenchymal Transition in Neoplasia," Cancer Research 65, no. 14 (July 15, 2005): 5996–6001. Both sides of the controversy are described in Heidi Ledford, "Cancer Theory Faces Doubts," Nature 472, no. 7343 (April 21, 2011): 273.

[٨*] epithelial–mesenchymal transition.

طريق تغيير هُويَّتها مؤقتًا، فهي تتمكن من الانتشار بسهولة أكبر عبر أجزاء الجسم. وخلال الفترة الانتقالية، يمكنها حتى أن تكتسب خصائص شبيهةً بمثيلاتها في الخلايا الجذعيَّة الجنينيَّة؛ أي القدرة على التكاثر بغزارة ومن ثم إنشاء وَرَم جديد. وفي هذه الحالة، ستنتفي حاجة الخلية السرطانية إلى أن تُصادف مواهب الحرباء هذه عن طريق الطفرات العشوائية. أمَّا البرنامج، المتبقي منذ الأيام الخوالي، فسينتظر جاهزًا للاستخدام في الجينوم كأنه كتاب منسي على الرف. وكل ما يلزم هو مجرَّد إعادة قراءته.

تدفعني الرغبة في معرفة مزيد عن العمليات المعقَّدة للحياة والحياة المضادة، قُدتُ سيارتي إلى ألبوكيركي في صباح أحد الأيام، حيث كانت جمعية البيولوجيا النمائيَّة تعقد اجتماعها السنوي.[٩] يتمثل جوهر هذا العلم في إجراء تجارب على الجينات التي تؤدِّي دورًا في النماء الجنيني، ومن ثَم معرفة نوع التشوهات التي تحدث. ومن خلال التجريب على الحشرات، والديدان، والأسماك، وغيرها من الكائنات المُختَبَرية، يقوم علماء البيولوجيا ببطء بتجميع الخطوات التي تتبعها البويضة المخصَّبة حتى تصل إلى كائن بالغ مكتمل النمو. ومثل النمل المحفوظ في العنبر، جرى الحفاظ على العمليات الخلوية نفسها وتنفيذها عبر المسارات المتفرعة للتطور. وعند تفعيلها في الوقت الخطأ، من الممكن أن تسبِّب تلك العمليات حدوث السرطان في البشر.

كان هناك طوفان من النتائج الجديدة التي تحقَّقت منذ اجتماع العام الماضي. وكان السبيل الوحيد لاستيعابها جميعًا هو عقد الجلسات بصورة متزامنة. «تخلُّق الأعضاء» Organogenesis،[١٠] «التحكم الزماني-المكاني في النماء»، «التفرع والهجرة»، «توليد

---

[٩] Society for Developmental Biology Sixty-Ninth Annual Meeting, August 5–9, 2010, Albuquerque, NM.

وقد حضرت أيضًا الاجتماع السنوي السبعين للجمعية، الذي انعقد في شيكاغو بين ٢١-٢٢ يوليو ٢٠١١م. للاطِّلاع على عرض شائق عن البيولوجيا النمائيَّة، انظر:

Sean B. Carroll, Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo (New York: Norton, 2006).

يوفر الموقع الإلكتروني لجمعية البيولوجيا النمائيَّة بوابةً للعديد من مصادر المعلومات، مثل أطلس الديدان (Worm Atlas)، الذي يحتوي على خرائط تفصيلية ومشروحة للربداء الرشيقة، وFly Brain الذي يغطي الجهاز العصبي لذباب الفاكهة.

[١٠] The proceedings of the Albuquerque conference are in Developmental Biology 344, no. 1 (2010): 391–542.

اللاتناظر»؛ كانت هناك وليمة من الأفكار الغريبة والمثيرة للاهتمام. وخلال اندفاعي من غرفة إلى الأخرى، كان في وسعي الاطِّلاع على عيِّنات من أحدث التقارير عن الجينات الموجَّهة لنماء الكبد في أسماك الزرد أو لدماغ بخَّاخ البحر sea squirt، أو تلك التي تضمن انفصال القصبة الهوائية بشكل صحيح عن الجهاز الهضمي في الفأر الجنيني. يمكن للمرء معرفة كيف يجري تحديد الجنس في دودة الربداء الرشيقة C. elegans، أو كيف ينحت الاستموات — الموت الخلوي المُبرمَج — الأعضاء التناسلية لذباب الفاكهة. كانت هناك محادثات حول الكيفية التي تقوم بها البرمائيَّات amphibians والمستورِقات planaria بتجديد الأجزاء المبتورة من أجسادها، وكذلك تخمينات حول سبب كون ذلك أمرًا لا تستطيع أن تقوم به الثدييات.

اكتُشف العديد من الجينات الموجَّهة إلى النماء لأول مرة في ذباب الفاكهة. وعند تعرُّضها للطفرات أو التدمير، فهي تسبِّب التشوهات، ولذلك قد أُعطيت أسماءً مثل عديمة الجناحَين، والمتغضِّنة، والملساء، والمرقطة، والشعثاء.[١١] يمكن للطفرات التي تصيب جين يُسمَّى القنفذ hedgehog أن تجعل الهُلب تنمو بشكل غير متوقَّع على الجوانب السفلية ليرقات ذباب الفاكهة. (يُكتنف جين القنفذ البشري في بزوغ الشعر من الجريبات follicles، مما يشير إلى علاجات محتمَلة للصلع).[١٢] كما يجري استدعاء الجينات التي تحمل أسماء الحلزون، والبزَّاق slug، والمعوج خلال دورانات الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللُّحمة المتوسطة.

ومع اكتشاف العلماء نُسخًا مختلفةً منها، ازدادت مسمَّياتهم غرابة؛ القنفذ الصحراوي، القنفذ الهندي، والقنفذ سونيك Sonic hedgehog. ثمة جين أُطلق عليه اسم الهُدابة fringe، والذي سرعان ما انضمَّت إليه جينات الهدابة المهووسة، والهدابة المتطرفة، والهدابة المجنونة. وعندما يتعرض للطفرات خلال تشكُّل الجنين، فقد تكون النتيجة ظهور التشوهات والسرطان في حديثي الولادة. وقد سبَّبت هذه التسميات السخيفة

---

[١١] على الرغم من أنني حاولتُ أن أكون متسقًا في استخداماتي للألفاظ، فلم أتَّبع القواعد حرفيًّا فيما يتعلق بخلع أسماء ورموز الجينات بالحروف الصغيرة، أو الكبيرة، أو المائلة، أو الأرقام الرومانية؛ ما استوجب أن أقدِّم اعتذاري للمتخصِّصين الذين قد يجدون ذلك مشتتًا للانتباه.

[١٢] Andrzej Dlugosz, "The Hedgehog and the Hair Follicle: A Growing Relationship," Journal of Clinical Investigation 104, no. 7 (October 1, 1999): 851–53.

بعض الضيق لدى الأشخاص المتعاملين مع النتائج المُفجعة للعيوب النمائية. وكما صاغها أحد الباحثين الطبيين: «إن الحسَّ الملتوي للفكاهة[١٣] ... كثيرًا ما يفقد معظمه في الترجمة عندما يُخبَر أشخاصٌ يواجهون مرضًا خطيرًا أو إعاقةً بأنهم أو بأن أطفالهم مصابون بطفرة في جين مثل القنفذ سونيك، أو البزَّاق، أو بوكيمون Pokémon.» جرى سحبُ هذا الأخير، الذي اقتُرح كاسمٍ لجين وَرَمي، بعد التهديد برفع دعوى قضائية من قِبَل شركة نانتندو Nintendo، وهي الشركة الصانعة للعبة البوكيمون. وهو يُعرف الآن باسم أقلَّ إثارةً للذكريات، وهو Zbtb7.[١٤]

لم تُرفع أيُّ دعاوى قضائية من قِبَل شركة سيغا Sega عندما استولى علماء البيولوجيا على اسم شخصية ألعاب الفيديو التي تُنتجها، القنفذ سونيك Sonic the Hedgehog. وحتى لو كانت الشركة ميالةً إلى اللجوء إلى القضاء، فسرعان ما صار ذلك متأخرًا للغاية. فمنذ اكتشافه في العام ١٩٩٣م،[١٥] برز جين القنفذ سونيك بسرعة كأحد أقوى مكوِّنات النماء الحيواني. جاءت التلميحات الأولى على ذلك في خمسينيات القرن العشرين، عندما بدأت الأغنام التي ترعى الكلأ في جبال[١٦] أيداهو تلد حملانًا مشوهة. وفي أكثر الحالات بشاعة، كانت هناك عين واحدة في وسط الجبهة، وفي كثير من الأحيان لم يكُن الدماغ قد انقسم تمامًا إلى نصفَي الكرة المخيَّين الأيمن والأيسر. وبعد أن أمضى ثلاثة مواسم صيفية في الدراسة المعتنية للأغنام، اكتشف عالِمٌ في وزارة الزراعة الأمريكية السبب. كان الجفاف يدفعها للتجول في أعالي الجبال، حيث تناولت نوعًا من الزنبق اسمه الخربق الكاليفورني Veratrum californicum. أكدت التجارب المُختبَرية أن الأغنام الحوامل التي تأكل من

---

[١٣] Ken Maclean, “Humour of Gene Names Lost in Translation to Patients,” Nature 439, no. 7074 (January 19, 2006): 266.

[١٤] Tom Simonite, “Pokemon Blocks Gene Name,” Nature 438, no. 7070 (December 14, 2005): 897.

[١٥] R. D. Riddle, C. Tabin, et al., “Sonic Hedgehog Mediates the Polarizing Activity of the ZPA,” Cell 75, no. 7 (December 31, 1993): 1401–16.

[١٦] ذُكرت قصة السيكلوبامين في:

Philipp Heretsch, Lito Tzagkaroulaki, and Athanassios Giannis, “Cyclopamine and Hedgehog Signaling: Chemistry, Biology, Medical Perspectives,” Angewandte Chemie (international ed. in English) 49, no. 20 (May 3, 2010): 3418–27.

هذا النبات تنجب مُسوخًا صقلوبية cyclopean mutants. جرى عزلُ المادة الكيميائية المُطفرة، ومن ثَم تسميتها بالسيكلوبامين cyclopamine. وكما اكتشف علماء البيولوجيا لاحقًا، فإن هذه المادة تعمل عن طريق كبت الإشارات الواردة من جين القنفذ سونيك. (لعبت الأغنام أيضًا دورًا في إحدى وقائع مسلسل الأوديسة Odyssey التي زار فيها أوديسيوس Odysseus ورجاله جزيرة الصقلوبات. وعندما حُوصِروا في كهف، جرى التهامهم، واحدًا تلوَ الآخر، من قِبَل الوحش الأعور بوليفيموس Polyphemus، حتى تمكَّن أوديسيوس من إصابته بالعمى باستخدام حربة محلية الصنع. وأخيرًا تمكن هو وجنودُه من الهرب عن طريق ربط أنفسهم إلى الجانب السفلي من فروة بوليفيموس).

في جلسة بعد الأخرى في مؤتمر ألبوكيركي، كان القنفذ سونيك هناك؛ فهو يفعِّل أحد الشلالات الجزيئية المعقَّدة، والذي يطلق عليه علماء البيولوجيا اسم المسار الإشاري shh، الذي ينطوي أيضًا على الجينات المرقطة، والملساء، وغيرها. وفي الثدييات، يساعد جين القنفذ سونيك على إنشاء التناظر بين اليسار واليمين في كلٍّ من الجسم والدماغ، كما يوجِّه تنميط patterning الهيكل العظمي والجهاز العصبي، وكذلك ربط العظام بالعضلات وكسوتها بالجلد. ليس إعطاءُ جرعة من السيكلوبامين هو الطريقة الوحيدة لتعطيل العملية، ففي الجنين النامي يمكن للطفرات أن تكبت القنفذ سونيك، ما يؤدي إلى تشوه بشري يُسمَّى اندماج مَقدم الدماغ holoprosencephaly.[١٧] وكما هي الحال في الحملان، لا ينقسم دماغ الطفل بشكل صحيح إلى نصفَي كرة مخيَّين، قد يكون هناك أنف ذو منخر nostril واحد، أو فم بسنٍّ أمامية واحدة بدلًا من اثنتين، وفي أشدِّ الحالات وخامة، تظهر عين صقلوبية في منتصف الوجه مثل مصباح أمامي headlamp.

يجب أن تسير أمور كثيرة في الاتجاه الصحيح خلال تشكُّل الطفل، مثل إصدار الإشارات الكيميائية الملائمة، ونقلها، ومن ثَم تلقِّيها في المواقع المناسبة، بالتركيزات المناسبة، وفي الأوقات المناسبة. وفي أكثر مما ندرك من الحالات، يحدث خطأٌ ما. وتشير التقديرات إلى أن ما يصل إلى واحد من كل ٢٥٠ جنينًا مبكرًا[١٨] يُصاب باندماج مَقدم

---

[١٧] Max Muenk, "Translational Concepts to Disease: Holoprosencephaly as an Example," lecture presented July 22, 2011 at the Society for Developmental Biology Seventieth Annual Meeting, Chicago, IL.

[١٨] Erich Roessler, Maximilian Muenke, et al., "Mutations in the Human Sonic Hedgehog Gene Cause Holoprosencephaly," Nature Genetics 14, no. 3 (November 1996): 357–60.

الدماغ. عادةً ما تنتهي هذه الحمول بالإجهاض، وبالتالي فإن العيب لا يظهر سوى في نحو واحدة من كل ١٦ ولادةً حيَّة. يموت معظم هؤلاء الأطفال، لكن المصابين بأعراض أكثر اعتدالًا قد يعيشون لِعِدَّة سنوات.

وفي حين أن التناقص الشديد في إشارات القنفذ سونيك قد يسبِّب تشوهات خلقية، فإن الكميات المُفرطة منها قد توجِّه تشكُّل الأورام الخبيثة[١٩] في كلٍّ من الأطفال والبالغين في صورة وَرَم دماغي يُطلَق عليه اسم الوَرَم الأرومي النُّخاعي medulloblastoma، على سبيل المثال، وسرطانة الخلايا القاعدية، وهو الشكل الأكثر شيوعًا من السرطان البشري، والذي عادةً ما يكون حميدًا.

تميل هذه الأورام الجلدية إلى الظهور ببطء، كما يمكن استئصالها بسهولة في عيادة طبيب الأمراض الجلدية. ولكن في الأشخاص المصابين بمتلازمة غورلين Gorlin syndrome،[٢٠] يمكن أن يتسبب السلوك المُفرِط النشاط لجين القنفذ في ظهور مئات السرطانات. وقد وجدت إحدى الدراسات أن كريمًا يحتوي على السيكلوبامين[٢١] يمكنه كبح جماح تلك الأورام، كما أن علاجًا ينطوي على مثبِّط آخر لجين القنفذ[٢٢] قد حصل على موافقة إدارة الغذاء والدواء.

أصابتني محاضرات صباح ذلك اليوم بشعور بالإنهاك التام frazzled (وهو أيضًا اسم أحد الجينات، وكذلك «محتدم غيظًا» sizzled)، ولذا قررتُ أخذ نزهة هادئة عبر جلسة الملصقات. وفيما أصبح تقليدًا في الاجتماعات العلمية، جرى ترتيبُ صفوف متراصة

---

[١٩] للمحة عامة على علاقة جين القنفذ سونيك والسرطان، انظر:

Lee L. Rubin and Frederic J. de Sauvage, "Targeting the Hedgehog Pathway in Cancer," Nature Reviews Drug Discovery 5, no. 12 (December 2006): 1026–33; and Jennifer M. Bailey, Pankaj K. Singh, and Michael A. Hollingsworth, "Cancer Metastasis Facilitated by Developmental Pathways: Sonic Hedgehog, Notch, and Bone Morphogenic Proteins," Journal of Cellular Biochemistry 102, no. 4 (November 1, 2007): 829–39.

[٢٠] Ervin H. Epstein, "Basal Cell Carcinomas: Attack of the Hedgehog," Nature Reviews Cancer 8, no. 10 (October 2008): 743–54.

[٢١] Sinan Tabs and Oktay Avci, "Induction of the Differentiation and Apoptosis of Tumor Cells in Vivo with Efficiency and Selectivity," European Journal of Dermatology 14, no. 2 (April 2004): 96–102.

[٢٢] "FDA Approval for Vismodegib," National Cancer Institute.

من لوحات الإعلانات بحيث يمكن للعلماء — عادةً من طلاب الدراسات العُليا والحاصلين أخيرًا على الدكتوراه — تعليقُ لافتات كبيرة تصف بالصور والكلمات بعضَ إنجازاتهم التجريبية. وقبل سنوات، عندما كنت أتردد كثيرًا على مؤتمرات علم الأعصاب، ساعدني التطلُّع في تلك الملصقات على فهم آليَّة عملها. ومرةً أخرى، وجدتُ نفسي أنغمس في مجال جديد مثير، ومحيِّر في بعض الأحيان. وفي هذا الأصيل بالتحديد، كان هناك ١٤٨ ملصقًا عن البيولوجيا التطورية، حيث كان يقف العديد من الباحثين جاهزين لمناقشة التفاصيل.

وعند مروري عبر أحد الأجنحة، في محاولة لتجنُّب التعرُّض لأنْ يستوقفني أحدٌ دون رغبة مني، تسكعتُ لبرهة أمام ملصق لم يكُن بجواره أحدٌ على ما يبدو، والذي حمل عنوان «عامل انتساخ جديد مكتنف في تخلُّق النسيج العصبي». وإذا بامرأة شابَّة تظهر فجأة، وتخاطبني قائلة: «هل تريد مني أن أشرح ملصقي؟» رأيت على بطاقة تعريفها أن اسمها إيما فارلي Farley، من كلية إمبريال كوليدج في لندن. كنت أفضِّل عادةً أن أكافح لفهم الملصقات بمفردي، لكن كان من الصعب مقاومةُ حماسها. وبدايةً من الزاوية العُليا اليسرى، شرحَت لي كيف يمكن لجزيء، واسمه Dmrt5، المزوَّد بإصبع جزيئي يُسمَّى إصبع الزنك zinc finger، أن يساعد على التحكم في المفاتيح الجينية[٢٣] خلال نضج الدماغ. أجريتُ التجارب على الفئران والدجاج. تابعتُها بقدر استطاعتي، إذ إنها كانت تحملق في وجهي بانتظام بحثًا عن علامات تدلُّ على الفهم. عند أيِّ مستوًى يجب عليها معايرةُ شرحها؟

«ما الحيوان الذي تُجري أبحاثك عليه؟» سألتني أخيرًا. ذبابة الفاكهة، القيطم Xenopus، الربداء الرشيقة ... كان هناك الكثير من الاحتمالات. وعندما قلتُ لها إنني كاتب علمي، قلَّلت من مستوى مصطلحاتها قليلًا حتى فهمت ما تعنيه. ولكوني كنتُ ممتنًّا لصبرها، فقد مشيتُ إلى البهو، وجلستُ مع حاسوبي المحمول، ومن ثَم بحثتُ في موقع غوغل عن «أصابع الزنك»، وDmrt5، و«إيما فارلي»،[٢٤] فوجدتُ أنها فازت بجائزة عن نسخة سابقة من ملصقها. كنتُ بصدد تكوين خريطة، قطعةً قطعة.

---

[٢٣] بصورة أكثر تحديدًا، الجزيء Dmrt5 هو عامل انتساخ، وهو جزيء يرتبط بالجينوم وينظم مخرجات جين بعينه.

[٢٤] Emma K. Farley et al., "Novel Transcription Factor Involved in Neurogenesis," Devel-opmental Biology 344, no. 1 (2010): 493.

بمجرد أن تتعثر في كلمة جديدة وغريبة، يبدو أن عقلك يُنبت مستقبلاتٍ لها. وفي أثناء مروري بمزيد من الملصقات، وجدتُ أن المصطلحات التي كانت قبل ساعات فقط غير مألوفة تقفز في وجهي مرارًا وتكرارًا. لن نتمكن من فهم السرطان من دون فهم النماء development، وكان من المدهش أنه، خلال السنة التي انقضت منذ الاجتماع السابق، قد تراكم قدْرٌ هائلٌ من المعلومات الجديدة،[٢٥] كما كانت العناوين محمَّلةً بتلك المصطلحات الغريبة[٢٦]: «إشارات جين فرس النهر السمين Fat-Hippo تنظِّم انتشار وتمايز الأنسجة العصبية الظهارية Neuroepithelia لذبابة الفاكهة» (خلال النماء، تساعد جينات فرس النهر على تحديد حجم الأعضاء المكتنفة في بعض أنواع السرطان). «الجينان Fox1 وFox4 ينظِّمان التضفير splicing النوعي للعضلات في أسماك الزرد، وهما ضروريان لعمل العضلات القلبية والهيكلية» (عندما تصيبهما الطفرات، فبوسعهما أيضًا تعزيزُ نمو الأورام الخبيثة). وللفت الانتباه إلى نتائجه، فقد يتخذ الملصق أحيانًا منحًى غريب الأطوار؛ فالملصق الذي حمل عنوان «١ + ١ = ٣» يستكشف العلاقة التآزرية بين هرمونَين اثنين مكتنفَين في نمو النباتات، أمَّا الذي حمل عنوان «أين ذهب ذيلي؟» فكان متعلقًا بدجاج أروكانا Araucana، الذي يولَد بطفرة تؤثر على فقراتها السفلية.

ومن بين جميع العروض التقديمية التي شهدتُها في ذلك اليوم، ترسَّخ واحدٌ منها في أعماق ذهني. وفي أثناء مروري عبر جناح آخر للملصقات، والتي تتراصُّ عناوينُها على يساري وعلى يميني، تسمَّرتُ في مكاني عندما قرأتُ ستَّ كلمات قليلة[٢٧]: «كيف تتقبل

---

[٢٥] Venugopala Reddy Bommireddy Venkata, Cordelia Rauskolb, and Kenneth D. Irvine, "Fat-Hippo Signaling Regulates the Proliferation and Differentiation of Drosophila Optic Neuroepithelia," Developmental Biology 344, no. 1 (2010); and Thomas L. Gallagher and Joshua Arribere, "Fox1 and Fox4 Regulate Muscle-specific Splicing in Zebrafish and Are Required for Cardiac and Skeletal Muscle Functions," Developmental Biology 344, no. 1 (2010): 491–92.

[٢٦] Cristina L. Walcher and Jennifer L. Nemhauser, "1 + 1 = 3: When Two Hormones Are Better than One," Developmental Biology 344, no. 1 (2010): 487; and Nowlan Freese and Susan C. Chapman, "Where'd My Tail Go?" Developmental Biology 344, no. 1 (2010): 441.

[٢٧] كان العنوان الرئيسي هو «كيف تتقبل الخلايا القلبية مصيرَها المحتوم في البزاقة البحرية؟»

"How Heart Cells Embrace their Fate in the Chordate Ciona intestinalis?" by Stacia Ilchena and James Cooley, Developmental Biology 344, no. 1 (2010): 502–3.

الخلايا القلبية مصيرها المحتوم؟» كنت أعرف وقتها أن «مصير الخلية» هو مصطلح تِقني وليس فلسفيًّا، وأنه يشير إلى خلية متمايزة تمامًا، والتي جرى فيها تفعيلُ النمط الملائم من الجينات لصنع خلايا الجلد، والخلايا العضلية، وخلايا الدماغ. لم يكُن موضوع هذه الدراسة المحدَّدة متعلقًا بالقلب البشري، بل بقلب مخلوق متواضع هو بخَّاخ البحر. ومع ذلك فقد كان وقع الكلمات عليَّ مثل الشعر.

على بُعد نحو ميل واحد من اجتماع البيولوجيا باتجاه الجزء العلوي من المدينة، يوجَد مستشفى الجامعة الذي توجَّهتُ إليه، قبل وقت ليس ببعيد، مع نانسي لإجراء عمليتها الجراحية. إن الخلايا السرطانية هي تلك التي تتمرد على مصيرها، فهي تأمل في أكثر من ذلك بكثير، ومما جعل الأمر أكثر صعوبةً عليها معرفةُ أن السرطان قد أصاب رحمها. لقد تحولت الساعة البيولوجية المتكتكة ticking إلى قنبلة موقوتة، أو ضدَّ الحياة anti-life. بدأ اليوم على نحو لا يُبشر بخير؛ فقد كانت موظفة الاستقبال فظَّة، غير مدركة أو غير مكترثة لأن المرأة الهادئة المهذبة التي تتحدث إليها كانت تحمل في جسدها سرطانًا يمكن أن يودي بحياتها. كانت كاتبة الإدخال إلى المستشفى ودودة، لكنها انتهجت أسلوبًا تبريريًّا. لم تكُن هناك أَسرَّة متاحة. ومثل شركة للطيران، كان المستشفى ينتهج أسلوب الحجز المُفرط بصورة متعمَّدة. ربما كان هذا أمرًا لا مفرَّ منه في مجمع طبي يعمل أيضًا كمركز استقبال رئيسي للحوادث في الولاية. وعلى أيِّ حال، فقد جرى إدخالُ بيانات نانسي في نظام المعلومات باعتبارها «عوَّامة» floater، أيْ غير مخصَّص لها سرير حتى يخلوَ سرير لها في أحد العنابر، الأمر الذي لا يحدث سوى بعد الجراحة في بعض الأحيان. ربما لم تكُن الموظفة على علم بأن العوَّام هي لفظة عامية تستخدمها الشرطة لوصف جثة طافية يُعثر عليها في بحيرةٍ ما ووجهُها للأسفل.

وفي المرة التالية التي رأيتُ فيها نانسي في صباح ذلك اليوم، كانت ترقد على نقَّالة، في أثناء إعدادها للجراحة. لقد أظهرت شجاعةً كبيرةً. وفي حضور أحد المُشرِفين، طعنت ممرضة طالبةً أحدَ أوردة نانسي لسحب الدم، بيدَ أنها أخطأت هدفها تمامًا واخترقت أحد الأعصاب، مما تسبَّب في أضرار استمرت فترةً طويلةً بعد أن التأمت الندوب الجراحية. وفي ذلك الصباح، بدا هذا الأمر كأنه شيء هيِّن. وصل طبيب التخدير، وتلاه الجرَّاح الذي تلفَّظ ببعض الكلمات المُطمئِنة. وبعد ذلك انفتح الباب المُزدوِج وجرى أخذُ زوجتي بعيدًا باستخدام النقَّالة ذات العجلات.

كانت عقارب الساعة تُشير إلى الحادية عشرة والنصف من صباح أول يوم جمعة في شهر نوفمبر. لقد أخبرونا بأن العملية الجراحية ستستغرق وقتًا طويلًا. عثرتُ على

كرسي في زاوية هادئة من منطقة الانتظار الفسيحة، وعندما كنتُ أتعب من الجلوس كنتُ أسير عبر الممرات، ومن ثَم أجد مكانًا آخر للجلوس. مرت ساعتان، ثم ثلاث. لم أكُن أريد الابتعاد كثيرًا بحيث لا ألاحظ خروج الجرَّاح أو مساعده بتقرير عن الجِراحة. لقد صلَّيتُ؛ إذا كان ذلك ما يعنيه أن أكرر، بقلق شديد، كلمات التضرُّع إلى الله في ذهني. كان مذهبي الوحيد هو ذلك الذي آمن به آينشتاين؛ أي القوانين التي تحكم الكتلة والطاقة، والتي تتكشَّف في دثار المكان والزمان. ومع تباطؤ توقيتي الخاص، فكَّرت في الجمال الغريب لقصة الخلق المتعلِّق بالعلم ذاته. كيف حدث، منذ فترة طويلة على الأرض، أن أمسكَت الذرات بتلابيب الذرات الأخرى لتشكيل حشد من الجزيئات من جميع الأشكال والأحجام المختلفة. كيف قامت القِطَع الضئيلة من المادة بالتشبُّث بعضها ببعض في تصاميم لا حصر لها، حتى ظهرَت واحدة — في مكانٍ ما على طول الطريق — يمكنها تكرارُ نفسها. كيف يمكن لتلك الذرات الهائمة أن تلتزم زواياها وشقوقها المظلمة، كما أن ما ظهر بعد تقشير العفن كان بِنيةً صغيرةً أخرى مماثلةً للأولى. وهكذا تكررت هذه العملية، بحيث أنجبت المادةُ مادةً مرارًا وتكرارًا، حتى، في مكان ما من المياه الزرقاء لكوكب، احتُبست الآليَّة المستديمة ذاتيًّا في فقاعة غشائية ضئيلة. لقد ولدت الخلية السلفية ancestral cell، والتي انقسمَت وانقسمَت، ناسخةً نفسها إلى خلايا ابنة، والتي جرى نسخُها مرةً أخرى. وفي الوقت نفسه، كانت الجزيئات بداخل الخلايا تتغير بدهاء، حيث كانت تطفر عفويًّا أو بفعل الخلفية الإشعاعية للأرض. ولكن من بين الخلايا الجديدة التي ظهرت، كانت بعضُها أكثر قدرةً على الازدهار؛ فكان بوسعها أن تتحرك بسرعة أكبر نحو الطعام أو بعيدًا عن الخطر.

لا بدَّ أن شيئًا يشبه الخلايا السرطانية قد ظهر في الحساء البدائي primordial soup، متوحشًّا وشيطانيًّا، وينتشر على حساب الآخرين. لكن الخلايا القادرة على التجمع والتعاون هي التي ستواصل طريقها لتشكيل مخلوقات متعددة الخلايا، والتي أدَّت إلى ظهور النباتات والحيوانات، أيْ مخلوقات الأرض، تلك التجمُّعات الرائعة التي أحيانًا ما تقوم إحدى الخلايا فيها، مثل تلك الموجودة بداخل نانسي، بالنكوص عائدةً إلى حالتها الوحشية.

وبسبب استغراقي في واحد تلوَ الآخر من أحلام اليقظة، أصبح بعد الظهر مساء. ومع ذلك، فلم تكُن هناك كلمة واحدة. لا بدَّ أنني قطعتُ كل شبرٍ خطِّيٍّ من كل ردهة في كل طابق غير مُقفل. وقد فُوجِئت بمدى سهولة التجول عشوائيًّا دون أن أحمل

هُويَّة المستشفى. وقد مشيتُ في الخارج، حيث كان يقف مساعدو الممرضين وغيرهم من الموظفين لتدخين السجائر. كما مررتُ بجوار غرفة الطوارئ، حيث يصل ضحايا السكاكين، والسيارات، والأسلحة النارية في سيارات الإسعاف. وقد عدتُ مرةً أخرى، حيث صعدت الدرج المُفضِي إلى الطابق الجراحي وجلست مرةً أخرى. أخرجتُ حاسوبي المحمول وحاولت العمل على كتاب كنت أقوم بإعداده، والذي يتحدث عن هنريتا ليفيت Leavitt؛ المرأة التي اكتشفت في أوائل القرن العشرين النجومَ الوامضةَ التي يستخدمها الفلكيون كمناراتٍ لقياس مدى فراغ الكون. تُوفِّيت ليفيت، من دون أطفال، بسرطان المعدة. لم يمضِ وقتٌ طويلٌ حتى وصل شقيق نانسي. استمرت الأرض في الدوران، وكان الظلام قد حلَّ في الخارج. لقد أُغلِقت الكافتيريا، وأُطفِئت الأنوار. وجرى طردُنا إلى ردهة كانت بها أَسرَّة — هم الزوَّار الوحيدون الآخرون الموجودون وقتها في الطابق — تنتظر نتيجة العملية الجراحية الطويلة لشخصٍ آخر.

وأخيرًا، وعند الساعة السابعة والنصف مساءً، أيْ بعد ثماني ساعات من أخذ نانسي إلى غرفة العمليات، ظهر طبيبُها الجرَّاح، كما يفعل الجرَّاحون، وقناعُه معلَّق من دون إحكام حول عنقه. خلال ما يُسمَّى استئصال الرحم الجذري المعدَّل، قام باستئصال مِبيَضِيها، وقناتَي فالوب، والرحم، حيث كان الوَرَم — ذاك الذي بدأ هذا الأمر برمَّته — قد التهم ثلاثة ملِّيمترات في عمق بطانة الرحم، وبدأ ينتشر في النهاية العلوية من عنق رحمها. ومن هناك، التفَّ السرطان بدهاء حول أحد الرباطَين المُستديرَين round ligaments، اللذين يساعدان في تثبيت الرحم في مكانه، محتلًّا الأنسجة المحيطة به في أثناء توجُّهه إلى المنطقة الأربية اليمنى، وهو الموضع الذي ظهرت فيه العقدة اللمفاوية المُتورِّمة. وهناك، قام بغزو الجلد وقفز عبر الجهاز اللمفاوي إلى الغُدد اللمفيَّة في المنطقة الأربية اليسرى. ظهرت العُقد اللمفاوية المتضخمة أيضًا في منطقة الحوض، حيث اقتربت اثنتان منها بشكل خطير من أحد الأوردة، لكنه لم يكُن قد اتضح بعد ما إذا كانت هاتان الغدتان سرطانيتَين أيضًا. لقد استُؤصِلت جميع الأنسجة المريضة والمُشتبَه فيها، وأُرسلت عيِّناتٌ منها لفحصها.

ولذلك كله، فقد كان هناك الكثير من الأخبار الجيدة. لم تكُن هناك إشارة على أن السرطان قد وصل إلى أيٍّ من الأعضاء القابعة على مقربة كبيرة من الرحم؛ أي المثانة والمستقيم. لم يكُن السرطان قد تعلَّم كيفية صنع ممرات يصل بها إلى تيار الدم. لقد تمَّت العملية بنجاح، ولم تكُن هناك حاجةٌ لنقل الدم، فلم تفقد نانسي سوى ٣٠٠سم مكعب

من الدم، أيْ ما يزيد قليلًا على سعة كوب. وفي ملاحظاته بشأن التقرير الذي سيُكتب بعد بضعة أيام، كتب الجرَّاح ما نصُّه «المضاعفات: لا يوجَد.» قادنا الجرَّاح إلى غرفة الإفاقة حيث كانت ترقد، بالكاد مستيقظة. لقد ابتسمَت عندما رأتنا، ثم عادت إلى فقدان الوعي. عندما أتذكر كل ذلك الآن، يغمرني شعورٌ بالحزن الذي شعرت به زوجتي بسبب عدم وجود أطفال في حياتنا، وهو حزن حاولَت تفسيرَه لي مراتٍ عديدة، لجعلي أستشعره في قلبي أنا. أمَّا الآن، فلم يعد الإنجاب خيارًا متاحًا لها، سواء معي أو مع أيِّ شخص آخر. وبدلًا من جنين، كان ثمة سرطان ينمو داخلها، وهو وَرَم اقتبس — مثل جميع أنواع السرطان الأخرى — بعضَ آليَّات التخلُّق الجنيني embryogenesis.

الفصل السابع

من أين يأتي السرطان حقًّا؟

في تسعينيات القرن التاسع عشر، ولأنه توقَّع حدوث طفرة اقتصادية بطول ضفاف نهر نياغرا Niagara River، بدأ وليام ت. لاف Love حفر قناة[1] تطوف حول شلالات نياغرا، مما يسمح للقوارب بالسفر بين بحيرة إيري وبحيرة أونتاريو. والأهمُّ من ذلك هو أن المياه المحوَّل اتجاهها ستُستخدَم لتوليد الطاقة الكهرومائية. وبسبب إمدادات الطاقة التي لا تنضب، على ما يبدو، ستنشأ صناعات جديدة، كما سيتوجه العمال يوميًّا للعمل في المصانع الحديثة من منطقة حضرية دعائية أطلق عليها لاف اسم «المدينة النموذجية» Model City.

وقد اعتمدت خطة لاف، في جزء كبير منها، على حاجة العملاء المتعطشين إلى الطاقة للحضور من أجل الكهرباء، والتي كان يجري توليدُها في تلك الأيام بالطريقة التي ابتكرها توماس إديسون Edison، والتي يُطلَق عليها اسم «التيار المستمر» direct current. لا يمكن نقلُ التيار المستمر إلى مسافة بعيدة قبل أن يتلاشى، وبالتالي فإن مصابيح العملاء التي تقع منازلهم قُرب نهاية خطوط الكهرباء تكون أكثر خفوتًا من تلك الأقرب إلى محطة التوليد. لكن ميزة شلالات نياغرا كانت قصيرة الأمد؛ فبعد مُضيِّ وقت قصير من بدء أعمال الحفر في قناة لاف، أنتج المخترع الصربي نيكولا تيسلا Teslaوصاحب عمله،

---

[1] Love Canal's history is described in Allan Mazur, A Hazardous Inquiry: The Rashomon Effect at Love Canal (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998), 8–15.

جورج وستنغهاوس Westinghouse، مولِّدات ومحوِّلات التيار المتناوب alternating current. وبعد فترةٍ قصيرة، صار بالإمكان تقويةُ الكهرباء، المنتَجة في شلالات نياغرا وغيرها، وصولًا إلى فولطية عالية ومن ثَم نقلها إلى جميع أنحاء البلاد. أدَّى ذلك، بالإضافة إلى الذُّعر الاقتصادي الكبير الذي صاحَب العام ١٨٩٣م، إلى إيقاف العمل في مشروع قناة لاف، مخلِّفًا وراءه حفرةً غير مُنجَزة يبلغ طولها نحو ٣٠٠٠ قَدَم وعرضها ١٠٠ قَدَم، والتي استخدمها سكان مدينة نياغرا فولز Niagara Falls بولاية نيويورك لممارسة السباحة والتزلُّج على الجليد.

وعلى الرغم من فشل مشروع لاف، فإن عددًا من الصناعات الأخرى، بما في ذلك شركات تصنيع الكيماويات، قد تنامت بطول النهر، وخلال السنوات المحيطة بالحرب العالمية الثانية، استحوذَت شركة هوكر للصناعات الكهروكيميائية[٢*] على القناة المهجورة لاستخدامها كمَكَبٍّ لنفاياتها. وعلى مدى العقد التالي، تخلَّصت الشركة من نحو ٢٢ ألف طنٍّ[٣] من النفايات السامة، بما في ذلك مُسرطِنات مثل البنزين والديوكسين. وفي العام ١٩٥٣م، بِيعَ الموقع — وهو مُغلق حاليًّا ومُغطًّى بالأوحال — بسعر رمزي قدْرُه دولار واحد إلى مجلس المدارس المحلي الذي كان يُدرك أنه ممتلئ بالنفايات الكيميائية. ومع ذلك، فقد جرى بناءُ مدرسة ابتدائية هناك، كما خطَّطت المدينة لتحويل جزء من موقع النفايات القديم إلى حديقة عامة.

وخلال العقدَين التاليَين، جرى بيعُ وبناءُ الأراضي المتاخمة للقناة، وفي أواخر سبعينيات القرن العشرين، بعد بضع سنوات من هطول الأمطار بمعدَّلات مرتفعة بشكل غير عادي، بدأ السكان يشكُون من رائحة مُقزِّزة. وعندما جاء مسئول من وكالة حماية البيئة للتفتيش في العام ١٩٧٧م، رأى براميل صدئة من النفايات التي شقَّت طريقها إلى السطح. كانت الحفر تنزُّ النفايات في الساحات الخلفية لكثير من المنازل، كما تسربت إلى الطابق السفلي من أحد المنازل. وذكر المسئول في تقريره أن «الروائح تخترق ملابسك

٢* Hooker Electrochemical Company.

٣ "Love Canal: A Special Report to the Governor & Legislature," April 1981, New York Department of Health website.

وتلتصق بحذائك».[٤] وبعد ثلاثة أيام، كانت رائحة سترته لا تزال تزكم الأنوف. جرى إخلاءُ الحي، وأُعلنت حالة الطوارئ على المستوى الوطني، وبدأت التحقيقات.

جرى تأليف كتب بأكملها في محاولة لتوزيع اللوم بين شركة هوكر، ومجلس المدارس، ومطوِّري العقارات، ومدينة نياغرا فولز، على ما اتفق الجميع على أنه كان كارثةً بيئية. (أدرجت جويس كارول أوتس Oates تلك الملحمة في إحدى رواياتها).[٥] وبالصعوبة نفسها، كانت مهمَّة تحديد الأضرار الناجمة عن مكبِّ النفايات هذا فيما يتعلق بالصحة العامة. وفي بدايات الأزمة، قدَّرت وكالة حماية البيئة[٦] أن الأشخاص الذين يعيشون بطول قناة لاف يتعرضون لاحتمالٍ بنسبة عشرة في المائة للإصابة بالسرطان خلال حياتهم بسبب تنفس الهواء الملوَّث وحده. ولكن بعد عِدَّة أيام، اعترفت الوكالة بوجود خطأ حسابي؛[٧] كانت نسبة الخطر المتزايد هي في الواقع واحد في المائة، وأقلَّ من ذلك بكثير بالنسبة إلى الأشخاص الذين يعيشون على مبعدة بضعة شوارع فحسب. وجد تقريرٌ آخر لوكالة حماية البيئة[٨] أن بعض السكان الستة والثلاثين الذين تطوعوا لإجراء الاختبارات أظهروا علاماتٍ تشير إلى تضرُّر الصبغيات بمعدَّلات تزيد على ما يُعتبر طبيعيًّا. لكن ذلك جرى رفضُه من قِبَل لجنة[٩] من الخبراء الطبيين بقيادة لويس توماس Thomas، وهو رئيس مركز سلون-كيترينغ التذكاري للسرطان، باعتبار أنها «غير كافية»، وأنه جرى

---

[٤] "Chemical Waste at Love Canal, October 18, 1977," Ecumenical Task Force of the Niagara Frontier Records, 1946–1995 (MS 65), University at Buffalo Libraries, Love Canal Collections website.

[٥] Joyce Carol Oates, The Falls: A Novel (New York: Ecco, 2004).

[٦] "U.S. Finds Risk of Cancer High for Residents Near Love Canal; Three Families Inside Fence," New York Times, November 11, 1979.

[٧] Irvin Molotsky, "Rep. LaFalce Says Draft Report Inflated Love Canal Cancer Risk; Mathematical Errors Conceded," New York Times, November 20, 1979.

[٨] Irvin Molotsky, "Damage to Chromosomes Found in Love Canal Tests," New York Times, May 17, 1980. The findings were in D. Picciano, "Pilot Cytogenetic Study of the Residents Living Near Love Canal, a Hazardous Waste Site, Mammalian Chromosome Newsletter 21 (1980): 86–93.

[٩] Richard J. Meislin, "Carey Panel Discounts 2 Studies on Love Canal Health Problems," New York Times, October 11, 1980.

تنفيذُها على نحوٍ سيئ إلى درجة أنها «تضرُّ بمصداقية العلم». وفي دراسة لاحقة أُجريَت في مراكز مكافحة الأمراض،[١٠] لم يجرِ اكتشافُ أيِّ قدْر أكبر من الشذوذات الصبغية.

قد يستغرق السرطان عقودًا لكي ينشأ، وبالتالي فإن أولئك الذين واصلوا متابعة الحالة ظلُّوا في انتظار نتائج دراسة ذات أثر رجعي لمدَّة ثلاثين عامًا[١١] تُجريها إدارة ولاية نيويورك للصحة. ومع الحاجة لمقارنة الكثير من المتغيرات، فإن دراسات مثل هذه تكون محفوفةً بعدم اليقين. كان لا بدَّ من أخذ العمر، والجنس، والقُرب من القناة بعين الاعتبار. كان نحو نصف السكان الذين شملهم الاستطلاع، والبالغ عددهم ٦,٠٢٦،[١٢] يعملون في وظائف قد يمثِّل التعرُّض المهني occupational exposure أحدَ مخاطرها، كما أن نحو ثُلثَيهم كانوا مدخِّنين، كما كانت النسبة نفسها تقريبًا من مُعاقِري المشروبات الكحولية.

وعندما اكتملت الدراسة، أعلن علماء الوبائيات أن معدَّل العيوب الخلقية[١٣] في الأطفال المولودين لآباء وأمهات يعيشون بالقرب من القناة، كان ضِعفَ مثيله في مقاطعة نياغرا،

---

١٠ Clark W. Heath Jr. et al., “Cytogenetic Findings in Persons Living Near the Love Canal,” JAMA: The Journal of the American Medical Association 251, no. 11 (March 16, 1984): 1437–40.

١١ “Love Canal Follow-up Health Study,” New York Department of Health website, October 2008.

للاطِّلاع على نقد للتقرير، انظر:

appendix T., “Public Comments and Responses, Love Canal Follow-up Health Study,” especially the comments by epidemiologist Richard Clapp, 145–47.

١٢ “Demographic details are described in table 20, page 97 of the “Love Canal Follow-up.

١٣ “Love Canal Follow-up,” 42–43.

وبصورة إجمالية، ذكرت التقارير حدوث ٣٧ تشوهًا خِلقيًّا من بين ١٧٦٧ ولادةً مفردة (والتي لا تشمل ولادات التوائم والثلاثة توائم)، وقعَت بين عامَي ١٩٦٠–١٩٩٦م. لمقارنة معدَّلات الإصابة، لم تشمل الدراسة سوى الحالات التي جرى تقريرُها بصورة متسقة وموثوقة على النحو المحدَّد من قِبَل سجل ولاية نيويورك للتشوهات الخِلقيَّة، والذي يحتفظ بسجلات كاملة لم تبدأ إلا في العام ١٩٨٣م. وقبل ذلك التاريخ، كانت المعلومات تأتي من المستشفيات المحليَّة، ولم تكُن تُعتبر موثوقةً بما فيه الكفاية لاستخدامها في المقارنات (انظر الصفحات ٢٩-٣٠ من التقرير لمزيد من التفاصيل. انظر أيضًا الجدول ١٩، الصفحة ٩٦، والملحق «أ» على الصفحة ١٠٣).

كما كان أعلى من المعدَّل في بقية أجزاء الولاية.[١٤] ومقارنةً بعموم السكان، فقد وُلد من البنات عددٌ أكبر بقليل من الأولاد،[١٥] وهو تلميح آخر على أن كيماويات قناة لاف قد تكون لها تأثيرات جينية. وعلى الرغم من التلميحات التي تُشير إلى وجود تأثيرات ماسخة teratogenic effects، فقد خلصت الدراسة إلى عدم وجود أدلَّة مُقنِعة[١٦] على أن العيش على مقربة من القناة أدَّى إلى إصابة الناس بالسرطان. كان انتشار بضعة أنواع من السرطان أعلى بقليل مما كان متوقَّعًا، لكن الأعداد كانت من الضآلة بحيث إنها اعتُبرت ضمن نطاق المصادفة. وفي الواقع أن المعدَّل الإجمالي للسرطان كان أقلَّ بقليل[١٧] من مثيله لدى عموم السكان.

يمكن لكلٍّ من العيوب الخِلقيَّة والسرطان أن ينتُج عن الطفرات، فلماذا توجَد علاماتٌ على واحدٍ منهما دون الآخر؟ يبدو من المعقول أن الخلايا المنقسمة للجنين النامي تكون أكثر حساسيةً للتأثيرات المدمرة من خلايا الشخص الكامل التشكُّل. وعلى الرغم من أن طفرةً واحدةً قد تكون كافيةً لعرقلة مسار النماء، فعادةً ما تكون هناك حاجةٌ إلى العديد منها لكي تتمكن خليةٌ ما في أحد الأعضاء من الإفلات، ومن ثَم تصبح سرطانية. ولكنْ حتى بعد ثلاثة عقود، فإن ميزة الأسبقية الظاهرية التي تمثلها قناة لاف لم تكُن كافيةً لإنتاج فائض واضح من الأورام الخبيثة.

بالنسبة إلى الكثيرين منَّا الذين نشئوا خلال البدايات المفعمة بالحيوية للحركة البيئية في سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين، كانت تلك النتيجة شِبهَ مُنافية للعقل. لقد تأثرنا بكتاب «الربيع الصامت»، وهو إنذار راشيل كارسون Carson الأنيق[١٨] حول مبيدات الحشرات والبيئة، والمجادلات اللاذعة[١٩] مثل كتاب صموئيل إبشتاين Epstein المُعنوَن «المناورات السياسية للسرطان». كنَّا نشعر بالقلق إزاء السكارين saccharine

---

[١٤] يستثني هذا مدينة نيويورك.

[١٥] "Love Canal Follow-up," 41–43.

[١٦] "Love Canal Follow-up," 2.

[١٧] جرت مقارنة هذه المعدلات بمثيلاتها في كلٍّ من البلد والولاية. انظر: "Love Canal Follow-up," 39–41.

[١٨] Silent Spring (Boston: Houghton Mifflin Company, 1962).

[١٩] Samuel S. Epstein, The Politics of Cancer (San Francisco: Sierra Club Books, 1978) and The Politics of Cancer Revisited (Fremont Center, NY: East Ridge Press, 1998).

والصبغ الأحمر رقم ٢، ثم حول الحشرات الجناحية التي تصيب التفاح. لقد سمعنا عن الوباء الحديث من حالات السرطان[٢٠] — «طاعون القرن العشرين»[٢١] — الذي كان يُفرض على الجمهور من قِبَل الشركات غير المسئولة ونفاياتها السائلة. كما قيل إن المضافات الغذائية، والمبيدات الحشرية، ومبيدات الأعشاب، والمنظفات المنزلية تتسبَّب جميعُها في إتلاف الدنا DNA الخاص بكلٍّ منا. كنَّا أشبهَ بالبيادق في «لعبة قاتمة من الروليت الكيميائية»،[٢٢] كما حذَّر راسيل ترين Train، مدير وكالة حماية البيئة، في مقال تناقلته الصحف في جميع أنحاء البلاد. «ثمة مخلوقات غريبة جديدة من صنعنا توجَد في كل مكان حولنا؛ في هوائنا، ومياهنا، وطعامنا، وفي الأشياء التي نلمسها. وعندما تضربنا، فنحن لا نشعر بشيء، فقد لا تظهر آثارها السيئة سوى بعد عقود لاحقة، في صورة سرطان أو حتى بعد أجيال عِدَّة، في صورة جينات طافرة.» كنَّا في خِضَمِّ ما أسماه المؤرِّخ روبرت بروكتور Proctor «حروب السرطان الكبرى».[٢٣]

ينتُج تسعون في المائة من السرطان عن عوامل بيئية[٢٤] كما قيل لنا مرارًا وتكرارًا. كان هناك انحراف تآمُري في بعض تلك التحذيرات؛ فنفس الشركات التي تُنتج الكيماويات المُسرطِنة تُنتج أيضًا الأدوية المُستخدَمة في المعالجة الكيميائية؛ وبالتالي فهي تستفيد من السرطان من الناحيتَين. كان هذا النوع من الخطاب متطرفًا، لكن الرسالة العامة التي

---

[٢٠] عرض المؤرِّخ روبرت بروكتور هذه الحالة العامة في كتابه:

Cancer Wars: How Politics Shapes What We Know and Don't Know About Cancer (New York: Basic Books, 1995).

انظر على وجه الخصوص الصفحات ٥٤–٧٤.

[٢١] Epstein, Politics of Cancer Revisited, 14.

[٢٢] راسيل ترين في كلمة أمام نادي الصحافة الوطني، ٢٦ فبراير، ١٩٧٦م. التقطت القصة وكالة أسوشيتد برس وظهرت في اليوم التالي في الصحف، بما في ذلك مورنينغ ريكورد (ميريدين، كونكتيتكت) وساراسوتا هيرالد تريبيون.

[٢٣] Proctor, Cancer Wars, 74.

[٢٤] لتقرير عن أصول هذه المغالطة، انظر:

Proctor, Cancer Wars, 55–57; and Edith Efron, Apocalyptics: Cancer and the Big Lie: How Environmental Politics Controls What We Know About Cancer (New York: Simon & Schuster, 1984), 429–32.

يحملها كانت معقولةً تمامًا. تُعتبر العديد من المواد الكيميائية المصنَّعة مُسرطِنة، ويمكن العثورُ عليها بين العوامل المعروفة والمُشتبَه فيها،[٢٥] المُدرَجة في التقرير المؤلَّف من ٤٩٩ صفحة، والصادر عن برنامج علم السموم الوطني حول المواد المُسرطِنة. واعتمادًا على درجة التعرُّض، فإن العمال في الصناعات التي تستخدم أو تُنتج هذه المواد يتعرضون لمخاطر صحية متزايدة. ومع انتشار المواد الكيماوية عبر الغلاف الجوي، كان لا بدَّ أن تظهر تأثيرات شديدة على الجمهور، والتي تبدأ من الوقت الحاضر وتتصاعد عامًا بعد عامٍ مع تراكم الجينات المَعيبة. كانت بعض مخاوفنا متجذرة في سوء الفهم. يعرِّف علماءُ الوبائيات «البيئة» بصورة واسعة للغاية، بحيث تشمل كل ما لا يمثِّل نتيجةً مباشرةً للوراثة — التدخين، والأكل، وممارسة الرياضة، وحمل الأطفال، والعادات الجنسية، وأيَّ نوع من السلوكيات أو الممارسات الثقافية، والفيروسات، والتعرُّض لأشعَّة الشمس والرادون والأشعة الكونية — يجري تعريفُها جميعًا باعتبارها عوامل بيئية. ولأخذ فكرة عن مدى قوة تأثر السرطان بالوراثة[٢٦] وبهذه العوامل الخارجية، أجرى العلماء في خمسينيات القرن العشرين دراسةً عن السكان السُّود الذين جرى أسرُ أجدادهم من قِبَل تجار الرقيق، ومن ثَم نقلهم إلى الولايات المتحدة، وقارنوهم بأقاربهم الذين ظلُّوا في أفريقيا. لقد اتضح أن معدَّلات الإصابة بسرطان الكبد ولمفومة بوركيت مرتفعة للغاية بين الأفارقة، ولكن ليس بين الأمريكيين السود. أمَّا معدَّلات سرطان الرئة، والبنكرياس، والثدي، والبروستاتة، والأنواع الأخرى من السرطان، فقد كانت أعلى بكثير بين الأمريكيين السُّود مقارنةً بالأفارقة. وقد وجد الباحثون أنماطًا أخرى مماثلة. كان من المعروف أن الرجال اليابانيين يُظهرون معدَّلاتٍ أعلى للإصابة بسرطان المعدة، ولكن معدلات أقل

[٢٥] انظر:

National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011).

[٢٦] جرى تلخيصُ الدراسات المتعلقة بالمهاجرين في:

R. Doll and R. Peto, “The Causes of Cancer: Quantitative Estimates of Avoidable Risks of Cancer in the United States Today,” Journal of the National Cancer Institute 66, no. 6 (June 1981): 1191–1308, reference on 1200–01; Proctor, Cancer Wars, 24–26; and Efron, Apocalyptics, 430–32.

للإصابة بسرطان القولون مقارنةً بنظرائهم في الولايات المتحدة، وعندما انتقلوا إلى ذلك البلد تغير الوضع؛ صاروا يميلون إلى الإصابة بسرطانات مضيفيهم وترك سرطانات بلدهم الأم وراء ظهورهم. وباعتبار أن جيناتهم قد ظلَّت هي نفسها، فلا بدَّ أن ثمة عوامل خارجة عن نطاق الوراثة مكتنفة في العملية.

وبحلول أواخر سبعينيات القرن العشرين، وصلت عقود من هذه الدراسات التي أُجريَت على المهاجرين إلى النتيجة نفسها؛ ففي تسعين في المائة من حالات السرطان كان لا بدَّ من وجود نوع من التأثير الخارجي، أو عامل «بيئي». كانت هناك فرصة لحصول شخصٍ ما على أسبقية الإصابة بالسرطان عن طريق وراثة جين تالف، لكن معظم الطفرات التي تحرِّض الخباثة كانت تلك المُكتسَبة خلال الحياة. مثَّلت هذه أنباءً مشجِّعةً للصحة العامة والوقاية، لكنه كثيرًا ما كان يُساء فهمُها على أنها تعني أن الأغلبية الساحقة من حالات السرطان كانت ناجمةً عن التلوث، والمبيدات الحشرية، والنفايات الصناعية. كان ذلك متوافقًا تمامًا مع بقية نظرتنا إلى العالم، والمتمثلة في ضعف الحافز لإلقاء نظرة أعمق. أمَّا الأصوات الأكثر هدوءًا فقد دعت إلى اعتماد منظور أكثر توازنًا، لكن أكثر التحذيرات إخافةً هي التي ترسَّخت في أذهان الجمهور. فإذا أُصِبنا أو أُصِيب أيُّ شخص كنَّا نعرفه في أي وقت مضى بالسرطان، فسنسارع إلى التساؤل عمَّا إذا كانت الشركات الأمريكية هي المَلومة في ذلك.

كانت القصة تنطوي على أكثر من المناورات السياسية والدلالات. ففي العام ١٩٧٣م، بعد فترة ليست بالطويلة من إعلان الرئيس ريتشارد نيكسون Nixon عن برنامج «الحرب على السرطان»، بدأ برنامج الحكومة للمراقبة، والوبائيات، والنتائج النهائية،[٢٧*] والمعروف اختصارًا باسم SEER، في جمع البيانات من سجلات الولايات بشأن السرطان حول الوقوع incidence ومعدَّل الوَفَيات، أيْ معدَّلات إصابة الناس بالسرطان، وعدد المرات التي تفتك بهم فيها. طوال سنوات، كانت وجهة النظر السائدة هي أنه باستثناء سرطان الرئة، فقد حافظت المعدَّلات الإجمالية على ثباتها. ولكن في العام ١٩٧٦م، عندما قُورِنت البيانات الجديدة للبرنامج SEER مع الدراسات المَسحيَّة السابقة التي أُجريَت من قِبَل المعهد

[٢٧*] Surveillance, Epidemiology and End Results Program.

الوطني للسرطان، بدا أن عدد الحالات الجديدة يتصاعد على نحوٍ مفاجئ،[٢٨] حتى عند تعديل الحسابات للسماح بمعدلات تشيُّخ السكان. بدا أن هذا هو التبرئة[٢٩] التي كان كثيرٌ من الناس يسعَون إليها.

بيدَ أن دمج هاتين المجموعتَين من الإحصاءات، اللتين جرى تجميعُهما من مصادر مختلفة ووفقًا لقواعد مختلفة، لا بدَّ أن يسبِّب المتاعب. في البداية، حذَّر علماء الوبائيات من كون المقارنات غير صالحة،[٣٠] ومن ثَم لا ينبغي وضع استنتاجات، أيْ إنه لم يكُن هناك أيُّ دليل على وجود وباء للسرطان. وللحصول على فكرة أوضح عمَّا كان يواجهه الجمهور، بادر مكتب الولايات المتحدة لتقييم التكنولوجيا برعاية دراسة[٣١] أجراها ريتشارد دول Doll، وريتشارد بيتو Peto، وكلاهما من علماء الوبائيات في جامعة أكسفورد، واللذان اكتسبا شهرتهما عن طريق إثبات الصلة بين السجائر والسرطان، وكذلك التأثيرات المُسرطِنة للأسبستوس asbestos. كان من الصعب العثورُ على عالِمَين أكثر كفاءةً منهما[٣٢] في مجال عملهما.

---

[٢٨] نُشرت الأرقام في:

Earl S. Pollack and John W. Horm, "Trends in Cancer Incidence and Mortality in the United States, 1969–76," Journal of the National Cancer Institute 64, no. 5 (May 1, 1980): 1091–103; and in Toxic Chemicals and Public Protection: A Report to the President by the Toxic Substances Strategy Committee (Washington, DC: Council on Environmental Quality, May 1980).

وهي متوافرة على الإنترنت عبر مكتبة: Hathi Trust Digital Library.

[٢٩] لوصف هذا الخلاف، انظر:

Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1279–81; and Efron, Apocalyptics, 434–36.

[٣٠] Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1280–81; and Efron, Apocalyptics, 435.

[٣١] Doll and Peto, "Causes of Cancer".

[٣٢] جرى التشكيكُ لاحقًا في أبحاث دول عندما اكتُشف بعد وفاته أنه حصل على رسوم استشارية من شركات الصناعات الكيميائية. وفي معرض الدفاع عن زميله، قال بيتو إن دول كان شفافًا فيما يتعلق بهذه التعاملات، وإنه أعطى المال لكلية غرين، أكسفورد، التي ساعد في إنشائها. انظر:

Sarah Boseley, "Renowned Cancer Scientist Was Paid by Chemical Firm for 20 Years," The Guardian, December 7, 2006.

بادئ ذي بدء، كان عليهما تقرير أيِّ أرقام سيثقون بها.[٣٣] وعلى الرغم من أنها كانت آخذةً في التحسُّن، فإن الإحصاءات المتعلِّقة بمعدَّلات وقوع السرطان — عدد الحالات الجديدة التي تحدث في مجموعة سكانية بعينها — لم تكُن جديرةً بالاعتماد حتى الآن. وما بدا أنه مزيدٌ من حالات السرطان الجديدة قد يكون نتيجةً لتحسُّن سُبُل التشخيص، وكون السجلات الطبية أكثر دقة، وزيادة نسبة السكان الذين يطلبون الرعاية الطبية ويحصلون عليها. وكذلك كانت شهادات الوفاة الصادرة في أوائل القرن متَّهمةً في ذلك أيضًا. ربما خضع الأطباء لطلب العائلة عدمَ إدخال وصمة العار المتمثلة في السرطان في السجلات العامة. وكثيرًا ما ارتُكبت أخطاء في كلٍّ من حفظ السجلات والتشخيص، فإن شخصًا تُوفِّي بسرطان الرئة قد يجري تسجيلُه كضحية للالتهاب الرئوي. وقد تُعزى وفاة ناتجة عن وَرَم غير مُشخَّص في الدماغ إلى الشيخوخة. وقد يجري تسجيلُ مريض على أنه تُوفِّي بفعل السرطان في حين أن السبب الحقيقي كان شيئًا آخر. وقد تحسَّن الوضع[٣٤] في العام ١٩٣٣م، عندما بدأت الولايات تقرير الوفَيَات في سجل مركزي، وفي منتصف القرن العشرين وُضع نظامٌ موحَّدٌ للتصنيف (جرى جمع سرطان عنق الرحم وسرطان الرحم معًا، أمَّا لمفومة هودجكن،[٣٥*] وهي وَرَم خبيث يصيب خلايا الدم، فقد أُسِيء فهمُها باعتبارها مرضًا مُعديًا). وبدايةً من العام ١٩٥٠م، وباستخدام معدَّلات الوفاة باعتبارها أفضل تقدير تقريبي متاح لانتشار السرطان، أعدَّ المؤلِّفان تحليلًا معقَّدًا يمتدُّ إلى أكثر من مائة صفحة تكتظُّ بالكلمات، والجداول، والرسوم البيانية، وستة ملاحق شديدة التفصيل. وبالإضافة إلى حساباتهما الخاصة، فقد استعرضا أيضًا نتائج أكثر من ثلاثمائة دراسة أخرى.

ومنذ نشره في العام ١٩٨١م، أصبح تقرير دول وبيتو المُعنوَن «أسباب السرطان» واحدًا من الوثائق الأشدِّ تأثيرًا في مجال الوبائيات السرطانية. خلص التقرير إلى أن معظم

وفي قسم الرسائل من طبعة اليوم التالي، قام عددٌ من العلماء البارزين بالدفاع عن نزاهة دول (انظر: "Richard Doll Still Deserves Our Respect"). وكان من بينهم الرئيس التنفيذي لمجلس البحوث الطبية، ومدير ويلكوم ترست، ومارتن ريس، رئيس الجمعية الملكية.

[٣٣] Doll and Peto, "Causes of Cancer," appendix C, 1270–81.

[٣٤] Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1281.

[٣٥*] Hodgkin's lymphoma.

حالات السرطان، إلى حدٍّ كبير، «يمكن تجنُّبها»، أيْ إنها ناجمة عن عوامل تقع، إلى حدٍّ كبير، في متناول تحكُّم البشر. وفي ٣٠ في المائة من الوَفَيات الناجمة عن السرطان، كان التبغ أحد الأسباب.[٣٦] وبالنسبة إلى النظام الغذائي، كانت النسبة ٣٥ في المائة، كما كانت ٣ في المائة للكحول. ينطوي نحو ٧ في المائة من الوَفَيات على «سلوكيات إنجابية وجنسية»، وتتضمن تأجيل أو التخلِّي عن حَمْل الأطفال وممارسة الجنس بصورة منحلَّة (لُوحِظ أن امتلاك المرأة عِدَّة شركاء جنسيين يمثل خطرًا للإصابة بسرطان عنق الرحم، على الرغم من أنه لم يكُن معروفًا في ذلك الوقت أن العامل المسبِّب له هو فيروس الوَرَم الحليمي البشري).

وقد عُزيت ١٠ في المائة أخرى من حالات السرطان مبدئيًّا لمجموعة متنوعة من العدوى، وعُزيت ٣ في المائة إلى الظواهر «الجيوفيزيائية»؛ التعرض للأشعَّة فوق البنفسجية المتضمَّنة في أشعَّة الشمس، وإشعاع الخلفية background radiation الذي ينبعث بشكل طبيعي من التربة والأشعَّة الكونية. أمَّا بالنسبة إلى الوَفَيات الناجمة عن المُسرطِنات المُنتَجة اصطناعيًّا، بما في ذلك النظائر المُشعَّة، فقد جاءت النِّسَب منخفضةً للغاية؛ ٤ في المائة من التعرُّض المهني، و٢ في المائة من الهواء، والماء، والتلوث الغذائي، واحد في المائة بسبب الآثار الجانبية للعلاج الطبي (بما في ذلك الأشعَّة السينية والعلاج الإشعاعي)، وأقل من واحد في المائة بسبب المنتَجات الصناعية مثل الدهانات، ومنتجات البلاستيك، والمُذيبات أو المُضافات الغذائية. أمَّا النسبة المتبقية فهي مجهولة المنشأ، مع اقتراح بأن الإجهاد النفسي أو تقويض الجهاز المناعي للخطر قد يؤدي دورًا. وخلص دول وبيتو إلى أنه، باستثناء سرطان الرئة، فإن «معظم أنواع السرطان الشائعة اليوم[٣٧] في الولايات المتحدة لا بدَّ أن تكون راجعةً أساسًا إلى عوامل ظلَّت موجودةً لفترة طويلة.»

يا لها من نتيجة يصعُب تصديقُها. إن أيَّ حالة بعينها من السرطان تكون لها أسباب متعددة،[٣٨] بيئية (بالمعنى الواسع)، جنبًا إلى جنب مع النزعات الوراثية، والتأثير

---

[٣٦] Doll and Peto, "Causes of Cancer," table 20, 1256.

[٣٧] Doll and Peto, "Causes of Cancer," 1212.

[٣٨] للتعرف على المُعضِلات المتضمَّنة في فرز العوامل البيئية والجينية المسبِّبة لمرضٍ ما، انظر:
Kenneth J. Rothman and Sander Greenland, "Causation and Causal Inference in Epidemiology," American Journal of Public Health 95 suppl. 1 (2005): S144–50.

المخادع لسوء الحظ. ولكن بالنسبة إلى عموم الجمهور، فإن الكيماويات المنبعثة من المصانع أو المواد المضافة المتعددة المقاطع pollysyllabic، والموجودة في الأطعمة، لم تكُن تمثِّل، على ما يبدو، سوى أجزاء طفيفة من المعادلة. كانت مجرَّد مُكوِّن.[٣٩] «هناك الكثير من الجهل[٤٠] إلى درجة لا يمكن معها تبريرُ الرضا عن النتائج»، كما كتب المؤلِّفان، لكن الأمر الأكثر أهميةً بكثير هو أسلوب معيشتنا وتأثير ذلك في الميل الطبيعي للخلية إلى التمرد وتأكيد حتميتها الداروينية. أمَّا الأمر الأكثر تعبيرًا على الإطلاق فهو أن دول وبيتو وجدا أن معدَّلات السرطان لم تتزايد بسرعة، كما يمكن للمرء أن يتوقع إذا كنَّا نتعرض لفيض من الاعتداءات المُخترَعة حديثًا. عند إسقاط سرطان الرئة والأورام الخبيثة الأخرى المرتبطة بشكل وثيق بالتدخين (سرطان الفم، والحنجرة، والمريء، وغيرها) من الاعتبار، وتعديل النتائج وفقًا لتشيُّخ السكان، نجد أن وَفَيات السرطان بين الأشخاص الذين تقلُّ أعمارُهم عن الخامسة والستين[٤١] قد تناقصت بشكل مطَّرد في جميع الفئات تقريبًا منذ العام ١٩٥٣م (اتضح أيضًا أن ذلك ينطبق، إلى حدٍّ كبير، على الأمريكيين المُسنِّين،[٤٢] لكن تلك الأرقام، التي تعتمد على التقارير الطبية وبيانات تعداد السكان القديمة، قد اعتُبرت أقلَّ موثوقية). لم يكُن انخفاض معدَّل الوَفَيات ناتجًا عن حصولنا على علاج أفضل[٤٣] بكثير للسرطان، كما خلص إليه المؤلِّفان، ولكنْ لأن عدد الحالات الجديدة لم يكُن في

---

[٣٩] للاطِّلاع على تقييم حديث، انظر:

Paolo Boffetta and Fredrik Nyberg, “Contribution of Environmental Factors to Cancer Risk,” BMJ: British Medical Journal 68, no. 1 (December 1, 2003): 71–94; and Richard W. Clapp and Molly M. Jacobs, “Environmental and Occupational Causes of Cancer: New Evidence, 2005–2007,” October 2007, Lowell Center for Sustainable Production website.

[٤٠] Doll and Peto, “Causes of Cancer,” 1251.

[٤١] Doll and Peto, “Causes of Cancer,” 1256. For details see 1281–85 and tables D1 and D3.

[٤٢] Doll and Peto, “Causes of Cancer,” 1256.

انظر الجدول D2 للاطِّلاع على المعدَّلات الإجمالية، والجدول D4 لأنواع السرطان المحدَّدة. بدا أن هناك زيادةً في الوَفَيات الناجمة عن سرطان الدماغ، وزيادات أصغر في غيرها من السرطانات اللاتنفُّسيَّة، لكن المؤلِّفَين عَزَوا ذلك في معظمه إلى تحسُّن سُبُل الاحتفاظ بالسجلات.

[٤٣] Doll and Peto, “Causes of Cancer,” 1256.

ازدياد. وبمجرَّد أن أصبح البرنامج SEER أكثر رسوخًا وتحسنت جودة البيانات، أكَّدا أنه لا يوجَد ارتفاع مهول في معدَّل وقوع السرطان.

لم يكُن دول وبيتو وحدهما في النتائج التي توصَّلا إليها. توصَّلت دراستان أصغر حجمًا؛[٤٤] واحدة في الولايات المتحدة والأخرى في مدينة برمنغهام الصناعية (إنجلترا)، إلى نِسَب مماثلة، حيث عُزيت معظم حالات السرطان إلى التدخين ومزيج مما يُسمَّى بالعوامل المتعلِّقة بنمط الحياة، في حين أن التعرُّض المهني لم يكُن مسئولًا سوى عن بضعة أجزاء في المائة. لكن تقرير «أسباب السرطان» كان أوسع الدراسات التي أُجريَت نطاقًا. وبطبيعة الحال، فقد كانت استنتاجاته متوافقةً مع ما يريد سماعه روَّاد الصناعة، ومن ثَم فقد بدأ الأشخاص الملتزمون بمحاربة مشكلات التلوث الصناعي يطعنون في صحة التقرير.[٤٥] رُفضت حُجَّة نمط الحياة باعتبارها هجومًا مضلِّلًا، فهي تلقي باللوم على الضحايا بدلًا من الجُناة. وفي حين كان واضحًا أن السجائر تمثل تأثيرًا مهمًّا، فمن المُحتمَل أن عددًا كبيرًا من المدخِّنين لم يكُن ليصيبهم سرطان الرئة من دون مساعدة إضافية من الهواء الملوَّث أو المُسرطِنات الاصطناعية في تأثير تآزُري مُعقَّد. ومهما كان يحدث بشأن المعدَّلات الإجمالية، بدا أن وقوع بعض أنواع السرطان كان في ازدياد، خصوصًا بين جمهرات المُسنِّين والأقليات. ربما أن ما نسبه دول وبيتو لتحسُّن سُبُل التشخيص كان يشير في الواقع إلى السموم المُسرطِنة التي تتراكم باطِّراد، والتي ستندلع في السنوات المُقبِلة في صورة جائحة مدمِّرة من السرطان. وعندما بدأت معدَّلات الإصابة بسرطان الرئة تتزايد[٤٦]

---

٤٤ J. Higginson and C. S. Muir, "Environmental Carcinogenesis: Misconceptions and Limitations to Cancer Control," Journal of the National Cancer Institute 63, no. 6 (December 1979): 1291–98; and E. L. Wynder and G. B. Gori, "Contribution of the Environment to Cancer Incidence: An Epidemiologic Exercise," Journal of the National Cancer Institute 58, no. 4 (April 1977): 825–32.

٤٥ Samuel S. Epstein and Joel B. Swartz, "Fallacies of Lifestyle Cancer Theories," Nature 289, no. 5794 (January 15, 1981): 127–30.

٤٦ David G. Hoel, Devra L. Davis, et al., "Trends in Cancer Mortality in 15 Industrialized Countries, 1969–1986," Journal of the National Cancer Institute 84, no. 5 (March 4, 1992): 313–20.

في أوائل القرن العشرين، رُفض ذلك أيضًا باعتباره ناتجًا عن تحسُّن التشخيص. وبالتالي فإن الرعب الحقيقي الذي كنَّا نُلحِقه بأنفسنا لن تتضح معالُمه إلا بمرور الوقت.

وفي حين ظلَّ علماء الوبائيات مترقبين[٤٧] لظهور وباء متأخر، فإن بروس إيمز، وهو مخترع اختبار إيمز،[٤٨] بدأ يتساءل بدوره عمَّا إذا كانت المواد الاصطناعية تمثِّل تهديدًا كبيرًا. كان إيمز هو مَن استخدم التجارب التي أجراها على البكتيريا في العام ١٩٧٣م، لإثبات أن المُسرطِنات، أو معظمها على أيِّ حال، تُسبِّب السرطان عن طريق إحداث طفرات جينية (ليست كل المسرطنات مُسبِّبة للطفرات، بعضها يمكن أن يعمل بصورة غير مباشرة. فعن طريق قتل خلايا المريء[٤٩] وزيادة نسبة استبدالها، يزيد الكحول من احتمالات حدوث أخطاء عشوائية في النسخ). ومع رسوخ اختباره، شعر إيمز في البداية بالقلق بشأن المخاطر التي كان الإنسان المعاصر يقذف بها إلى العالم. ساعدت أبحاثه المبكرة على فرض حظر على المُسرطِنات التي كانت تُستخدَم كمُثبِّطات للَّهب flame retardants في منامات الأطفال وصبغات الشَّعر. وساعد في إقناع ولاية كاليفورنيا بتعزيز تنظيمها لإحدى المستدخنات fumigant الزراعية. لقد صار الرجل يشبه بطلًا بيئيًّا. وبعد ذلك، بدأ يُجري اختباراتٍ على المواد الكيميائية الموجودة في الطبيعة، فوجد أن عددًا مذهلًا منها أيضًا يبدو أنه يُتلف الدنا DNA.

كان ذلك منطقيًّا للغاية من الناحية التطورية؛ فعلى مرِّ الزمان، طوَّرت النباتات قدرةً على تصنيع موادَّ كيميائيةٍ لدرء الضواري–البكتيريا، والفطريات والحشرات والقوارض، والحيوانات الأخرى. وصف إيمز بعضَ مُبيدات الهوام pesticides الطبيعية هذه في

---

٤٧ Bruce Ames's story is told in Proctor, Cancer Wars, 136–52.

٤٨ Bruce N. Ames et al., "Carcinogens Are Mutagens: A Simple Test System Combining Liver Homogenates for Activation and Bacteria for Detection," Proceedings of the National Academy of Sciences 70, no. 8 (August 1973): 2281–85.

٤٩ من الممكن أن يتسبَّب الكحول في زيادة خطر الإصابة بالسرطان من خلال التكسُّر إلى مادة الأسيتالدهيد المُسرطِنة ومن خلال آليَّات أخرى. للاطِّلاع على ملخَّص، انظر:

"Alcohol Use and Cancer," American Cancer Society website, last revised January 27, 2012.

بحث نُشر في مجلة «ساينس» Science[٥٠] في العام ١٩٨٣م. يحتوي الفلفل الأسود، الذي يُستخدَم كتوابل في طعامنا، على السافرول safrole والبيبيرين piperine، ويسبِّب الأورام في الفئران. وتحتوي أنواع فُطر عيش الغراب الصالحة للأكل على الهيدرازينات hydrazines، وهي موادُّ مُسرطِنة. ويحتوي الكرفس، والجزر الأبيض، والتين، والبقدونس على الفلوروكومارينات furocoumarins المُسرطِنة. وفي الشوكولاتة، يوجَد الثيوبرومين theobromine، كما توجَد قلويدات البيروليزيدين pyrrolizidine في العديد من أنواع الشاي العشبي. وعلى مرِّ السنين، واصل إيمز إضافة أرقام إلى قائمته. وفي العام ١٩٩٧م، ذكر تقريرٌ له[٥١] أنه من بين ثلاثٍ وستين مادةً طبيعيةً الموجودة في النباتات، أثبتت الاختبارات أن خمسًا وثلاثين منها مُسرطِنة. كان مثاله الأبرز هو فنجان من القهوة، والذي احتوى على تسع عشرة مادةً مُسرطِنةً مختلفة، بما في ذلك الأسيتالديهيد acetaldehyde، والبنزين، والفورمالديهيد formaldehyde، والستايرين styrene، والطولوين toluene، والزيلين xylene. وبصورة إجمالية، قدَّر أن الناس يشربون من مبيدات الهوام الطبيعية عشرة آلاف ضعف ما يتناولونه من تلك المُصنَّعة. وقال إن مَن يسعَون إلى العثور على الأسباب الكيميائية للسرطان يبحثون في المكان الخطأ.

وقد تشكَّك في الواقع[٥٢] في أن السموم الطبيعية كانت تسبِّب بالفعل كثيرًا من حالات السرطان. ومما يجري إغفالُه كثيرًا هو أن بحثه المنشور في مجلة «ساينس» قد ذكر أيضًا العديد من مضادات الأكسدة antioxidants والعناصر النباتية الأخرى التي يُحتمل أن توفر بعض الحماية. كان من الممكن، كما أشار إليه إيمز، أن يتفوق الجيد على السيئ، وأنه عند أخذ كل شيء في الاعتبار قد يقلِّل تناول الفواكه والخضار من وقوع السرطان. لكن أحدًا لا يعرف حقًّا.

---

٥٠ B. N. Ames, "Dietary Carcinogens and Anticarcinogens," Science 221, no. 4617 (September 23, 1983): 1256–64.

٥١ B. N. Ames and L. S. Gold, "Environmental Pollution, Pesticides, and the Prevention of Cancer: Misconceptions," FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology 11, no. 13 (November 1997): 1041–52.

٥٢ Ames and Gold, "Environmental Pollution, Pesticides, and the Prevention of Cancer".

وفي نهاية المطاف، كانت رسالة إيمز هي أننا نقلق أكثر من اللازم بخصوص كلا النوعَين من الكيماويات؛ الطبيعية والاصطناعية. وكتب قائلًا إن نِصفَ جميع المواد التي جرى اختبارها[٥٣] تُسجَّل باعتبارها مُسرطِنة، لكن هذا لا يعني بالضرورة أن تلك المواد خطيرة. يجري حقن المُسرطِنات المُشتبَه بها في القوارض باستخدام ما يُسمَّى بالحدِّ الأقصى للجرعة التي يمكن تحمُّلُها،[٥٤*] وهو أقصى قدْرٍ يمكن للحيوانات تحمُّلُه دون تأثيرات موهِنة. ويعني هذا عدد مرات التعرُّض التي يُحتمل أن يتلقَّاها الناسُ في العالم. تنطوي هذه المقاربة على منطق محدَّد.

لنفترض أن تعريض ١٠ آلاف شخص لمادة كيميائية معيَّنة يؤدِّي إلى حالة واحدة من السرطان، فبالنسبة إلى مجموعة من السكان قوامُها ١٠ ملايين نسمة، يمثل هذا ١٠٠٠ حالة يمكن تفاديها. لتوضيح الخطر، قد تحتاج لحقن تلك المادة الكيميائية في عشرات الآلاف من الفئران، وهي تجربة تكلِّف عشرات الملايين من الدولارات.[٥٥] وبديل ذلك هو إعطاء جرعات ضخمة لعددٍ أقلَّ بكثير من تلك الحيوانات، ومعرفة ما إذا كانت نسبةٌ كبيرةٌ منها ستتأثر. تتمثل المشكلة، كما قال إيمز، في أن حقن تركيزات كبيرة من أيِّ مادة غريبة قد تصيب الحيوانات باضطرابات جسدية. وعند استشعار الأضرار التي لحقت بأنسجته، يستجيب الجسم كأنه أُصيب بجرح، مُطلِقًا العنانَ لعملية الشفاء التي تنطوي على تسريع وتيرة الانقسام الفتيلي، مما يعمل على توليد خلايا جديدة بسرعة لكي تحلَّ محلَّ تلك التالفة. ومع نَسخ قدْر كبير من الدنا، فإن احتمالات حدوث طفرات عشوائية يكون أعلى، وكذلك يزيد احتمال اكتساب واحدة من التوليفات القاتلة. وباستخدام المصطلحات الطبية، فإن التفتُّل mitogenesis يزيد من احتمالية التطفُّر mutagenesis.[٥٦]

---

٥٣ B. N. Ames and L. S. Gold, "Chemical Carcinogenesis: Too Many Rodent Carcinogens," Proceedings of the National Academy of Sciences 87, no. 19 (October 1990): 7772–76.

٥٤* maximum tolerated dose.

٥٥ Cancer and the Environment (Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, March 2003), 25.

٥٦ Ames and Gold, "Chemical Carcinogenesis."

دافع علماء السموم عن تلك الاختبارات[٥٧] كحلٍّ وسط جيد إلى حدٍّ معقول. ومثل دول وبيتو، تعرَّض إيمز للشجب من قِبَل أشدِّ مُنتقِديه بزعم إراحة الملوِّثين وتحويل الانتباه عن مشكلة حقيقية.[٥٨] ربما كانت السموم البيئية تتجمع في مجرى الدم البشري، حيث تُرى بالكاد، لكنها لا تزال تضيف تدريجيًّا إلى معدَّل وقوع السرطان في الخلفية. أشار تقريرٌ صدر أخيرًا عن مجموعة استشارية تابعة للبيت الأبيض[٥٩] إلى أن الاختبارات الحيوانية تسهم في الواقع في فهم السرطَنة carcinogenicity، وهو عكس ما دعا إليه إيمز لفترة طويلة. تُجرى تلك الاختبارات عمومًا على القوارض المراهقة التي يجري التخلُّص منها عند انتهاء التجربة. ومن شأن ذلك إخفاء آثار التعرُّض في الفترة السابقة للولادة وخلال الطفولة، فضلًا عن الأورام المتأخرة الظهور. وقد يكون البديل هو إعطاء[٦٠] تلك المواد الكيميائية للحيوانات الحوامل ومتابعة صحة جِرائها في أثناء نموِّها، حتى تصير بالغةً ومن ثَم تموت من تلقاء نفسها. وكذلك فإن تلك الطريقة تُغفِل أيضًا التفاعلات التآزُرية. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من ثمانين ألف مادة جديدة قد أُدخِلت إلى العالم في العصر الحديث، وبالتالي فإن عدد التوليفات بينها لا نهاية له. ولم يُختبَر سوى جزء ضئيل من المركَّبات الجديدة، بعد أن جرى الاشتباه بالفعل في كونها تسبِّب السرطان. وعند أخذ

---

٥٧ P. J. Infante, “Prevention Versus Chemophobia: A Defence of Rodent Carcinogenicity Tests,” Lancet 337, no. 8740 (March 1991): 538–40; P. F. Infante, “Use of Rodent Carcinogenicity Test Results for Determining Potential Cancer Risk to Humans,” Environmental Health Perspectives 101, suppl. 5 (December 1993): 143–48; and I. Bernard Weinstein, “Cell Proliferation: Concluding Remarks,” Environmental Health Perspectives 101, suppl. 5 (December 1993): 159–61.

٥٨ انظر، على سبيل المثال:

Clapp and Jacobs, “Environmental and Occupational Causes of Cancer”; Devra Lee Davis and Joel Schwartz, “Trends in Cancer Mortality: U.S. White Males and Females, 1968–83,” Lancet 331 (March 1988): 633–36; and Devra Davis, The Secret History of the War on Cancer (New York: Basic Books, 2007).

٥٩ Reducing Environmental Cancer Risk: What We Can Do Now, 2008–2009 Annual Report (Washington, DC: National Cancer Institute, April 2010).

٦٠ Reducing Environmental Cancer Risk, 11.

هذه العوامل بعين الاعتبار، خلصت اللجنة بكل ثقة إلى أن عدد حالات السرطان المرتبطة بالمُسرطِنات الصناعية قد «جرى تقليل قيمته بشكل فاضح».[٦١]

وفي حين انتقد العديدُ من العلماء التقرير[٦٢] بسبب مبالغته الشديدة في وصف التهديد الذي تمثله الكيماويات الاصطناعية، وبسبب إضفائه مصداقيةً لا مبرر لها لوجهة نظر خارجة عن الإجماع، فإن معظمهم وافقوا على أن اختبارات السموم بحاجة إلى تحسين. وقد وصفت الأكاديمية الوطنية للعلوم[٦٣] كيف أن التقدم في مجال البيولوجيا الخلوية وعلوم الحاسوب فتح الطريق أمام المقايسات السريعة والعالية الإنتاجية، التي تسمح بتحليل مزيد ومزيد من المواد الكيميائية وتوليفات المواد الكيميائية. وبدلًا من الحيوانات، يمكن إجراء الاختبارات على الخلايا التي يجري إبقاؤها على قيد الحياة في أطباق المُختبَر. ومن المؤمَّل أن يجري التعرُّف على المُسرطِنات الجديدة بسرعة، ومن ثَم اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل انتشارها. فإذا جرى التعرُّف عليها جميعها، فسيمكن حينئذٍ خفضُ معدَّلات الإصابة بالسرطان أكثر فأكثر. وهذا أمرٌ جيد، لكنه من الصعب إثبات أن التأثير سيكون كبيرًا للغاية.

ومع مرور السنوات، لم يظهر أيُّ وباء. ومع تعديلها للتكيُّف مع تشيُّخ السكان، تبيِّن الإحصاءات التي جمعها البرنامج SEER أن معدَّلات الوَفَيات الناجمة عن السرطان قد ارتفعت تدريجيًّا[٦٤] بمقدار نصف نقطة مئوية بين العامَين ١٩٧٥–١٩٨٤م، حيث من المؤكَّد أن التدخين كان عاملًا مسبِّبًا، وبوتيرة أبطأ حتى العام ١٩٩١م، لكنها بدأت

---

٦١ Reducing Environmental Cancer Risk, introductory letter, unpaginated.

٦٢ David C. Holzman, “President’s Cancer Panel Stirs Up Environmental Health Commu- nity,” Journal of the National Cancer Institute 102, no. 15 (August 4, 2010): 1106–13.

٦٣ “Toxicity Testing in the 21st Century: A Vision and a Strategy (Washington, DC: National Academies Press, 2007).

بدأت هذه الأفكار تترسخ في برنامج الأبحاث الحسابية لعلم السموم، والتابع لوكالة حماية البيئة.

٦٤ Ahmedin Jemal et al., “Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2009, Featuring the Burden and Trends in Human Papillomavirus (HPV)–Associated Cancers and HPV Vaccination Coverage Levels,” Journal of the National Cancer Institute (January 7, 2013). See table 2. A summary with a link to the full report is available on the National Cancer Institute’s SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) website.

حينئذٍ تنخفض بمعدَّلات طفيفة،[٦٥] واستمرت على هذا المنوال منذ ذلك الحين. أمَّا معدَّلات الوقوع فتحكي قصةً مماثلة،[٦٦] على الرغم من كون المشهد أشدَّ تعقيدًا إلى حدٍّ ما. ومثل معدَّلات الوَفَيات، فقد ارتفعت تدريجيًّا منذ العام ١٩٧٥م وحتى أوائل تسعينيات القرن العشرين، مع موجة من الحالات الجديدة المُبلَّغ عنها خلال الفترة بين ١٩٨٩–١٩٩٢م، عندما ارتفع المعدَّل بنسبة ٢,٨ في المائة سنويًّا. يبدو أن أكبر موجِّه لتلك الزيادة الحادة هو الفحص الأكثر دقةً لاثنين من أكثر أنواع السرطان انتشارًا. ارتفع عدد حالات سرطان البروستاتة التي اكتُشفت بنسبة ١٦,٤ في المائة سنويًّا قبل أن تتراجع بشكل حاد، كما انخفضت معدَّلات سرطان الثدي بنسبة ٤ في المائة. وحينئذٍ، فإن معدَّلات الوقوع — مثل معدَّلات الوَفَيات — بدأت تراجعها البطيء.

وفي كل عام، عندما ينشر المعهد الوطني للسرطان «تقريرًا إلى الأمة بخصوص وضع السرطان»، تظلُّ القصة على حالها. وقد انتشرت أيضًا أدلةٌ على أن نسبةً كبيرةً من الحالات يمكن أن تُعزى إلى نمط الحياة. ويستمر اختلاف الآراء بشأن أيِّ العناصر المحدَّدة هي الأكثر أهمية، حيث جرى استبدالُ الأطعمة المحدَّدة — مثل تحديد المقدار الضار من اللحوم الحمراء والمُصنَّعة، والمقدار الجيد من الفواكه والخضراوات — بالاشتباه في أن عدم ممارسة الرياضة والوزن المُفرط يمثلان عاملَين يمكن أن يُلقى عليهما قدْرٌ أكبر بكثير من

---

[٦٥] عند تعديله للتوافق مع العمر، كان معدَّل الوَفَيات الإجمالي من السرطان هو ١٩٩ شخصًا لكل ١٠٠ ألف نسمة في العام ١٩٧٥م. وبعد ذلك بعشر سنوات، وصل هذا المعدَّل إلى ٢١١، وبحلول العام ٢٠٠٩م، وهو آخر عام أُعدَّت فيه هذه الإحصائيات، انخفض المعدَّل إلى ١٧٣. انظر:

N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," 1975–2009 (Vintage 2009 Populations), National Cancer Institute, Bethesda, MD.

والمعتمد على مدخلات البرنامج SEER في نوفمبر ٢٠١١م، والتي نُشرت على موقع البرنامج في العام ٢٠١٢م. توجَد تفاصيل الوَفَيات في الجدول ٢,٦، في حين وردت بيانات الوقوع في الجدول ٢,٥.

[٦٦] إن التقرير الصادر في العام ٢٠١٢م، والذي استشهدتُ به سابقًا، لا يقسم تلك المعدَّلات بتفصيل جيد، ولذلك فقد استعنتُ بالجدول رقم ١ من التقرير السنوي السابق:

Brenda K. Edwards et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2006, Featuring Colorectal Cancer Trends and Impact of Interventions," Cancer 116, no. 3 (2010): 544–73.

اللوم.[٦٧] وبعد مرور أكثر من خمسة وعشرين عامًا،[٦٨] فلا يزال تقرير «أسباب السرطان» يعزو ٣٠ في المائة من السرطان إلى التبغ. ومن المُعتقَد أن السمنة وعدم ممارسة الرياضة يمثلان ٢٠ في المائة، كما يمثل النظام الغذائي نسبة ١٠ إلى ٢٥ في المائة، والكحول نسبة ٤ في المائة، والفيروسات نسبة ٣ في المائة. وقد وجدَت دراسةٌ أجرتها الوكالة الدولية لبحوث السرطان، والتابعة لمنظمة الصحة العالمية، أرقامًا مماثلةً[٦٩] في فرنسا. وفي مركز أكثر انخفاضًا بكثير في القوائم، نجد التعرُّض المهني والملوثات المهنية. وقد أظهرت دراساتٌ أخرى وجودَ نِسَب مماثلة في المملكة المتحدة وغيرها من الدول الصناعية.

وطوال كل هذا الوقت، فإن عناقيد السرطان في الأحياء،[٧٠] مثل ذلك الذي قرأتُ عنه في لوس ألاموس، وفي لونغ آيلاند، ورأيتُه مجسَّدًا في فيلم إيرين بروكوفيتش،[٧١*] لا يزال

---

[٦٧] إن تقرير التقدم الصادر عن الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان (AACR) للعام ٢٠١٢م يعزو نسبة ٣٣ في المائة من السرطان إلى التبغ، و٢٠ في المائة إلى الوزن الزائد والسمنة، و٥ في المائة إلى عدم ممارسة الرياضة، و٥ في المائة فقط إلى النظام الغذائي (الشكل ٩، صفحة ٩). ويوجَد هذا التقريرُ على موقع تقدُّم السرطان التابع للجمعية AACR. مصدر أرقام الجمعية AACR هو:

Graham A. Colditz, Kathleen Y. Wolin, and Sarah Gehlert, "Applying What We Know to Accelerate Cancer Prevention," Science Translational Medicine 4, no. 127 (March 28, 2012): 127rv4.

[٦٨] Graham A. Colditz, Thomas A. Sellers, and Edward Trapido, "Epidemiology: Identifying the Causes and Preventability of Cancer?" Nature Reviews Cancer 6, no. 1 (January 2006): 75–83.

[٦٩] "Attributable Causes of Cancer in France in the year 2000," International Agency for Research on Cancer website.

[٧٠] K. J. Rothman, "A Sobering Start for the Cluster Busters' Conference," American Journal of Epidemiology 132, no. 1 suppl. (July 1990): S6–13; and Raymond Richard Neutra, "Counterpoint from a Cluster Buster," American Journal of Epidemiology 132, no. 1 (July 1, 1990): 1–8. Also see Atul Gawande, "The Cancer Cluster Myth," New Yorker, February 8, 1999.

لتقرير مثير عن استقصاء عناقيد السرطان، والدروس المستفادة، انظر:

Dan Fagin, Toms River: A Story of Science, Folly and Redemption (New York: Random House, 2013).

[٧١*] Erin Brockovich.

يجري الإبلاغُ عنها. ولكن في كل الحالات تقريبًا، يتضح أنها مجرَّد أوهام إحصائية، مما يمثل مزيدًا من الأمثلة على تأثير قنَّاص تكساس.[٧٢*] ومن بين تلك الحقيقية، لم يجرِ الربطُ إلا بين قلة نادرة وبين الملوِّثات البيئية. وعلى مرِّ العقود، أدَّت معدَّلات الوقوع غير العادية للسرطان بين العمال إلى التعرُّف على بعض المواد المُسرطِنة، مثل العلاقة بين وَرَم «الظهارة» المتوسطة mesothelioma والأسبستوس، وبين سرطان المثانة والأمينات الأروماتية aromatic amines (وهي موادُّ توجَد أيضًا في دخان السجائر). ولكن حتى العناقيد المهنية تظلُّ غير شائعة.[٧٣]

ومع تطور بقية أجزاء العالم، تظهر نفسُ الأنماط الموجودة[٧٤] في الغرب. تميل الدول الفقيرة في البداية إلى الوقوع فريسةً للسرطانات التي تنتشر عن طريق الاتصال الجنسي والاحتشاد المُفرط overcrowding؛ تلك التي تحرِّضها الفيروسات. هناك العلاقة بين فيروس الوَرَم الحليمي البشري HPV وسرطان عنق الرحم، والتهاب الكبد B وC وسرطان الكبد، والملوية البوابية Helicobacter pylori وسرطان المعدة. ومع تحسُّن مستويات النظافة والاستخدام المتزايد لمسحات بابانيكولاو (لعنق الرحم) Pap smears (وأخيرًا لقاح فيروس الوَرَم الحليمي البشري)، فقد يبدأ سرطان عنق الرحم في الانحسار. ولكنْ بعد ذلك سوف تنشأ سرطانات جديدة لتحلَّ محلَّه. ومع اختيار النساء لإنجاب أطفال أقل، كما تبدأ بناتهن اللواتي حصلن على تغذية أفضل في الحيض في سنٍّ أبكر، فقد تتزايد

٧٢* Texas Sharpshooter.

٧٣ للاطِّلاع على تقييم حول الموضوع، انظر:

P. A. Schulte et al., "Investigation of Occupational Cancer Clusters: Theory and Practice," American Journal of Public Health 77, no. 1 (January 1987): 52–56.

٧٤ Ahmedin Jemal et al., "Global Cancer Statistics," CA: A Cancer Journal for Clinicians 61, no. 2 (2011): 69–90; P.B oyle and B. Levin, eds., World Cancer Report 2008 (Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2008); and World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective (Washington, DC: AICR, 2007).

انظر أيضًا:

D. Max Parkin et al., "Global Cancer Statistics, 2002," CA: A Cancer Journal for Clinicians 55, no. 2 (February 24, 2009): 74–108.

السرطانات المعتمدة على هرمون الإستروجين في الرحم والثدي. إن التعليم، واللقاحات، وتحسُّن الصحة العامة ... تؤدي هذه العوامل بدورها إلى تقليل سرطانات الكبد والمعدة، لكنها في الوقت نفسه تزيد من معدَّلات سرطان القولون والمستقيم مع انتقال مزيد من الناس من الحقول إلى المُدن ومن ثَم يصبحون خاملين. إنهم يتحولون من الإصابة بنقص التغذية إلى المعاناة من فرط التغذية overnourished، مع جميع الاختلالات الغذائية التي يمكن أن يحملها اتباعُ النظام الغذائي الحديث. إن سرطانات الفقر تُفسح المجال لسرطانات الثراء. إن سرطان البروستاتة، وهو مرض يصيب الرجال المُسنِّين، يصبح مشكلةً عندما يزداد متوسط العمر المتوقَّع إلى السبعينيات والثمانينيات. وتزداد معدَّلات سرطان الرئة مع نقل شركات السجائر لأعمالها إلى أسواق أقلَّ تمييزًا. ويجلب التصنيعُ معه مخاطرَ جديدة للتعرُّض المهني.

لا تنسجم جميع العناصر مع صورة مرتبة، فقد تبدو معدَّلات الإصابة بالسرطان أعلى في بلدٍ من الآخر بسبب توافر اختبارات التحرِّي screening tests، كما أن السرطان في المناطق الحضرية يكون أقربَ احتمالًا لأن يجريَ اكتشافُه من السرطان في الريف. وفيما عدا الشكوك الإحصائية، فإن مزيجًا من المكوِّنات — النظام الغذائي، والعوامل الوراثية، والممارسات الثقافية — يمكنه إحداثُ تباينات مفاجئة. قد ينتُج انتشار سرطان الفم في الهند عن مضغ جوز التنبول betel nuts، وكذلك — وهو الأمر الأكثر أهمية — بسبب التدخين العكسي reverse smoking،[٧٥] حيث توضَع النهاية المشتعلة من السيجارة بداخل الفم. قد يفسِّر شرب المتَّة،[٧٦*] الشديد السخونة، ارتفاعَ معدَّلات الإصابة بسرطان المريء في بعض دول أمريكا الجنوبية. كما أن اليابان، وهي مجتمع رغيد الحياة، لا تزال تقود العالم في معدَّل الإصابة بسرطان المعدة. وغالبًا ما يُعزى سببُ ذلك للنظام الغذائي الذي ينطوي على تفضيل ثقافي للأسماك المُملَّحة. تتسم معدَّلات سرطان الثدي في اليابان بانخفاضها مقارنةً بالدول المتقدمة، لكنها تلحق بها بسرعة.

---

[٧٥] J. J. Pindborg et al., "Reverse Smoking in Andhra Pradesh, India: A Study of Palatal Lesions Among 10,169 Villagers," British Journal of Cancer 25, no. 1 (March 1971): 10–20.

[٧٦*] mate: ورق بعض الأشجار البرازيلية. (المترجم)

وفي أحد الأيام، وخلال محاولتي لفهم كل هذا، تحصَّنتُ في مكتبي وبدأتُ قراءة أحدث إحصاءات البرنامج SEER.[٧٧] من الممكن أن يؤدِّيَ التركيز على المعدَّلات الإجمالية للإصابة بالسرطان إلى طمس بعض التفاصيل المثيرة للاهتمام، ولذلك تساءلتُ عمَّا يمكن أن يكون كامنًا تحت السطح. كان المحرِّك الأساسي لتقليل المعدَّلات هو حدوث انخفاض أو استواء[٧٨] في أكثر السرطانات شيوعًا على الإطلاق؛ أيْ سرطان البروستاتة في الرجال، وسرطان الثدي في النساء، وسرطان الرئة وسرطان القولون والمستقيم في كلٍّ من النساء والرجال. وفي الوقت نفسه، فإن أنواع السرطان التي يبدو أنها في ازدياد — مثل سرطان الجلد، وسرطان البنكرياس، والكبد، والكُلى، والغُدَّة الدرقية — تُعَدُّ من بين أندر السرطانات. يبلغ المعدَّل السنوي لسرطان البنكرياس ١٢,١ حالة لكل ١٠٠ ألف نسمة،[٧٩] مقارنةً بمعدَّل ٦٢,٦ حالة لسرطان الرئة والشُّعَب الهوائية. وسنةً بعد سنة، تتقلب الأرقام بمعدَّلات متزايدة الضآلة. وفي وجود أعداد ضئيلة للغاية، قد يكون من الصعب معرفةُ ما إذا كانت الزيادات حقيقيةً أم وهمية؛ أيْ نتائج زائفة لتحسن طرق إعداد التقارير وسُبُل الكشف المبكر.

تمثل هذه واحدةً من الصعوبات المزعجة في علم الأوبئة؛ فكلما زادت ندرة السرطان، صارت الأرقام أكثر عُرضةً للتقلُّبات العشوائية، وهو المقابل الإحصائي للضوضاء. تُعَدُّ سرطانات الأطفال من بين أندر الأورام[٨٠] الخبيثة على الإطلاق، حيث يتراوح معدَّل الوقوع بين ٠,٦ حالة لكل ١٠٠ ألف نسمة في لمفومة هودجكن إلى ٣,٢ في سرطان الدماغ والجهاز العصبي، و٥,٠ في ابيضاض الدم leukemia. إنَّ تراجُع معدَّلات الوفاة من هذه الأورام الخبيثة إلى نحو نصف[٨١] ما كانت عليه قبل بضعة عقود يُعَدُّ واحدًا من الانتصارات

---

٧٧ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” For the highlights see Jemal et al., “Annual Report to the Nation”.

وقد استعنتُ أيضًا بتقرير صدر في وقت سابق:

Betsy A. Kohler et al., “Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2007, Featuring Tumors of the Brain and Other Nervous System,” Journal of the National Cancer Institute 103, no. 9 (May 4, 2011), 1–23.

٧٨ Jemal et al., “Annual Report to the Nation”.

٧٩ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” table 1.4.

٨٠ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” table 28.1.

٨١ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” table 1.2.

العظيمة للطب. لكن الاتجاهات في معدَّلات الوقوع — أيْ تحديد عدد الأطفال الذين يصابون بالسرطان في المقام الأول — يكاد يستحيل فهمُها. وفي حين أن هناك أدلةً قليلةً على وجود زيادة إجمالية، فمن الصعب للغاية فهمُ دلالاتها. إن زيادةً في العدد الإجمالي من ١١,٥ حالة لكل ١٠٠ ألف نسمة في العام ١٩٧٥م إلى ١٥,٥ في العام ٢٠٠٩م تبدو مُخيفة؛ لكنْ بالنسبة إلى السنوات الواقعة بينهما، نجد أن الأرقام تتباين بشدة.[٨٢] كان المعدَّل هو نفسه تقريبًا في العام ١٩٩١م، أيْ ١٥,٢. وفي العام التالي، انخفض إلى ١٣,٤، وبعد ذلك بأحد عشر عامًا، أيْ في العام ٢٠٠٣م، بلغ ١٣,٠، وفي السنوات التالية كان ١٥,٠، ثم ١٦,٤، ثم ١٤,٢. ماذا سيحدث لاحقًا؟ قد يكون معرفة ذلك أشبهَ بالمُضاربة من دون دليل.

يروي كل سرطان قصةً مختلفة.[٨٣] طوال سنوات عديدة، انخفضت معدَّلات سرطان الرئة بين الرجال بسبب الآثار المتأخرة للإقلاع عن تدخين السجائر. بدأت النساء التدخين في وقت لاحق من القرن، وبالتالي فقد استمرت معدَّلات إصابتهن بهذا السرطان في الصعود، ولم تبدأ في الانخفاض سوى أخيرًا. من الممكن تفسيرُ الارتفاع الحادِّ في معدَّلات الإصابة بسرطان الثدي في الرُّبع الأخير من القرن العشرين — بما في ذلك الأورام الصغيرة اللابدة in situ والبطيئة النمو التي يرى بعضُ الأطباء أنه لا يجب تصنيفُها كأورام سرطانية — من خلال تحسُّن سُبُل التشخيص والبداية المبكرة للحيض على حدٍّ سواء. قد يكون التحسُّن الأخير في المعدَّلات ناتجًا جزئيًّا بسبب الانخفاض في استخدام العلاج بالهرمونات التعويضية خلال فترة اليأس menopause. أمَّا ارتفاع معدَّلات الإصابة بالوَرَم الميلانيني melanoma، والذي بدأ قبل وقت طويل من اكتشاف ثقب الأوزون، فكثيرًا ما يُعزى إلى رواج حمَّامات الشمس، وصالونات تسمير الجلد tanning salons، والملابس الضيقة التي تحمي الجسد بدرجةٍ أقلَّ من الأشعَّة فوق البنفسجية. وقد يمثِّل

---

٨٢ Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 28.2. The figures are for children age fourteen and under. Trevor Butterworth, "Is Childhood Cancer Becoming More Common?" May 28, 2010, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.

٨٣ للاطِّلاع على الملخَّصات، انظر:

Jemal et al. and the American Cancer Society's annual reports, "Cancer Facts & Figures," on the group's website.

السفر الدولي سببًا آخر، فالأشخاص الذين ينتمون إلى المناخات الشمالية من أصحاب البشرة الفاتحة هم الآن أكثر احتمالًا لقضاء بعض الوقت في أماكن تنعم بقدْرٍ أكبرَ من أشعَّة الشمس. وما قد يبدو كارتفاع[٨٤] في معدَّلات الأورام الخبيثة في مرحلة الطفولة، كما يشير إليه المعهد الوطني للسرطان، ينتُج على الأرجح عن تحسُّن تقنيات التصوير الطبي وإعادة تصنيف بعض الأورام الحميدة باعتبارها خبيثة. وقد تكون البدانة في مرحلة الطفولة مُكتنفةً في العملية على نحوٍ معقول.

يمكنك تحليلُ الأرقام بالقدْر الذي يحلو لك من الدقة. ومن خلال التعمُّق في دراسة الكَمِّ الهائل من البيانات التي يتضمنها التقرير SEER، يمكن للمرء تقسيمُ أنواع السرطان المنفردة حسب الجنس، والعمر، والعِرْق، واللغة، والمنطقة الجغرافية. فإذا اخترتَ مجموعةً من العوامل الديموغرافية، ستتخذ السرطانات المختلفة أنماطًا متعرجةً صعودًا وهبوطًا. يحدث السرطان بمعدَّلاتٍ أكبرَ في الرجال السُّود عنه في الرجال البِيض، لكنه يصيب النسوة السوداوات بمعدَّلاتٍ أقلَّ مقارنةً بالنسوة البيضاوات. وعند تمحيص الأرقام أكثر والتأمل في مدلولاتها، سنجد أن سرطانات البروستاتة، والرئة، والقولون والمستقيم، والكبد والبنكرياس، وعنق الرحم هي أعلى جميعها[٨٥] في الأمريكيين السود، في حين تقلُّ معدَّلات إصابتهم بسرطان الجلد، والرحم، وكذلك بأورام الدماغ الخبيثة. توفِّر أصباغ البشرة الداكنة وقايةً من أشعَّة الشمس، لكن التناقضات الأخرى يصعُب حلُّها. قد يُتوقَّع أن يعانيَ العديد من الأقليات من سوء التغذية، وارتفاع معدَّلات التدخين، ومعاقرة الكحول، وتدنِّي جودة الرعاية الطبية، وكذلك العيش في مناطقَ أكثرَ تلوثًا، والعمل في وظائفَ أكثرَ خطورة. لكن اللاتينيين، والهنود الحمر، وسكان ألاسكا الأصليين، وسكان جُزر المحيط الهادي يصابون بالسرطان بمعدَّلاتٍ أقلَّ بكثير من السُّود أو البِيض.[٨٦] هناك الكثير من المتغيرات التي ينطوي عليها الأمر.

---

٨٤ Martha S. Linet et al., "Cancer Surveillance Series: Recent Trends in Childhood Cancer Incidence and Mortality in the United States," Journal of the National Cancer Institute 91, no. 12 (June 16, 1999): 1051–58. Also see "Childhood Cancers," National Cancer Institute website, reviewed January 10, 2008; and Butterworth, "Is Childhood Cancer Becoming More Common".

٨٥ Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," tables 1.5 and 1.6.

٨٦ Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 2.5.

وإذا تعمقنا أكثر وأكثر في البيانات، سينشأ مزيدٌ من التباينات. بالنسبة إلى جميع الأجناس، تراوحَت معدَّلات الإصابة بسرطان الدماغ،[٨٧] في السنوات الأخيرة، بين ٤,٢٣ حالة لكل ١٠٠ ألف نسمة في هاواي إلى ٧,٥٤ في ولاية أيوا. قد تثير هذه النسبة الشكوك في وجود تأثير زراعي. وقد تساءلتُ عن الوضع في الولايتَين المجاورتَين لأيوا، أيْ كانساس ونبراسكا، لكن هاتين الولايتَين لم تشاركا في البرنامج SEER. وبالنسبة إلى سرطان الكبد،[٨٨] تتصدر هاواي القائمة بنسبة ١٠,٦٨، في حين تقبع يوتا في ذيل القائمة بنسبة ٣,٩٤. هل نتج ذلك عن امتناع المورمون Mormons عن شُرب المُسكِرات teetotaling أم عن اختلاف في معدَّلات انتشار فيروس التهاب الكبد؟ بعد ذلك بساعات، وفي خلال خَوضي في مستنقع الأرقام هذا، يئستُ من تمكُّني من فهم الأمر برمَّته في أيِّ وقت من الأوقات. كم كانت سهولة الأمر لو تأكَّد كونه موجَّهًا بالملوِّثات الكيميائية. وبدلًا من ذلك، هناك لُجَّة من التأثيرات الضئيلة المتعددة، والتي تحتلُّ الإنتروبيا entropy مرتبةً عاليةً بينها، أي الميل الطبيعي لتوجُّه العالم نحو الفوضى. ومن بين الطفرات المتعددة اللازمة لبدء وَرَم سرطاني، ليست هناك طريقةٌ لمعرفة أيُّها نتجَت عن أيِّ واحدة. أو بالنسبة إلى أخطاء النَّسخ، في حالة الطفرات العفوية، ما إذا كان هناك سببٌ على الإطلاق. تخيَّلتُ جيشًا من النسائل clones، المتطابقة وراثيًّا، التي تشقُّ طريقها عبر الحياة في ظلِّ الظروف نفسها وفي المناطق الجغرافية نفسها. كانت ستأكل الأطعمة نفسها، وتمارس السلوكيات نفسها، وسيموت بعضُها بالسرطان في سنِّ الخمسين أو الستين، في حين سيموت البعض الآخر بعد ذلك بعقود من الزمن، ولكنْ لسببٍ آخر. وكما صاغها دول وبيتو، فإن «الطبيعة والتنشئة تؤثران على احتمالية[٨٩] إصابة كل فرد بالسرطان». لكن القدَر هو ما يحدِّد أيٌّ منَّا سيُصاب به بالفعل.

---

٨٧ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” table 3.16.

٨٨ Howlader et al., eds., “SEER Cancer Statistics Review,” table 14.16.

٨٩ Doll and Peto, “Causes of Cancer,” 1204.

الفصل الثامن

أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد

من بين المواد الكيماوية[١] المُدرَجة على قائمة البرنامج الوطني لعلم السموم للمواد المُسرطِنة، ثمة جُزيء بسيط المظهر يُسمَّى سيسبلاتين cisplatin، والذي يتشكل عندما تتحد إحدى ذرات البلاتين باثنتين من ذرات الكلور chlorine ومجموعتَي أمونيا. وعلى الرغم من أنه جرى تصنيعُه لأول مرة في العام ١٨٤٤م[٢] من قِبَل كيميائي إيطالي كان يُجري تجاربه على أملاح البلاتين، فقد حظي السيسبلاتين باهتمامٍ قليلٍ طوال أكثر من قرن من الزمان. وبعد ذلك، وفي أوائل ستينيات القرن العشرين، تبيَّن أنه يمتلك تأثيراتٍ بيولوجيةً قوية.

ومثل الكثير من الاكتشافات العلمية، فقد تحقَّق هذا الاكتشاف عن طريق المصادفة؛ غزوة للبحث في فرضيةٍ ما تنحرف بشكل غير متوقع في اتجاه آخر، ومن ثَم تجيب عن أسئلة لم يكُن أحدٌ يعرف كيف يطرحها. وفي مُختبَره في جامعة ولاية ميشيغان، كان بارنيت روزنبرغ Rosenberg يستكشف الطريقة التي تتصرف بها الخلايا في وجود

---

١ National Toxicology Program, Report on Carcinogens, 12th ed. (Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, 2011).

٢ Michele Peyrone, “Ueber Die Einwirkung Des Ammoniaks Auf Platinchlorür,” Justus Liebigs Annalen Der Chemie 51, no. 1 (January 27, 2006): 1–29. For a short biography of the discoverer, see George B. Kauffman et al., “Michele Peyrone (1813–1883), Discoverer of Cisplatin,” Platinum Metals Review 54, no. 4 (Oct 2010): 250–56.

الكهرباء.[٣] لقد اندهش من مدى الشبه بين الشكل الخيطي الممدود لخلية تخضع للانقسام الفتيلي وبين خطوط الحقل المغناطيسي field lines التي تظهر عند وضع مغناطيس تحت ورقة مرشوش عليها بُرادة الحديد. لم تكُن الطرق التي تنقسم بها الخلية مفهومةً جيدًا، وبالتالي فقد تساءل عمَّا إذا كانت العملية تنطوي على تأثير كهرومغناطيسي.

ولاختزال المشكلة وتبسيطها، وضع قطبَين كهربيَّين معدنيَّين في طبق يحتوي على عضيات وحيدة الخلية، هي الإشريكية القولونية *Escherichia coli*، ومن ثَم تمرير تيار كهربي، فلم يمضِ وقتٌ طويلٌ حتى توقفَت البكتيريا عن الانقسام. وعلى أيِّ حال، فقد استمرت كل واحدة منها في الاستطالة، مُنتِجةً جِبْلة protoplasm جديدة امتدَّت مثل معكرونة السباغيتي حتى صار طول الخلية أكبر من عرضها بنحو ثلاثمائة ضعف. وعندما أوقف التيار الكهربي، بدأت الخلايا تنقسم بشكل طبيعي مرةً أخرى. كان الأمر يشبه الضغط بإصبعه على مفتاح يمكنه تشغيلُ أو إيقافُ الانقسام الفتيلي.

وبعد مُضيِّ عقود، كان لا يزال يتذكر تلك اللحظة، وقال: «يا إلهي، لا يصادف المرء أشياءَ من هذا القبيل في كثير من الأحيان.»[٤] وقد بدأ يفكر في السرطان على الفور: «إذا تمكنَّا من التحكم في نمو الخلايا بواسطة حقل كهربي، فسيمكننا السيطرةُ على بعض الخلايا من خلال تردُّد frequency معيَّن، وعلى خلايا أخرى بتردُّد آخر، وبالتالي سنستطيع مهاجمة وَرَمٍ ما عن طريق اختيار تردُّد فريد من نوعه، والذي يؤثر في الخلايا السرطانية وحدها، وليس الخلايا الطبيعية.» لكنه اكتشف بعد ذلك مفاجأةً أكبر؛ فلم تكُن الكهرباء هي ما أوقف الانقسام الفتيلي، كان القطبان الكهربيان اللذان استخدمهما في هذه التجربة مصنوعَين من البلاتين، وهو عنصر كان قد اختاره بالتحديد لأنه خامل

---

٣ Barnett Rosenberg, Loretta Van Camp, and Thomas Krigas, "Inhibition of Cell Division in *Escherichia coli* by Electrolysis Products from a Platinum Electrode," Nature 205, no. 4972 (February 13, 1965): 698–99. Also see Gregory A. Petsko, "A Christmas Carol," Genome Biology 3, no. 1 (2002); and Rebecca A. Alderden, Matthew D. Hall, and Trevor W. Hambley, "The Discovery and Development of Cisplatin," Journal of Chemical Education 83 (2006): 728.

٤ "Interview with Barnett Rosenberg," Sesquicentennial Oral History Project contributor, available online at Michigan State University Archives and Historical Collections, February 2, 2001.

كيميائيًّا، ولكن من خلال عملية التحليل الكهربي electrolysis، دخلت بعض أيونات البلاتين إلى المحلول حيث اتحدَت مع ذرات أخرى لتشكيل السيسبلاتين.

واصل روزنبرغ تجاربه، فقام باختبار آثار الجُزيء[٥] على التوالانيات metazoans، وهي مخلوقات مثلنا تتكون من خلايا متعددة. كان قبضةٌ صغيرةٌ من السيسبلاتين النقي كافيةً لقتل فأر، لكن استخدامه بجرعات مُخفَّفة للغاية من شأنه أن يقلِّص حجم الساركومات. كان في وسع السيسبلاتين أيضًا أن يوقف أنواعًا أخرى من السرطان، كما اكتشف العلماء طريقة عمله[٦] بمرور السنين. قبل أن يمكن لخليةٍ ما أن تتكاثر، يجب أن يرخي الحلزون المُزدوِج التواءاته بحيث يمكن نسخُ المعلومات الجزيئية ونقلُها إلى الجيل المُقبل. يسبِّب سيسبلاتين تشكُّل جسور بين طاقَي الحلزون. تؤدِّي هذه القيود الكيميائية إلى إيقاف الانقسام الفتيلي ومن ثَم تُصيب الخلية بحالة من الاضطراب، فتحاول التعافي عن طريق إطلاق إنزيمات خاصة لإصلاح الدنا (DNA). وعندما يفشل ذلك، يبدأ الموت الخلوي المُبرمَج وتدمر الخلية نفسها. من الممكن أن يؤثر السيسبلاتين في أيِّ خلية في الجسم، ولكنْ لأن الخلايا السرطانية تنقسم بمعدَّلاتٍ أسرعَ فهي تتحمل العبء الأكبر للهجوم. وبمجرَّد أن يَجريَ تدميرُ السرطان، تترنح بقية أجزاء الجسم عائدةً إلى حالة الصحة بأفضل ما في وسعها.

بعد التجارب السريرية التي أُجريَت في سبعينيات القرن العشرين لتحديد مقدار السيسبلاتين الذي يمكن إعطاؤه للبشر من دون قتلهم، جرت الموافقةُ عليه من قِبَل إدارة الغذاء والدواء. صار العقار يُعرف باسم بنسلين السرطان.[٧] وبسبب تأثيره على الخلايا

---

[٥] Barnett Rosenberg, Loretta Vancamp, et al., "Platinum Compounds: A New Class of Potent Antitumour Agents," Nature 222, no. 5191 (April 26, 1969): 385–86.

[٦] انظر، على سبيل المثال:

Huifang Huang et al., "Solution Structure of a Cisplatin-Induced DNA Interstrand Cross-Link," Science 270, no. 5243 (December 15, 1995): 1842–45. For a review of chemotherapy drugs and crosslinking, see Andrew J. Deans and Stephen C. West, "DNA Interstrand Crosslink Repair and Cancer," Nature Reviews Cancer 11, no. 7 (July 2011): 467–80; and Laurence H. Hurley, "DNA and Its Associated Processes as Targets for Cancer Therapy," Nature Reviews Cancer 2, no. 3 (March 2002): 188–200.

[٧] Stephen Trzaska, "Cisplatin," Chemical and Engineering News 83, no. 25 (2005): 3.

الأخرى السريعة الانقسام — بُصيلات الشَّعر، وخلايا بطانة الجهاز الهضمي، ونخاع العظام — كانت هناك آثار جانبية مُقزِّزة.[٨] يعاني المرضَى من غثيان تقشعرُّ له الأبدان، كما يسقط شعرهم. وقد يحدث تلفٌ في الكُلى والأعصاب، وباعتبار أن السيسبلاتين يعبث بدنا الخلية، فهو يثير خطر التسبُّب في سرطان ثانوي إلى جانب ذلك الذي طُلب من طبيب الأورام علاجُه. عادةً ما كانت المقايضة تستحقُّ العناء؛ فبالنسبة إلى سرطان الخصية، تقترب نسبة الشفاء من ١٠٠ في المائة، أمَّا الأورام الأخرى فهي أقلُّ استجابة، لكن هذه المادة الكيميائية، التي غالبًا ما تُعطَى جنبًا إلى جنبٍ مع العلاج الإشعاعي، قد تُبطئ نموَّ سرطانات الأعضاء الأخرى ومن ثَم تساعد على إطالة الحياة، بل وقد تنقذها في بعض الأحيان.

كان السيسبلاتين، كما علمنا في الأيام التي أعقبت جراحة نانسي، واحدًا من العوامل التي تُستخدَم لمحاولة قتل أيِّ نقائل متبقية قد تكون مختبئةً بداخل جسدها، والتي تظلُّ قادرةً على الانبعاث لسنوات عديدة. وقد أُعطِيَت أيضًا عقار الدوكسوروبيسين doxorubicin، وهو — مثل السيسبلاتين — يعمل عن طريق إعاقة تنسخ replication الدنا. يمتلك الدوكسوروبيسين بدوره حكايةً غريبة؛[٩] فمقطع «روبي» ruby في اسمه يأتي من أصله الذي هو صبغة حمراء تُنتجها سلالة معيَّنة من البكتيريا. جرى اكتشافُ هذه الميكروبات التي تقطن التربة في إيطاليا، لذلك يُسمَّى العقار أيضًا باسم الأدرياميسين Adriamycin، على اسم البحر الأدرياتيكي، وهو اسمٌ جميل، لكنه مُدرَج أيضًا على القائمة الرسمية للمواد المُسرطِنة المُشتبَه فيها، وبالإضافة إلى آثاره الجانبية المُسبِّبة للغثيان، فقد يؤدِّي إلى تقليل عدد كُريات الدم البيضاء،[١٠] مما يزيد من قابلية الإصابة بالعدوى. وتتمثل أسوأ المضاعفات في احتمال تلف القلب، حيث أشارت تقارير إلى أن ذلك الخطر يزيد[١١]

---

٨ "Cisplatin," American Cancer Society website, last revised January 14, 2010.

٩ Klaus Mross, Ulrich Massing, and Felix Kratz, "DNA–Intercalators: The Anthracyclines," in H. M. Pinedo and Carolien Smorenburg, eds., Drugs Affecting Growth of Tumours (Basel, Boston: Birkhäuser Verlag, 2006), 19.

١٠ "Doxorubicin," American Cancer Society website, last revised November 7, 2011.

١١ Giorgio Minotti et al., "Paclitaxel and Docetaxel Enhance the Metabolism of Doxorubicin to Toxic Species in Human Myocardium," Clinical Cancer Research 7, no. 6 (June 1, 2001): 1511–15.

عندما يجري الجمعُ بين أدرياميسين والباكليتاكسيل paclitaxel، وهو عقار آخر مُثبِّط للانقسام الفتيلي كان سيُعطَى لنانسي. لكن أيًّا من هذا ليس أسوأ من الموت. جرى عزل الباكليتاكسيل أو تاكسول Taxol أولًا[١٢] من لحاء شجر الطقسوس الباسيفيكي، واسمه العلمي الطقسوس القصير الأوراق Taxus brevifolia. لم يأتِ هذا الاكتشافُ عن طريق المصادفة، لكنه كان نتيجةً لبرنامج حكومي للفحص المنهجي لآلاف النباتات لاكتشاف المواد التي تتسم بكونها سامةً للخلايا cytotoxic لكن الجسم البشري يمكنه احتمالُها، حتى ولو بالكاد. وتلك هي الطبيعة الوحشية للمعالجة الكيميائية.

اشتُقت أولى العوامل المُستخدَمة في المعالجة الكيميائية[١٣] من غاز الخردل mustard gas، الذي اكتُشفت آثاره المضادَّة للتفتُّل antimitotic في ضحايا الحرب الكيميائية. إن عقار الموستارجين mustargen، الذي يُستخدَم في علاج لمفومة هودجكن وأنواع أخرى من السرطان، يُطلَق عليه أيضًا اسم الخردل النيتروجيني، وهو مشمول باتفاقية الأسلحة الكيميائية للعام ١٩٩٣م.[١٤]

يتسم كل وَرَم بكونه فريدًا من نوعه، فهو أشبه بنظام بيئي من الخلايا المتنافسة التي تتطور باستمرار، وتتكيف مع التهديدات الجديدة. إن مواجهة السرطان بمزيج من الأدوية المختلفة يزيد من احتمالات قتله، وقد اتسم الهجوم ذو الثلاثة محاور في حالة نانسي بكونه شرسًا على وجه الخصوص. ظنَّ الأطباء في البداية أن مصدر النقائل السرطانية في جسدها هو سرطانة شبيهة ببطانة الرحم،[١٥*] وهو سرطان الرحم الأكثر

---

١٢ Frank Stephenson, "A Tale of Taxol," Research in Review, Fall 2002, available online at the Florida State University Office of Research website.

١٣ Alfred Gilman and Frederick S. Philips, "The Biological Actions and Therapeutic Applications of the B-Chloroethyl Amines and Sulfides," Science 103, no. 2675 (April 5, 1946): 409–36. For more about the story, see Vincent T. DeVita and Edward Chu, "A History of Cancer Chemotherapy," Cancer Research 68, no. 21 (November 1, 2008): 8643–53; and Bruce A. Chabner and Thomas G. Roberts, "Chemotherapy and the War on Cancer," Nature Reviews Cancer 5, no. 1 (January 1, 2005): 65–72.

١٤ Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction (New York: Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, 2005). Available on the OPCW website.

١٥* endometrioid adenocarcinoma.

شيوعًا، والذي يمتلك معدَّلًا جيدًا جدًّا لبقاء ضحاياه على قيد الحياة. ولكن عندما جاء تقريرُ ما بعد الجراحة من مُختبَر الباثولوجيا، صارت القصة أكثر تعقيدًا. ومن بين جميع العُقد اللمفاوية التي جرى استئصالُها، بدت اثنتان فقط سرطانية، وأشار تقييم الأطباء إلى أن السرطانة الغُديَّة التي اكتُشفت في بطانة الرحم منخفضة الدرجة، مما يعني أن الخلايا لم تخضع لعدد كبير جدًّا من الطفرات، وأنها ظلَّت متمايزةً بصورة جيدة. كانت لا تزال في معظمها تشبه خلايا بطانة الرحم، كما كان غزو بطانة الرحم سطحيًّا. لم يكُن أيٌّ من ذلك منطقيًّا ... كيف أمكن لسرطان ضعيف الإرادة مثل هذا أن ينتشر بهذه السرعة؟

يبدو أن الإجابة كانت تكمن في سليلة polyp، لا يزيد حجمُها على سنتيمتر واحد، والتي جرى استئصالُها من أنسجة بطانة الرحم ومن ثَم فحصها مُختبَريًّا. كانت تلك الخلايا أقلَّ تمايزًا بكثير وتشبه ما يسميه الأطباءُ بالوَرَم المَصلي الحليمي،[١٦*] وهو نوع يوجَد كثيرًا في سرطان المِبيَض، وهو واحد من أكثر أنواع السرطان خباثة. لكنْ لا الجرَّاح ولا عالِم الباثولوجيا رأى علاماتٍ تدلُّ على وجود السرطان في المِبيَضَين، اللذين أُزيلا خلال عملية استئصال الرحم hysterectomy. إن ما سار بمثل هذا التصميم بطول الرباط المستدير وصولًا إلى المنطقة الأربية كان على ما يبدو نوعًا نادرًا للغاية من السرطان يُسمَّى سرطانة الرحم المَصلية الحليمية.[١٧*] إن النذر اليسير الذي جرى نشرُه عن هذا الوَرَم لا يكاد يمكن أن يكون أكثر تثبيطًا، وكما كتب أحد علماء الأورام «تمتلك سرطانة الرحم المَصلية الحليمية ميلًا[١٨] إلى الانتشار المبكر داخل البطن وعبر الجهاز اللمفاوي حتى عند قدوم المريضة لأول مرة.» وخلافًا لسرطانات المِبيَض المَصلية التي لا يمكن تمييزُها عنها هستولوجيًّا، فإن سرطانة الرحم المَصلية الحليمية هي مرض مقاوم للمعالجة الكيميائية chemoresistant منذ بدايته، أمَّا معدَّل البقاء على قيد الحياة فيبعث على الكآبة، حتى عندما لا تمثِّل سرطانة الرحم المَصلية الحليمية سوى مكوِّن ضئيل ... ويمكن أن يحدث

١٦* papillary serous tumor.

١٧* uterine papillary serous carcinoma.

١٨ Alessandro D. Santin et al., "Trastuzumab Treatment in Patients with Advanced or Recurrent Endometrial Carcinoma Overexpressing HER2/neu," International Journal of Gynecology & Obstetrics 102 (August 2008): 128–31.

الانتشار الواسع النطاق للنقائل والوفاة حتى في تلك الحالات التي يكون الوَرَم فيها مقتصرًا على بطانة الرحم أو على سلسلة في بطانة الرحم. وبالتالي، فإن هذا التشخيص الجديد، وهو «سرطانة غُديَّة مختلطة مع مناطق من النوع الحليمي المتوسط الدرجة»، لم يكُن واضحًا تمامًا. كانت الخلايا الموجودة في العُقيدة تفتقر إلى واحدة من الخصائص المميزة المألوفة؛ وهي النتوءات الصغيرة أو الحلمات التي يُطلِق عليها علماء الباثولوجيا اسم السعفات الحليمية papillary fronds. ولأن كل نوع من السرطان يختلف عن الآخر، فقد كانت سرطانة الرحم المَصلية الحليمية هي التصنيف الأقرب احتمالًا هنا.

وعندما نظرتُ إلى السجلات الطبية بعد ذلك بسنوات، وجدتُ أن هناك تلميحاتٍ إلى سرطانة الرحم المَصلية الحليمية، أو شيء يشبهها. منذ البداية تقريبًا، ثمة جملةٌ في أول تقرير للتشريح المَرضي، والتي أشارت إلى أن الخلايا التي جرى فحصُها بعد ظهور الوَرَم مباشرةً تمتلك «بِنيةً حليميةً مِجهريَّة». وحتى لو كان الأطباء اشتبهوا من هذه الملاحظة بأن سرطانة الرحم المَصلية الحليمية كانت أحد الاحتمالات، فهم لم يخبرونا بذلك. كان من الغريب معرفةُ أن هذا هو الوَرَم الخبيث الذي ينمو بداخله، فسرطانة الرحم المَصلية الحليمية هي عادةً سرطان يصيب النساء الأكبر سنًّا والأنحف جسدًا منها،[١٩] والذي يصيبهن بعد فترة طويلة من بلوغ سنِّ الإياس، كما يشيع بصفة خاصة بين الأمريكيات ذوات الأصول الأفريقية. ليس من المُعتقَد أن يكون الوَرَم مرتبطًا بزيادة التعرُّض لهرمون الإستروجين ومسألة عدم إنجاب أطفال، فكما ذكر اثنان من المؤلِّفين صراحةً «لا توجد

[١٩] David M. Boruta II et al., "Management of Women with Uterine Papillary Serous Cancer," Gynecologic Oncology 115 (2009): 142–53; Amanda Nickles Fader et al., "An Updated Clinicopathologic Study of Early-stage Uterine Papillary Serous Carcinoma (UPSC)," Gynecologic Oncology 115, no. 2 (November 2006): 244–48; C. A. Hamilton et al., "Uterine Papillary Serous and Clear Cell Carcinomas Predict for Poorer Survival Compared to Grade 3 Endometrioid Corpus Cancers," British Journal of Cancer 94, no. 5 (March 13, 2006): 642–46; Sunni Hosemann, "Early Uterine Papillary Serous Carcinoma: Treatment Options Tailored to Patient and Disease Characteristics," OncoLog 50, nos. 4–5 (April–May 2010): 4–6; and Carsten Gründker, Andreas R. Günthert, and Günter Emons, "Hormonal Heterogeneity of Endometrial Cancer," in Lev M. Berstein and Richard J. Santen, eds., Innovative Endocrinology of Cancer, vol. 630 of Advances in Experimental Medicine and Biology (New York, NY: Springer, 2008), 166–88.

عوامل خطر للإصابة به.»[٢٠] ووفقًا لما ورد في إحدى المقالات، فإن عددًا قليلًا لا يتجاوز ٥ إلى ١٠ في المائة[٢١] من النساء اللاتي يُصَبن بالمرحلة الرابعة من سرطانة الرحم المَصلية الحليمية، وهو ما كانت عليه نانسي، يبقين على قيد الحياة بعد خمس سنوات.

وبعد أن قرأنا التشخيص، وجدتُ مقالًا[٢٢] بعنوان «ليس الوسيط هو الرسالة»، والذي كتبه عالِم البيولوجيا التطورية، ستيفن جاي غولد (Gould)، بعد تشخيصه في سنِّ الأربعين للإصابة بوَرَم «الظهارة» المتوسطة. وهذا السرطان النادر، المرتبط بالتعرُّض لمادة الأسبستوس، عادةً ما يصيب الأنسجة المحيطة بالرئتين. أمَّا في حالة غولد، فقد كانت الإصابة في الصفاق (peritoneum)، وهو بطانة التجويف البطني. وبمجرَّد أن تعافى من الجراحة وبدأ المعالجة الكيميائية، بدأ غولد البحث كالمجنون، وسرعان ما اكتشف أن هذا السرطان يُعتبر غير قابل للشفاء، وأن متوسط الفترة بين التشخيص والوفاة هي ثمانية أشهر. كان هذا يشير ظاهريًّا إلى أنه من المرجَّح أن يموت في غضون سنة واحدة، لكن غولد بدأ تفريغ الإحصاءات. إن الوسيط median، كما أوضح في مقاله، يختلف كثيرًا عن المتوسط mean، أو المعدَّل. وهو نقطة تقع في منتصف الطريق بين مجموعة من الأرقام.

إذا كانت لديك مجموعةٌ من سبعة أشخاص، وأُخبرتَ بأن الطول الوسيط هو ١٧٢٫٧سم، فأنت تعلم أن ثلاثةً من الأشخاص أقصر من هذا الطول وثلاثةً منهم أطول قامة. أمَّا ما لا تُخبرك به هذه القيمة فهو النهايتان الدنيا والقصوى. قد يكون نطاق الأطوال نمطيًّا، أيْ يميل للتجمُّع حول الوسيط، لكنك قد تجد أيضًا بعض الأشخاص القصار القامة بشكل غير طبيعي، والذين يقلُّ طولهم عن ١٥٢٫٤سم، أو أشخاص طوال

---

٢٠ Felice Lackman and Peter Craighead, “Therapeutic Dilemmas in the Management of Uterine Papillary Serous Carcinoma,” Current Treatment Options in Oncology 4, no. 2 (2003): 99–104.

٢١ Boruta et al., “Management of Women with Uterine Papillary Serous Cancer.” Also see Brij M. Sood et al., “Patterns of Failure after the Multimodality Treatment of Uterine Papillary Serous Carcinoma,” International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 57, no. 1 (September 1, 2003): 208–16; and Hadassah Goldberg et al., “Outcome after Combined Modality Treatment for Uterine Papillary Serous Carcinoma: A Study by the Rare Cancer Network,” Gynecologic Oncology 108, no. 2 (February 2008): 298–305.

٢٢ S. J. Gould, “The Median Isn’t the Message,” Discover 6 (June 1985): 40–42.

للغاية، أو أي مزيج من الاثنين، ومع ذلك يظلُّ الطول الوسيط هو ١٧٢٫٧سم ما دام ذلك هو طول الشخص الأوسط في المجموعة.

أمَّا فيما يتعلق بعُمر البقاء على قيد الحياة، كما أراد غولد طمأنة نفسه، فمن المرجَّح أن يكون هناك فائضٌ من العمالقة أكثر من الأقزام. إن أقلَّ رقم يُحتمَل أن تجده هو الصفر — أيْ تشخيص المريض عند الوفاة — لكن أعلى رقم يتسم بطبيعته بكونه غيرَ محدَّد. وعند رسمه على مخطَّط بياني تمثل فيه ثمانية أشهر نقطة المنتصف، سيكون التوزيع غير متناظر؛ متكدسًا على الجانب الأيسر بين الصفر والثمانية ولكنه ممدود على الجانب الأيمن، بما في ذلك وصول فترات البقاء على قيد الحياة إلى اثنَي عشر شهرًا، أو أربعةٍ وعشرين شهرًا، أو أكثر من ذلك بكثير. وخلال قراءاته عن السرطان، وجد غولد أن هناك بالفعل أشخاصًا بقوا على قيد الحياة سنواتٍ عديدة، وقد طمأن نفسه بأنه يمتلك ما يكفي من الأسباب للاعتقاد بأنه ينتمي إلى ذلك الجانب الأيمن الممتدِّ من ذيل المخطَّط البياني.

كان الرجل شابًّا صحيح البدن، وباعتباره أستاذًا بجامعة هارفارد كان لديه وصولٌ إلى أفضل سُبُل الرعاية الطبية، بما في ذلك علاج تجريبي جديد. وقد كتب قائلًا: «يعلم جميع علماء البيولوجيا التطورية[٢٣] أن الاختلاف في حدِّ ذاته هو جوهر الطبيعة الوحيد غير القابل للاختزال. إن الاختلاف هو الواقع الراسخ، وليس مجموعةً من التدابير المَعيبة باتجاه نزعة مركزية. ليس المتوسط والوسيط سوى مفهومَين تجريديَّين.» وقد انتهى غولد بالفعل عند الطرف القاصي من ذيل المخطَّط البياني، فقد عاش بعدها لمدَّة تناهز العشرين عامًا، حيث تُوفِّي في العام ٢٠٠٢م، قبل عام واحد من تشخيص نانسي، بسرطان نقيلي في الرئة، قال أطباؤه إنه كان غيرَ ذي صلة بالوَرَم الأول. بيدَ أن نانسي لم تكُن فكرةً مجرَّدة، فقد كانت شابَّةً صحيحة البدن، كما بدا أن أطباءها كانوا من بين الأفضل في مجال تخصُّصهم، ولذلك تمسَّكنا بهذه الفكرة عندما بدأت تتلقى المعالجة الكيميائية.

وفي شهر ديسمبر، وقبل الشوط الأول من علاج نانسي، تُوفِّي والدُها بالسكتة الدماغية التي أعادتها إلى منزل عائلتها في لونغ آيلاند قبل ثلاثة أشهر فقط. لقد أرادت بكل خلية من خلايا جسدها — على حدِّ تعبيرها — أن تعود إلى هناك، لكن الأطباء نصحوها بألَّا

[٢٣] Gould, “The Median Isn’t the Message”.

تفعل، وبالتالي فقد شاهدنا شريط فيديو للجنازة بدلًا من ذلك. وعندما أفكر الآن في تلك الأيام، تذكرتُ أنها بعد سنة من اكتمال المعالجة الكيميائية والإشعاعية التي خضعَت لها، كتبَت مقالةً قصيرةً بعنوان «أدرياميسين وحساء البسول لعشية عيد الميلاد».

وكما استهلَّت مقالها، كان اليوم هو ٢٢ ديسمبر، حيث بدأت من فورها الشوط الثاني، مما سيكون سبع جلسات من التسريب الوريدي تستغرق كلٌّ منها يومَين، بواقع واحدة كل ثلاثة أسابيع. كانت زينة عيد الميلاد معلَّقةً في استراحة قسم المعالجة الكيميائية، وفي مكتب المُمرضات كان هناك منزل من خبز الزنجبيل جرى مَلؤه في وقت سابق من موسم الأعياد بالحلوى والكعك للمَرضَى، والذي كان شِبهَ فارغ الآن.

ولجعل الحقن العديدة غيرَ مؤلمة بقدر الإمكان، جرى تركيب منفذ للمعالجة الكيميائية تحت تَرقُوتها اليمنى. ثمة نفطة اصطناعية صغيرة تحت جلدها، غُطِّيت بغشاء مطاطي من السيليكون يمكن من خلاله إدخالُ الإبر، والموصَّل داخليًّا بقسطرة بلاستيكية مثبَّتة في أحد أوردتها. ظلَّ هذا الجهاز في مكانه طوال الأشهر القليلة المُقبلة حتى اكتمال العلاج.

وعندما رأت واحدًا من «مقاعد الدرجة الأولى» شاغرًا، وهو كرسي جلدي مريح يتيح رؤيةً واضحةً لجبال سانغري دي كريستو حيث تنزَّهنا معًا في كثير من المرات، كانت السماء رمادية اللون، وتُنذر بتساقط ثلوج عيد الميلاد. وعندما استقرت في مجلسها، سحبت كرسيًّا، ثم بدأت جولةً أخرى من الروتين الجديد لحياتنا. جاء أولًا الرذاذ المخدِّر لإماتة الحسِّ حول المنفذ، ومن ثَم الأدوية التمهيدية، والسوائل، ومضادَّات الغثيان، وكلها استعدادًا للحقنة الممتلئة بالدوكسوروبيسين، والذي يُعرف أيضًا باسم أدرياميسين، كان ذلك يذكِّرها بمشروب كول-أيد (Kool-Aid) الأحمر، كما كان هو اللون الذي سيتحول إليه بولُها. وفي أثناء قيام جسدها بامتصاص هذا الذيفان الخلوي (cytotoxin) الأول، كانت تفكر في عشية عيد الميلاد، والتي ستحُلُّ بعد يومَين فقط، حيث سيأتي إلى منزلنا عددٌ قليلٌ من الأصدقاء لتناوُل سلطانية من حساء البسول والتامالي،[٢٤]* وهو أحد تقاليد مدينة سانتافي. وصلت المُمرضة بحقنة السيسبلاتين، وحاولَت نانسي أن تتقبل هذه المواد

---

[٢٤]* Tamales: طبق حار من اللحم المفروم الملفوف بعجين مطبوخ بالبخار ومُغطًّى بأوراق الموز أو الأفوكادو، يُقدَّم مع حساء البسول Posole المكوَّن من دقيق الذرة ومكوِّنات أخرى مثل اللحم والدجاج والخُضَر (المطبخ المكسيكي). (المترجم)

الكيميائية التي تتدفق عبر هذا الثقب في صدرها باعتبارها هدية، أو حبل إنقاذ، بغضِّ النظر عن مدى كونها مُقزِّزة. حاولَت أن تتخيل صدمة جميع تلك الخلايا السرطانية التي تنقسم بصورة جنونية عندما يجري فجأةً تعطيلُ حمضها النووي (الدنا DNA)؛ جميع الأفكار المبهجة حول طوفان من الموت المبرمج لخلايا الوَرَم.

احتاج الأمر إلى البقاء لمدَّة أربع ساعات في هذه الغرفة لكي يجري إعطاءُ الأدوية المقرَّرة لذلك اليوم. وبعد ذلك، عُدنا بالسيارة إلى البيت لقضاء الليل والعودة في اليوم التالي لأخذ عقار الباكليتاكسيل، والذي يحتاج لأربع ساعات أخرى من الجلوس. في وقت متأخر من بعد الظهر، عندما اقتربت المُمرضة وهي تحمل جرعةً من عقار نيولاستا (Neulasta) الذي يحفِّز نخاع العظم لاستبدال خلايا الدم البيضاء التي تقتلها المعالجة الكيميائية، علمنا أنها أكملت الشوط الثاني من دورة العلاج. كانت أمامها ثلاثة أسابيع للتعافي قبل العودة مرةً أخرى.

كانت الليالي الأولى من هذه الفترات الفاصلة هي أصعبها. كانت تستيقظ في الظلام، وتتسلل أحيانًا بهدوءٍ شديدٍ إلى درجة أنني لم أكُن أسمعها وهي تنهض للذهاب إلى الحمَّام. وفي صباح أحد الأيام، أخبرتني بأنها شعرَت بالضعف إلى درجة أنها استلقَت على بساط الحمَّام لفترة طويلة قبل أن تعود إلى الفراش. لماذا لم تُنادِني؟ وكيف ظلِلْتُ نائمًا طوال ذلك الوقت؟ قرأتُ بعد ذلك بسنوات أنه بسبب التأثيرات السامة لأدوية المعالجة الكيميائية، يُنصَح أفراد الأُسرة بالنوم في غرفة منفصلة وبعدم مشاركة الحمَّام مع المرضَى. لم نكُن نعرف ذلك، ولا أعتقد أنني كنت سأهتمُّ لو علمت.

وفي وقت مبكر من عشية عيد الميلاد، شعرَت نانسي بأنها أفضل قليلًا، وقبل وصول ضيوفنا غادرنا منزلنا للسير عبر الشوارع المُظلمة وغير المُعبَّدة، التي تحفُّها فوانيس الفاروليتو (farolitos) التقليدية الصغيرة المصنوعة من أكياس الورق، والرمال، والشموع. وتقول الأسطورة إنها تضيء الطريق أمام الطفل يسوع. توقَّفنا عند واحد من المشاعل، والتي تُعرف بأضواء عيد الميلاد (luminarias)، لتدفئة أيدينا وأرجُلنا. كانت تشعر بآلام في عظامها بسبب عقار النيولاستا. وقد تجنَّبنا السير في طريق كانيون، والذي بدأ يزدحم بالفعل، وظلِلْنا في الشوارع الجانبية. عندما وصلنا إلى أسيكيا مادري، وهو الزقاق الضيق الذي يمتدُّ بطول قناة الريِّ القديمة للمدينة، وصلنا إلى شيء لم نشاهده من قبلُ مطلقًا. داخل فناء المدرسة، كان هناك رجل يُطلِق فوانيس الفاروليتو الطائرة، وهي بالونات من المناديل الورقية تضيئها الشموع، التي تصعد لأعلى ثُم تُضحِّي بنفسها

مشتعلةً في السماء. كنتُ تقليديًّا بما يكفي لأنْ أشعر بأن هذه اللمسة العصرية تمثل تطفُّلًا. كان في وسعي أن أعتمد على نانسي لرؤية شيء جيد في ذلك.

اقتربنا من ذلك الساحر، وشاهدنا التجمُّع، وإذا بضوء يطفو إلى أعلى فجأةً كبالون مصغَّر يطير بالهواء الساخن. مدهش! ظلِلْنا نتابعه حتى يصعد الضوءُ إلى ما يتجاوز مدى البصر، وبعد ذلك نشاهد بالونًا آخر. كان من المستحيل على أيِّ شخص يقترب ألَّا يشاهد مسار الضوء هذا.

كان ضيوفنا سيَصِلون في غضون ساعة واحدة. فجأةً، صرت أتحرَّق شوقًا لإشعال النار في منزلنا، وتناوُل الطعام وزيارة الأصدقاء. صعدنا التلَّ المؤدِّي إلى المنزل. وفي السماء، رأيتُ ضوءًا ساطعًا في السماء ... ما هذا؟ إنه يتحرك مبتعدًا عني ببطء. ماذا عساه أن يكون؟ واصل فانوس الفاروليتو تحليقَه للأعلى، وهو يسطع بضوء وهَّاج بدا كما لو أنه لن يخفت أبدًا. ظلِلْت أراقبه، وكنت أعلم أن والدي يمكنه أن يراه أيضًا.

مرت ثلاثة أسابيع — لا أتذكَّر أنني فعلت أيَّ شيء للاحتفال بالعام الجديد — وبالتالي فقد عُدنا إلى المعالجة الكيميائية مرةً أخرى. كيف يتحول ما لا يمكن تصوُّرُه إلى أمر روتيني بمثل هذه السرعة؟ وعلى الرغم من تقبُّلها الكامل لهذه الضربة العشوائية لحياتها وامتنانها تجاه الأطباء، تشكَّكَت نانسي في كل شيء، وكنتُ بجوارها للمساعدة في البحث. هل يجب أن تجريَ معالجتُها بالتوبوتيكان topotecan؟[٢٥] كانت قد قرأَت أن هذا العقار قد استُخدِم في علاج السرطانة المَصلية الحليمية، وأن معدَّلات الاستجابة لكلٍّ من الدوكسوروبيسين والسيسبلاتين أقلُّ من المرغوب. أم إن إضافة عقار الباكليتاكسيل من شانها أن تَقلِب المَوازين؟ أجاب الجرَّاح بسرعة (كان هو وطبيبُ الأورام قد أعطَيَانا عناوين البريد الإلكتروني الخاصة بهما) قائلًا: «إن توليفة السيسبلاتين/أدرياميسين هي الأفضل من دون شك.» وأَرفَق برسالته ملخَّصات لثلاث ورقات بحثية[٢٦] من مجلة علم

---

[٢٥] Robert W. Holloway, "Treatment Options for Endometrial Cancer: Experience with Topotecan," part 2, Gynecologic Oncology 90, no. 3 (September 2003): S28–33.

[٢٦] Holly H. Gallion et al., "Randomized Phase III Trial of Standard Timed Doxorubicin Plus Cisplatin Versus Circadian Timed Doxorubicin Plus Cisplatin in Stage III and IV or Recurrent Endometrial Carcinoma," Journal of Clinical Oncology 21, no. 20 (October 15, 2003): 3808–13; David Scott Miller et al., "A Phase II Trial of Topotecan in Patients

الأورام السريري ومجلة علم الأورام النسائية للمقارنة بينها. فكرتُ في التقرير الجراحي الذي كتبه، الذي كان واضحًا ودقيقًا ومتنورًا. كان هذان من الأطباء الذين يتابعون أحدث الأبحاث ويعبِّرون عن أنفسهم بلباقة وبشكل مُقنِع.

وفي أحد الأيام، أعطانا طبيبُ الأورام المُعالِج لنانسي ورقةً بحثيةً[٢٧] نُشرت قبل بضعة أشهر فقط، بعنوان «فرط تعبير الجين HER2/neu: هل جرى الكشف عن كعب أخيل السرطانة المَصلية الحليمية في الرحم؟» كان HER2/neu هذا هو جين يشفر للمستقبلات التي تستجيب لعوامل النموِّ البشروية[٢٨] في بني الإنسان، وهي جُزيئات الإشارة التي تحفِّز الانقسام الفتيلي. عادةً ما يُسمَّى الجين HER2 فقط.[٢٩] تمتلك بعض خلايا سرطان الثدي عددًا كبيرًا من نُسخ هذا الجين؛ فبدلًا من نُسختَين اثنتين، واحدة من كلٍّ من الوالدَين، يوجَد خمسون أو مائة منها، ويصبح غشاء الخلية متخَمًا بالمستقبلات. يُعَدُّ وجود عشرات الآلاف من المستقبلات أمرًا طبيعيًّا، وبالتالي فإن خلية سرطان الثدي الإيجابية للجين HER2 قد تحتوي على مليونَي مستقبلة. ومن خلال الاستجابة المُفرطة للإشارات المحفِّزة للنمو، تتكاثر الخلايا بتصميم مجنون. ثمة عقار يُطلَق عليه اسم هيرسيبتين

---

with Advanced, Persistent, or Recurrent Endometrial Carcinoma: A Gynecologic Oncology Group Study," Gynecologic Oncology 87, no. 3 (December 2002): 247–51; and Scott Wadler et al., "Topotecan Is an Active Agent in the First-line Treatment of Metastatic or Recurrent Endometrial Carcinoma," Journal of Clinical Oncology 21, no. 11 (June 1, 2003): 2110–14.

[٢٧] Alessandro D. Santin, "HER2/neu Overexpression: Has the Achilles' Heel of Uterine Serous Papillary Carcinoma Been Exposed?" Gynecologic Oncology 88, no. 3 (March 2003): 263–65.

[٢٨] تتسم الآلية بكونها أكثرَ تعقيدًا مما تبدو عليه. انظر:

"Targeted Therapies for Breast Cancer Tutorial: Inhibition of HER2," National Cancer Institute website.

[٢٩] أتى هذا الاسم الغريب بعد أن اكتشف مُختبَران هذا الجين بصورة مستقلة (في البشر والفئران):

Alan L. Schechter, Robert A. Weinberg, et al., "The Neu Oncogene: An erb-B-related Gene Encoding a 185,000-Mr Tumour Antigen," Nature 312, no. 5994 (December 6, 1984): 513–16; and A. Ullrich et al., "Human Epidermal Growth Factor Receptor cDNA Sequence and Aberrant Expression of the Amplified Gene in A431 Epidermoid Carcinoma Cells," Nature 309, no. 5967 (June 31, 1984): 418–25.

Herceptin،[٣٠] والذي جرى تصميمُه للبحث عن المستقبلات وتثبيطها في سرطان الثدي، وربما في غيره من أنواع السرطان أيضًا.

وعلى الرغم من كونها أكثرَ دقةً من القوة الغاشمة للمعالجة الكيميائية، فإن هذه «العلاجات المستهدفة» الجديدة لم تكُن دائمًا محدَّدة الهدف كما تبدو عليه. كان لا يزال هناك إضرار غير مرغوب فيه بالخلايا السليمة، وكما هي الحال في الأدوية الأخرى، يطور السرطان الترياقات والاستراتيجيات المضادَّة، والطفرات التي تمنحه مقاومةً ضدَّها. ولكن بالنظر إلى ما كنَّا نسمعه، فإن الاحتمالية الموصوفة في الدراسة الجديدة بدَت لنا كأخبار واعدة بصورة استثنائية. وجد المؤلِّف أن كثيرًا من خلايا سرطانة الرحم المَصلية الحليمية تُفرط بدورها في تعبير الجين HER2 — حتى بصورة أكثر مما يفعل سرطان الثدي — وأنها تتلاشى في وجود الهيرسيبتين. لم يكُن المؤلِّف يشير إلى نتائج موفقة جرى التوصُّل إليها في عيادة سريرية، بل تحققت هذه التجارب في المُختبَر، لكن سبيلًا آخر قد انفتح أمامنا، وبنفس السرعة قد أُغلق مجدَّدًا. طلب الأطباء إجراء اختبار تشخيصي على خلايا نانسي السرطانية، لكن النتيجة كانت سلبية، فقد كانت مستويات الجين HER2 في جسدها طبيعية. لم يَعُدْ الهيرسيبتين خيارًا مطروحًا أمامنا، لكننا تساءلنا عن الاحتمالات الأخرى التي قد تكون متاحة، أي النتائج البحثية الأحدث من أن تظهر في المجلات العلمية.

وقد ساعدَنا في البحث بعضُ زملائي الذين يكتبون مقالاتٍ عن العلوم والصحة في صحيفة «نيويورك تايمز»؛ ساندرا بليكسلي Blakeslee، ودينيس غرادي Grady، وجين برودي Brody، ولورانس ألتمان Altman، وهو طبيب قرَّر في وقت مبكر من حياته العملية أن يكتب عن الطبِّ بدلًا من أن يمارسه. كان ألتمان هو المُراسل الصحفي الذي يجري الاتصالُ به من قِبَل الصحيفة عند الحاجة إلى مقالة تشرح أيَّ مرض يصيب رئيس الولايات المتحدة (وقد ورد اسمه في حلقة من مسلسل الجناح الغربي The West Wing[٣١] عندما عقد الرئيس الخيالي (برتلت) مؤتمرًا صحافيًّا حول إصابته

---

[٣٠] ذُكرت القصة وتطوراتها في:

Robert Bazell, Her-2: The Making of Herceptin, a Revolutionary Treatment for Breast Cancer (New York: Random House, 1998).

[٣١] Lawrence K. Altman, M.D., "Very Real Questions for Fictional President," Doctor's World, New York Times, October 9, 2001.

بمرض التصلُّب المتعدد Ms). عندما قررنا طلب رأي خارجي، وبالتحديد من مركز إم دي أندرسون للسرطان في هيوستن، أرسل ألتمان رسالةً عبر البريد الإلكتروني إلى جون مندلسون Mendelsohn، رئيس المركز، ومن ثَم تحدَّد لنا موعدٌ في الأسبوع الأخير من شهر يناير. كنا أوفرَ حظًّا من معظم الناس من نواحٍ عديدة.

من الصعب على أيِّ شخص مُصاب بالسرطان أن يقاوم جاذبية مركز أندرسون. كان شعار المركز هو «نجعل السرطان تاريخًا»، وسرعان ما وصلتنا حُزمة رائعة من المعلومات. كان الكُتيِّب الكبير، المُزدان بصور لأطباء ومرضَى مبتسمين، يصف المدى الذي يمكن لمركز أندرسون أن يتجاوز به توقعاتك من المستشفى المحلي. ومن خلال مكتب علاقات النزلاء المرضَى وخدمات سفر المرضَى، يمكن للمرء أن يحجز تذاكر الطيران بأسعار مخفَّضة مع عدم فرض غَرامات على إجراء تغييرات في اللحظة الأخيرة. كان هناك بوَّاب مخصَّص، وكانت الغُرف الفندقية متاحةً في قلب المركز، في دار جيسي هـ. جونز التابع لجمعية الروتاري الدولية. كانت الخرائط وتراخيص وقوف السيارات متضمَّنةً في مغلَّف يحتوي على تعليمات بخصوص التجوال عبر الحرم الواسع لمركز أندرسون. جرت طمأنةُ المرضَى بالقول: «لا تنزعجوا من حجمنا الهائل»؛ «نحن هنا لإرشادك في رحلتك عبر ممرات مركزنا.»

يوجَد هناك مركز للتعلُّم يضمُّ العديد من الكتب وأشرطة الفيديو المرجعية الطبية، ومكتبة لمواد الترفيه إذا كنتَ تفضِّل قراءة رواية جيدة. وبالإضافة إلى ذلك، فقد كانت هناك غرفة للهوايات اليدوية، وغرفة للموسيقى / الألعاب. يأتي الناس إلى مركز أندرسون لأنه يدير واحدًا من أكبر مراكز البحوث وأكثرها احترامًا في العالم. وإذا كانت هناك معلومات جديدة يمكن معرفتُها عن سرطانة الرحم المَصلية الحليمية أو عن تجارب العلاجات التجريبية لها، فمن المؤكَّد أن أطباء مركز أندرسون على علم بها.

في عشية وصولنا، تناولنا عشاءً خفيفًا لكنه ربما كان صحيًّا في مطعم دار الروتاري، ثم عدنا إلى الغرفة لانتظار الصباح. كانت شاشة التلفاز تعرض قناة أندرسون الخاصة، وعندما ضبطنا البثَّ عليها، كانت تذيع تدريباتٍ عن التأمُّل والتصوُّر: أغمض عينيك وتخيَّل الضوء الذهبي للصحة وهو يتدفق عبر جسدك. لم يكُن الأمر يبدو علميًّا تمامًا، ولكن أي شيء من شأنه تخفيفُ الإجهاد لا يمكن إلا أن يكون جيدًا. وفي وقت مبكر من صباح اليوم التالي، توجَّهنا إلى موعدنا مع أستاذ في الأورام النسائية، وهو واحد من أكبر وأهم العلماء في هذا المجال، والذي يشغل أيضًا منصب المساعد الخاص لرئيس مركز

السرطان. وبحلول ذلك الوقت، كانت نانسي قد سقط عنها كل شَعرها البُني الكثيف، لكنها بدَت جميلةً في وشاحها كما كانت دائمًا. ثمة مريضةٌ أخرى، كانت جديدةً على مرض السرطان، جاءت لتسأل عمَّا سيبدو عليه شكلُها عندما يسقط شَعرها. هل سيحدث ذلك مرةً واحدةً أم تدريجيًّا؟ بيدَ أنها سرعان ما ستشعر بالقلق إزاء أمور أخرى.

كان قد جرى مسبقًا إرسالُ السجلات الطبية والشرائح المِجهريَّة من نيو مكسيكو، كما كان الطبيب قد اطَّلع على التقارير الجراحية والباثولوجية وعلى بروتوكول المعالجة الكيميائية. وكما قال: «سرطانة الرحم المَصلية الحليمية ... يا له من وَرَم صعب المراس.» توجَّهَت نانسي لإجراء فحص طبي سريع، وعندما عادت مع الطبيب جلسنا جميعًا في مكتبه. وافق الطبيب على كل ما فعله أطباء الأورام في سانتافي، قائلًا إن هذا بالتحديد ما كانوا سيفعلونه في مركز أندرسون، وأضاف: «إنك تحصلين على أحدث سُبُل الرعاية المتوافرة.» غادرنا المبنى ونحن نشعر بالارتياح، وكذلك بقليل من خيبة الأمل. كانت موافقته على العلاج مُطَمْئنة، لكننا كنا نأمُل في أن يُنعِم علينا ببعض الحقائق المُختَبَرية الجديدة، أو بأخبار عن تجربة سريرية واعدة، أو أيِّ نوع من سحر مركز أندرسون.

ومع احتياجنا لأنشطة نشغل بها ما تبقَّى من اليوم، قُمنا بجولة في مركز ليندون ب. جونسون للفضاء في جنوب وسط هيوستن وشاهدنا مركز التحكم القديم للبعثات الفضائية، والذي كان مركز عمليات المَركبة الفضائية أبولو ١١ (Apollo 11) عندما سار أول إنسان على سطح القمر. كان كل شيء يبدو مُمكنًا في ذلك الوقت. وعندما عُدنا إلى المدينة، زُرنا كنيسة روثكو.[٣٢*] قبل ذلك بسنوات، عندما كنَّا نعيش في نيويورك، كان مارك روثكو Rothko وجاكسون بولوك Pollock اثنين من فنَّانينا المفضَّلين في متحف الفنِّ الحديث. كانت لوحات بولوك التي رسمها بطريقة التنقيط دائمًا ما تتركني أشعر وكأنني أُحدِّق في الأنشطة المحمومة للدماغ البشري؛ أي الأفكار وهي تحلِّق وتلتمع في حركات تتأرجح بين النظام والفوضى. كانت رسوم بولوك تُثيرني، في حين أن روثكو، مع كتله الضبابية الكبيرة من الألوان، كان يمنحني شعورًا بالسكينة. وبداخل الكنيسة الصغيرة ذات الشكل الثُّماني الأضلاع، وصل روثكو بهذا الصفاء إلى حدِّ التطرُّف؛ ثمانية جدران من اللوحات السوداء الهائلة. ظلِلْنا نُنعم النظر إليها في محاولة للعثور على أنماط محدَّدة، أو على بعض المعاني الخفيَّة.

[٣٢*] Rothko Chapel: ليست كنيسةً بالمعنى التقليدي، بل ملاذٌ للفنون وللتأمُّل. (المحرِّرة)

الفصل التاسع

الغوص في أعماق الخلية السرطانية

نادرًا ما تكون الأشياء بالبساطة التي تبدو عليها، كما أن ما يبدو معقَّدًا قد لا يعدو كونه مجرَّد تموُّجات على سطح بحر ليس له قرار. إن آليَّات الخباثة التي صرتُ معتادًا عليها ببطء — حيث تتعرض خلية واحدة لطفرة وراء طفرة حتى تنزلق في أخدود السرطان — وُصِفَت بدقة[١] من قِبَل اثنين من العلماء؛ دوغلاس هاناهان Hanahan وروبرت فينبرغ Weinberg، في مؤلَّف شامل نُشر في العام ٢٠٠٠م بعنوان «السمات المميِّزة للسرطان». يتسم المؤلِّفان بكونهما باحثَين محترمَين. أمَّا فينبرغ، وهو رائد في اكتشاف أوائل الجينات الوَرَميَّة ومُثبِّطات الأورام، فسيوجَد على قائمة أبرز المُفكرين وأكثرهم أصالةً في مجال تخصُّصه.

ترجع الفكرة القائلة بأن السرطان يحدث نتيجةً لتراكم الطفرات في خلية طبيعية إلى عقود من الزمن،[٢] لكن هاناهان وفينبرغ هما مَن دَمَجا تلك الكتلة المتنامية من النتائج المُختبَرية والأفكار النظرية إلى ستِّ خصائص يجب أن تكتسبها الخلية السرطانية

---

[١] D. Hanahan and R. A. Weinberg, “The Hallmarks of Cancer,” Cell 100, no. 1 (January 7, 2000): 57–70.

[٢] C. O. Nordling, “A New Theory on the Cancer-inducing Mechanism,” British Journal of Cancer 7, no. 1 (March 1953): 68–72.

جادل نوردينغ بأن الحاجة إلى طفرات متعدِّدة تفسِّر سبب أن السرطان يصبح متكرِّرًا على نحوٍ متزايدٍ مع تقدُّم العمر: «إذا كانت هناك حاجة إلى طفرتَين اثنتين، فلا بدَّ أن يزيد تواتُر السرطان بصورة متناسبة طرديًّا مع العمر ... وإذا كانت هناك حاجة إلى ثلاث طفرات، فمن المُمكن توقُّعُ أن يكون تواتُر السرطان متوافقًا مع الأُسِّ الثاني للعمر، وأن تتوافق الحاجة إلى أربع طفرات مع الأُسِّ الثالث للعمر،

خلال تطورها، في نُسختها الفوضوية من التطور الداروينيِ، إلى الكائن الذي سيُشار إليه باسم الوَرَم. يجب على تلك الخلية أن تكتسب القدرة على تحفيز نموِّها هي، وأن تتجاهل الإشارات التي تحثُّها على الإبطاء. وهنا يأتي دور الجينات الوَرَميَّة ومُثبِّطات الأورام. يجب عليها أن تتعلم كيف تتحايل على الخطِّ الدفاعيِّ المتمثل في الموت الخلوي المبرمَج وأن تهزم العدَّادات الداخلية، أي القسيمات الطرفية telomeres، التي تقيِّد عادةً عدد المرات التي يُسمَح فيها للخلية بالانقسام. ويجب أن تتعلم استهلال عملية تولُّد الأوعية angiogenesis — أيْ إنبات أوعيتها الدموية الخاصة — وأخيرًا أن تلتهم الأنسجة المحيطة بها وتبثَّ النقائل.

وبعد أكثر من عقد من الزمان على صدورها، لا تزال «السمات المميِّزة» هي أكثر الأوراق العلمية استشهادًا في تاريخ المجلة المرموقة «الخلية» Cell، والذي يعادل القول بأنها قد تكون الورقة العلمية المنفردة الأكثر تأثيرًا في بيولوجية السرطان. وفيما يُعرف باسم نظرية الخلية الوحيدة النسيلة[٣*] (يُطلَق على الخلية المنقسمة والشجرة المتفرِّعة من نسلها اسم النسيلة clone)، فإن الصورة التي وُصِفَت في ورقة «السمات المميِّزة» لا تزال تمثِّل النموذج السائد، مثل نظرية الانفجار الكبير في علم الكونيَّات (الكوزمولوجيا). بدأ الخَلْق بشيء مفرد — ثمة نقطة بدائية من الكتلة والطاقة — والذي تضخَّم لتشكيل الكون. وكذلك يبدأ السرطان بخلية مارقة renegade cell وحيدة — وقد شاع هذا المصطلح بفضل فينبرغ — والتي تتوسع لتشكيل وَرَم. وفي ظلِّ هذا المخطَّط الأوَّلي، تطلَّع الباحثان إلى تحقيق نهضة في فهمنا للسرطان:

> منذ عِدَّة عقود،[٤] كان بوسعنا التنبؤ بدقة بسلوك الدوائر الإلكترونية المتكاملة من حيث الأجزاء المكوِّنة لها — مكوِّناتها المترابطة — وكلٌّ منها مسئول عن

وهلُمَّ جرًّا.» كثيرًا ما يُنسَب الفضل إلى بيتر نويل باعتباره أولَ مَن قدَّم وصفًا واضحًا لفكرة السرطان باعتباره عمليةً داروينية، وذلك في:

"The Clonal Evolution of Tumor Cell Populations," Science 194, no. 4260 (October 1, 1976): 23–28. The theory was put on solid footing with landmark experiments on colorectal cancer. See Bert Vogelstein et al., "Genetic Alterations During Colorectal-tumor Development," New England Journal of Medicine 319, no. 9 (September 1, 1988): 525–32.

٣* monoclonal theory.

٤ Hanahan and Weinberg, "The Hallmarks of Cancer".

اكتساب، ومعالجة، وبثِّ الإشارات وفقًا لمجموعة من القواعد المحدَّدة بدقة. وبعد عقدَين من الآن، وبعد أن نكون قد تَمكنَّا من إعداد الرسوم البيانية الكاملة لشبكة الأسلاك المتعلقة بجميع مسارات الإشارات الخلوية، سيصير بالإمكان إعدادُ مخطَّط كامل لـ «الدوائر المتكاملة الخلوية ...»

وفي ظلِّ الوضوح الشمولي للآليَّة، سيصبح مآلُ prognosis وعلاج السرطان علمًا عقلانيًّا، وهو الأمر الذي لا يدركه الأطباء الممارسون حاليًّا ... إننا نترقب ظهور أدوية مضادَّة للسرطان تستهدف جميع القدرات الأساسية المميِّزة له ... وذات يوم، نتصور أن بيولوجية وعلاج السرطان — والتي تتألَّف في الوقت الحاضر من مزيج متنافر من بيولوجيا الخلية، وعلم الوراثة، والباثولوجية النسيجية، والكيمياء الحيوية، وعلم المناعة، وعلم الأدوية — ستتحول إلى علم ذي بِنية مفاهيميَّة وتماسُك منطقي ينافسان ما تمتلكه منهما الكيمياء أو الفيزياء.

فيزياء للسرطان! خلال العقد ونيِّف الذي انقضى منذ إصدار هذا التنبؤ غير المتحفِّظ، واصل العلماء اكتشاف طبقات جديدة كاملة من التعقيدات. داخل الرقاقة البيولوجية، التي تُسمَّى الخلية، توجَد مكوِّنات بداخل مكوِّنات ووصلات هي من الكثافة والسيولة بحيث يبدو من المستحيل أحيانًا فصلُ بعضها عن البعض. وإذا انتقلنا صعودًا إلى مستوًى أعلى، فلا يمكن أن نفهم ما يدور بداخل الخلايا السرطانية بشكل كامل من دون التفكُّر في مكانها ضمن شبكة الاتصالات المعقَّدة للخلايا الأخرى. وبحلول الوقت الذي جرى فيه نشرُ ورقة «السمات المميِّزة»، كان العلماء يكتشفون بالفعل أن الأورام ليست كُتلًا متجانسةً من الخلايا الخبيثة، وأنها تحتوي أيضًا على خلايا سليمة تساعد في إنتاج البروتينات التي يحتاج إليها الوَرَم لكي يتوسع ويهاجم الأنسجة ومن ثَم الوصول إلى تيار الدم. وقد صار هذا النظام البيئي الشاذ يُعرف باسم البيئة المكروية للسرطان cancer microenvironment، والذي تُكرَّس مؤتمرات ومجلات بأكملها لفهمه.

وما زاد الأمور تعقيدًا كان الإدراك التدريجي لأن التغيُّرات الوراثية التي يمكن أن تؤدِّي إلى السرطان لا تحدث بالضرورة من خلال الطفرات[٥] المتمثلة في عمليات حذف،

[٥] إن الورقة العلمية المؤسِّسة لعلم الفوجينات هي:

أو إضافة، أو إعادة ترتيب حروف النوكليوتيدات في دنا DNA الخلية. من الممكن تغييرُ الرسالة بطُرق أكثر دهاءً. فكر فيما يحدث خلال النماء الطبيعي؛ تحمل كل خلية في الجنين الدنا الموروث من والدَيها، أي التعليمات الجينية التي يحتاجها الجسم لتصنيع أجزائه العديدة. ومع انقسام الخلايا وتمايُزها، يبقى السيناريو بأكمله سليمًا، لكن عددًا قليلًا فقط من الجينات يُفعَّل لإنتاج البروتينات التي تمنح الخلية الجلدية أو خلية الكُلى هُويَّتها الفريدة. حتى الآن، لا يعدو الأمر كونه علم البيولوجيا المألوف. أمَّا الأمر الذي لم يدُر في مخيِّلتي فهو أنه مع تكاثر الخلية، فلا بدَّ لها من تثبيت هذا الترتيب كما هو ومن ثَم نقله إلى ذُريَّتها.

ظلَّ العلماء يجمعون أجزاء صورة تقريبية للكيفية التي تجري بها هذه العملية. يمكن للعلامات الجُزيئية أن ترتبط بأحد الجينات بطريقة تجعله مُعطَّلًا بصفة مستديمة، ومن ثَم يصير غيرَ قادر على التعبير عن رسالته الجينية (هذه العلامات tags هي مجموعات الميثيل، لذلك يُطلَق على هذه العملية اسم المَثْيَلَة methylation). يمكن أيضًا تعزيزُ الجينات أو تثبيطُها بتشويه شكل الجينوم. في الصورة التقليدية، تطفو اللفائف المتشابكة من الدنا برشاقة مثل قناديل البحر في عزلة منفردة، غيرَ أن الفوضى تسود الخلية؛ يلتفُّ الطاقان الحلزونيَّان حول مجموعات من البروتينات المعروفة باسم الهستونات histones. يمكن لمجموعات الميثيل وغيرها من الجُزيئات أن ترتبط بالحلزون نفسه أو بصميمه البروتيني، ومن ثَم تُسبِّب انحراف المُركَّب بأكمله. وفي أثناء حدوث ذلك، تنكشف بعضُ الجينات ويُحجَب بعضُها الآخر. إن التعديلات من هذا النوع، التي تؤدِّي إلى تغيير وظيفة الخلية في حين تترك الدنا سالمةً بخلاف ذلك، تُسمَّى فوق جينية، أو فوجينية epigenetic. اشتُقَّت السابقة «فوق» (epi-) من الإغريقية، ويمكن أن تعني

Andrew P. Feinberg and Bert Vogelstein, “Hypomethylation Distinguishes Genes of Some Human Cancers from their Normal Counterparts,” Nature 301, no. 5895 (January 6, 1983): 89–92. For a historical overview see Andrew P. Feinberg and Benjamin Tycko, “The History of Cancer Epigenetics,” Nature Reviews Cancer 4, no. 2 (February 2004): 143–53.

من الممكن حتى أن تنتقل التغيُّرات الفوجينية في الخلايا الجنسية — الحيوانات المنوية أو البويضات — من الوالد إلى ذُريَّته، على الرغم من أن أهمية ذلك غير معروفة حتى الآن.

«أعلى»، أو «فوق»، أو «على». ومثلما تمتلك الخلية جينومًا، فهي تمتلك أيضًا فوجينوم epigenome، وهو طبقة من البرامجيَّات التي تعلو أجهزة الدنا. ومثل الجينوم نفسه، يجري حفظُ الفوجينوم ومن ثَم نقلُه إلى الخلايا الوليدة.

وما يشير إليه كل هذا هو أن السرطان قد لا يعدو كونه مسألةً تتعلق بجينات مُعطَّلة. إن الاضطرابات التي تعتري خليةً ما — بفعل المُسرطِنات، أو النظام الغذائي، أو حتى التوتُّر — قد تُعيد ترتيب العلامات الفوجينية من دون أيِّ طفرات مباشرة في الدنا. لنفترضْ أن مجموعة الميثيل تقوم عادةً بكبح تعبير جين وَرَمي واحد، والذي يحفِّز الانقسام الخلوي، فعند إزالة العلامة، قد تبدأ الخلية في الانقسام بصورة جنونية. ومن الناحية الأخرى، فإن إنتاج عدد كبير للغاية من العلامات قد يُثبِّط أحد الجينات الكابتة للأورام، والذي يكبح في الحالة الطبيعية جماحَ الانقسام الفتيلي. وعندما تصير حُرةً في أن تتكاثر كما تشاء، تكون الخلية عُرضةً لعددٍ أكبرَ من أخطاء النَّسخ. وبالتالي فمن شأن التغيُّرات الفوجينية أن تؤدِّي إلى تغيُّرات جينية، ومن المعقول أن تؤثر هذه التغيرات الجينية في عملية المَثْيَلَة، ما يحرِّض المزيدَ من التغيُّرات الفوجينية ... وهلُمَّ جرًّا.

وفيما وراء المُختبَر، يوجِّه الحماسَ لهذا السيناريو كلٌّ من الأمل والخوف. قد يوفِّر علم الفوجينات epigenetics وسيلةً تستخدمها مادةٌ ما لتعمل كمادَّة مُسرطِنة على الرغم من أنه قد ثبت كونها غيرَ قادرة على تعطيل الدنا. لكن على عكس التلف الجيني، فقد تكون هذه التغييرات قابلةً للعَكْس (عكوسة: reversible). ولا يزال حجم الدور الذي تؤدِّيه الفوجينات غيرَ مؤكَّد. ومثل كل ما يحدث في الخلية، فإن عمليتَي المَثْيَلَة وتعديل الهستونات يجري التحكُّم فيهما من قبل الجينات، والتي وُجد أنها تعرَّضت للطفرات في أنواع مختلفة من السرطان.[٦] قد يكون كل ذلك ناتجًا عن الطفرات في نهاية المطاف. ومن ناحية أخرى، اقترح بعضُ العلماء أن السرطان يبدأ بالفعل باضطرابات فوجينية،[٧] ما يمهِّد الطريق لحدوث مزيد من التحولات المؤلمة.

---

[٦] Päivi Peltomäki, "Mutations and Epimutations in the Origin of Cancer," Experimental Cell Research 318, no. 4 (February 15, 2012): 299–310.

[٧] Andrew P. Feinberg, Rolf Ohlsson, and Steven Henikoff, "The Epigenetic Progenitor Origin of Human Cancer," Nature Reviews Genetics 7, no. 1 (January 2006): 21–33.

بيد أن الأمر الأكثر إزعاجًا هو فكرة مثيرة للجدل تُسمَّى نظرية الخلايا الجذعية السرطانية.[٨] وفي الجنين النامي، يُطلَق اسم الخلايا الجذعية stem cells على الخلايا التي تمتلك القدرة على تجديد نفسها إلى ما لا نهاية — فهي خالدة جوهريًّا — حيث تنقسم وتنقسم وفي الوقت نفسه تظلُّ في حالة غير متمايزة. وهي تمثِّل عواملَ للإمكانية الخالصة pure potentiality؛ فعندما تكون هناك حاجة لنوع معيَّن من الأنسجة، تُفعَّل الجينات بنمط محدَّد ومن ثَم تتحول الخلايا الجذعية إلى خلايا متخصِّصة ذات هُويَّات محدَّدة. وبمجرَّد أن يكتمل نموُّ الجنين إلى كائن حي، تؤدِّي الخلايا الجذعية البالغة دورًا مماثلًا، حيث تقف على أُهبة الاستعداد للتمايز واستبدال الخلايا التي تتلف أو تصل إلى نهاية فترة حياتها. وباعتبار أن الأنسجة السليمة تنشأ من مجموعة صغيرة من هذه الأسلاف القوية، فلماذا لا ينطبق الأمر نفسه على بعض الأورام؟ سيمثِّل هذا انحرافًا غيرَ مُتوقَّع عن وجهة النظر التقليدية التي تقول بأن أيَّ خلية سرطانية تكتسب التوليفة المناسبة من الطفرات تصير قادرةً على توليد أورام جديدة.

لنتخيَّلْ، بدلًا من ذلك، أن ما يوجِّه نموَّ وانتشار السرطان هو جزء من خلايا خاصة، والتي صارت بطريقةٍ ما تحظى بخاصية جوهرية تُسمَّى «التجذُّع» stemness. ومثلما تقوم الخلايا الجذعية العادية بتوليد الجلد والعظام والأنسجة الأخرى، فبوسع الخلايا الجذعية السرطانية أن تولِّد مجموعةً متنوعةً من الخلايا التي تشكِّل بقية الوَرَم. غيرَ أن الخلايا الجذعية السرطانية هي وحدها التي تمتلك القدرة على التكاثر إلى ما لا نهاية، وأن تبثَّ النقائل، وتُنبت أورامًا خبيثةً أخرى. كم سيُسهِّل هذا من مهمَّة أطباء الأورام. ربما

---

٨ Piyush B. Gupta, Christine L. Chaffer, and Robert A. Weinberg, "Cancer Stem Cells: Mirage or Reality?" Nature Medicine 15, no. 9 (2009): 1010–12; Jerry M. Adams and Andreas Strasser, "Is Tumor Growth Sustained by Rare Cancer Stem Cells or Dominant Clones?" Cancer Research 68, no. 11 (June 1, 2008): 4018–21; and Peter Dirks, "Cancer Stem Cells: Invitation to a Second Round," Nature 466, no. 7302 (July 1, 2010): 40–41. The basic idea was suggested as early as 1937 (J. Furth and M. C. Kahn, "The Transmission of Leukaemia of Mice with a Single Cell," American Journal of Cancer 31 [1937]: 276–82), and cancer stem cells were identified in a blood cancer by Dominique Bonnet and John E. Dick: "Human Acute Myeloid Leukemia Is Organized as a Hierarchy that Originates from a Primitive Hematopoietic Cell," Nature Medicine 3, no. 7 (July 1, 1997): 730–37.

تفشل أدوية المعالجة الكيميائية لأنها تُبقي على الخلايا الجذعية السرطانية، وبالتالي فإن التخلُّص من هذه العوامل البالغة الأهمية سيؤدِّي إلى انهيار الوَرَم الخبيث.

تمثِّل هذه إمكانيةً واعدة، لكني كلما تعمقتُ في هذا الموضوع، بدا الأمر أكثر إرباكًا.[٩] هل تؤدِّي الخلايا الأخرى في الوَرَم وظائف، مثل تولُّد الأوعية الدموية، والتي من شأنها أن تساعد في دعم بقاء الوَرَم الخبيث، أم إنها مجرَّد مواد حشو؟ وكذلك فمن أين تأتي الخلايا الجذعية السرطانية؟ وهل تبدأ حياتها كخلايا جذعية عادية (مثل تلك التي تولِّد الجلد)، والتي تعرَّضت للتلف بفعل الطفرات، أم إنها خلايا جذعية جنينية ظلَّت على حالها حتى مرحلة البلوغ ومن ثَم جُنَّ جنونُها؟ أم إنها، مثل الخلايا الأخرى التي تتصارع للحصول على موطئ قدم بداخل الوَرَم، نشأت بدورها عن طريق الاختلاف والانتقاء العشوائي؟ ربما بدأت هذه الخلايا التامة القوة كخلايا وَرَميَّة «عادية» ومن ثَم تخلَّصت من هُويَّتها ونكصت[١٠] إلى هذا النموذج البدائي. تشير بعض التجارب إلى أنه في خِضمِّ الاضطراب الهادر بداخل الوَرَم، تقوم الخلايا على الدوام بتبديل هُويَّتها بين الخلايا التي تمتلك خصائصَ شبيهةً بالخلايا الجذعية وتلك التي تفتقر إليها.

وفي معرض سعيي الحثيث إلى وضع كل هذا ضمن الصورة الكبيرة، شعرتُ بالارتياح عندما وجدتُ لدى الباحثين ارتباكًا يشبه ارتباكي. كان بعض العلماء مقتنعًا بأن هذه الفرضية تمثِّل موجة المستقبل،[١١] فيما رأى البعض الآخر أنها محدودة الأهمية، مجرَّد

---

[٩] لفكرةٍ أشملَ حول الخلاف الدائر حول الموضوع، انظر:

John E. Dick, “Looking Ahead in Cancer Stem Cell Research,” Nature Biotechnology 27, no. 1 (January 2009): 44–46; Elsa Quintana et al., “Efficient Tumour Formation by Single Human Melanoma Cells,” Nature 456, no. 7222 (December 4, 2008): 593–98; Priscilla N. Kelly et al., “Tumor Growth Need Not Be Driven by Rare Cancer Stem Cells,” Science 317, no. 5836 (July 20, 2007): 337; Richard P. Hill, “Identifying Cancer Stem Cells in Solid Tumors: Case Not Proven,” Cancer Research 66, no. 4 (February 15, 2006): 1891–96; and Scott E. Kern and Darryl Shibata, “The Fuzzy Math of Solid Tumor Stem Cells: A Perspective,” Cancer Research 67, no. 19 (October 1 2007): 8985–88.

[١٠] ترى إحدى الفرضيات أنها تتحول عن طريق الانتقال من الخلايا الظهارية إلى خلايا اللُّحمة المتوسطة، والذي جرت مناقشتُه في الفصل السادس من هذا الكتاب.

[١١] نُشرت ثلاثة أبحاث في أغسطس ٢٠١٢م، والتي استقطبت قدْرًا كبيرًا من الاهتمام الإعلامي لمصلحة تلك النظرية، بالإضافة إلى ردود فعل عنيفة من المتشكِّكين. للاطِّلاع على ملخَّص لها، انظر:

حاشية للنظرية الأصلية. ومهما كان ما ينتهي إليه كل ذلك، فإن المنظور المستبطن للسرطان كعملية داروينية — والتي نشأت مثل الحياة نفسها من خلال الاختلاف والانتقاء العشوائي — يظلُّ راسخًا إلى حدٍّ كبير. لكني، باعتباري دخيلًا يحاول فهم جوهر السرطان، شعرتُ بالرهبة من احتمال وجود مزيد من التعقيدات.

إن المكان الأمثل لفهم النطاق الكامل لما يحدث على تخوم عالَم السرطان هو الاجتماع السنوي[١٢] للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان، وهو الأكبر والأهم من نوعه في العالم. انعقد المؤتمر في بواكير أحد فصول الربيع في مدينة أورلاندو بولاية فلوريدا، ولأنني غيَّرت طائرتي في أتلانتا، فقد كنتُ أرى بالفعل تأثير التموُّج. كان العلماء الشبَّان يُهرعون عبر أروقة المطار وهم يحملون أنابيبَ طويلةً من الورق المُقوَّى لحماية ملصقاتهم posters، وكلٌّ منها، عند نشرها، تصف قطعةً صغيرةً من اللغز المتنامي. وإجمالًا، فقد اجتمع في أورلاندو أكثر من ١٦ ألفًا من العلماء[١٣] وغيرهم من المتخصِّصين من سبعة وستين بلدًا، حيث يُقدَّم أكثر من ستة آلاف ورقة علمية جديدة — في صورة جلسات لعرض الملصقات وندوات نقاشية — على مدى خمسة أيام. كان هناك قليلٌ مما يشتِّت الانتباه، فمركز المؤتمرات الهائل في أورلاندو وضواحيها يشكِّل عالَمًا منعزلًا من الفنادق وسلاسل المطاعم، وقاعات الاجتماعات، وهو ما يشبه نسخةً مملةً من لاس فيغاس. وبداخل هذه الفُقاعة المكيَّفة الهواء، تمنيتُ أن أستوعب أكبر قدْرٍ يمكنني فهمُه.

في حين كانت هناك ثلاث جلسات متزامنة في الاجتماع المتواضع حول البيولوجيا التطورية الذي حضرتُه في ألبوكيركي، كانت هناك أكثر من اثنتي عشرة جلسةً في هذا المؤتمر، تبدأ في السابعة صباحًا وتستمرُّ حتى المساء، يتخلَّلها عددٌ من المحاضرات الرئيسية والجلسات التعليمية. متسلِّحون بنُسخة من ملخَّص وقائع المؤتمر التي تُناهز في سماكتها دليل الهاتف (أو مقابلها الرقمي على هواتفهم النقَّالة)، يقوم الباحثون في

Monya Baker, "Cancer Stem Cells Tracked," Nature 488, no. 7409 (August 2, 2012): 13–14.

١٢ American Association for Cancer Research, 102nd Annual Meeting, "Innovation and Collaboration: The Path to Progress," April 2–6, 2011, Orange County Convention Center, Orlando, Florida.

١٣ "AACR Hosts Successful 102nd Annual Meeting in Orlando," Previous Annual Meetings, AACR website.

نَهَم للمعرفة بتخطيط استراتيجيات الصيد الخاصة بكلٍّ منهم. ومع دقات الساعة تشير إلى انتهاء الوقت المخصَّص لمحاضرةٍ ما في العاشرة والنصف صباحًا، ستسمع قعقعة الكراسي وترى المستمعين وهم يسارعون بهدوء إلى العرض التقديمي المقرَّر إجراؤه في غرفة أخرى بعد رُبع ساعة. كان لا بدَّ من أخذ العوامل الجغرافية بعين الاعتبار؛ فالانتقال من محاضرة «الشجاعة، والجراثيم، والجينات» (والتي تعرض أحدث النتائج حول الدور الذي تؤدِّيه البكتيريا في ظهور بعض الأورام) لحضور نهاية محاضرة «الشبكات الإشارية لليوبيكويتين في السرطان»، يتطلب الهرولة السريعة لمدَّة عشر دقائق سيرًا على الأقدام عبر الأروقة. تلوح في الطابق الأسفل منطقة المعرض، حيث كانت شركات الأدوية تضع ماكيناتٍ ضخمةً لتوزيع قهوة الإسبريسو لإغراء المارَّة ... قَدَح من الكابتشينو وكعكة إيطالية في مقابل الاستماع لعرض تقديمي، من قِبَل شركة ميرك Merck أو ليلي Lilly، حول أدوية السرطان الجديدة. وفي كشك شركة أمجين Amgen، يرتدي الزوَّار نظاراتٍ ثلاثية الأبعاد لمشاهدة مقطع فيديو مدهش[١٤] عن وَرَم يقوم بتوليد الأوعية الدموية. طوال أكثر من عقد من الزمان، عكفَت أمجين على تطوير عقار مُثبِّط لتولُّد الأوعية الدموية.[١٥] وعند الجمع بينه وبين عقار باكليتاكسيل paclitaxel في التجارب السريرية، أدَّى العقار إلى تمديد حياة[١٦] النسوة المصابات بسرطان المِبيَض الراجع إلى فترة تتراوح بين ٢٠,٩ إلى ٢٢,٥ شهرًا، أو نحو ثمانية وأربعين يومًا.

وخلال مشاهدتي لشريط الفيديو، فكرتُ في الإثارة التي شعرتُ بها قبل ثلاثة عشر عامًا عندما تمكَّن عالِم في جامعة هارفارد، هو يهوذا فولكمان Folkman، من اكتشافٍ ما بدا لفترة وجيزة كأنه حلٌّ سحري: لكل آليَّة في الخلية، هناك آليَّة مضادَّة لكبح جماحها. يمثِّل تولُّد الأوعية الدموية وسيلةً طبيعيةً يجري من خلالها توصيلُ الدم إلى الأنسجة التي تشكَّلت حديثًا. ثمة جُزيئات تُسمَّى الأنجيوستاتين angiostatin والإندوستاتين endostatin، والتي تُنتَج طبيعيًّا لمنع تولُّد الأوعية الدموية — فليس من المرغوب أن

---

[١٤] تتوافر صور ثابتة عالية الوضوح، ومقاطع فيديو ثنائية وثلاثية الأبعاد على موقع شركة Amgen.

[١٥] Beth Y. Karlan et al., "Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Phase II Study of AMG 386 Combined with Weekly Paclitaxel in Patients with Recurrent Ovarian Cancer," Journal of Clinical Oncology 30, no. 4 (February 1, 2012): 362–71.

[١٦] كان الاصطلاح التقني المُستخدَم في الدراسة هو «النسبة الإجمالية للبقاء على قيد الحياة».

تجد أوعيةً دمويةً جديدةً تنمو في أيِّ مكان — والتي أظهرت تأثيراتٍ مدهشةً من حيث خنق الأورام في الفئران. على الصفحة الأولى من صحيفة نيويورك تايمز، جرى الاستشهادُ بمقولة لجيمس واطسون Watson، وهو عالِم البيولوجيا الجُزيئية الشهير: «سيتمكن يهوذا من علاج السرطان[١٧] في غضون سنتين.» غيرَ أنه تابع الموضوع برسالة إلى المحرِّر أصرَّ فيها على أنه تحدَّث إلى المُراسل بصورةٍ أكثرَ تحفُّظًا، ثم استطرد مُعلنًا، بالحماس نفسه، أن ما كان يحدث في مُختبَر فوكمان هو «أكثر أبحاث السرطان إثارةً طوال حياتي،[١٨] والتي تمنحنا الأمل في أن عالَمًا بدون سرطان قد لا يزال أمرًا قابلًا للتحقيق.» لم يكُن هذا هو رأي واطسون وحده، فقد وصف مديرُ المعهد الوطني للسرطان النتائج التي توصَّل إليها فوكمان بأنها «استثنائية ورائعة»،[١٩] و«الشيء المنفرد الأكثر إثارةً في الأفق»، قبل أن يضيف التحذير المعتاد بأن ما نجح لدى الفئران قد لا ينجح بالضرورة لدى البشر، ولم ينجح ذلك بطبيعة الحال. كان من الصعب تكرارُ نتائج التجارب، كما أشارت الأبحاث اللاحقة إلى أن بعض مُثبِّطات تولُّد الأوعية الدموية قد تزيد الأمور سوءًا؛ حيث يُقاوم الوَرَم عن طريق بثِّ النقائل بقوةٍ أكبر[٢٠] للوصول إلى برِّ الأمان. تتوافر في الأسواق حاليًّا بعضُ المُثبِّطات، غيرَ أن النتائج هي أبعد ما يكون عمَّا جرى تصويرُه. وعند استخدامه بالترافق مع السموم الكليلة المعيارية، يمكن لعقار الأفاستين Avastin أن يضيف بضعة أشهر إلى مأمول حياة المريض[٢١] بتكلفة عشرات الآلاف من الدولارات. وتشمل آثاره الجانبية انثقاب المعدة والأمعاء، والنزف الداخلي الحاد. ومن الممكن لتثبيط تولُّد الأوعية الدموية أن يعيق التئام الشقوق الجراحية والجروح الأخرى. وبعد عِدَّة أشهر

---

[١٧] Gina Kolata, “A Cautious Awe Greets Drugs that Eradicate Tumors in Mice, New York Times, May 3, 1998.

[١٨] James Watson, “High Hopes on Cancer,” New York Times, letter to the editor, May 7, 1998.

[١٩] Kolata, “A Cautious Awe Greets Drugs.”

[٢٠] Erika Check Hayden, “Cutting Off Cancer’s Supply Lines,” Nature News 458, no. 7239 (April 8, 2009): 686–87.

[٢١] Avastin product page, Genentech website.

من اجتماع أورلاندو، ألغت إدارة الغذاء والدواء، بعد موازنة المخاطر والمنافع، موافقتها[٢٢] على استخدام الأفاستين كعلاج لسرطان الثدي النقيلي.

بدَت هذه الحقائق الكئيبة بعيدةً تمامًا في الجلسة الافتتاحية الكبرى، حيث كُرِّم آرثر دي ليفنسون Levinson، وهو رائد في مجال تصميم العلاجات المستهدفة، من أجل «الريادة والإنجازات الاستثنائية في أبحاث السرطان». وقد جرى الاحتفاء به على وجه التحديد من أجل دوره في تطوير «أدوية رائجة» مثل الأفاستين. يُذكر أن ليفنسون هو رئيس مجلس إدارة شركة جينينتيك Genentech، التي تُصنِّع بدورها عقار هيرسيبتين المُستخدَم في علاج ١٥ إلى ٢٠ في المائة من سرطانات الثدي الموجبة للجين HER2، أيْ تمتلك كمياتٍ مفرطةً من المستقبلات المحفِّزة للنمو. وبالنسبة إلى سرطان الثدي النقيلي، يمكن للهيرسيبتين إضافة بضعة أشهر إلى حياة المرأة. وعند استخدامه في المراحل الأولى من المرض، تكون تأثيرات العقار أشدَّ قوة. وعندما تترافق المعالجة الكيميائية المعيارية مع الهيرسيبتين،[٢٣] وُجد أن ٨٥ في المائة من النساء قد شُفين من السرطان بعد أربع سنوات، مقارنةً بنسبة ٦٧ في المائة في النسوة اللواتي لا يتناولن أيَّ أدوية. وقد أُوقِفت التجربة في مرحلة مبكرة حتى يمكن أن تستفيد النساء في المجموعة الشاهدة (وبالتالي يمكن لشركة جينينتيك تقليلُ الوقت اللازم لوصول عقارها إلى الأسواق).[٢٤] ومع انتشار أخبار العلاج الجديد، فإن المريضات بسرطان الثدي اللاتي أفزعتهن معرفةُ أن أورامهن

---

[٢٢] Andrew Pollack, "F.D.A. Revokes Approval of Avastin for Use as Breast Cancer Drug," New York Times, November 18, 2011.

[٢٣] Edward H. Romond et al., "Trastuzumab Plus Adjuvant Chemotherapy for Operable HER2-positive Breast Cancer," New England Journal of Medicine 353, no. 16 (October 20, 2005): 1673–84. Also see Luca Gianni et al., "Treatment with Trastuzumab for 1 Year after Adjuvant Chemotherapy in Patients with HER2-positive Early Breast Cancer: A 4-year Follow-up of a Randomised Controlled Trial," Lancet Oncology 12, no. 3 (March 2011): 236–244.

[٢٤] إن النهاية المبكرة لتجربة سريرية لا تُعتبر مؤشِّرًا جيدًا بالضرورة. انظر:

F. Trotta et al., "Stopping a Trial Early in Oncology: For Patients or for Industry?" Annals of Oncology 19, no. 7 (July 1, 2008): 1347–53; Margaret McCartney, "Leaping to Conclusions," BMJ: British Medical Journal 336, no. 7655 (May 31, 2008): 1213–14; and Victor M. Montori et al., "Randomized Trials Stopped Early for Benefit: A Systematic

موجبة للجين HER2 — وهو نوع متوحش وعدواني على وجه الخصوص — كُنَّ شِبهَ مُرحِّبات بالأخبار الجديدة.

وعلى أيِّ حال، فليس هناك دواء السرطان يتسم بكونه جيدًا كما يبدو. من الممكن أن يؤثر الهيرسيبتين أيضًا في الخلايا السليمة التي تمتلك عددًا طبيعيًّا من مستقبلات الجين HER2، كما أن هناك خطرًا حقيقيًّا لحدوث فشل القلب الاحتقاني.[٢٥] حتى عقار غليفيك Gleevec، الذي وُصف بأنه «الإنجاز الأكبر»[٢٦] في مجال العلاجات المستهدفة، لديه جانبه المُظلم. عند استخدام هذا الدواء، من الممكن في الأغلبية الساحقة من الحالات كبحُ جماح ابيضاض الدم النقوي المُزمن،[٢٧*] لكنه يجب تناولُ الغليفيك إلى أجل غير مُسمًّى لمنع السرطان من الظهور مجددًا. وهناك أيضًا مشاكل مع فئة أخرى من الأدوية التي تهدف إلى كبت الأورام عن طريق تعزيز الدفاعات المناعيَّة للجسم.[٢٨] يجري تسريبُ مُعزِّزات الجهاز المناعي المعروفة باسم السيتوكينات cytokines في مجرى الدم، أو تُستخلَص

Review," JAMA: The Journal of the American Medical Association 294, no. 17 (November 2, 2005): 2203–9.

[٢٥] وجدت دراسة أُجريت على ١٢ ألف امرأة تناولن الهيرسيبتين أن الوفَيَات الناجمة عن سرطان الثدي قد انخفضت بنسبة الثُّلث، ولكن كانت هناك زيادة قدْرُها خمسة أضعاف في مخاطر انسمام القلب. انظر:

Lorenzo Moja et al., "Trastuzumab Containing Regimens for Early Breast Cancer," Cochrane Database of Systematic Reviews 2012, issue 4, article no. CD006243, published online April 18, 2012.

[٢٦] Scott A. Stuart, Yosuke Minami, and Jean Y. J. Wang, "The CML Stem Cell: Evolution of the Progenitor," Cell Cycle 8, no. 9 (May 1, 2009): 1338–430 For the story of Gleevec, see Terence Monmaney, "A Triumph in the War Against Cancer," Smithsonian, May 2011.

[٢٧*] chronic myeloid leukemia.

[٢٨] للاطِّلاع على لمحة عامة، انظر:

Ira Mellman, George Coukos, and Glenn Dranoff, "Cancer Immunotherapy Comes of Age," Nature 480, no. 7378 (December 21, 2011): 480–89; Drew M. Pardoll, "The Blockade of Immune Checkpoints in Cancer Immunotherapy," Nature Reviews Cancer 12, no. 4 (April 2012): 252–64; and David L. Porter et al., "Chimeric Antigen Receptor–Modified T Cells in Chronic Lymphoid Leukemia," New England Journal of Medicine 365, no. 8 (August 10, 2011): 725–33.

الخلايا المناعيَّة الخاصة بالمريض،[٢٩] ويجري تعديلُها بحيث تُعزِّز قدرتُها على القتل، ومن ثَم يُعاد حقنُها في جسمه. يتمثل خطر هذه العلاجات التجريبية في منع الجهاز المناعي من أن يصبح يقظًا بما فيه الكفاية، وبالتالي يستجيب بصورة مُفرطة الشدة، فيُخطئ في التعرُّف على الجسم نفسه باعتباره دخيلًا ومن ثَم استهلال استجابة مناعيَّة ذاتية كارثية.

وفي معرض تأملي لما يمكن اعتبارُه دواءً رائجًا، ضجَّت القاعة بطنطنة الأوتار. كانت هذه المرة الأولى، بالنسبة إليَّ، أن أشهد اجتماعًا علميًّا بموسيقاه المميزة الخاصة به. وفي تلك اللحظة، صعد إلى المنصَّة هارولد فارموس Varmus، وهو مدير المعهد الوطني للسرطان. ولاستيعاب جمهور مؤلَّف من آلاف الأشخاص، كان يجري عرضُ صورة كل متحدث على ستِّ مجموعات من الشاشات المُزدوِجة؛ نِصف لمشهد الفيديو لمنصة الإلقاء والآخر لشرائح الباوربوينت PowerPoint. كانت الصور تلوح من الضخامة بحيث إن المتحدث نفسه، الواقف هناك على البُعد، يبدو ضئيلًا على نحوٍ هزلي، فيما يشبه الرجل القابع وراء الستار في رواية «ساحر أوز». بدأ فارموس بالأخبار الجيدة: واصَلَت المعدَّلات الإجمالية للوقوع والوفَيَات انخفاضَها قليلًا عامًا بعد عام. وبطبيعة الحال، كانت هذه هي المعدَّلات الناتجة بعد تعديل النتائج الأوَّلية لتشيُّخ السكان. يتمثل الواقع المُخيف، كما ذكر الجميع، في أن موجةً بعد موجةٍ من مواليد فترة ازدهار المواليد[٣٠*] يدخلون العقد السابع والثامن من أعمارهم، وهو وقت الذروة السرطان. حتى في وجود انخفاض طفيف في مقدار السرطان للفرد الواحد، فإن العدد المحض للحالات سيزداد. وفي الوقت نفسه فإن التمويل الحكومي للبحوث لم يكُن قادرًا حتى على مواكبة التضخُّم. وكما عبَّر فارموس عن أسفه قائلًا: «نحن لسنا فقط تعساء، بل نعيش في أرض يملؤها عدمُ اليقين.»

وفي أثناء مشاهدة هذه العروض التقديمية المُترَفة التي تُستخدَم فيها أحدثُ التحسينات السمعية البصرية، وجدتُ أنه يصعُب التفكير في السرطان باعتباره طفل الطب المُهمَل. كانت جميع البحوث الطبية مُهدَّدة بإجراء تخفيضات على الميزانية، ولكنْ

---

[٢٩] في مقاربة أخرى، تُستخدَم الخلايا السرطانية المقتولة لتلقيح المرضَى ضدَّ أورامهم الخاصة بها بطريقة تشبه كثيرًا تلك التي تُستخدَم فيها الفيروسات المُعطَّلة لصُنع لقاحات الإنفلونزا.

[٣٠*] Baby boomer: شخص وُلد خلال فترة ازدهار المواليد (الارتفاع الحاد في نسبة المواليد خاصةً في السنوات التي أعقبت مباشرةً الحرب العالمية الثانية، ١٩٤٦–١٩٦٥م). (المترجم)

عند إضافة المِنَح الحكومية إلى الأموال التي يجري ضخُّها في البحوث الدوائية (وهو التبرير المقدَّم للأسعار الخيالية للأدوية)، والأموال الخاصة التي تُجمَع عبر حملات التبرعات التلفازية telethons، وكذلك التي يتبرع بها الأثرياء أملًا في درء الموت عنهم أو لتخليد ذكرى أحد أفراد أُسرتهم بإطلاق اسمه على جناح في مركز طبي جديد، سنجد أن هناك مواردَ ضخمةً توجَّه نحو فهم أدق تفاصيل السرطان. هل سيؤدِّي ضخُّ مليارات إضافية من الدولارات إلى الإنتاج السريع للأدوية، التي يُقال دائمًا إنها قريبة من المُتناوَل، والتي تستهدف المراحل المتقدمة من السرطان بدون الأضرار الجانبية للمعالجة الكيميائية والإشعاعية، والتي لا تكتفي بإضافة بضعة أسابيع أو أشهر إلى عمر المرضَى، بل تمثِّل علاجًا فعليًّا؟ وهل ستنخفض معدَّلات الوفاة بالمعدَّلات الكبيرة نفسها التي تحقَّقت في أمراض القلب؟[٣١] وهل سيتوقف الناس عن النواح، قائلين بأننا نخسر الحرب على السرطان؟[٣٢]

يمكن حشدُ قدْر هائل من المال لاستخدامه في المعركة، وقد فُوجِئتُ بالعدد الكبير من الباحثين الجامعيين المنخرطين في عالَم التجارة. إن إليزابيث بلاكبيرن Blackburn، التي كانت في طريقها للتنحِّي عن منصبها كرئيس للجمعية الأمريكية لبحوث السرطان AACR، والتي فازت بجائزة نوبل تقديرًا لأبحاثها على القسيمات الطرفية وإنزيم التيلوميراز، كانت أيضًا مؤسِّس ورئيس المجلس الاستشاري لشركة[٣٣] تُدعَى تيلوم الصحية Telome Health. وطوال الأسبوع، كان كل عرض تقديمي يبدأ بشريحة إلزامية يجري الكشفُ فيها عن أيِّ تضارُب في المصالح. من الواضح أنه كان هناك بعض الاستياء من هذا الشرط. عرض بعضُ المتحدثين هذا الإقرار بسرعة خاطفة إلى درجة تستحيل معها قراءتُها. ذكَّرني ذلك بالإعلانات التلفازية عن السيارات، والتي يقوم فيها صوتُ المذيع الذي جرى تسريعُه على نحوٍ هزلي بسرد البنود التعاقدية الثانوية وتلك الخاصة بالتنصُّل

---

[٣١] Arialdi M. Miniño et al., "Deaths: Final Data for 2008," National Vital Statistics Reports 59, no. 10 (December 7, 2011). See figure 6, page 9.

[٣٢] للاطِّلاع على مناقشة متوازنة، انظر:

Sharon Begley, "We Fought Cancer … And Cancer Won," Newsweek, September 5, 2008.

[٣٣] Telome Health Inc. website.

عن المسئولية. كما ذكرَت إحدى المتحدثات على عجل أنها فقدت شريحتها[٣٤] (والتي كان من المُفترَض أن تذكر فيها أنها وزوجها كانا مؤسِّسَي شركة للأدوية يجري تداولُ أسهمها في البورصة، والتي تطور علاجات السرطان المستهدفة). ثمة متحدثون آخرون أعلنوا بفخر، بل وكثيرًا ما أثار ذلك عاصفةً من التصفيق، أنه لا يوجَد لديهم ما يُفصحون عنه، وقال أحدهم إن أكبر تضارُب في المصالح لديه هو أنه عمل طوال خمسة وعشرين عامًا على تطوير علاج لسرطان الجلد، «وبالتالي فأنا أريد حقًّا لهذا الأمر أن ينجح.»[٣٥]

يُعَدُّ فارموس واحدًا من عمالقة العلوم الطبية، وقد فاز بجائزة نوبل مناصفةً مع ج. مايكل بيشوب Bishop لأبحاثهما الرائدة على الفيروسات والجينات الوَرَميَّة.[٣٦] وقد بدا سعيدًا بإزاحة الأمور الماليَّة من الطريق حتى يتمكن من الاهتمام بالعلم وببعضٍ من أكثر الأسئلة التي نواجهها تعقيدًا:[٣٧] لماذا يمكن القضاءُ على بعض السرطانات — مثل سرطان الخصية، وبعض ابيضاضات الدم والأورام اللمفاوية — بواسطة المعالجة الكيميائية وحدها، في حين يكون البعض الآخر مقاومًا بعناد؟ ما هي الآليَّات البيولوجية التي تجعل الأشخاص البُدناء مُعرَّضين لخطرٍ أعلى للإصابة بالسرطان؟ لماذا يبدو المرضَى المصابون

---

[٣٤] كانت المتحدثة هي ليندا تشين Chin، والشركة هي أفيو للأورام Aveo Oncology. أمَّا زوجها، رونالد دي بينهو DePinho، فقد صار لاحقًا رئيس مركز إم دي أندرسون للسرطان. وفي عام ٢٠١٢م، اكتُنف الزوجان في خلاف حول منحة بقيمة ١٨ مليون دولار. وذكرت التفاصيل في:

Meredith Wadman, "Texas Cancer Institute to Re-review Controversial Grant," Nature News, May 31, 2012. Also see Meredith Wadman, "Texas Cancer-centre Head Apologizes for Promoting Stock on Television," Nature News, June 1, 2012.

[٣٥] Ervin J. Epstein, plenary talk, American Association for Cancer Research 102nd Annual Meeting, April 3, 2011.

كما أشار إلى أنه يعمل مستشارًا لشركتَي جينينتيك ونوفارتيس، وأنه يملك بعض الأسهم في شركة تُدعَى كيوريس Curis.

[٣٦] D. Stehelin, H. E. Varmus, J. M. Bishop, and P. K. Vogt, "DNA Related to the Transforming Gene(s) of Avian Sarcoma Viruses Is Present in Normal Avian DNA," Nature 260, no. 5547 (March 11, 1976): 170–73.

[٣٧] كان فارموس يتحدث عن مشروع «الأسئلة الاستفزازية»، والموصوف على موقع الويب الخاص بالمعهد الوطني للسرطان. انظر أيضًا:

Harold Varmus and Ed Harlow, "Science Funding: Provocative Questions in Cancer Research," Nature 481, no. 7382 (January 25, 2012): 436–37.

بأمراض عصبية تنكُّسية — مثل الشلل الرعاش (مرض باركنسون Parkinson's)، ومرض هنتنغتون Huntington's، ومرض ألزهايمر Alzheimer's، ومتلازمة الإكس الهش — أقلَّ عُرضةً للإصابة بمعظم أنواع السرطان؟ لماذا تتباين أنسجة الجسم بصورة كبيرة للغاية من حيث ميلها إلى الإصابة بالسرطان؟ وخلال استماعي، خطر ببالي أنني لم أسمع أبدًا بسرطان القلب[٣٨] (والذي يحدث بالفعل، لكنه نادر للغاية).

وطوال بقية الصباح، صعدَت إلى المنصَّة أسماء لامعة أخرى للحديث عن المستقبل، وكلٌّ منهم تسبقه الجعجعة اللحنية المثيرة وشريحة التنصُّل من المسئولية. وباستخدام أحدث التقنيات، يقوم الباحثون بسَلْسَلة sequencing جينومات الخلايا السرطانية، وبسرعةٍ أكبرَ بكثير مما كان يبدو ممكنًا حتى قبل بضع سنوات. ومن خلال مقارنة جينومات الأورام بجينومات الخلايا الطبيعية، فهم يرَون بصورة متزايدة الدقة الطفرات التي يمكنها أن تؤدِّي إلى نشوء أورام خبيثة. كانت بعض النتائج مثيرةً للدهشة،[٣٩] ووفقًا للحكمة الشائعة، فإن الأمر يحتاج عادةً إلى ستة جينات تالفة أو نحوها لتحويل الخلية إلى سرطانية، لكنه لا يلزم أن تنشأ حالتان من نفس نوع السرطان (سرطان الثدي، أو سرطان القولون، على سبيل المثال) بفعل نفس التوليفة من التغيُّرات الجينية. تشير أبحاث علم الجينوم إلى أنه بالنسبة إلى بعض أنواع السرطان، فمن المُحتمَل أن تكون عشرات بل مئات الطفرات مكتنفةً في العملية.[٤٠] ومن بين نحو ٢٥ ألف جين في الجينوم البشري، جرى تحديدُ ٣٥٠ على الأقل كجينات سرطانية مُحتمَلة؛ تلك التي يمكن تغييرُها

---

[٣٨] Timothy J. Moynihan, "Heart Cancer: Is There Such a Thing?" Disease and Conditions, Mayo Clinic Health Information website, April 12, 2012.

[٣٩] Michael R. Stratton, Peter J. Campbell, and P. Andrew Futreal, "The Cancer Genome," Nature 458, no. 7239 (April 9, 2009): 719–24; and P. Andrew Futreal, Michael R. Stratton, et al., "A Census of Human Cancer Genes," Nature Reviews Cancer 4, no. 3 (March 2004): 177–83.

[٤٠] لمثال صارخ على وجه الخصوص، انظر:

H. Nikki March et al., "Insertional Mutagenesis Identifies Multiple Networks of Co-operating Genes Driving Intestinal Tumorigenesis," Nature Genetics 43, no. 12 (2011): 1202–9.

يتمثل جزءٌ من التحدي في التفريق بين الطفرات «السائقة» و«الراكبة». انظر الفصل الثاني عشر من هذا الكتاب لمزيد من التفاصيل.

بطريقة تمنحها ميزةً تنافسية. ووفقًا لبعض التوقعات، فقد يرتفع الرقم في نهاية المطاف إلى الآلاف.

«ليس السرطان مرضًا، بل مائة من الأمراض المختلفة.» كم مرةً قِيل ذلك؟ أمَّا الآن فيدور الحديث عن السرطان باعتباره عشرات الآلاف من الأمراض، والتي يمتلك كلٌّ منها توقيعه الجُزيئي الخاص. وفي يومٍ ما، مع تطور هذه التقنيات، قد يتمكن العلماء من إجراء تحليل روتيني للخصائص الفريدة لكل نوع منفرد من السرطان، ومن ثَم تزويد كل مريض بالعلاج المُصمَّم خصوصًا لحالته. وهو قدْر كثير مما يؤمل حدوثه.

غادرنا القاعة، الآلاف منَّا، وانتشرنا في جميع أنحاء المساحات الكهفيَّة لمركز المؤتمرات. كانت كلٌّ من قاعات المحاضرات وكل ممرٍّ يعرض الملصقات توفِّر توضيحاتٍ أكثرَ حول موضوع السرطان. كانت هناك ظاهرة الاستقطاب polarization؛[٤١] وهي الطريقة التي يمكن بها للخلية السليمة أن تعرف أمامها من خلفها، والتي تسمح للخلايا الظهارية بتحديد اتجاهها بداخل الأنسجة بحيث يشير الشَّعر، والحراشف، والريش جميعها إلى الاتجاه نفسه. خلال الانقسام الفتيلي، يجب على الخلية أن تخضع للاستقطاب، ومن ثَم توزيع محتوياتها قبل أن تنقسم إلى خليتَين متطابقتَين. تُظهر الخلية المهاجرة الاستقطاب عندما تنقل بروتيناتها بالطريقة التي تحافظ على تحرُّكها إلى الأمام وليس إلى الوراء، كما لو كانت تركب حزامًا ناقلًا خاصًّا بها. لقد اكتشفت العلماء بعض الدوائر الجُزيئية المكتنفة في عملية الاستقطاب، وفي الخلية السرطانية تُعَدُّ هذه من بين الأشياء التي يمكن أن تنحرف عن جادة السواء. وما إن كان ذلك أحد أعراض الخباثة أو سببًا لها، يمثِّل أحد العوامل المجهولة الأخرى.

وفي أثناء التأمُّل في الإجابة على هذا السؤال، كان الباحثون في غرفة أخرى يناقشون الأنواع العديدة المختلفة من الموت الخلوي.[٤٢] يمثِّل إيقاف عملية الموت الخلوي المبرمج أحد السمات المميزة الراسخة للسرطان، كما تعمل المعالجة الكيميائية عادةً عن طريق

---

[٤١] للتعرُّف على علاقتها بالسرطان، انظر:

Minhui Lee and Valeri Vasioukhin, "Cell Polarity and Cancer: Cell and Tissue Polarity as a Non-canonical Tumor Suppressor," Journal of Cell Science 121, no. 8 (April 15, 2008): 1141–50.

[٤٢] Melanie M. Hippert, Patrick S. O'Toole, and Andrew Thorburn, "Autophagy in Cancer: Good, Bad, or Both?" Cancer Research 66, no. 19 (October 1, 2006): 9349–51; Michael

إعادة تفعيل الموت الخلوي المبرمَج بالقوة. لكن هناك أيضًا الالتهام الذاتي autophagy (حيث تأكل الخلية أجزاءها الداخلية)، والالتقام entosis (حيث تلتهم الخلية جارتها)، والنخر المبرمَج necroptosis، وهو — مثل الموت الخلوي المبرمَج — ينطوي على جُزيئات تُسمَّى مستقبلات الموت وRIPs (وهي اختصار «البروتينات المتفاعلة مع المستقبلات»). قد يكون من الممكن تعديلُ هذه أيضًا لاستخدامها في مكافحة السرطان. هناك مطبوعة بعنوان «مجلة الموت الخلوي»، كما كانت امرأة من بين الحضور ترتدي قميصًا أسود عليه عبارة مبهمة «الموت الخلوي ٢٠٠٩م: الجولة غير الموصولة». كان هناك الكثير من الثقافات الفرعية الصغيرة حتى في عالَم السرطان.

تفكَّر متحدثون آخرون في سرِّ كون الخلايا السرطانية تغيِّر طبيعة استقلابها من هوائية aerobic إلى لا هوائية anaerobic، وتستهلك الغلوكوز بنَهَم في ظاهرة تُسمَّى تأثير فاربورغ Warburg effect.[٤٣] ومن شأن هذه الطريقة الأقلِّ كفاءةً في استخدام الطاقة أن تساعدها على البقاء على قيد الحياة في التخوم المتعطِّشة للأكسجين في أعماق الوَرَم. لكن الخلايا تقوم أيضًا بإجراء هذا التحول عندما يكون هناك قدْر كبير من الأكسجين المتاح. وقد يكون أحد أسباب ذلك هو أن عملية الاستقلاب المعدَّلة تسمح لها بامتصاص قدْرٍ أكبرَ من المواد الخام[٤٤] التي تحتاج إليها لبناء أجزاء جديدة ولكي تتكاثر. كانت هناك محاضرات حول الطرق التي يمكن بها للخلايا السرطانية أن تتملَّص من التدمير من قِبَل النظام المناعي، أو تحويله لاستخداماتها الخاصة، من خلال استمالة البلاعم

Overholtzer, Joan S. Brugge, et al., "A Nonapoptotic Cell Death Process, Entosis, that Occurs by Cell-in-Cell Invasion," Cell 131, no. 5 (November 30, 2007): 966–79; and Peter Vandenabeele et al., "Molecular Mechanisms of Necroptosis: An Ordered Cellular Explosion," Nature Reviews Molecular Cell Biology 11, no. 10 (October 1, 2010): 700–14.

[٤٣] إن التغيُّرات الاستقلابية، بما في ذلك تحلُّل السكر، قد جرى وصفُها في:

Otto Warburg in "On the Origin of Cancer Cells," Science 123, no. 3191 (February 24, 1956): 309–14.

وعند تنفيذها في وجود الأكسجين، تُسمَّى العملية بتحليل السكر الهوائي، وتتمثل نتيجتها في زيادة استهلاك الغلوكوز، لهذا السبب تضيء الخلايا السرطانية عند التصوير بالإصدار البوزيتروني.

[٤٤] Matthew G. Vander Heiden, Lewis C. Cantley, and Craig B. Thompson, "Understanding the Warburg Effect: The Metabolic Requirements of Cell Proliferation," Science 324, no. 5930 (May 22, 2009): 1029–33.

macrophages كحلفاء في القضية. يكون الاحتراق البطيء للالتهاب المُزمن[٤٥] مكتنفًا بطريقة أو بأخرى في كثير من الأمراض؛ التهاب المفاصل الروماتويدي، ومرض كرون، ومرض ألزهايمر، والسمنة، والداء السكري، كما يؤدِّي دورًا أيضًا في السرطان. إن المعدة الملتهبة بفعل الاستجابة المناعيَّة لبكتيريا الملوية البوابية Helicobacter pylori، أو الكبد الملتهبة بفعل فيروس التهاب الكبد، هي أقرب احتمالًا لأن تُصبح سرطانية. لكن ما مقدار السبب وما مقدار التأثير في هذه المعادلة؟ لا يزال يجري اكتشافُ الدوائر الكيميائية المكتنفة في العملية. وقد خُصِّصت جلسة كاملة لكيف أن جُزيئات تُسمَّى السيرتوينات sirtuins،[٤٦] والمكتنفة في عملية التشيُّخ، تؤدِّي كذلك دورًا في الالتهاب، والسمنة، وبالتالي في السرطان.

وفي النهاية، فكل ما تنتهي إليه البيولوجيا هو جينات تتحدث إلى جينات — ضمن الخلية أو من خلية إلى خلية — في دردشة جُزيئية متواصلة. وعلى أيِّ حال، فلم أكُن قد فكرتُ في أن الجينات في الأنسجة البشرية يمكنها أيضًا أن تتحدث إلى الجينات القابعة في الميكروبات[٤٧] التي تحتلُّ أجسادنا. ربما كان لا بدَّ أن يكون ذلك واضحًا؛ فجلودنا وأجهزتنا الهضمية والتنفُّسية تعجُّ بالبكتيريا، وكثير منها تؤدِّي دورًا تعايشيًّا symbiotic؛ تُفرز البكتيريا في القناة الهضمية إنزيماتٍ تساعد في عملية الهضم. تنقل الجينات الموجودة بداخل هذه المخلوقات الوحيدة الخلية الإشارات من ميكروب إلى ميكروب، كما يمكنها تبادلُ الإشارات مع الخلايا البشرية. وعلى الرغم من أننا نفكر في البكتيريا باعتبارها مجرَّد رُكَّاب passengers، فإن أعدادها تزيد عن خلايانا بنسبة تصل إلى عشرة إلى واحد. والأكثر إثارةً للدهشة هو أن العدد الإجمالي للجينات الميكروبية التي يحملها كل واحد

---

[٤٥] للاطِّلاع على لمحة عامة جيدة، انظر:

Gary Stix, "Is Chronic Inflammation the Key to Unlocking the Mysteries of Cancer?" Scientific American, July 2007, updated online November 9, 2008.

وهناك مزيد من المراجع ضمن ملاحظات المؤلِّف على الفصل العاشر من هذا الكتاب.

[٤٦] للاطِّلاع على مراجعة، انظر:

Finkel Toren, Chu-Xia Deng, and Raul Mostoslavsky, "Recent Progress in the Biology and Physiology of Sirtuins," Nature 460, no. 7255 (July 30, 2009): 587–91.

[٤٧] Steven R. Gill et al., "Metagenomic Analysis of the Human Distal Gut Microbiome," Science 312, no. 5778 (June 2, 2006): 1355–59.

منَّا — أو الميكروبيوم microbiome — يزيد عن جيناتنا البشرية بنسبة ١٠٠ إلى واحد. وهناك حتى مشروع للميكروبيوم البشري[٤٨] لسَلْسَلَة جينومات هذه العوامل الخلوية الحرة. إن السرطان مرض متعلق بالمعلومات، وبالإشارات الخلوية المختلطة. لدينا الآن عالَم آخر يجب استكشافه.

هناك الجينوم، والفوجينوم epigenome، والميكروبيوم، كما يتحدث العلماء الآن عن البروتيوم proteome (وهو الطقم الكامل للبروتينات التي يمكن تعبيرُها في الخلية)، والترانسكربتوم transcriptome (كل جُزيئات الرنا RNA(4)[٤٩]* من مختلف الأنواع). وهناك الميتابولوم metabolome، والليبيدوم lipidome، والريغولوم regulome، والألليلوم allelome، والديغرادوم degradome، والإنزيموم enzymome، والإنفلاماسوم inflammasome، والإنترأكتوم interactome، والأوبيروم operome، والجينوم الكاذب pseudogenome ... أمَّا مجموع التعرُّض (الإكسبوسوم exposome)، فهو كل شيء نتعرض له في البيئة، كما يشمل المجموع السلوكي behaviorome العوامل المتعلقة بنمط الحياة التي قد تغيِّر من مخاطر إصابتنا بالسرطان. والبيبليوم bibliome هو المكتبة المتوسِّعة إلى ما لا نهاية من الأوراق البحثية حول جميع العلوم، وتتمثل لعنة عصر التخصُّص الدقيق هذا وانتشار «العلوم الهجينة»[٥٠] في التفريق بين السخيف ridiculome وذي الصلة relevantome.[٥١]

في أثناء الخربشة في دفتر ملاحظاتي أو السير عبر الممرات للتأمُّل في فكرة جديدة وغريبة، فكرتُ في مقدار ما تغيَّر على مرِّ السنين في فهمنا للبيولوجيا الخلوية. لقد تذكرتُ استمتاعي بقراءة كتاب جيمس واطسون المُعنوَن «الحلزون المزدوج»[٥٢]* خلال رحلة

---

[٤٨] Peter J. Turnbaugh et al., "The Human Microbiome Project," Nature 449, no. 7164 (October 18, 2007): 804–10.

[٤٩]* مختصر «رنا» (الحَمْضُ النووي الريبي). (المترجم)

[٥٠] صاغ جوشوا ليدربيرغ (Lederberg) مصطلح الميكروبيوم، وفي مقال قصير بعنوان Ome Sweet Omics، علَّق على ظاهرة وضع المُسمَّيات: The Scientist 15, no. 7 (April 2, 2001): 8.

[٥١] ظننتُ أنني اخترعتُ هذَين المصطلحَين، لكنني عثرتُ عليهما على الإنترنت في عرض تقديمي:
Andrea Califano, Brian Athey, and Russ Altman, "Creating a DBP Community to Enhance the NCBC Biomedical Impact, A National Center for Biomedical Computing Work Group Report," July 18, 2006, National Alliance for Medical Image Computing website.

[٥٢]* The Double Helix.

للتخييم خلال دراستي الجامعية، وكذلك جلوسي بعد ذلك بفترة بقرب المدفأة في كوخٍ جبلي، وأنا أقرأ بشغفٍ السلسلة التي نُشرت على ثلاثة أجزاء في مجلة نيويوركر، والمُقتبَسة من كتاب هوراس فريلاند جودسون Judson الرائع،[٥٣] والمعنون «اليوم الثامن للخلق: صُنَّاع الثورة في علم البيولوجيا».[٥٤*] كان علم الوراثة الجُزيئي يبدو نظيفًا ونقيًّا مثل الهياكل التي نجمعها من مكعبات الليغو. وعلى الرغم من كل قدرتها على إنشاء الحياة والتحكم فيها، فإن الجينات مصنوعة من توليفات من أربعة حروف فقط من الأحماض النووية: G، وC، وA، وT، والتي يمتلك كلٌّ منها شكلًا محيطيًّا فريدًا من نوعه، حيث يجري نسخ هذه الأنماط من المطبَّات والأخاديد من الدنا إلى الرنا المرسال messenger RNA، ومن ثَم تُنقل إلى الريبوسومات ribosomes، وهي البِنَى الخلوية التي تستخدم المعلومات لصُنع البروتينات.

وفي هذه المسابك، تعمل جُزيئات أخرى تُسمَّى الرنا الناقل transfer RNAs مثل مقابس المحول، حيث تقوم بتوليف كل ثلاثية من حروف الأحماض النووية على حمض أميني محدَّد؛ أي العشرين وحدة المختلفة التي تُصبح، عند وضعها في ترتيب معيَّن، نوعًا معيَّنًا من البروتينات. وتشمل هذه البروتينات الإنزيمات التي تساعد على عمل الآليَّات الوراثية بسلاسة. تمثِّل التبسيط المُتوِّج للنظرية فيما أَطلَق عليه فرانسيس كريك Crick اسم «المُسلَّمة المركزية» central dogma: من الدنا إلى الرنا إلى البروتين.

بيدَ أن التعقيدات سُرعان ما تلَت ذلك؛ فلم تكُن كل ندفة من الدنا جزءًا من الشفرة البروتينية، إذ تستخدم بعض المتواليات لصُنع الرنا المرسال والرنا الناقل، فيما تعمل غيرها كمقابض للتحكم، حيث تعدل صوت الجين صعودًا وهبوطًا لضبط وتيرة إنتاج البروتين المرتبط به. وفي ظلِّ كل هذه الآليَّات المعقَّدة والمتشابكة، سترى نفسك شِبهَ واثق من أن الأمر كله صنعة مهندس خبير، لكن الطبيعة كانت أكثر فوضويةً من ذلك، فالجينات، على سبيل المثال، ليست مستمرة؛ بل تتخلَّلها قصاصات من الرطانة. وفي أثناء إعادة طبع الرسالة الوراثية إلى الرنا المرسال، فلا بدَّ من تحرير وشطب هذه العيوب (أو الإنترونات introns). كانت هذه أحداثًا للتطور والإنتروبيا entropy. وفي الواقع أنه

---

[٥٣] The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology, expanded ed. (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996).

[٥٤*] The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology.

من بين الجينوم بأسره، يبدو أن نسبة صغيرة فقط تخدم غرضًا معيَّنًا، وبالتالي صارت البقية تُعرف باسم الدنا الخردة junk DNA؛ وهو خليط من الفُتات المتمثل في جينات أصبحت معطَّلةً وجرى التخلصُ منها على مدى ملايين السنين. هُرِّبت بعض هذه الجينات الزائفة pseudogenes عن طريق الفيروسات، فيما تكوَّنت أخرى عندما جرى نسخُ الجين الحقيقي ولصقُه عن طريق الخطأ في أيِّ مكان آخر من الجينوم. وفي ظلِّ غياب أيِّ سبب مُقنِع للتخلص من ذلك الحطام، فقد جرى حملُه من دون تغيير، جيلًا بعد جيل.

من الصعوبة تصديقُ أن معظم الجينوم يقبع صامتًا وخاملًا هكذا. وفي ظلِّ أفعاله الترقيعية المتواصلة، فإن التطور سيجد بالتأكيد أغراضًا جديدةً للأجزاء التي يجري التخلصُ منها. وفي أوائل التسعينيات، بدأ العلماء يلاحظون وجود نوع جديد من الرنا، والذي ينتجه الدنا الخردة. وعندما تتعلق بالرنا المرسال، فإن هذه الجُزيئات تمنعه من تسليم المعلومات التي يحتويها. وبسبب صغر حجمه، فقد سُمِّي بالرنا المكروي[٥٥] (في معاجم البيولوجيا الخلوية، تُدمَج مثل هذه المصطلحات معًا هكذا: microRNAs). وهي تأتي في أصناف مختلفة، كما أن أعدادها تزداد أو تنقص خلال قيامها بتنظيم إنتاج البروتينات المختلفة. ومثل معظم الأشياء في الخلية، كان من المُحتَّم أن تؤدِّيَ دورًا في السرطان. لنفترضْ أن هناك رنا مكرويًّا يتمثل دورُه في منع تعبير الجين الوَرَمي المُعزِّز للنمو. فإذا أنتجت الخلية كميةً ضئيلةً للغاية من هذا المنظِّم، سيشجع هذا على التكاثر، وقد يؤدِّي وجود فائض من نوع آخر من الرنا المكروي إلى تثبيط أحد كابتات الأورام. وفي الواقع أن واحدًا فقط من هذه الجُزيئات قد ينظِّم عِدَّة جينات مختلفة، ما يؤدِّي إلى مجموعة معقَّدة من الآثار المتشابكة. كان من المُعتقَد أن الطفرات التي تصيب الدنا الخردة غير ضارة، لكنها إذا تسببت في اضطراب توازن الرنا المكروي فمن الممكن أن تدفع الخلية قريبًا من الخباثة.

وكلما تعمق العلماء في البحث، اكتشفوا عددًا أكبر من أنواع الرنا. قد يكون بعض هذه الجُزيئات أشبه بما تطرحه السفن لتخفيف حمولتها؛ أيْ قِطَع مكسورة متخلفة عن التشغيل اليومي المعتاد للآليَّات الخلوية. لكن البعض الآخر يبدو أنه يوجَد لغرضٍ ما.

---

٥٥ Rosalind C. Lee, Rhonda L. Feinbaum, and Victor Ambros, "The C. elegans Heterochronic Gene lin-4 Encodes Small RNAs with Antisense Complementarity to lin-14," Cell 75 (December 1993): 843–54.

هناك الرنا الكبير المُقحم غير المُكوَّد LincRNA، والرنا المتدخل الصغير siRNA، والبيرنا piRNA، والذي يعني الرنا المتفاعل مع بي وي Piwi، والتي تمثِّل بدورها اختصارًا لجين الخصية الضعيف المحرض بالعنصر P، وهو جين آخر من تلك الجينات التي تحمل أسماءً سخيفة. هناك الرنا زيست Xist RNA، ورنا الهواء الساخن Hotair RNA. وبغضِّ النظر عن مصادر أسمائها، فإن الفكرة المهمَّة هنا هي أن هذه الجُزيئات أيضًا يمكنها أن تؤدِّيَ دورًا في تنظيم الكيمياء الخلوية، كما أنها قد تتسبب في نموٍّ جامحٍ للخلايا إذا اضطرب توازنها. هناك عدد قليل من العلماء المعارضين لآراء غيرهم من الباحثين، والذين يظنون أنه قد جرى تضخيمُ أهمية أنواع الرنا الجديدة بصورة مبالَغ فيها،[٥٦] فيما يرى آخرون أنها تبشر بثورة. ومن خلال إعلان أن «المسلَّمة المركزية مكسورة»، وصف أحد علماء جامعة هارفارد، والذي كان يتحدث في أورلاندو، نظريةً جديدةً شاملةً[٥٧] تتحدث فيها الجينات إلى الجينات الزائفة بلُغة جديدة تتكون حروفها من أنواع الرنا الغريبة هذه. وإذا كان مُحقًّا في أرائه، فلا بدَّ أن هناك كودًا آخر يجب فكُّ شفرته. وعندها فقط سيمكننا أن نفهم حقًّا الدوائر الخلوية وكيف يمكن أن تنحرف عن جادة السواء.

هناك الخردة التي ليست دون وظيفة؛[٥٨] وهي الجينات — أو٩٩ في المائة منها — الموجودة في ميكروباتنا وليس في خلايانا. يبدو أن الخلفية تتبادل موقعها مع المقدمة،

---

٥٦ Harm van Bakel et al., “Most ‘Dark Matter’ Transcripts Are Associated with Known Genes,” PLOS Biology 8, no. 5 (May 18, 2010): e1000371; and Richard Robinson, “Dark Matter Transcripts: Sound and Fury, Signifying Nothing?” PLOS Biology 8 (May 18, 2010): e1000370.

٥٧ Leonardo Salmena, Pier Paolo Pandolfi, et al., “A ceRNA Hypothesis: The Rosetta Stone of a Hidden RNA Language?” Cell 146, no. 3 (August 5, 2011): 353–58.

كان المتحدث هو الباحث الرئيسي، بيير باولو باندولفي Pandolfi.

٥٨ يبدو أن جزءًا أكبر من الدنا الخردة قد وجد له غرضًا في المشروع ENCODE، الذي أُعلِنت نتائجه على موقع يضمُّ وسائط متعددة فخمة قبل مجلة نيتشر. للاطِّلاع على لمحة عامة على النتائج المعروضة بالطريقة التقليدية، انظر:

Consortium, The ENCODE Project, “An Integrated Encyclopedia of DNA Elements in the Human Genome,” Nature 489, no. 7414 (September 6, 2012): 57–74. Upon publication, a backlash ensued from scientists who thought the results, though important,

وقد تذكرتُ ما حدث في علم الكونيات (الكوزمولوجيا) عندما اتضح أن معظم الكون مصنوع من المادة المُظلمة والطاقة المُظلمة. ومع ذلك، وعلى الرغم من جميع التطورات الجديدة، فقد ظلَّت نظرية الانفجار الكبير نفسها صامدة. بيدَ أنها لم تعد صافيةً وبسيطةً كما كانت من قبل، لكنها قدَّمت اللمسات الواسعة للوحة، في صورة إطار يبدو فيه كل شيء منطقيًّا، بما في ذلك جميع الانحرافات. وقد بدا أن الشيء نفسه يحدث مع السمات المميزة؛ فقد تضمنت العروض التقديمية في أورلاندو، واحدًا تِلوَ الآخر، شريحة باوربوينت جرى نسخُها كثيرًا توضح المعايير الستة التي وضعها هاناهان وفينبرغ. ومن دون هذا المحك، لصار كل شيء إلى الفوضى. وفي الشهر السابق لذلك مباشرةً، نشر العالِمَان مقالةً مُحدَّثة[٥٩] بعنوان «السمات المميزة السرطان: الجيل التالي». وبالنظر إلى الوراء، إلى العقد الذي انصرم منذ نشر بحثهما، خلص المؤلِّفان إلى أن نموذجهما كان أقوى من أيِّ وقت مضى. من المؤكَّد أنه كانت هناك تعقيدات؛ ففي الرقاقة microchip المتمثلة في الخلية السرطانية، ما قد يبدو أنه ترانزستور منفرد قد يتضح أنه رقاقة بداخل الرقاقة، والتي تخفي دوائرها الخاصة الأشدَّ كثافة. قد تؤدِّي الخلايا الجذعية وفوق الجينوميات دورًا أكبر في المستقبل. وفي النهاية قد يكون هناك أكثر من ستِّ سمات مميزة. ويتمثل الأمل هنا في أن يكون العدد محدودًا وصغيرًا بشكل معقول.

ذات ليلة في أثناء انعقاد الاجتماع، التقيتُ حشدًا من العلماء وهم يتقاطرون إلى مرقص الفندق منهكين بعد يوم طويل من استيعاب ونضح المعلومات.

وبالداخل جرى ترتيبُ مناضد البوفيه الفخم بصورة استراتيجية؛ لحم البقر المشوي مع جُبن أوريغون الأزرق، وصدر الدجاج المُحمَّر بطريقة كابريزي، وكعك سرطان البحر المصغَّر، وفطائر دجاج إمبانياديلَّا empañadillas على طريقة الجنوب الغربي. كان السُّقاة المتمركزون في ستِّ محطات يصبون كمياتٍ وفيرةً من الشراب الجيد. كان ذلك حفل الاستقبال السنوي لمركز إم دي أندرسون للسرطان. ومنذ أن زرتُ المركز مع نانسي

---

[٥٩] Douglas Hanahan and Robert A Weinberg, “Hallmarks of Cancer: The Next Genera- tion,” Cell 144, no. 5 (March 4, 2011): 646–74. The ten-year anniversary of the original “Hallmarks” paper was taken as occasion for a critique: Yuri Lazebnik, “What Are the Hallmarks of Cancer?” Nature Reviews Cancer 10, no. 4 (April 1, 2010): 232–33. were hyped. See John Timmer, “Most of What You Read Was Wrong: How Press Releases Rewrote Scientific History,” in the online publication Ars Technica, September 10, 2012.

في أحد أيام شهر يناير الحزينة لطلب رأي ثانٍ، جرى تغييرُ شعار المؤسَّسة. أُضيف خطٌّ مائلٌ عبر كلمة «السرطان». وقد تساءلتُ عن خبير التسويق الأحمق الذي جاء بهذه الفكرة التي بدَت مبتذلةً، ومتفائلةً بقسوة من وجهة نظر كثير من ضحايا السرطان.

وانطلاقًا من حفل مركز أندرسون، تدفقت الحشود إلى الأمام إلى قاعةٍ أكبرَ لتناوُل المزيد من الشراب والحلوى والرقص مجاملةً للجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان (AACR). كانت هناك فِرقة لموسيقى السول، والمُضاءة من الخلف بالضوء الأزرق والأحمر، تعزف لحنًا قديمًا للمطرب سموكي روبنسون، في حين أن المُغني، الذي يحمل ميكروفونًا لاسلكيًّا، كان يحاول إقناع الناس بالصعود إلى حلبة الرقص. في البداية، كان هناك زوجان يرقصان، ثم ستة، وبحلول الساعة العاشرة، كان هناك خمسون منهم يحومون مثل الدوامة ويسحبون الآخرين على الأرض. وعندما خرجتُ عائدًا إلى الردهة، كان الإيقاع قد تباطأ، كما صارت الأضواء خافتة. كانت المطربة تشدو بأغنية «يقتلني بنعومة»، وهذا هو بالضبط ما لا يفعله السرطان.

الفصل العاشر

الفوضى الاستقلابية

في العام ١٩٢٨م، وفي أحد مُختبَرات مستشفى سانت ماري في لندن، اكتشف ألكسندر فليمنغ Fleming[١] البنسلين. كان يزرع بكتيريا العنقودية staphylococcus على لوح للزرع، ولدى عودته من عُطلة لاحظ أنها تلوثت ببقعة من فطر العفن mold. وحول البقعة، تناثرت أشلاء البكتيريا الميتة. وعندئذٍ قام فليمنغ بعزل الفُطر، فوجد أنه يستطيع تخفيفه بواقع ألف مرة وسيظلُّ قويًّا بما يكفي لقتل تلك الميكروبات. واصل فليمنغ أبحاثه ليُثبت أن العفن، الذي ينتمي إلى جنس البنسليوم Penicillium، كان فعَّالًا أيضًا ضدَّ جراثيم العقديات streptococcus، والمكورة الرئوية pneumococcus، والمكورة السحائية meningococcus، والمكورة البنية gonococcus، والدفتيريا (الخناق:

---

١ A. Fleming, "On the Antibacterial Action of Cultures of a Penicillium, with Special Reference to their Use in the Isolation of B. Influenzae," British Journal of Experimental Pathology 10 (1929): 226–35. The article was republished in Bulletin of the World Health Organization 79, no. 8 (2001): 780–90.

وقد وصف اكتشافه في محاضرة نوبل التي ألقاها في ١١ ديسمبر ١٩٤٥م:

Alexander Fleming, "Penicillin," in Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1942–1962 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1964), which is available on the Nobel Prize website.

ومن دون أن يعلم فليمنغ، لاحظ علماء قبله تأثيرات البنسلين. انظر:

Horace Freeland Judson, The Search for Solutions [London: Hutchinson, 1980], 73–75.

كما تشكَّك بعض المؤرخين في تفاصيل الرواية الشهيرة حول الموضوع. انظر:

Douglas Allchin, "Penicillin and Chance," Sociology, History and Philosophy in Science Teaching Resource Center website, University of Minnesota.

diphtheria)، والجمرة الخبيثة anthrax، وكثير من أنواع البكتيريا القاتلة التي يمكن الآن إبطالُ مفعولها بواسطة بضع جرعات من المضادَّات الحيوية، مما يسمح لنا بأن نعيش طويلًا بما يكفي للإصابة بالسرطان.

استُخدم مستشفى سانت ماري منذ ذلك الحين كحرم جامعي لكلية إمبريال كوليدج الطبية، حيث كنتُ أسيرُ في أصيل أحد الأيام على الجانب المقابل لحديقة هايد بارك لمقابلة إيليو ريبولي Riboli، مدير كلية إمبريال كوليدج للصحة العامة. امتدَّت مسيرة ريبولي المهنية كاختصاصي في الوبائيات على مدى أربعة عقود، مما يجعله مؤهلًا بصفة خاصة للتأمل في التغيرات التي طرأت على أفكارنا حول ما يسبِّب وما لا يسبِّب السرطان. لقد اتضح أن المُسرطِنات الكيميائية تؤدِّي دورًا أقلَّ بكثير مما كان يُشتبَه فيه، كما كانت الحُجَّة المؤيِّدة أو الداحضة لدور بعض الأطعمة ضبابيةً كما كانت في أيِّ وقت مضى. بدَا ريبولي كرجل يمكنه أن يساعد في تصويب هذا الالتباس.

كان يومًا ربيعيًّا صافيًا، وفي أثناء سيري حاولتُ أن أتخيل ظلام الثورة الصناعية عندما كان الهواء كثيفًا بما يحمله من الدخان وغبار الفحم. شهدَت لندن في أواخر العقد الأول من القرن الثامن عشر اكتشاف بيرسيفال بوت Pott للعلاقة بين التعرض للسخام soot والإصابة بسرطان الصفن لدى مُنظِّفي المداخن، في واحدة من الملاحظات المبكرة التي ساعدت البشرية على تلمُّس طريقها لوضع نظرية تفسر السرطان. لم يكُن مُنظِّفو المداخن مثل تلك الشخصية السعيدة التي جسَّدها ديك فان دايك Van Dyke في فيلم ماري بوبينز Mary Poppins.

كان يُغرى الأولاد النحفاء بفعل سوء التغذية[٢] لقاء مبالغ زهيدة بالانزلاق، وهم عُراة في كثير من الأحيان، عبر الممرات المكسوة بالسخام. وكما كتب بوت: «يبدو مصير أولئك الأشخاص[٣] صعبًا على وجه الخصوص؛ ففي فترة صِباهم المبكر كثيرًا ما كانوا يُعامَلون بوحشية كبيرة، كما كانوا يتضوَّرون بفعل الجوع والبرد، ويجري الزجُّ بهم لأعلى المداخن

---

[٢] H. A. Waldron, "A Brief History of Scrotal Cancer," British Journal of Industrial Medicine 40, no. 4 (November 1983): 390–401.

[٣] Percivall Pott, The Chirurgical Works of Percival Pott, F.R.S. and Surgeon to St. Bartholomew's Hospital (London: Printed for T. Lowndes, J. Johnson, G. Robinson, T. Cadell, T. Evans, W. Fox, J. Bew, and S. Hayes, 1783).

الضيقة، والساخنة أحيانًا، حيث يُدفَنون، ويُحرَقون ويختنقون تقريبًا، وعندما يصلون إلى سنِّ البلوغ، يصبحون عُرضةً لواحد من أكثر الأمراض إثارةً للاشمئزاز والألم، وهو داء قاتل.» وقد تضمَّن العلاج وقتئذٍ استئصال جزء وَرَمي من كيس الصفن scrotum، من دون مخدِّر. كان من الضروري تنفيذ هذا الإجراء على الفور، فبمجرَّد انتشار السرطان إلى الخصية، عادةً ما يكون الوقت قد تأخر كثيرًا حتى لإجراء عملية الإخصاء castration.

لقد أُجريَت هذه التجربة مراتٍ عديدة،[٤] ولكن على الرغم من أن القروح قد التأمت بعد هذه العملية بصورة مُرضية، في بعض الحالات، حيث خرج المرضَى من المستشفى وهم يبدون بصحة جيدة، ومع ذلك، ففي غضون بضعة أشهر، ما كان يحدث عمومًا هو أنهم يعودون إما بنفس المرض في الخصية الأخرى، أو في الغُدد الأربية، أو بتلك البشرة المصفرَّة، والطلعة الشاحبة السقيمة، وبفقدان كامل للقوة، وبآلام داخلية متكررة وحادة، والذي ثبت بما لا يدع مجالًا للشكِّ أنه اعتلال يصيب بعض الأحشاء، والذي تليه وفاة مؤلمة.

كان السبب المفترَض للسرطان هو دخول السخام في الجلد المسحوج. لم يكُن مُنظِّفو المداخن في القارة الأوروبية،[٥] الذين كانوا يرتدون الملابس الواقية — كان الزيُّ الذي يرتدونه شبيهًا ببذلة الغوص — يُصابون بالسرطان، لم يكُن معروفًا في إدنبرة،[٦] حيث المداخن أقلُّ انحناءً وضيقًا من تلك الموجودة في لندن، والتي تُنظَّف عادةً من أعلى باستخدام مكنسة مثبَّت فيها ثقل معيَّن. لكنه كان من المستحيل رسم سهم بسيط بين السبب والنتيجة. وحتى بين مُنظِّفي المداخن في لندن، كان السرطان نادرًا للغاية وقد يستغرق عشرين عامًا لكي يظهر. ولماذا يصيب كيس الصفن في الأغلبية الساحقة من الحالات — كانت هناك تقارير قليلة عن ظهور ثآليل السخام على الوجه — لكن ليس أجزاء الجسم الأخرى التي تتعرض لنفس التعرض السحجي للمادة المُسرطِنة؟ لا بدَّ أن تكون هناك عوامل أخرى مكتنفة في العملية. فكرتُ في التجارب التي أُجريَت في أوائل القرن العشرين، عندما قام عالِم ياباني اسمُه كاتسوسابورو ياماغيوا Yamagiwa

---

٤ Potts, The Chirurgical Works, 179.

٥ Waldron, "A Brief History."

٦ Robert M. Green, M.D., "Cancer of the Scrotum," Boston Medical and Surgical Journal 163, no. 2 (November 17, 1910): 755–59.

بتحريض أورام متفاوتة الحجم «من حجم حبة الأرز[٧] إلى حجم بيضة العصفور»، عن طريق تطبيق قطران الفحم على آذان الأرانب، لكنه كان إجراءً مُضنيًا ومحفوفًا بالفشل، كما أن الأورام لم تظهر سوى بعد التطبيقات المتكررة للسخام المُسرطِن.

وقد مثَّلت حالات التعرض المهني أيضًا الشغل الشاغل لبرناردينو راماتزيني Ramazzini، وهو طبيب إيطالي ألَّف كتابًا بعنوان «أمراض العمال»،[٨*] والذي نُشر في العام ١٧٠٠م. كانت اهتماماته شاملة، فلم يكتفِ بدراسة العمال والتجار، بل وكذلك الصيادلة والمغنون والغاسلات والرياضيون والمزارعون، وحتى «الرجال المتعلمون»، ومنهم علماء الرياضيات والفلاسفة وكذلك زملاؤه من الأطباء. كانوا جميعًا عُرضةً للإصابة بمختلف الأمراض والعلل، لكن السرطان الوحيد الذي ذكره في الكتاب يصيب الراهبات. لاحظ راماتزيني أنهن يُظهرن معدَّلاتٍ أعلى لسرطان الثدي بالمقارنة مع النساء الأخريات. وقد كتب قائلا: «إن كل المُدن الإيطالية[٩] تضمُّ العديد من الطوائف الدينية من الراهبات، ونادرًا ما تجد ديرًا لا يُؤوي بين جدرانه هذه الآفة اللعينة؛ السرطان.» وقد عزَا ذلك إلى العزوبة celibacy، وإلى «تعاطف غامض» بين الرحم والثدي، والذي من شأنه أن يفسر أيضًا مدى سهولة تدفُّق الحليب في الغُدد الثديَّة للمرأة عندما تصبح حاملًا. وقد كتب قائلًا: «علينا أن نؤمن بالتأكيد بأن الله قد حبَا الرحم والثديَين بِنيةً معيَّنة، وتدبيرًا معيَّنًا ما زلنا نجهله حتى الآن.» «عسى أن يكشفه مسار الزمن، لأن ميدان الحقيقة بأكمله لم يتمَّ فكُّ مَغالقه حتى الآن.»

---

[٧] K. Yamagiwa and K. Ichikawa, “Experimental Study of the Pathogenesis of Carcinoma,” Journal of Cancer Research 3 (1918): 1–29. Republished along with a short biography of Katsusaburo Yamagiwa in CA: A Cancer Journal for Clinicians 27, no. 3 (May/June 1977): 172–81.

[٨*] De Morbis Artificum Diatriba.

[٩] Bernardino Ramazzin, Discases of workers (Chicago University Press, 1940), 191.

تحتوي هذه الطبعة على النصِّ اللاتيني في الصفحات المقابلة. كتب راماتزيني عن الراهبات في قسم أسماه: “Wet-Nurses,” 189–93.

انظر أيضًا: J. S. Felton, “The Heritage of Bernardino Ramazzini,” Occupational Medicine 47, no. 3 (April 1, 1997): 167–79.

كان علينا الانتظار حتى القرن العشرين لكي يبدأ العلماء في تمحيص وفهم المنظومة المعقَّدة للهرمونات الجنسية التي تنتقل عبر مجرى الدم إلى الأجزاء البعيدة من الجسم، ومن بين أدوارها العديدة فهي تنسِّق نشاط الرحم والثدي. ومن خلال التخلِّي عن حمل وإرضاع الأطفال،[١٠] ومن التعرُّض لعددٍ أكبرَ من الدورات الطمثية، تزيد الراهبات، عن غير قصد، من تعرُّضهن لهرمون الإستروجين، وهو مُسرطِن داخلي يُنتجه الجسم، ويعمل على تسريع عملية الانقسام الخلوي ومن ثَم زيادة احتمالات حدوث الطفرات.

ومع ذلك، فهناك أيضًا فائدة لقضاء العمر من دون زواج. فبعد قرن ونصف من الزمان، لاحظ إيطالي آخر، هو دومينيكو ريغوني-ستيرن Rigoni-Stern،[١١] أن الراهبات يُصَبن بسرطان عنق الرحم بمعدَّلاتٍ أقل، مما مهَّد لاكتشاف أن السبب الرئيسي لذلك السرطان هو فيروس الوَرَم الحليمي البشري، والذي يُكتَسب عن طريق الاتصال الجنسي. سخام المداخن، والهرمونات الجنسية، والفيروسات في حالات قليلة؛ هناك الكثير من الأشياء التي يمكنها إحداثُ انفجار خلوي، والكثير جدًّا من العوامل التي لا يزال يتعين فهمُها.

كان ريبولي، الذي حصل على درجة الدكتوراه في الطبِّ وماجستير في الصحة العامة من جامعة ميلانو في العام ١٩٨٠م، جزءًا من خطٍّ جليلٍ من الأطباء الإيطاليين الباحثين عن مفاتيح لحلِّ مَغالق النزوات السرطانية. ومن ميلانو، توجَّه ريبولي إلى هارفارد للحصول على ماجستير آخر في علم الوبائيات، وعندما وصلتُ إلى الحرم الجامعي في لندن، كان ينتظرني في مكتبه. كان رجلًا نحيلًا طويل القامة، كما كان رقيقًا معسول الكلام، وكان متحمسًا للأدلة القائلة بأن تحكُّم المرء في وزنه وممارسة الرياضة يمنحه الأفضلية

---

١٠ World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective (Washington, DC: AICR, 2007), 239–42.

١١ I. D. Rotkin, "A Comparison Review of Key Epidemiological Studies in Cervical Cancer Related to Current Searches for Transmissible Agents," Cancer Research 33, no. 6 (June 1, 1973): 1353–67; and Joseph Scotto and John C. Bailar, "Rigoni-Stern and Medical Statistics: A Nineteenth-Century Approach to Cancer Research," Journal of the History of Medicine and Allied Sciences 24, no. 1 (1969): 65–75.

في مقاومة أمراض القلب والسرطان على حدٍّ سواء. ولمدَّة ساعة ونصف الساعة، تحدثنا عمَّا تعلَّمه في سياق بحوثه الوبائية. وبنظرةٍ إلى الوراء بعد ذلك ببضعة أشهر، صُدمتُ مرةً أخرى بالتأثير الشديد التقلُّب لعلوم التغذية، حيث ما هو جيد بالنسبة إليك اليوم قد يكون سيئًا في اليوم التالي، ولذلك تساءلت: ما المدى الذي يمكننا أن نتحكم فيه حقًّا فيما إن كنَّا سنُصاب بالسرطان أم لا؟

بحلول الوقت الذي بدأ فيه ريبولي حياته المهنية، كان من الواضح أن دخان التبغ يسبِّب وباءً من سرطان الرئة، كما بدَا معقولًا أن تُعزى أنواع أخرى من السرطان بدورها لموادَّ كيميائيةٍ بعينها؛ الملوِّثات الصناعية التي تُضاف إلى الهواء والماء، والمواد الحافظة، وبقايا المبيدات الحشرية الموجودة في الأطعمة. وفي هذا السياق، قال: «كان المبدأ الراسخ هو أن السرطان[١٢] لا بدَّ أن ينتُج عن موادَّ مُسرطِنة؛ الكيماويات، والفيروسات والبكتيريا، وبعضها يؤثر من بعيد. ولكنْ في وقت مبكر، كانت هناك دلائل على كون تلك الفرضية معَيبة.» «وعلى الرغم من الأبحاث المتعمقة التي أُجريَت على بعض أنواع السرطان الأكثر شيوعًا — مثل سرطان الثدي، وسرطان القولون، وسرطان البروستاتة — لم تُكتشَف مادة مُسرطِنة واحدة تؤدِّي دورًا ذا مغزًى لدى البشر.» لم يكُن ريبولي يقصد القول إن العوامل المسبِّبة للسرطان ليس لها أيُّ تأثير على السكان، فقد قال: «من الممكن أن يتعرض البشر لعدد كبير من المُسرطِنات في الهواء والماء، والتي يمكنها أن تسبِّب السرطان، بل وتُحدثه بالفعل. ولكن بالنسبة إلى خمسين أو ستين في المائة من حالات السرطان، لم تكُن لدينا أدنى فكرة عن سبب حدوثه.»

وفي قِلة محدودة من الحالات، يمكن إلقاءُ اللوم مباشرةً على العيوب الجينية الموروثة، وهذا ما أثبتته الدراسات التي أُجريَت على المهاجرين. إن الأشخاص الذين ينتقلون للعيش في بلدان جديدة، حاملين معهم نفس الجينات، يتعرضون لمخاطر أكبر لاكتساب سرطانات مضيفيهم، خلال جيل واحد، وكثيرًا ما يتركون وراءهم أنواع السرطان الشائعة في أوطانهم. وكما أشارت إليه دراسة دول وبيتو البالغة التأثير، كان العامل الأهم هو السلوك البشري، وهناك إجماع بدأ يتشكَّل؛ وهو أن السبب الأقرب احتمالًا هو ما نأكله.

[١٢] جميع استشهاداتي بمقولات ريبولي مُستقاة من مقابلة مع المؤلِّف في لندن بتاريخ ١٢ مايو ٢٠١١م.

جاءت القرائن الأولى من التجارب المُختبَرية؛[١٣] فبدلًا من تطبيق قطران الفحم على آذان حيوانات المُختبَر، حاول الباحثون إطعامها كمياتٍ وأصنافًا مختلفةً من الأغذية[١٤] ليَرَوا مقدار الدهون — أو الشحم — الذي تكتسبه. وكما قال ريبولي: «في عدد من التجارب، لم تُستخدَم أيُّ مُسرطِنات كيميائية، ولكنْ عن طريق تعديل النظام الغذائي — عن طريق تعديل الشحامة adiposity — أثبت الباحثون أنه يمكن تغييرُ تواتُر الأورام.» لأول وهلة، بدَا وكأن السبب هو وجود كمية مُفرطة من الأطعمة الدسمة، لكن البحوث المتعمقة أشارت إلى أن الكميات المفرطة من الدهون أو المكوِّنات الأخرى ليست هي الملومة هنا، بل المدخول الإجمالي من السعرات الحرارية، وبالتالي تكون السمنة نفسها إحدى القوى الرئيسية المسبِّبة للسرطان.

بدَا أن بعض الأطعمة تمثِّل مخاطر ضئيلة، كما ارتبط النظام الغذائي الغني بالملح[١٥] بسرطان المعدة، واللحوم الحمراء والمصنَّعة بسرطان القولون، ربما بسبب النتروزامينات

---

[١٣] أُجريَت بعض الأبحاث الرائدة في الأربعينيات من قِبَل ألبرت تاننبوم، انظر:

Albert Tannenbaum, “The Initiation and Growth of Tumors. Introduction. I. Effects of Underfeeding,” American Journal of Cancer 38 (1940): 335–50.

للاطِّلاع على بعض الأبحاث اللاحقة، انظر:

D. Kritchevsky et al., “Calories, Fat and Cancer,” Lipids 21, no. 4 (April 1986): 272–74; D. Kritchevsky, M. M. Weber, and D. M. Klurfeld, “Dietary Fat Versus Caloric Content in Initiation and Promotion of Mammary Tumorigenesis in Rats,” Cancer Research 44, no. 8 (August 1984): 3174–77; G. A. Boissonneault, C. E. Elson, and M. W. Pariza, “Net Energy Effects of Dietary Fat on Chemically Induced Mammary Carcinogenesis in F344 Rats,” Journal of the National Cancer Institute 76, no. 2 (February 1986): 335–38; and M. W. Pariza, “Fat, Calories, and Mammary Carcinogenesis: Net Energy Effects,” American Journal of Clinical Nutrition 45, no. 1 (January 1, 1987): 261–63.

[١٤] G. J. Hopkins and K. K. Carroll, “Relationship Between Amount and Type of Dietary Fat in Promotion of Mammary Carcinogenesis,” Journal of the National Cancer Institute 62, no. 4 (April 1979): 1009–12.

[١٥] للمحة عامة، انظر:

Xiao-Qin Wang, Paul D. Terry, and Hong Yan, “Review of Salt Consumption and Stomach Cancer Risk: Epidemiological and Biological Evidence,” World Journal of Gastroenterology 15, no. 18 (May 14, 2009): 2204–13.

nitrosamines، ومركَّبات ن-نتروزو N-nitroso، وغيرها من المواد.[١٦] وكما قال ريبولي: «لم تكُن هناك علاقة قوية للغاية، مثل تلك التي توجَد بين التدخين وسرطان الرئة، حيث التأثير هائل.» «كنا نتحدث عن خطر متزايد قدْرُه واحد ونصف إلى ضعفَين فيما يتعلق ببعض عادات نمط الحياة بالمقارنة مع غيرها.» عندما يكون الخطر ضئيلًا منذ البداية، فحتى مضاعفته تجعل احتمالات إصابة المرء بالسرطان ضئيلةً للغاية. ولكنْ عند انتشاره ضمن جمهرات سكانية تقدَّر بالملايين، فإن الآثار قد يكون لها تأثير كبير على الصحة العامة. وعلى أيِّ حال، فإن التمحيص المتعمق لذلك سيتطلب إجراء دراسات وبائية كبيرة، والتي قد يكون تفسيرها صعبًا على نحوٍ مُحبِط.

استجمع ريبولي ذكرياته قائلًا: «كانت ثمانينيات القرن العشرين فترةً صعبةً للغاية.» فقد انقسم باحثو السرطان إلى فصيلَين اثنين. ذكَّره ذلك بمدينة البندقية في عصر دانتي Dante، حيث انقسم الغويلفيون Guelphs المتحاربون إلى النيري والبيانكي، أي السُّود والبِيض. «كان لدينا حزبان؛ يقول الأول إن الأمر يتعلق برمَّته بالمُسرطِنات البيئية، ويقول الآخر إن السرطان قد يحدث من دونها. وقد انتقلت من حزب التسرطُن إلى حزب نمط الحياة.» فقد صار مهتمًّا، ليس فقط بالعوامل التي يُحتمَل أن تسبِّب السرطان، ولكن أيضًا بتلك التي قد تمنع وقوعه.

وخلال العقد الذي أعقب ذلك، قدَّم يد المساعدة من خلال دراسة نظَّمها صندوق أبحاث السرطان العالَمي والمعهد الأمريكي لأبحاث السرطان، لمراجعة زهاء أربعة آلاف دراسة[١٧] حول التغذية والسرطان ومن ثَم التعرُّف على الأنماط التي قد تنشأ عنها. وفي العام ١٩٩٧م، أصدرت المجموعتان تقريرهما المُعنوَن «الغذاء والتغذية والوقاية من السرطان: منظور عالمي»، والذي كان مصدر إلهام لبرنامج الحصص اليومية الخمس، الذي حقق شعبيةً كبيرةً خلال السنوات التي سبقَت تشخيص نانسي. واستنادًا إلى أفضل

---

[١٦] انظر، على سبيل المثال:

P. Issenberg, “Nitrite, Nitrosamines, and Cancer,” Federation Proceedings 35, no. 6 (May 1, 1976): 1322–26; and William Lijinsky, “N-Nitroso Compounds in the Diet,” Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 443, nos. 1–2 (July 15, 1999): 129–38.

[١٧] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer, 585.

الأدلة المتاحة، بدَا أن الفواكه والخضراوات تمتلك قوًى ملحوظة: «فالأنظمة الغذائية التي تحتوي على كميات كبيرة[١٨] من مجموعة متنوعة من الخضراوات والفواكه يمكنها وحدها أن تقلِّل من المعدَّلات الإجمالية للإصابة بسرطان الكُلى بنسبة تزيد على ٢٠ في المائة.» وتمثلت التوصية الأولى في تناول الطعام «أطعمة ترتكز في معظمها على النباتات»،[١٩] على هيئة خمس حصص أو أكثر يوميًّا. وفي عمودها المقروء على نطاق واسع في صحيفة نيويورك تايمز، وعنوانه «الصحة الشخصية»، كتبَت جين برودي Brody ملخَّصها لتوصيات الدراسة، التي تتسم بكونها محدَّدةً بشكل ملحوظ:

> إن الأطعمة الغنية بصفة خاصة بالمواد الكيميائية الواقية من السرطان[٢٠] تشمل عائلة البصل، والخضراوات التي تنتمي إلى عائلة الكرنب (بما في ذلك البروكلي، والقنبيط، والبوك تشوي (الملفوف الصيني)، واللفت، وملفوف بروكسل)، والفاصوليا والبازلاء المجفَّفة، والطماطم، والخضراوات والفواكه ذات اللون الأصفر والبرتقالي الداكن (مثل البطاطا الحلوة، والشمام، والقرع الشتوي)، والحمضيات، والعنب البري والفواكه المجفَّفة مثل الخوخ والزبيب.

ليت الأمر قد تبيَّن أنه بهذه السهولة. بعد ذلك بعقد من الزمان، وبالتحديد في العام ٢٠٠٧م، جاءت نتائج المتابعة مخيِّبةً للآمال،[٢١] كان ريبولي مرةً أخرى عضوًا رئيسيًّا في الفريق القائم على الدراسة، ومع تراكم قدْر أكبر وأفضل من الأدلة، تلاشت الحُجَّة الداعمة لتناوُل الفواكه والخضراوات. كان لا يزال هناك عدد من الأدلة «المحدودة» إلى «المحتملة» على أن بعض هذه الأطعمة قد تقلِّل قليلًا من خطر الإصابة ببعض أنواع السرطان، لكن

---

[١٨] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer, 538.

[١٩] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer, 522.

[٢٠] Jane Brody, "Eat Your Vegetables! But Choose Wisely," Personal Health, New York Times, January 2, 2001.

[٢١] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer. Updates are posted on the organization's Diet and Cancer Report website.

المؤلفين خلصوا إلى أنه «لا يمكن الحكم الآن بأن الأدلة على أن هذه الأطعمة توفر الوقاية هي أدلة مُقنِعة بأيِّ حال من الأحوال».[٢٢]

تمثلت المشكلة في التقرير السابق (وبصورةٍ أقلَّ مع الجزء المتمِّم له) في أن الاستنتاجات قد استندَت بشكل كبير للغاية إلى الدراسات الاستعادية retrospective studies، التي ينبغي فيها الاعتماد على أن يتذكَّر الناس بالتفصيل ما تناولوه من الطعام قبل سنوات وحتى عقود، وهي فترة الحمل المتعلقة بكثير من أنواع السرطان. وفي هذا السياق، قال ريبولي: «إذا سألت شخصًا في السبعين من عمره، مُصابًا بسرطان القولون، عمَّا كان يأكله عندما كان في سن الخامسة والأربعين أو الخمسين، ستكون هذه مهمَّة صعبة؛ فتذكُّر أشياء مثل التدخين أو تناوُل الشراب هو أكثر وضوحًا، فهذه الأمور متكررة للغاية ومستقرة.» وبالتالي فهي أشياء يمكنك تذكُّرُها، «لكن ما مدى تواتُر تناوُلك للجَزر؟ وما مدى تواتُر ما أكلته من الكمثرى؟ وتحديد عدد الكمثرى، وعدد حبَّات الفراولة، وعدد البيضات، بما في ذلك جميع البَيض الذي لا تدري عنه شيئًا لأنه متضمَّن في وصفات الطعام.» يعتقد ريبولي بأن الإجابات الأفضل تكمن في الدراسات المستقبلية، من النوع الذي يتتبع عددًا كبيرًا من الناس في أثناء ممارستهم لحياتهم الطبيعية. وبعد ذلك، فمن الممكن مقارنة الذين أُصيبوا بالسرطان بأولئك الذين لم يُصابوا به. وكما قال ريبولي: «لن نحتاج إلى التوجُّه إلى شخص قعيد الفراش لإصابته بالسرطان لكي نسأله عن عدد المرات التي كان يتناول فيها السلطات salads، بل سنعمد إلى تجميع المعلومات من الأشخاص الذين يعيشون حياتهم الطبيعية.»

في حين كانت المشاريع من قِبَل الصندوق العالمي لبحوث السرطان جارية، كان ريبولي يضغط لتشكيل الدراسة المعروفة باسم EPIC، وهي اختصار «الاستقصاء الأوروبي المستقبلي التوجُّه[٢٣] للسرطان والتغذية».[٢٤،٢٥*] وخلال تسعينيات القرن العشرين، شرع

---

[٢٢] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer, 75, 114.

[٢٣] Emmy Wang, senior manager, corporate relations, Genentech, e-mail to author on behalf of Fred de Sauvage, March 2, 2012.

[٢٤] توجد تفاصيل في موقع الدراسة EPIC.

[٢٥*] European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition.

الباحثون في مراقبة صحة ٥٢٠ ألف شخص في عشر دول. جرى سحبُ عينات من الدم بصفة دورية، ومن ثَم حفظُها في النيتروجين السائل. جرى تسجيلُ الأطوال والأوزان والتاريخ الطبي، كما جرى تجميعُ معلومات عن النظام الغذائي والنشاط البدني. ومع تنامي حجم قاعدة البيانات، سنةً بعد سنة، بدأ الباحثون في عدد من الجامعات والوكالات الحكومية في البحث عن ارتباطات.

كان عدد قليل من النتائج السابقة قد نُشر في تقرير العام ٢٠٠٧م، ما ساعد على ترجيح كفَّة الميزان بعيدًا عن الهوس بتناول الفواكه والخضراوات. ومنذ ذلك الحين، ظهر مزيد من المفاجآت. وبحلول الوقت الذي تحدثت فيه إلى ريبولي، كان نحو ٦٣ ألف شخص من بين نصف المليون المشاركين في الدراسة قد أُصيب بالسرطان. لم يكُن هناك في ذلك الوقت سوى أوهن الأدلة[٢٦] على أن تناول الكثير من الفواكه والخضراوات يُحدث فرقًا كبيرًا. من الواضح أن ذلك لم يقلِّل من خطر الإصابة بسرطان الكُلية أو حتى بسرطانات معيَّنة،[٢٧] مثل تلك التي تصيب الثدي، والبروستاتة، والكُلى، والبنكرياس. كانت هناك إشارات إلى وجود تأثير وقائي محدود،[٢٨] خصوصًا بين المدخِّنين، ضدَّ الإصابة بسرطان

---

[٢٦] Paolo Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk," Journal of the National Cancer Institute 102, no. 8 (April 21, 2010): 529–37.

[٢٧] للاستشهادات، انظر الرد على دراسة بوفيتا:

Christine Bouchardy, Simone Benhamou, and Elisabetta Rapiti, "Re: Fruit and Vegetable Intake and Overall Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," Journal of the National Cancer Institute (December 16, 2010); and T. J. Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk," British Journal of Cancer 104, no. 1 (January 4, 2011): 6–11.

[٢٨] Anthony B. Miller et al., "Fruits and Vegetables and Lung Cancer," International Journal of Cancer 108, no. 2 (January 10, 2004): 269–76; Heiner Boeing et al., "Intake of Fruits and Vegetables and Risk of Cancer of the Upper Aero-digestive Tract," Cancer Causes & Control 17, no. 7 (September 2006): 957–69; and F. L. Büchner et al., "Fruits and Vegetables Consumption and the Risk of Histological Subtypes of Lung Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)," Cancer Causes & Control 21, no. 3 (March 2010): 357–71.

الرئتين، والفم، والبلعوم، والحنجرة، والمريء. لكن الوقت ما زال مبكرًا لوضع أكثر من تخمينات مبدئية.[٢٩] وإلى جانب التدخين، يمثل الإفراط في شرب الخمر أحد عوامل الخطر للعديد من هذه السرطانات. وقد تبيَّن، كما كان متوقَّعًا، أن الأشخاص الذين يدخنون ويعاقرون الخمر بشكل مُفرط[٣٠] يكونون أقلَّ احتمالًا لتناوُل الفواكه والخضراوات. وقد وجدت دراسة تمهيدية أن هذه الأطعمة قد تؤدِّي دورًا محدودًا[٣١] في تقليل حالات سرطان القولون، لكن هذا أيضًا لا يزال محلًّا للخلاف.[٣٢]

وفي مقال افتتاحي لمجلة المعهد الوطني للسرطان، خلص والتر سي ويليت Willett، وهو خبير بارز في مجال التغذية (والذي ترأَّس «دراسة صحة الممرضات»، وهي بحث عالي التأثير حول النظام الغذائي ونمط الحياة)، كما كان زميلًا لريبولي منذ وقت طويل، إلى أن الباحثين قد «أفرطوا في التفاؤل»،[٣٣] وأن نتائج الدراسة EPIC لم تُضف إلى الأدلة سوى «أن أيَّ ارتباط بين تناول الفواكه والخضراوات وبين خطر الإصابة بالسرطان يُعَدُّ ضعيفًا في أحسن الأحوال.» وقد بات واضحًا من أبحاث دول وبيتو أن المُسرطِنات الاصطناعية لم تكُن هي الدليل الدامغ، إذ يبدو الآن أن الفواكه والخضراوات لم تكُن بمنزلة حلٍّ سحري.

لكن النظام الغذائي لم يكُن عديم الصلة بالموضوع، لكن باحثي الدراسة EPIC هم مَن قدَّروا أنه بالنسبة إلى شخص يبلغ من العمر خمسين عامًا، والذي تناول قدْرًا كبيرًا من اللحوم الحمراء والمصنَّعة (١٦٠ غِرامًا، أو أكثر من ثُلث رطل يوميًّا)، فإن خطر

---

٢٩ Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk".

٣٠ M. K. Serdula et al., "The Association Between Fruit and Vegetable Intake and Chronic Disease Risk Factors," Epidemiology 7, no. 2 (March 1996): 161–65.

٣١ F. J. van Duijnhoven et al., "Fruit, Vegetables, and Colorectal Cancer Risk," American Journal of Clinical Nutrition 89, no. 5 (May 2009): 1441–52.

٣٢ Key, "Fruit and Vegetables and Cancer Risk".

٣٣ Walter C. Willett, "Fruits, Vegetables, and Cancer Prevention: Turmoil in the Produce Section," Journal of the National Cancer Institute 102, no. 8 (April 21, 2010): 510–11. He is commenting on Boffetta et al., "Fruit and Vegetable Intake".

إصابته بسرطان القولون والمستقيم على مدى عشر سنوات[٣٤] هو ١,٧١ في المائة، أيْ أعلى بنسبة ٠,٤٣ في المائة من الخطر الذي يتعرض له شخص يتناول أقلَّ من ٢٠ غِرامًا منها. يعادل ثُلث رطل يوميًّا تناوُل الكثير من شطائر الهمبرغر والنقانق (الهوت دوغ)، وكذلك فهناك تعقيدات أخرى يجب أن تؤخَذ بعين الاعتبار. أجرت الدراسة تعديلاتٍ مقابل التدخين ومعاقرة الخمور والعوامل الخارجية الأخرى، لكن قد تكون هناك عوامل أخرى تتعلق بسلوك الحيوانات الآكلة للحوم أدَّت إلى تشويه النتائج، كما توصلت دراسات أخرى إلى استنتاجات متضاربة.[٣٥] ستكون هناك دائمًا شكوك متعلقة بعلم الوبائيات الرصدي وبالسؤال الذي لا مفرَّ منه حول التفريق بين السبب والتأثير. سيتطلب الاقترابُ من الوصول إلى أجوبة إجراء تجارب معشَّاة randomized trials كبيرة للغاية، والتي تقوم فيها مجموعة من السكان بأمانة بتناول قدْرٍ أكبرَ من بعض المواد الغذائية في حين تتناول مجموعة أخرى كميةً أقل. وبعد عشرين أو ثلاثين عامًا من التنفيذ الشديد

---

[٣٤] انظر:

Teresa Norat et al., "Meat, Fish, and Colorectal Cancer Risk," Journal of the National Cancer Institute 97, no. 12 (June 15, 2005): 906–16.

وجدت الدراسة تأثيراتٍ وقائيةً بقوة تناوُل الأسماك نفسها تقريبًا. وقد ذكرت تأثيرات مشابهة لتناوُل الألياف في:

Sheila A. Bingham et al., "Dietary Fibre in Food and Protection Against Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," Lancet 361, no. 9368 (May 3, 2003): 1496–501.

[٣٥] انظر، على سبيل المثال:

D. D. Alexander and C. A. Cushing, "Red Meat and Colorectal Cancer: A Critical Summary of Prospective Epidemiologic Studies," Obesity Reviews 12, no. 5 (May 2011): e472–493; and Doris S. M. Chan et al., "Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies," PLOS ONE 6, no. 6 (June 6, 2011). For earlier work see Scott Gottlieb, "Fibre Does Not Protect Against Colon Cancer," BMJ: British Medical Journal 318, no. 7179 (January 30, 1999): 281; and C. S. Fuchs, W. C. Willett, et al., "Dietary Fiber and the Risk of Colorectal Cancer and Adenoma in Women," New England Journal of Medicine 340, no. 3 (January 21, 1999): 169–76.

وقد خلص الصندوق العالمي لبحوث السرطان، في موقع الويب التابع له حول النظام الغذائي والسرطان، إلى أن حُجَّة الألياف تزداد قوة.

الصرامة للتجربة، قد يمكن القول بشيء من الثقة فيما إذا كان هناك فرق في خطر الإصابة بالسرطان. إن البيانات التي تأمل الدراسة EPIC في تجميعها خلال العقود المُقبِلة قد تكون أفضل خيارٍ ثانٍ متاح.

ومن خلال تجاوز القضايا المطبخية الصرفة، عززت الدراسة EPIC من الحُجَّة ضدَّ السمنة؛ فقد وجدت إحدى الدراسات أن النساء المُسنَّات اللواتي ازداد وزنُهن بمقدار ١٥ إلى ٢٠كغم،[٣٦] أو حوالي ٤٠ رطلًا، منذ أن بلغن سنَّ العشرين يزداد خطر إصابتهن بسرطان الثدي بنسبة ٥٠ في المائة. وكما كانت الحال في التجارب القديمة التي أُجريَت على الحيوانات، فإن السمنة نفسها، أيًّا كان سببُها، يبدو أنها كانت القوة الدافعة.[٣٧] وجنبًا إلى جنبٍ مع عدم ممارسة الرياضة، فقد تكون السمنة مسئولةً عمَّا يصل إلى ٢٥ في المائة من حالات السرطان،[٣٨] في حين ينخفض دور الخيارات الغذائية إلى ما لا يزيد على ٥ في المائة. هذه هي الرسالة التي تلخِّص عقودًا من الأبحاث الغذائية والطبية: إن فهم السرطان يتعلق بالأطعمة التي نتناولها بصورةٍ أقلَّ مما يتعلق بالكيفية التي يقوم بها الجسم بتخزين واستخدام الطاقة.

وفي وسط هذا اللغز الاستقلابي، يوجَد هرمون الإنسولين insulin. عندما نأكل الطعام ويرتفع مستوى الغلوكوز (سكر الدم)، فإن الإنسولين، الذي يفرزه البنكرياس، هو ما يرسل إشاراتٍ إلى خلايانا لحرق هذا الوقود مباشرةً ومن ثَم تخزين الفائض في صورة الغليكوجين glycogen (النشا) أو دهون الجسم. ومع انخفاض نسبة السكر في الدم، تعتمد الخلايا على احتياطياتها عن طريق تحويل الغليكوجين إلى غلوكوز مرةً أخرى.

---

[٣٦] Lahmann et al., "Long-term Weight Change and Breast Cancer".

[٣٧] انظر، على سبيل المثال:

P. H. Lahmann et al., "Long-term Weight Change and Breast Cancer Risk," British Journal of Cancer 93, no. 5 (September 5, 2005): 582–89; and Tobias Pischon et al., "Body Size and Risk of Renal Cell Carcinoma in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition," International Journal of Cancer 118, no. 3 (February 1, 2006): 728–38.

[٣٨] Graham A. Colditz, Kathleen Y. Wolin, and Sarah Gehlert, "Applying What We Know to Accelerate Cancer Prevention," Science Translational Medicine 4, no. 127 (March 28, 2012): 127rv4.

وعند الحاجة إلى مقدار أكبر من الطاقة، تطلق الخلايا الدهنية إمداداتها الطويلة الأجل. وعلى أيِّ حال، ففي بعض الأحيان يقع خطأٌ ما؛ حيث يُنتج الجسم قدْرًا قليلًا للغاية من الإنسولين أو لا يستجيب لتأثيره. وعندما يحدث هذا الأخير، يستجيب البنكرياس عن طريق إنتاج مزيد من الإنسولين، وتستجيب الخلايا بأن تُصبح أكثر مقاومةً وبالتالي يجري إفراز مزيد من الإنسولين. وهذه الدوامة المَرضيَّة — وهي حالة تُعرف باسم المتلازمة الاستقلابية metabolic syndrome — مكتنفة في الحالات المُزمنة مثل فرط ضغط الدم، وأمراض القلب والأوعية الدموية، وداء السكري، والسمنة. وكذلك فهي تؤدِّي دورًا في السرطان، ويرجع ذلك لأسباب معقَّدة.[٣٩] إن الإنسولين وعددًا من الهرمونات القريبة الشبه به، والتي يُطلَق عليها اسم عوامل النموِّ الشبيهة بالإنسولين (IGFs)، يمكنها تحفيز الخلايا السرطانية، وتغذية توسع الأورام وحتى تشجيع عملية تولُّد الأوعية الدموية. والإنسولين مكتنف أيضًا في تنظيم الهرمونات الجنسية، وعلاوة على ذلك، فإن ارتفاع مستويات الإنسولين يسرِّع من تراكم الدهون في الجسم، كما تقوم الخلايا الدهنية بتصنيع الإستروجين. إن الإنسولين، والإستروجين، والسمنة ترتبط جميعها بالسرطان في العقدة الاستقلابية نفسها.

من المنطقي أن تتطور مثل هذه الارتباطات. يجب أن تتغذى المرأة جيدًا من أجل إنتاج أطفال أصحَّاء. وفي أوقات المجاعة، لا توجَد طاقة زائدة لتخزينها، ومن ثَم تستجيب الآليَّة الاستقلابية عن طريق تقليل توافر الإستروجين. لا يكون الوقت مناسبًا حينئذٍ لحدوث الحمل. ومع توافر مزيد من الأغذية، تتراكم الدهون — وهي الطاقة التي ستحتاج

---

[٣٩] تشمل المكوِّنات المهمَّة الأخرى هرمون اللبتين، والمكتنف في تنظيم الشهية، والغلوبلينات الرابطة للهرمونات الجنسية، وإنزيمات الأروماتاز (المعروفة أيضًا بمُخلِّقة الإستروجين)، والكيناز PI3. انظر:

Sandra Braun, Keren Bitton-Worms, and Derek LeRoith, "The Link Between the Metabolic Syndrome and Cancer," International Journal of Biological Sciences (2011): 1003–15; and Stephanie Cowey and Robert W. Hardy, "The Metabolic Syndrome," American Journal of Pathology 169, no. 5 (November 2006): 1505–22.

ويُكتنف في العملية أيضًا تأثير فاربورغ، الذي تتحول فيه الخلايا السرطانية إلى استقلاب لاهوائي في معظمه. للاطِّلاع على لمحة عامة، انظر:

Gary Taubes, "Unraveling the Obesity-Cancer Connection," Science 335, no. 6064 (January 6, 2012): 28–32.

إليها الأم أثناء فترة الحمل والإرضاع — ويجري إفراز مزيد من الإستروجين، مما يحفِّز عملية التبويض ovulation، وإنتاج حليب الثدي بعد اكتمال الحمل. وهنا يمكن أساس «التعاطف الغامض» الذي تساءل عنه راماتزيني منذ أكثر من ثلاثة قرون. ولكن في حضارة يصبح فيها الغذاء وفيرًا، وبشكل مبالَغ فيه، يضطرب هذا التعاطف. ينخفض سنُّ بدء الحيض،[٤٠] مما يضيف إلى عدد دورات الإستروجين ويزيد خطر الإصابة بسرطان الثدي. وقد تؤدِّي زيادة التغذية أيضًا إلى إطلاق هرمونات تزيد من طول الجسم،[٤١] وهو عامل اختطار آخر للإصابة بالسرطان. وكما قال ريبولي: «إن ما يظهره هذا هو الكيفية التي يمكن بها لشيء لا يعدو أنه تعديل لعملية فيزيولوجية طبيعية — والتي تظلُّ عاديةً ولا تسبِّب أيَّ مرض — أن يكون له تأثير كبير في أواخر العمر على الإصابة بالسرطان. لا يمثِّل هذا نوعًا من التسرطُن الكيميائي، أو الفيزيائي، أو الفيروسي؛ بل هو ضرب من التسرطُن الاستقلابي.» لقد عادت الفكرة القديمة حول السرطان بوصفه نزعةً تشمل الجسم بأكمله، ولكنْ في صورةٍ أكثرَ تطورًا. وكذلك فإن كمية الدهون المُختزَنة تؤثر أيضًا في الجهاز المناعي[٤٢] بطرق قد تساعد على نشوء الأورام الخبيثة. وبالإضافة إلى الخلايا الدهنية، تحتوي الأنسجة الدهنية على كُتَل من البلاعم، وهي خلايا تتزاحم على بُؤَر التوتر المُصابة بالعدوى لالتهام الغُزاة، والتي يمكن توجيهُها أيضًا للمساعدة في صدِّ هجوم سرطاني. وتفرز الخلايا الدهنية نفسها عوامل أخرى تحرِّض الالتهاب

---

[٤٠] انظر:

Sandra Steingraber, “The Falling Age of Puberty in U.S. Girls,” August 2007, Breast Cancer Fund website, which includes citations to the research, and Sarah E. Anderson, Gerard E. Dallal, and Aviva Must, “Relative Weight and Race Influence Average Age at Menarche,” part 1, Pediatrics 1, no. 4 (April 2003): 844–50.

[٤١] انظر، على سبيل المثال:

Jane Green et al., “Height and Cancer Incidence in the Million Women Study,” Lancet Oncology 12, no. 8 (August 2011): 785–94.

[٤٢] للاطِّلاع على مراجعة، انظر:

Lisa M. Coussens and Zena Werb, “Inflammation and Cancer,” Nature 420, no. 6917 (December 19, 2002): 860–67; and Gary Stix, “Is Chronic Inflammation the Key to Unlocking the Mysteries of Cancer?” Scientific American, July 2007, updated online November 9, 2008.

inflammation، وهي آليَّة للشفاء تنطوي على البناء السريع لأنسجة جديدة. هناك خطٌّ رفيعٌ بين ذلك وبين النموِّ الوَرَمي. منذ أكثر من قرن من الزمان، أشار رودولف فيرخوف Virchow[٤٣] إلى أن الالتهاب المُزمِن، من خلال قدرته على تسريع تكاثر الخلايا، ويمثِّل أحد أسباب السرطان (وهذا قد يفسر سبب كون الأسبرين وغيره من الأدوية المضادَّة للالتهاب،[٤٤] يبدو في بعض الدراسات أنه يقلِّل من خطر الإصابة بالسرطان). وقد جرى وصفُ السمنة باعتبارها نوعًا من «الحالة الالتهابية المُزمِنة المنخفضة الدرجة»،[٤٥] كما وصفت الأورام على أنها «جروح لا تلتئم».[٤٦] الكيموكينات chemokines، والإنتغرينات integrins، وإنزيمات البروتياز، والعدلات، والوحيدات، واليوزينيات ... هناك الكثير من

---

[٤٣] Coussens and Werb, "Inflammation and Cancer".

[٤٤] انظر، على سبيل المثال:

Peter M. Rothwell et al., "Effect of Daily Aspirin on Risk of Cancer Metastasis: A Study of Incident Cancers During Randomised Controlled Trials," The Lancet 379, no. 9826 (April 2012): 1591–1601; and Peter M. Rothwell et al., "Short-term Effects of Daily Aspirin on Cancer Incidence, Mortality, and Non-vascular Death: Analysis of the Time Course of Risks and Benefits in 51 Randomised Controlled Trials," The Lancet 379, no. 9826 (April 2012): 1602–12.

[٤٥] انظر، على سبيل المثال:

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Food, Nutrition, Physical Activity, 39, box 2.4.

[٤٦] H. F. Dvorak, "Tumors: Wounds that Do Not Heal; Similarities Between Tumor Stroma Generation and Wound Healing," New England Journal of Medicine 315, no. 26 (December 25, 1986): 1650–59.

حاول بعض الباحثين استكشاف احتمالية أن اللحوم الحمراء تشجع سرطان القولون لأنها تحتوي، من بين مُسرطِنات أخرى، على جُزيء يحرِّض استجابةً مناعيَّةً التهابية. انظر:

Maria Hedlund et al., "Evidence for a Human-specific Mechanism for Diet and Antibody-mediated Inflammation in Carcinoma Progression," Proceedings of the National Academy of Sciences 105, no. 48 (December 2, 2008): 18936–41; and Pam Tangvoranuntakul et al., "Human Uptake and Incorporation of an Immunogenic Nonhuman Dietary Sialic Acid," Proceedings of the National Academy of Sciences 100, no. 21 (October 14, 2003): 12045–50.

الأجهزة الخفيَّة المستبطنة للشعور الخام بمفصل نابض أو جرح حار ممتلئ بالقيح. وكذلك فقد جرى ربطُ الالتهاب بالمتلازمة الاستقلابية والداء السكري. السرطان، والسمنة، والداء السكري ...[٤٧] تمت الإشارة إلى قوة هذه الارتباطات في الدراسات التي أُجريَت على الأشخاص المُصابين بزيادة صارخة في الوزن، والذين خضعوا لجراحة المجازة المعدية gastric bypass كمحاولة أخيرة للإغاثة. ومع انخفاض كتلة أجسامهم، ينحسر الداء السكري،[٤٨] كما توجَد أدلة على تناقص خطر إصابتهم بالسرطان.

وكلما تعمَّقَت نظرتك، ازداد تعقيد الأمر برمَّته؛ فالكورتيزول، وهو هرمون الكَرْب stress، والميلاتونين الذي ينظِّم النوم، مكتنفان بدورهما في الحلقات الاستقلابية التي تتضمن الطاقة، وتدفق الإستروجين، والالتهاب. وقد أشارت الدراسات الوبائية إلى أن النساء اللواتي يعملن ليلًا قد يتعرَّضن لمخاطر أكبر للإصابة بسرطان الثدي. وعند التفكُّر في هذا وغيره من الأدلة على تأثير أشعَّة الشمس ودورات النوم في الجسم، أضافت منظَّمة الصحة العالمية «العمل بنظام المناوبة الذي ينطوي على اضطراب الساعة البيولوجية»[٤٩] إلى قائمة المُسرطِنات المُحتمَلة، وهو واحد من السُّبُل الأخرى التي قد تبرِّر الحاجة إلى استكشافها. تتحد جميع هذه الظواهر عند الجذور الخلوية، وبالتالي فسيحتاج فهم سرطان إلى استبعادها جميعًا. لقد انخفضت معدَّلات الوقوع الإجمالية للسرطان خلال العقود الأخيرة.

هل تتعلم أجسامنا التكيف مع تلك الإيقاعات الجديدة؟ لن نتمكن مطلقًا من أن نقارن على وجه اليقين بين معدَّلات الإصابة بالسرطان في القرن الحادي والعشرين وبين

---

[٤٧] Kathryn E. Wellen and Gökhan S. Hotamisligil, "Inflammation, Stress, and Diabetes," Journal of Clinical Investigation 115, no. 5 (May 2, 2005): 1111–19.

[٤٨] انظر، على سبيل المثال:

Hutan Ashrafian et al., "Metabolic Surgery and Cancer: Protective Effects of Bariatric Procedures," Cancer 117, no. 9 (May 1, 2011): 1788–99.

[٤٩] Kurt Straif et al., "Carcinogenicity of Shift-work, Painting, and Fire-fighting," Lancet Oncology 8, no. 12 (December 2007): 1065–66. The article provides pointers to the epidemiological and laboratory studies considered by WHO's International Agency for Research on Cancer.

تلك التي سادت قبل مئات السنين. وإذا كانت هناك زيادة على المدى الطويل، فمن المُحتمَل أن تكون التغيُّرات الحديثة التي تزعزع أُسُسَنا الاستقلابية جزءًا من القصة.

وبحلول الوقت الذي التقيتُ فيه ريبولي، كان هو وزملاؤه يتحدثون أقلَّ عن البروكلي، والقنبيط، والملفوف الصيني، واللفت، وكرنب بروكسل وأكثر عن توازن الطاقة في الجسم، وعن كيف تحولت نقطة الارتكاز منذ العصور القديمة. كنتُ قد قرأتُ عن المناقشات الدائرة حول ما يُسمَّى بالنظام الغذائي القديم paleo diet. هل كان أغنى في الفواكه والخضراوات أم في اللحوم والدهون؟ وعلى أيِّ حال، فقد كان منخفض المحتوى من الكربوهيدرات المكررة والسكر، وهي الأطعمة المُفعَمة بالطاقة التي تصل إلى مجرى الدم بسرعة، مما يتسبب في ارتفاع مستويات الإنسولين وربما تعطيل الكثير من العمليات البيوكيميائية. وقرب نهاية حوارنا، أخرج ريبولي من مكتبته ملفًّا يحتوي على عدد من الرسوم البيانية. قال ريبولي: «في نهاية العام ١٨٠٠م، كان الاستهلاك المعتاد للسكر في معظم البلدان الأوروبية يبلغ ٢–٣كغم للشخص الواحد في السنة، أمَّا الآن فهو يتراوح بين خمسين وستين كيلوغرامًا.»[٥٠] تخيَّلتُ كومةً تزن مائة رطل من السكر ومن ثَم التهامها على مدى اثني عشر شهرًا. ذكَّرني ذلك بالصحافي غاري توبيس Taubes، الذي يجادل بأن الكربوهيدرات والسكر،[٥١] وليس الدهون الغذائية والإفراط في تناول الطعام، هي ما يوجِّه وباء السمنة الحديث والأضرار التي يسبِّبها، بما في ذلك السرطان، من خلال تغيير الطريقة التي يستهلك بها الجسم الطاقة.

يشكُّ ريبولي وزملاؤه في أن المشكلة تتمثل في جميع الأطعمة الغنية بالطاقة. وعلى الرغم من أنها هي عالية المحتوى من السُّعرات الحرارية، فمن الممكن أن تترك أجسامنا جوعى وتطلب المزيد. وكما قال: «إذا توجهت لشراء همبرغر أو شطيرة، فهي تحتوي غالبًا على ما بين خمسمائة وخمسين وستمائة كيلو سُعر حراري، أمَّا لو قمت بإعداد

---

٥٠ The United States Department of Agriculture has estimated that Americans consume 150 pounds a year of various sugars, including high fructose corn syrup. See Agriculture Factbook 2001–2002 (Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, March 2003), 20.

٥١ انظر: Taubes's books Good Calories, Bad Calories: Fats, Carbs, and the Controversial Science of Diet and Health (New York: Vintage, 2008) and Why We Get Fat: And What to Do About It (New York: Knopf, 2010).

طبق من المعكرونة اللذيذة، على النمط الإيطالي، مع بعض الصلصة والفلفل الحلو وبعض الخضراوات، فستصل بالكاد إلى خمسمائة سُعر حراري. لكنني أتناول شيئًا وافرًا يجعلني أشعر بالامتلاء، أتناول شطيرةً ومع ذلك أشعر بأنني لم آكُل أيَّ شيء، لكني تناولتُ مزيدًا من السُّعرات الحرارية، أي المزيد من الطاقة.» من شأن هذا الشعور بالفراغ أن يحفِّز الرغبة في تناول قطعة من الحلوى، وربما كان ذلك سببًا كافيًا لتناوُل المزيد من الفاكهة والخضراوات والألياف، فهي تملأ معدتك، وتقلِّل من مدخولك من الطاقة، وبالتالي تزيد من حِمْل الإنسولين في جسمك.[٥٢]

وعلى الجانب الآخر من معادلة الطاقة، توجد ممارسة الرياضة البدنية، وفي العصر الحديث صار في وسع الناس أن يعيشوا حياةً أكثر خمولًا.[٥٣] وأضاف ريبولي: «نجلس نحن الاثنان هنا، وتدور بيننا محادثة لطيفة للغاية، وفي وقت آخر، وفي مكان آخر، قد يكون في وسعنا إجراءُ هذه المحادثة ونحن نسير في أحد الحقول. نحن نتحرك أقلَّ ونأكل أكثر.» وعلى أيِّ حال، فإن ممارسة الرياضة ليست مسألةً بسيطةً تتعلق بحرق بعض الكيلوغرامات، فالمجهود يجعلك تشعر بالجوع وبالتالي فربما تستجيب عن طريق تناوُل نفس القدْر من السُّعرات الحرارية الذي فقدته، إن لم يكُن أكثر. وقد يتمثل الأمر الأكثر أهميةً في تأثير ممارسة الرياضة على التحكم في الإنسولين والهرمونات الأخرى. عليك تخفيض وزنك، وممارسة قدْر أكبر من الرياضة. وكما قال ريبولي: «قبل عشرين عامًا، لم تكُن هذه سوى مجرَّد أفكار.» أمَّا الآن، فالدراسة EPIC تسعى للحصول على دعم علمي، فقد بدأت البحث من فَوره. صدر بيان رسمي عن الدراسة EPIC،[٥٤] والذي يَعِدُ باستكشاف التفاعلات المعقَّدة بين العوامل الوراثية والاستقلابية والهرمونية والالتهابية والغذائية، وهو ما يعني المزيد من العُقد التي يجب حلُّها.

---

[٥٢] للاطِّلاع على تأثير الألياف على إفراز الإنسولين، انظر، على سبيل المثال:

J. G. Potter et al., "Effect of Test Meals of Varying Dietary Fiber Content on Plasma Insulin and Glucose Response," American Journal of Clinical Nutrition 34, no. 3 (March 1, 1981): 328–34.

[٥٣] على أيِّ حال، فحتى هذا هو محلٌّ للخلاف. انظر:

Herman Pontzer et al., "Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity," PLOS ONE 7, no. 7 (July 25, 2012): e40503.

[٥٤] "Key Findings," EPIC Project website.

أخبرتُ ريبولي بأنني شعرتُ بتحسُّن أكبر بسبب السير إلى مكتبه طوال الطريق المُوصِل إليه عبر حديقة هايد بارك، فضحك، وعندما شرعتُ في إغلاق دفتر ملاحظاتي اصطحبني في جولة سريعة سيرًا على الأقدام عبر القاعة، ثم خرجنا من المبنى، وتجاوزنا بوابة المستشفى، حتى صرنا نقف على جانب شارع برايد Praed. أشار الرجل إلى نافذة في مبنى المستشفى القديم، وهي نافذة مكتب ألكسندر فليمينغ، وقد روى لي قصةً صارت جزءًا من الأسطورة، كيف أن فليمينغ ترك النافذة مفتوحةً بطريق الخطأ، مما سمح لأبواغ spores فُطر البنسلين بتلويث طبق المُختبَر. قد تكون بقية التفاصيل ملفَّقة، لكنها تمثِّل تذكيرًا مشجِّعًا على أن أيَّ اكتشاف طبي عظيم يمكن أن يأتي فجأةً عن طريق المصادفة.

وفي أثناء سيري باتجاه محطة مترو الأنفاق — كنتُ قد مارستُ ما يكفي من الرياضة لذلك اليوم — فكرتُ في أن مواجهة السرطان لا يمكن أبدًا أن تكون بمثل هذه السهولة. ينتُج كلٌّ من الأمراض المُعدية التي تمكنَّا من دحرها عن عامل واحد؛ أي عدو يمكن تحديد هُويَّته، والذي يمكن قتلُه أو التلقيحُ ضدَّه. أمَّا في مواجهة السرطان، فينبغي علينا التحكم في مجموعة كبيرة من العوامل، بما في ذلك مزيج من الأعراض الناجمة عن الاختلالات الحادثة في عملية استقلاب الطاقة، كما أن أكبر المخاطر تكمن دائمًا بعيدًا عن متناولنا؛ الشيخوخة والإنتروبيا. ليس السرطان مرضًا، بل هو ظاهرة.

أمَّا ما جعلني أشعر بتفاؤل أكبر فهو ما قد تكتشفه الدراسة EPIC في المستقبل. خلال السنوات المُقبلة، ومع إصابة مزيد من المشاركين في الدراسة بالسرطان، سيتمكن الباحثون من تحليل دمائهم بكل دقة لمعرفة ما كانت حالهم عليه قبل سنوات أو حتى عقود من إصابتهم بالمرض. وفي ظلِّ تقنيات مثل الرنين المغناطيسي النووي، سيتمكنون من تمحيص آلاف المواد الكيميائية في الدم، بحثًا عن علامات قد تُنذر بظهور السرطان لاحقًا. يمثِّل هذا وسيلةً مختلفةً للغاية لإجراء البحوث الطبية؛ فالباحث يبدأ تقليديًّا بطرح فرضيةٍ ما، والمبنية على مُشاهدة أو دراسة إحصائية أو مجرَّد حدس داخلي. قد تشكُّ في أن زيادة مستويات أحد الفيتامينات تزيد أو تقلِّل من خطر الإصابة بنوع معيَّن من السرطان، وبعد ذلك ستحاول البحث عن أدلة. وفي ظلِّ موارد مثل تلك المتوافرة لدى الدراسة EPIC، قد تظهر ارتباطات لم يشكَّ في وجودها أيُّ عقل منفرد. وقد تتمثل النتيجة في تطوير اختبارات موثوقة تزودنا بإنذار مبكر للأورام الخبيثة بالطريق التي تحذر بها زيادة نسبة الكوليسترول في الدم من أمراض القلب. وحينئذٍ، قد يكون هناك ما يمكننا القيامُ به حيال ذلك المرض.

الفصل الحادي عشر

المقامرة مع الإشعاع

ثمة مادة مُسرطِنة مؤكدة لم أتحدث عنها مع ريبولي، وهي النشاط الإشعاعي radioactivity، والتي تتسم الآليَّة فيها بكونها واضحةً ومباشرة؛ تقوم نواة غير مستقرة من عنصر مثل الراديوم بقذف جُسيمات وأشعَّة مُفعَمة بالكثير من الطاقة إلى درجة أنها تستطيع تمزيق الجُزيئات، وتكسير الروابط الكيميائية، وإحداث جميع أنواع التلف الخلوي الجَسيم. يُطلَق على الانبعاثات التي تتسم بمثل هذه القوة اسم الإشعاع المؤيِّن ionizing radiation (إن الذرات التي تُجرَّد من الإلكترونات تصبح أيونات). وإذا لم تضرب الجُزيئات المُشعَّة الجين بصورة مباشرة، الأمر الذي يؤدِّي إلى حدوث طفرة، فقد تترك أثرًا من الجذور الحرة الأكَّالة[١] في السيتوبلازم، وهي حالة تُسمَّى الكَرْب التأكسدي oxidative stress، والتي يمكن أن تُلحق الضرر بالجينوم بشكل غير مباشر. وعند التحول إلى وضع الذُّعر، قد ترسل الخلية المهترئة إشاراتٍ إلى الخلايا المجاورة،[٢] ما يؤدِّي إلى مزيد من التوتُّر والصدمة الجينومية. يأتي معظم التعرُّض الذي نتلقاه من هذا المُسرطِن من مصادر طبيعية، حيث يُقال إن أكبر مصادره هو الرادون radon المنبعث من التربة أسفلنا.

---

١ Hongning Zhou et al., “Consequences of Cytoplasmic Irradiation: Studies from Microbeam,” Journal of Radiation Research 50, suppl. A (2009): A59–A65.

٢ Hongning Zhou et al., “Induction of a Bystander Mutagenic Effect of Alpha Particles in Mammalian Cells,” Proceedings of the National Academy of Sciences 97, no. 5 (February 29, 2000): 2099–104.

منذ أن خضع منزلي لاختبار الغاز قبل عقدَين من الزمن، حيث سُجِّلت كمية متواضعة، لم أهتمَّ كثيرًا بتلك التحذيرات. إن الرادون، مثل أول أكسيد الكربون، هو قاتل صامت لأنه غير مرئي وعديم الرائحة، على الرغم من أنه يعمل ببطء، حيث تتراكم الطفرات الناجمة عنه عامًا بعد عام. ومن بين نحو ١٦٠ ألف حالة وفاة بسرطان الرئة تقع سنويًّا في الولايات المتحدة، ذكرت وكالة حماية البيئة أن ٢١ ألف حالة، أو ١٣,٤ في المائة،[٣] قد تكون متعلقة بالرادون. أمَّا ما لا نسمعه كثيرًا فهو أنه في نحو ٩٠ في المائة من تلك الوَفَيات، يمثِّل التدخين بدوره عاملًا مسبِّبًا.[٤] طوال كل سنوات حياتي، يبلغ المجموع الكلي لما دخنتُه نحو عشر سجائر، ليس منها واحدة خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية. ومع ذلك، فعندما شرعتُ في معرفة المزيد عن السرطان، شعرتُ بالحاجة إلى إجراء اختبار آخر للرادون؛ هذه المرة في الغرفة التي جلست فيها أخيرًا طوال أسابيع لتأليف هذا الكتاب.

كان الشتاء باردًا بصورة غير معتادة في سانتافي. يتطلب الوصول إلى مكتبي الكائن في الدور الثاني عبور درج في الهواء الطلق، وهي رحلة يومية سهلة تنطوي على مناظر خلابة، لكنها تستلزم تجريف الثلوج في بعض الأحيان. لذلك السبب ولأسباب أخرى فقد بدأتُ العمل في الطابق السفلي في غرفة أُنشِئت، مثل كثير من الغُرف في سانتافي القديمة، فوق مسافة ضيقة من الأوحال. كان اثنان من جدران الغرفة بعمق نحو ستة أقدام تحت مستوى سطح الأرض، واللذان بنَيَا من طوب لَبِن مصبوب من نفس الأوحال الموجودة تحت الأرضية. وطوال أسابيع، ظلَّ الطقس الخارج أبرد من أن نستطيع فتح النوافذ، وكنتُ قد أوصدتُ الباب المُوصِل بين المكتب والردهة للاحتفاظ بالحرارة. وبعبارة أخرى، فمن المرجَّح أن تؤدِّي الظروف إلى جعل الهواء راكدًا، ومن ثَم الوصول بقراءات غاز الرادون إلى الحدِّ الأقصى.

طلبتُ شراء عُدَّة اختبار، ووضعتُها على المكتب، ومن ثَم أرسلتُها بعد ثمانٍ وأربعين ساعة بالبريد إلى المُختبَر المُدوَّن اسمه على ورقة التعليمات. كانت النتائج التي جاءت هذه

---

٣ Office of Radiation and Indoor Air, EPA Assessment of Risks from Radon in Homes (Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, June 2003), iv, available on the EPA website.

٤ "Radon and Cancer," National Cancer Institute website.

المرة أكثر بأربعة أضعاف مما كانت عليه من قبل؛ ٢٢,٨ بيكوكوري picocuries للتر الواحد. كان الحدُّ الأقصى لمقياس وكالة حماية البيئة،[٥] الذي يربط بين مستويات غاز الرادون والمخاطر، هو ٢٠، كما يُوصَى باتخاذ إجراءات علاجية عند ٤ بيكوكوري فقط للتر الواحد. يمثِّل الكوري الواحد الكمية التقريبية للإشعاع الذي ينتجه غِرام واحد من الراديوم، وبالتالي فإن البيكوكوري يساوي جزءًا واحدًا من تريليون جزء من تلك القيمة؛ أي ٢,٢ تفتُّت نووي في الدقيقة الواحدة. وباعتبار أن الرادون يتحلَّل بسرعة، فهو يقذف بالجُسيمات ألفَا (وهي عناقيد مؤلَّفة من نيوترونَين اثنين وبروتونَين اثنين)،[٦] ومن ثَم يتحلَّل إلى عناصرَ أصغر، والتي تطفو في الهواء وتبثُّ بدورها الجُسيمات ألفَا. غيرَ أنها لا تبتعد كثيرًا — يمكن إيقافُ سبيل الأشعَّة ألفَا حتى بفعل لوح من الورق — ولكن بسبب غزارتها، فهي توجِّه ضربةً ثقيلة. أمَّا غاز الرادون نفسه فيجري لفظُه من الرئتين بسهولة، لكن الجُزيئات الابنة، التي يُستنشَق مع كل نَفَس، قد تعلق بتلك البيئة الرطبة وتصيب الخلايا بإشعاعها. وفي كل دقيقة وفي كل لتر من هذا الهواء الراكد، كان يقع خمسون من هذه الانفجارات المِجهريَّة غير المرئية. علمتُ من الرسم البياني الصادر عن وكالة حماية البيئة، والذي جاء مع طقم الاختبار، أنه إذا تعرَّض ألف شخص لم يكونوا أبدًا من المدخِّنين لجرعة مقدارُها ٢٠ بيكوكوري للتر الواحد طوال حياتهم كلها، فإن ستةً وثلاثين منهم سيتعرضون للإصابة بسرطان الرئة. وإذا أردنا صياغة ذلك بطريقة أخرى، فإن خطر الإصابة بالسرطان مدى الحياة هو ٣,٦ في المائة (بالنسبة إلى المدخِّنين المعرَّضين للجرعة نفسها من الرادون، تزيد تلك الاحتمالات بمقدار سبعة أضعاف).

وعندما تأملتُ تلك الأرقام، بدأت أشعر بضيق في صدري. تخيلت رئتيَّ وهما مثقلتان بمستنقَع من الهواء البارد المُشع، وبالمقارنة بالمقدار الهائل من الذرات المتضمَّنة في نَفَس واحد من الهواء، فإن الخمسين انفجارًا مُشعًّا التي تحدث كل دقيقة تتسم بكونها نسبةً ضئيلةً للغاية. وكذلك فإن جزءًا ضئيلًا فقط من الشظايا، وهو الجُسيمات ألفَا، سيضرب

---

٥ "Health Risks," EPA website, last updated June 26, 2012.

٦ تمثل هذه، في الواقع، أنوية الهيليوم. وقد لُوحِظ مبكرًا أن الراديوم يبثُّ الهيليوم في أثناء اضمحلاله، انظر:

William Ramsay and Frederick Soddy, "Experiments in Radioactivity, and the Production of Helium from Radium," Proceedings of the Royal Society 72 (1903): 204–7.

أنسجة الرئة ويسبِّب طفراتٍ جينية. إن معظم الطفرات، كما ذكَّرت نفسي، غير مؤذية. يتعرض الدنا الموجود في خلايانا للطفرات طوال الوقت، كما طورت الخلايا آليَّاتٍ لإصلاح الدنا التالف أو تدمير نفسها إذا كان الضرر جَسيمًا للغاية. ومن بين جميع الطفرات التي تحدث في الجينوم، فإن توليفاتٍ معيَّنةً فقط قد تؤدِّي إلى السرطان، الذي لا يحدث إذا فشلت أشياء أخرى كثيرة. ولكنْ على الرغم من جميع تلك التطمينات، كان لا يزال هناك خطر ملموس. أُجريَ الاختبار في ظلِّ ظروف مُحكَمة إلى درجة تأكدت معها أن القراءة كانت مرتفعةً بشكل غير طبيعي. وبعد ذلك بستة شهور، عندما كان الطقس أدفأ، أعدتُ القياس مرةً أخرى. وفي هذه المرة، وضعتُ المكشاف في غرفة النوم (حيث كنتُ أنام أنا ونانسي لمدَّة سبعة عشر عامًا). قمت بفتح وإغلاق الأبواب والنوافذ وفقًا لروتيني المعتاد. وفي هذه المرة، فإن القياس الذي جرى في ظلِّ ظروف أقرب إلى الطبيعي، كان أقلَّ بكثير؛ ٧٫٨ بيكوكوري.

أمَّا القراءة الثالثة، التي أُجريَت في أشدِّ الأجزاء حرارةً من فصل الصيف، عندما كانت المراوح توزِّع الهواء عبر أرجاء المنزل، فلم تَزِد عن ٠٫٨ بيكوكوري، وهو أقلُّ بكثير من المتوسط الوطني. كان متوسط قراءاتي الثلاث هو ١٠٫٥ بيكوكوري، وهو ما يمثِّل نسبةً للخطر قدْرُها ١٫٨ في المائة. كانت حظوظي تبدو أفضل، ومن ثَم فقد تساءلتُ عمَّا إذا كان بإمكاني تقليلُها أكثرَ من ذلك بقليل.

تستند بيانات وكالة حماية البيئة إلى افتراض أن الناس يقضون في المتوسط ٧٠ في المائة من وقتهم بداخل المنزل،[٧] أيْ نحو سبع عشرة ساعةً يوميًّا. يمثِّل ذلك قيمةً عاليةً بالنسبة إلى شخص ينتقل يوميًّا إلى وظيفة بدوام كامل. إنني أعمل من المنزل، لكني أقضي معظم الوقت في الطابق العلوي، حيث من المُفترَض أن يكون تعرُّضي أقلَّ بكثير. يأتي الرادون من الأرض، وهو أثقل من الهواء بثمانية أضعاف. وفي غياب الدرج الداخلي أو التدفئة القسرية للهواء، شعرتُ بالأمان في مكتبي المرتفع هذا. عندما أكون في الطابق السفلي، كثيرًا ما أتواجد في تلك الأجزاء من المنزل التي يرجَّح أن تكون فيها مستويات غاز الرادون أقلَّ بدورها، شعرتُ بأنني قد أشتري مزيدًا من أطقم الاختبار. ولوضع كل ذلك في الاعتبار، خفَّضتُ تعرُّضي التقديري — كان تقليله بنسبة الرُّبع يبدو معقولًا —

[٧] EPA Assessment of Risks, 7, 44.

ومن ثَم تقليله مرةً أخرى. لقد عشتُ في هذا المنزل لنحو ثُلث حياتي فقط، وبالتالي فإن القسمة على ثلاثة أوصلَت المستوى إلى ٢,٦ بيكو كوري — وهو أقلُّ من «مستوى العمل» الذي توصي به وكالة حماية البيئة — وبالتالي تقلِّل خطر إصابتي بالسرطان إلى نحو ٠,٣ في المائة. عادةً ما تُقدَّر فرصة إصابة غير المدخِّنين بسرطان الرئة[٨] في وقتٍ ما من الحياة بنحو واحد في المائة أو أقل. وإذا كان الأمر كذلك، فإن العيش في هذا البيت القديم المُريح ربما زاد من احتمالات إصابتي إلى نحو ١,٣ في المائة، من مخاطر ضئيلة إلى مخاطر أكثر ضآلة. لكنني أعتقد أن هذا منظور مرتكز على الذات، فعند توزيعها على عموم السكان فمن شأن ذلك أن يمثِّل عددًا كبيرًا من حالات السرطان.

كانت حساباتي تقديريةً فحسب. وإذا أردت أن أضع تقديراتٍ أكثر دقة، كان عليَّ أن أضع في الاعتبار كل مكان آخر عشتُ فيه. كانت غرفة نومي في الطابق السفلي عندما كنتُ طفلًا، لكنني عشتُ في الطابق الرابع من منزل متلاصق في بروكلين، وفي الطابق الثامن عشر من ناطحة سحاب في مانهاتن. سيكون من الممكن، من الناحية النظرية، أن أحسب التعرُّض الطويل المدى من خلال التحليل المُختبَري لنظارتي.[٩] عندما تضرب الجُسيمات ألفَا العدسات البلاستيكية المصنوعة من الكربونات، فهي تترك آثارًا، أيْ ذكريات تدلُّ على التعرُّض للإشعاع. وهذه الآثار، التي عادةً ما يوجَد الآلاف منها في كل سنتيمتر مربَّع، يمكن أن تُترجَم إلى قياسات لمستويات الرادون. هناك أيضًا طريقة يُستخدَم فيها الزجاج المنزلي العادي.[١٠] تترسب نواتج تلاشي الرادون على المرايا وإطارات الصور ونوافذ الخزائن،

---

[٨] Rebecca Goldin, “Lung Cancer Rates: What’s Your Risk?” March 08, 2006, Research at Statistical Assessment Service (STATS) website, George Mason University.

[٩] R. L. Fleischer et al., “Personal Radon Dosimetry from Eyeglass Lenses,” Radiation Protection Dosimetry 97, no. 3 (November 1, 2001): 251–58.

[١٠] R. W. Field et al., “Intercomparison of Retrospective Radon Detectors,” Environmental Health Perspectives 107, no. 11 (November 1999): 905–10; D. J. Steck, R. W. Field, et al., “210Po Implanted in Glass Surfaces by Long Term Exposure to Indoor Radon,” Health Physics 83, no. 2 (August 2002): 261–71; and Kainan Sun, Daniel J. Steck, and R. William Field, “Field Investigation of the Surface-deposited Radon Progeny as a Possible Predictor of the Airborne Radon Progeny Dose Rate,” Health Physics 97, no. 2 (August 2009): 132–44.

كما يمكن أن تندمج في الزجاج. ومن خلال قياس الكمية التي تراكمت وأخذ المتغيرات الأخرى بعين الاعتبار، يمكن لعلماء الوبائيات تقديرُ مقدار تعرُّض الناس للرادون على مدى سنوات عديدة، ليس فقط في منازلهم الحاليَّة، ولكنْ طوال فترة امتلاكهم لأشياء معيَّنة.[١١]

وفي أثناء تفكُّري في كل الصفعات المِجهريَّة التي ربما تعرضتُ لها، تساءلتُ عن المصدر الذي حصلَت منه وكالة حماية البيئة على أرقامها في المقام الأول، أيْ ذلك العدد المحدَّد مقدَّرًا بالبيكوكوري للتر الواحد، والذي يقابل عددًا محدَّدًا من الوفَيَات الناجمة عن سرطان الرئة. لا يشبه الأمر أن تحبس ألف شخص في الطابق السفلي من أحد المباني ثم الانتظار حتى يُصاب بعضهم بالسرطان. بدأت القصة في سبعينيات القرن العشرين، عندما وُجد أن المنازل في بلدة غراند جنكشن Grand Junction،[١٢] كولورادو، والتي بُنيت فوق النفايات الخام المُستنقَذة من مناجم اليورانيوم، تحتوي على مستويات مرتفعة من الرادون. وبتكاليف باهظة، أزيل مكبُّ النفايات المُشعَّة هذا واستُبدل، لكن قراءات الرادون ظلَّت مرتفعة. وبعد ذلك، وقع حادث حظيَ باهتمام إعلامي كبير، كان بطله مهندسًا إنشائيًّا يُدعى ستانلي واتراس Watras،[١٣] والذي كان يعمل في العام ١٩٨٤م في محطة للطاقة النووية في ولاية بنسلفانيا. ومع اقتراب الانتهاء من بناء المحطة، جرى تركيب أجهزة للإنذار من الإشعاع، والتي كانت تُصدِر أصواتها التحذيرية كلما مرَّ واتراس إلى جوارها. وعلى أيِّ حال، فلم يكُن قد بدأ تشغيل المفاعلات حتى ذلك الوقت، كما لم تكُن هناك موادُّ منشطرة في المحطة. وقد اتضح أن مصدر التلوث هو منزله، الذي وصل مستوى الرادون فيه إلى ٢٧٠٠ بيكوكوري. لم تكُن بحاجة للبناء فوق مخلَّفات اليورانيوم لكي يكون الهواء حولك مُشعًّا. وفي جميع أنحاء البلاد كانت هناك منازل إيجابية لغاز الرادون، والذي كان مصدره التربة الطبيعية. لقد كان الرادون موجودًا معنا منذ البداية.

وفي محاولة لقياس مدى التهديد الحقيقي الذي يمثله التعرُّض، بدأ علماء الوبائيات يُجرون دراسات الحالات والشواهد، عن طريق مقارنة مستويات الرادون لدى الأشخاص

---

[١١] يحدث ذلك لبضعة عقود من الزمن، على أيِّ حال. يبلغ العمر النصفي للجزيء 210Po، وهو أحد نواتج الرادون التي يجري قياسُها ٢٢ سنة.

[١٢] Leonard A. Cole, Element of Risk: The Politics of Radon (New York: Oxford University Press, 1994), 10–12.

[١٣] Cole, Element of Risk, 12.

الذين أُصيبوا بسرطان الرئة بتلك في الأشخاص غير المُصابين به. كانت النتائج الأوَّليَّة غير حاسمة، فقد اكتشف بعضها وجود تأثير محدود، في حين لم تكتشفه دراسات أخرى. وفي دراسة أُجريَت في وينيبيغ Winnipeg،[١٤] التي تتسم بأعلى مستويات لغاز الرادون من بين ثماني عشرة مدينةً كندية، لم يُكتشَف وجود أيِّ تأثير على سرطان الرئة. عمد باحثون آخرون إلى مقارنة المستويات المتوسطة لغاز الرادون[١٥] في مناطق جغرافية مختلفة. ومرةً أخرى، لم يُكتشف وجود أيِّ ارتباط. وأفاد مسح وطني بوجود ارتباط سلبي،[١٦] كأن استنشاق الرادون يوفر الحماية بطريقة أو بأخرى، أو أن الدراسة نفسها كانت مَعيبة.[١٧] شكَّ بعض المنتقدين في أنه قد جرى تحريف النتائج بفعل ارتباط عكسي[١٨] بين التدخين وكمية الرادون المسجَّلة في المنازل. ربما دخان السجائر يعوق عمل شاشات مراقبة الرادون،[١٩] أو أن المدخِّنين هم أقرب احتمالًا للعيش في منازل قديمة جيدة التهوية، أو أنهم يفتحون مزيدًا من النوافذ.

---

[١٤] E. G. Létourneau et al., "Case-Control Study of Residential Radon and Lung Cancer," American Journal of Epidemiology 140, no. 4 (1994): 310–22.

[١٥] تم تلخيص نتائج هذه الدراسة، ودراسات أخرى، في ورقة وينيبيغ البحثية.

[١٦] B. L. Cohen, "Test of the Linear-No Threshold Theory of Radiation Carcinogenesis for Inhaled Radon Decay Products," Health Physics 68, no. 2 (February 1995): 157–74.

[١٧] J. H. Lubin, "On the Discrepancy Between Epidemiologic Studies in Individuals of Lung Cancer and Residential Radon and Cohen's Ecologic Regression," Health Physics 75, no. 1 (July 1998): 4–10.

[١٨] J. S. Puskin, "Smoking as a Confounder in Ecologic Correlations of Cancer Mortality Rates with Average County Radon Levels," Health Physics 84, no. 4 (April 2003): 526–32. For a sampling of the debate that erupted see B. J. Smith, R. W. Field, and C. F. Lynch, "Residential 222Rn Exposure and Lung Cancer: Testing the Linear No-threshold Theory with Ecologic Data," Health Physics 75, no. 1 (July 1998): 11–17; and B. J. Cohen, "Response to Criticisms of Smith et al.," Health Physics 75, no. 1 (July 1998): 23–28, 31–33. Rejoinders and rejoinders to the rejoinders followed.

[١٩] R. W. Field, e-mail to author, June 7, 2012.

إن الحصول على أرقام أفضل سيتطلب إما مجموعات سكانية كبيرة للغاية وإما مستويات بالغة الارتفاع من الرادون، وهي مئات الآلاف من البيكوكوريات للتر الواحد،[٢٠] التي يمكن العثورُ عليها في المناجم تحت الأرضية. وفي أثناء بحثهم عن أجوبة، درس الباحثون معدَّلات الإصابة بسرطان الرئة بين عمال مناجم اليورانيوم[٢١] في كولورادو، ونيو مكسيكو، وفرنسا، وجمهورية التشيك، وكندا (في منطقة تقع على شاطئ بحيرة غريت بير، والتي تحمل اسمًا موحيًا هو «ميناء الراديوم»)، وأستراليا (تل الراديوم). درسوا عمال مناجم المعادن الأخرى في كندا والصين والسويد، والذين بلغ عددهم الإجمالي ٦٨ ألف رجل. ومن بين هؤلاء، تُوفِّي ٢٧٠٠ بسرطان الرئة، وهو ما يمثِّل نحو أربعة في المائة. كانت هناك عوامل مُربكة يتعين أخذُها بعين الاعتبار. يُعتقَد أن معظم عمال المناجم من المدخِّنين، لكن البيانات المتعلقة بطول فترة تدخينهم[٢٢] أو مدى تواتُر قيامهم بالتدخين كانت إما ضئيلةً وإما منعدمة. يتعرَّض عمال المناجم أيضًا لأبخرة الديزل، والسليكا، والأغبرة الأخرى، والتي قد يكون لها تأثيرات تآزُرية. يتنفس العمال اليدويون بصعوبة أكبر من شخص يطهو طعام العشاء أو يقرأ كتابًا وهو مُستلقٍ على السرير.

ومن خلال بذل قُصارى جهدهم لضبط نتائجهم لاستيعاب هذه التعقيدات، بدأ أعضاء لجنة شكَّلها المجلس الوطني للبحوث[٢٣] تحليل الأرقام وقياس العلاقة بين الرادون وسرطان الرئة. افترض الباحثون أن العلاقة يجب أن تكون خطِّية، أيْ إن عُشر التعرُّض يؤدِّي إلى عُشر المخاطر. لا يعتقد كل علماء السموم بصحة ذلك، ومن ثَم فقد اقترحوا بدلًا من ذلك وجود عتبة threshold لا يسبِّب الإشعاع أيَّ ضرر أدناها، لكن وجهة النظر السائدة هي أنه حتى أصغر الكميات قد تكون ضارة. ومن خلال جهود مُضنية في إجراء الحسابات الإحصائية، قُلِّلت الأرقام المتعلقة بعمال المناجم لتقدير مخاطر مستويات

---

٢٠ Cole, Element of Risk, 28.

٢١ جرى تلخيصُ هذه الدراسات في:

"EPA's Assessment of Risks from Radon," 8, 11, and in Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR VI), National Research Council, Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI (Washington, DC: The National Academies Press, 1999), 76–78.

٢٢ BEIR VI, 77, table 3-2.

٢٣ BEIR VI, 18.

التعرُّض الأقل بكثير التي توجَد في المنازل. كان هذا هو الأساس الذي استند إليه الرسم البياني الذي وزعته وكالة حماية البيئة، والذي احتوت عليه عُدَّة الاختبار التي اشتريتُها.

ظن بعض المنتقدين أن التخمين الاستقرائي من عمال المناجم إلى أحياء الضواحي كان يمثِّل قفزةً أكبر من اللازم، ولكن في السنوات الأخيرة حظيَت التقديرات بدعم مزيد من الأبحاث الواسعة النطاق التي أُجريَت على الأُسر. وقد أُجريَت الدراسة الأكثر طموحًا[٢٤] في ولاية أيوا، والتي تتميز بوجود أعلى مستويات متوسطة لغاز الرادون في البلاد. جرى اختيار النساء كمشاركات في الدراسة لأنهن أكثر عُرضةً لقضاء وقت أطول في المنزل. ومن أجل التأهل للمشاركة، كان لزامًا أن يعشن في المنزل نفسه خلال العقدَين الماضيَين على الأقل. ثُبتت مكاشيف الرادون في عِدَّة مواقع في كل منزل، ومن ثَم أُخذَت القراءات على مدار السنة. ومن خلال الاستبيانات، قدَّر الباحثون نسبة الوقت الذي تقضيه النساء في الغُرف المختلفة أو في المباني الأخرى، أو في الهواء الطلق، حيث تُقاس المستويات المتوسطة للرادون أيضًا. وعندما كانت النساء في إجازات أو في رحلات عمل، افتُرض أنهن تلقَّين متوسط التعرُّض الموجود في عموم الولايات المتحدة. خُصِّصَت زيادات للتعرُّض المهني، والتدخين (بما في ذلك التدخين السلبي)، وغيرها من العوامل. وفي النهاية، خلصت الدراسة إلى أن شخصًا ما يعيش لمدَّة خمسة عشر عامًا في منزل يبلغ متوسط مستوى الرادون فيه ٤ بيكوكوري للتر الواحد قد يتعرَّض «لمخاطر زائدة» تبلغ نحو ٠,٥. يبلغ الوقوع المعدَّل وفقًا للعمر لسرطان الرئة (للمدخِّنين وغير المدخِّنين مجتمعين) نحو ٦٢ حالةً لكل ١٠٠ ألف[٢٥] لكلٍّ من الرجال والنساء سنويًّا. وإذا تساوت جميع العوامل الأخرى، فستزيد هذه القيمة بمقدار النصف إلى ٩٣ حالة؛ أيْ ٣١ شخصًا إضافيًّا يعانون من هول ما يمثِّل حالةً مُميتةً في الغالبية الساحقة من الحالات.

لا توجَد دراسة واحدة يمكنها استخلاصُ استنتاجات قاطعة؛ فحجم العيِّنة صغير للغاية. لكن علماء الإحصاء واصلوا دمج البيانات، فأنتجوا ما يُسمَّى بالتحليل المجمَّع

---

٢٤ R. W. Field et al., "Residential Radon Gas Exposure and Lung Cancer: The Iowa Radon Lung Cancer Study," American Journal of Epidemiology 151, no. 11 (June 1, 2000): 1091–102.

٢٥ "SEER Stat Fact Sheets: Lung and Bronchus," Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) Program website.

pooled analysis، وهو مهمَّة شاقة. تُجرى الأبحاث على مجموعات سكانية مختلفة ووفقًا لمنهجيات مختلفة. وفي أثناء دمج الأرقام، يجب أخذُ هذه التناقضات بعين الاعتبار. وفي ثلاثة من هذه التحليلات[٢٦] — في أوروبا وأمريكا الشمالية والصين — وجد الباحثون نتائجَ مشابهةً لتلك المستمدَّة من التجربة التي أُجريَت على عمال المناجم، وبالتالي فإن معظم باحثي الرادون الآن يعتبرون المسألة منتهية،[٢٧] لكن علم الوبائيات ليس كتابًا مغلقًا أبدًا. وفي أثناء انهماكي بشغف في قراءة الأدبيات المكتوبة عن الرادون، عِلمتُ بوجود فرضية مثيرة للجدل تُسمَّى الإنهاض hormesis، والتي تقول بأن الجرعات الصغيرة من الإشعاع ليست غير مؤذية فحسب، بل مفيدة.[٢٨]

وتضيف الفرضية أننا تطورنا في عالم مغمور في الإشعاع، وتكيفنا على جميع الاعتداءات باستثناء أفظعها. وقد خلص أحد باحثي جامعة جونز هوبكنز[٢٩] أخيرًا إلى أن مستويات غاز الرادون التي تصل إلى ٦٫٨ بيكوكوري للتر الواحد قد تؤدِّي في الواقع إلى تقليل خطر الإصابة بسرطان الرئة. وفي حين أن الجُسيمات ألفَا تسبِّب طفراتٍ مُسرطِنةً

---

[٢٦] S. Darby et al., "Radon in Homes and Risk of Lung Cancer: Collaborative Analysis of Individual Data from 13 European Case-control Studies," BMJ: British Medical Journal 330, no. 7485 (January 29, 2005): 223. The results are described in Hajo Zeeb and Ferid Shannoun, eds., WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective (Geneva: World Health Organization, 2009), 12.

[٢٧] للاطِّلاع على مراجعة للموضوع، انظر:

Jonathan M. Samet, "Radiation and Cancer Risk: A Continuing Challenge for Epidemiologists," Environmental Health 10, suppl. 1 (April 5, 2011): S4.

[٢٨] Alexander M. Vaiserman, "Radiation Hormesis: Historical Perspective and Implications for Low-Dose Cancer Risk Assessment," Dose-Response 8, no. 2 (January 18, 2010): 172–91. Also see Edward J. Calabrese and Linda A. Baldwin, "Toxicology Rethinks Its Central Belief," Nature 421, no. 6924 (February 13, 2003): 691–92; L. E. Feinendegen, "Evidence for Beneficial Low Level Radiation Effects and Radiation Hormesis," British Journal of Radiology 78, no. 925 (January 1, 2005): 3–7; and Jocelyn Kaiser, "Sipping from a Poisoned Chalice," Science 302, no. 5644 (October 17, 2003): 376–79.

[٢٩] Richard E. Thompson, "Epidemiological Evidence for Possible Radiation Hormesis from Radon Exposure," Dose-Response 9, no. 1 (December 14, 2010): 59–75.

مُحتمَلة، فإن الأشعَّة السينية المنخفضة المستوى، وأشعَّة غَاما وبِيتَا،[٣٠] يمكن أن تُفعِّل الدوائر فوق الجينية المكتنفة في إصلاح الدنا والموت الخلوي المبرمَج وتعزيز الاستجابة المناعيَّة.

وإذا كان ذلك صحيحًا، فإن تقليل التعرُّض لمستوى العمل المُوصَى به من قِبَل وكالة حماية البيئة قد يزيد في الواقع من خطر الإصابة بسرطان الرئة، لكن هذا لا يزال يمثِّل رأيًا مستقلًّا. ولدى النظر في الأدلة مع أخذ جميع العوامل بعين الاعتبار، قررتُ أن أبدأ بترك نافذة مفتوحة عندما أعمل في الطابق السفلي، حتى في الأيام الباردة خلال فصل الشتاء، في حالة كان الأمر مهمًّا. حتى الإشعاعُ المنبعث من التفجيرات النووية، سواءٌ كانت عرضيةً أو متعمَّدة، لم يسبِّب ذلك القدْر من السرطان الذي يظنه معظم الناس. قُتل خمسون عاملًا على الفور تقريبًا بفعل الجرعة المقدَّرة بنحو ١٠٠ مليون كوري، والتي أطلقتها كارثة محطة تشيرنوبل Chernobyl للطاقة النووية[٣١] في العام ١٩٨٦م. كان من المتوقَّع أن تلي ذلك موجة ضخمة من حالات السرطان، لكنْ بعدما يقرب من عقدَين من الزمن، خفضت مجموعة للدراسة كلفتها الأمم المتحدة تقديراتها لذلك العدد المُفرط، ٤ آلاف حالة وفاة من بين ٦٠٠ ألف نسمة (العمال، الذين جرى إجلاؤهم، وسكان المناطق القريبة)، من الذين تلقَّوا أكبر جرعات التعرُّض، أو أقلَّ من واحد في المائة. كانت هناك زيادة في معدَّلات الإصابة بسرطان الغُدة الدرقية[٣٢] بين الأشخاص الذين تعرَّضوا للإشعاع وهم أطفال، لكن أكبر مشكلة تتعلق بالصحة العامة، كما خلص إليه التقرير، كانت نفسية.[٣٣] وكما صرَّح أحد الباحثين لصحيفة نيويورك تايمز: «لقد طوَّر

---

٣٠ Bobby R. Scott et al., "Radiation-stimulated Epigenetic Reprogramming of Adaptive-response Genes in the Lung: An Evolutionary Gift for Mounting Adaptive Protection Against Lung Cancer," Dose-Response 7, no. 2 (2009): 104–31.

٣١ "Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts," The Chernobyl Forum: 2003–2005, 2nd revised version, 2012. Available on the International Atomic Energy Agency website.

٣٢ لمتابعة حديثة للموضوع، انظر:

Alina V. Brenner et al., "I-131 Dose Response for Incident Thyroid Cancers in Ukraine Related to the Chernobyl Accident," Environmental Health Perspectives 119, no. 7 (July 2011): 933–39.

٣٣ "Chernobyl's Legacy," 36.

الناس قَدَريَّة fatalism تُصيب بالشلل[٣٤] لأنهم ظنوا أنهم في خطرٍ أعلى بكثير مما هم عليه بالفعل، بحيث انجرفوا إلى ممارسات مثل تعاطي المخدِّرات ومعاقرة الكحوليات، وممارسة الجنس غير الآمن، والبطالة.» وقد فتحت حكومة أوكرانيا أخيرًا موقع تشيرنوبيل أمام السياح،[٣٥] كما اكتشف علماء الإيكولوجيا أن غياب البشر قد حوَّل المنطقة إلى قِبلة للحياة البرية.[٣٦]

أدَّت الرءوس الحربية النووية التي أُلقيَت على مدينتَي هيروشيما وناغازاكي، في العام ١٩٤٥م، إلى مقتل ما لا يقلُّ عن ١٥٠ ألف شخص،[٣٧] سواء بصورة مباشرة بفعل الانفجار أو في غضون أشهر بسبب الإصابات والتسمُّم الإشعاعي. ومنذ ذلك الحين، ظلَّ العلماء يرصدون صحة ما يقرب من ٩٠ ألف من الناجين، وتشير تقديراتهم إلى أن الإشعاع الناجم عن الانفجارات أدَّى إلى ٥٢٧ حالة وفاة إضافية[٣٨] بفعل السرطانات الصلدة solid cancers و١٠٣ من حالات ابيضاض الدم.[٣٩]

---

٣٤ Elisabeth Rosenthal, “Experts Find Reduced Effects of Chernobyl,” New York Times, September 6, 2005.

٣٥ Peter Walker, “Chernobyl: Now Open to Tourists,” The Guardian, December 13, 2010.

٣٦ Robert J. Baker and Ronald K. Chesser, “The Chernobyl Nuclear Disaster and Subsequent Creation of a Wildlife Preserve,” Environmental Toxicology and Chemistry 19, no. 5 (May 1, 2000): 1231–32.

٣٧ “How Many People Died as a Result of the Atomic Bombings?” Radiation Effects Research Foundation website.

٣٨ Kotaro Ozasa et al., “Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950–2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases,” Radiation Research 177, no. 3 (March 2012): 229–43.

٣٩ “Ionizing Radiation and Leukemia Mortality Among Japanese Atomic Bomb Survivors, 1950–2000,” Radiation Research 172, no. 3 (September 2009): 368–82.

باستخدام بيانات الوقوع بدلًا من الوَفَيات، تعزو مؤسَّسة أبحاث تأثيرات الإشعاع ١٩٠٠ من حالات السرطان إلى القنابل. انظر:

“How Many Cancers in Atomic-bomb Survivors are Attributable to Radiation?” on the foundation’s website.

نجا تسوتومو ياماغوتشي Yamaguchi من كلا الانفجارَين،[٤٠] فخلال زيارة له إلى هيروشيما في رحلة عمل، كان قريبًا بما فيه الكفاية من مسرح الانفجار لكي يُصاب بحروق شديدة وتمزُّق في طبلة الأذن، وبعد قضاء الليلة في أحد الملاجئ عاد إلى موطنه، ناغازاكي، في الوقت نفسه الذي وقع فيه الانفجار الثاني.

تُوفِّي الرجل في العام ٢٠١٠م عن عمر يناهز الثالثة والتسعين. كان السبب في وفاته هو سرطان المعدة، لكنه يستحيل أن نعرف حجم الدور الذي أدَّاه الإشعاع كعامل مُسهِم في وفاة الرجل المُسن، الذي عاش لمدَّة أطول من كثيرين آخرين. ربما كان الحدث المُمهِّد لذلك هو اتباعه لنظام غذائي يعتمد على الأسماك المُملَّحة.

كان ابيضاض الدم leukemia هو السبب الذي أودى بحياة ماري كوري، مكتشفة الراديوم (والدة الرادون)، في سنِّ السادسة والستين، وهو «سرطان في شكل منصهر وسائل»،[٤١] كما وصفه سيدهارتا موخرجي Mukherjee بصورة لا تُنسى في كتابه المُعنوَن «إمبراطور جميع الأمراض». عندما استُخرج جثمانها في العام ١٩٩٥م لتنال شرف الدفن مع بيير في مدافن العظماء[٤٢] (البانثيون Panthéon)، خشيَ المسئولون الفرنسيون من أن يكون جسدها مُشعًّا بصورة خطيرة.[٤٣] يُحتفَظ بالدفاتر السوداء الثلاثة التي وصفت فيها تجاربها الشهيرة في صندوق من الرصاص في المكتبة الوطنية[٤٤] في باريس، كما يتعيَّن على الأشخاص الذين يرغبون في قراءتها أن يوقِّعوا على وثيقة تنازُل يقرُّون فيها بإدراك المخاطر التي ينطوي عليها ذلك. وعندما فُتِح قبرها، وُجد رُفاتها مغلَّفًا في تابوت خشبي داخل تابوت من الرصاص، والذي كان داخل تابوت خشبي آخر. كانت الإشعاعات المنبعثة من الداخل بقوة ٩٫٧ بيكوكوري، وهو أقلُّ بنحو عشرين مرةً من الحدِّ الأقصى

---

٤٠ Mark McDonald, “Tsutomu Yamaguchi, Survivor of 2 Atomic Blasts, Dies at 93,” New York Times, January 7, 2010.

٤١ Siddhartha Mukherjee, The Emperor of All Maladies: A Biography of Cancer (New York: Scribner, 2010), 16.

٤٢ Nanny Fröman, “Marie and Pierre Curie and the Discovery of Polonium and Radium,” December 1, 1996, Nobel Prize website.

٤٣ D. Butler, “X-rays, Not Radium, May Have Killed Curie,” Nature 377, no. 6545 (September 14, 1995): 96.

٤٤ Fröman, “Marie and Pierre Curie”.

الذي تعتبره الحكومة الفرنسية آمنًا للجمهور. لم تكُن مدام كوري إلا بنصف سخونة الهواء الذي كان يملأ مكتبي في ذلك اليوم الشتوي.

بعمره النصفي half-life الذي يُقاس بالقرون، لا بدَّ أن الراديوم الذي امتصَّه جسدُها خلال مسيرتها المهنية لم يتقلَّص بشكل ملحوظ منذ وفاتها، ولذلك خلص المكتب الفرنسي للوقاية من الإشعاعات المؤيِّنة أنها ربما لم تمُت بفعل الراديوم، واقترحوا أن السبب الأقرب احتمالًا لإصابتها بالسرطان هو أجهزة الأشعَّة السينية التي كانت هي وابنتها، إيرين جوليو-كوري، تقومان بتشغيلها كمتطوعتَين طبيتَين خلال الحرب العالمية الأولى. أمَّا إيرين، التي فازت بجائزة نوبل عن أبحاثها الخاصة على العناصر المشعَّة، فقد تُوفِّيت أيضًا بابيضاض الدم عندما كانت في الثامنة والخمسين من عمرها. أما بالنسبة إلى بيير، فقد جاء الموت مبكرًا، في سنِّ السادسة والأربعين، عندما دهسته عربة تجرُّها الخيول في أحد شوارع باريس. لا يعرف أحد نوع الضرر الذي فعله الراديوم بخلاياه، لكنه هو وماري كانا من الاعتلال بحيث لم يتمكَّنا من السفر إلى ستوكهولم[٤٥] لتسلُّم جائزة نوبل التي فازا بها. وسواءٌ كانت الوفاة من التسمُّم الإشعاعي أو الإرهاق البدني الشديد، إن استخراج غِرام من الراديوم من نصف طن من خلطة القار pitchblende يشبه العمل اليدوي في مصنع، فلا يزال السبب غير معروف. وبعد ذلك بسَنتَين، تمكَّنا من القيام بالرحلة. وفي محاضرته أمام لجنة جائزة نوبل (والتي ألقاها أيضًا نيابةً عن ماري)، وصف بيير تجربةً[٤٦] أجراها على نفسه: «إذا ترك المرء صندوقًا من الخشب أو الورق المُقوَّى، والذي يحتوي على أمبولة زجاجية صغيرة تضمُّ عِدَّة سنتيغرامات من ملح الراديوم في أحد الجيوب لمدَّة بضع ساعات، فلن يشعر بأيِّ شيء على الإطلاق، ولكن بعد خمسة عشر يومًا سيظهر احمرارٌ على البشرة، ومن ثَم قُرحة، والتي يكون من الصعب للغاية أن تُشفى، كما أن فعل ذلك لأمَدٍ أطول قد يؤدِّي إلى الشلل والوفاة.» وكما لاحظ بيير، فقد كانت لهذه القدرة التدميرية استخداماتها. يُستخدم الراديوم بالفعل

---

[٤٥] Marie Curie, Pierre Curie (With the Autobiographical Notes of Marie Curie), trans. Charlotte Kellogg (New York: Macmillan Co., 1923), 125.

[٤٦] "Radioactive Substances, Especially Radium," June 6, 1905, in Nobel Lectures, Physics 1901–1921 (Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1967). Available on the Nobel Prize website.

لحرق الأورام، وكذلك كانت تفعل الأشعَّة السينية بعد فترة قصيرة من اكتشافها في العام ١٨٩٥م. وقبل فترة طويلة من التأكد من كونه سببًا للسرطان، استُخدم الإشعاع كعلاج.

قبل انتهاء المعالجة الكيميائية التي تلقَّتها نانسي، بدأ أطباؤها مناقشة المرحلة التالية من علاجها ونوع الجُسيمات التي يجب استخدامُها في علاجها الإشعاعي. إن الجُسيمات ألفَا هي أضخم وأكثر تدميرًا من أن يجري تشعيعُها مباشرةً إلى الجسم. أمَّا أشعَّة بِيتَا، التي تتألف من تيارات من الإلكترونات، فهي إشعاعٌ أقلُّ حدة. تقوم تلك الجُسيمات الخفيفة الوزن باختراق الجسم لعمقٍ أكبر قليلًا مما تفعل أشعَّة ألفَا، كما أن ورقةً من الألومنيوم تكفي لإيقافها، لكن تأثيرها أقلُّ إضرارًا بالجسم. وكثيرًا ما تُختار لعلاج سرطانات الجلد، بحيث يمكن الحفاظُ على سلامة ما يوجَد أدناه. تمتلك الأشعَّة السينية وأشعَّة غامَا اليد الطولى اللازمة لعلاج السرطانات التي توجَد عميقًا في الجسم، وتتسم بأطوال مَوجيَّة من الصغر بحيث يمكنها المرورُ عبر العديد من طبقات الأنسجة قبل أن تضرب هدفها. لكن حوافها المُبهَمة تجعل من الصعب تجنُّب إيذاء الخلايا المجاورة. إن البروتونات، التي هي أثقل بنحو ١٨٠٠ ضعف من الإلكترونات ولكنها أصغر حجمًا من الجُسيمات ألفَا، يمكنها توصيل كميات كبيرة من الطاقة مع قدْرٍ أقلَّ من الفوضى.

وبدلًا من توجيه الأشعَّة من الخارج، قد يقرِّر أطباء الأورام بدلًا من ذلك تطبيقَ العلاج الإشعاعي الموضعي (المعالجة الكثبية: brachytherapy)؛ والذي يتألف من وضع كبسولات صغيرة من النظائر المُشعَّة بداخل الوَرَم أو بالقرب منه. وفي بعض أنواع السرطان، يجري حقنُ النظائر المُشعَّة إلى مجرى الدم. واليود المُشع، على سبيل المثال، يتركز في الغُدة الدرقية ويهاجم الأورام الخبيثة القابعة هناك. ثمة دواءٌ مستهدَفٌ يُدعى ألفارادين Alpharadin،[٤٧] والذي يوصل الراديوم مباشرةً إلى خلايا سرطان العظام النقيلي. ومهما كانت الطريقة، يظلُّ الأساس المنطقي لها هو المُستخدَم نفسه في المعالجة

[٤٧] Christopher Parker et al., “Overall Survival Benefit of Radium-223 Chloride (Alpharadin) in the Treatment of Patients with Symptomatic Bone Metastases in Castration-Resistant Prostate Cancer,” 7th NCRI Cancer Conference, November 2011, Liverpool. Also see Deborah A. Mulford, David A. Scheinberg, and Joseph G. Jurcic, “The Promise of Targeted Alpha-particle Therapy,” Journal of Nuclear Medicine 46 suppl. 1 (January 2005): 199S–204S.

الكيميائية. إن الخلايا السرطانية السريعة الانقسام ستستسلم للسُّم بسرعةٍ أكبرَ مما تفعل الخلايا السليمة، كما أنها ستكون أقلَّ قدرةً على إصلاح نفسها.

واتفق كلٌّ من جرَّاح نانسي وطبيب الأورام المُعالج لها على المنطقة الأربية اليمني واليسرى من جسدها، حيث انتفخت الغُدد اللمفاوية بالسرطان، ينبغي أن تُعالَج بالأشعَّة بِيتَا. في المنطقة الأربية اليمنى، كان السرطان قد وصل إلى طبقات البشرة، وبالتالي فإن حُزَم الإلكترونات ستخترق فقط بما يكفي من العمق للوصول إلى أيِّ خلايا تكون قد نجت من المعالجة الكيميائية. وعلى أيِّ حال، فقد اختلف الأطباء حول ما إذا كان ينبغي عليهم أيضًا تشعيعُ حوضها بأكمله بالأشعَّة السينية. رأى الجرَّاح أن مخاطر ذلك كانت غير مبرَّرة؛ فقد يترك الإشعاع وراءه ندباتٍ داخليةً ربما تسبِّب انسداد الأمعاء، كما يمكن أن تؤذي الأجهزة الأخرى. قد يتسبَّب تلف الجهاز اللمفاوي في حدوث وذمة لمفية lymphedema، وهي تراكم السائل اللمفاوي الذي قد يسبِّب تورُّمًا مُزمِنًا في الجذع والأطراف. وفي حالات نادرة للغاية، فإن الطفرات المحرَّضة بالإشعاع قد تحفِّز ظهور سرطان آخر بعد عقود من الزمن. كان هناك الكثير من العوامل المتضاربة التي يجب أخذُها بعين الاعتبار.

وبسبب تأكده من أنه قد استأصل كل ندفة من الأنسجة المعرَّضة للخطر، رأى الجرَّاح أن تشعيع الحوض سيكون إجراءً زائدًا عن الحاجة بشكل خطير، وأن أسابيع من المعالجة الكيميائية تليها أشعَّة بِيتَا السطحيَّة ستمثِّل ضمانًا كافيًا ضدَّ النقائل المتبقية. من شأن استخدام المزيد من الإشعاع الآن، عندما لا يكون ضروريًّا على الإطلاق، أن يحدَّ من الخيارات المتاحة إذا حدثت رجعة للوَرَم لاحقًا. يؤدِّي كلٌّ من المعالجة الكيميائية والإشعاع إلى تدمير نخاع العظام، ما يضعف قدرة الجسم على تحمُّل المزيد من الاعتداءات العلاجية. وقد نصح طبيبٌ آخر بـ «الاحتفاظ بنخاع العظام للمعارك المستقبلية»، لكن طبيب الأورام المعالج لنانسي لم يقتنع بأيٍّ من هذا على الإطلاق، فقد رأى أن الغطرسة تشوب تقدير الجرَّاح؛ وأن سرطانًا بمثل هذه العدوانية في امرأة شابة وصحيحة البدن كهذه يستلزم هجومًا مضادًّا بالغ الشدة. وقد أخبر نانسي بأن التخلِّي عن تشعيع الحوض يشبه المقامرة على حياتها. لم تكُن هناك إجابة صحيحة. وقد أوصى خبراء مركز إم دي أندرسون أيضًا بتشعيع الحوض بأكمله، وبالتالي كان هذا هو السبيل الذي اخترناه.

بدَا قذفُ الخلايا السرطانية بالأشعَّة كأنه هجوم بالطلقات النارية، لكن التخطيط والدقة أمران مثيران للإعجاب. تقوم الماسحات الطبية — الأشعَّة المقطعية المُحَوسَبة (CT)،

والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) — بتخطيط الوَرَم والأعضاء المحيطة بصورة ثلاثية الأبعاد. وعند تسديد الشعاع، يجري اختيارُ المسارات والزوايا التي تتجنب أكثر الأعضاء عُرضةً للخطر. تُحتسَب الجرعات بدقة؛ فبعض الأعضاء تكون أكثر حساسيةً للإشعاع من غيرها، وكذلك بعض الأورام. تُخطَّط العلاجات بحيث يمكن توزيعُ جرعات صغيرة على مدى أيام وأسابيع، أيْ بصورة تدريجية بما يكفي لأن تقوم الخلايا السليمة بإصلاح أو استبدال نفسها، ولكن ليس بالتدريج الذي يسمح للسرطان باستعادة اليد العليا. يمكن للأذرع الروبوتية الموجَّهة بالحاسوب توصيلُ جرعات متدرجة إلى أجزاء مختلفة من الوَرَم. ولتقليل كمية الإشعاع التي تمرُّ عبر الأنسجة السليمة، يمكن توجيهُ الأشعَّة من عِدَّة اتجاهات، وكلٌّ منها ضعيفة في حدِّ ذاتها، والتي تتلاقى لتوصيل أقوى ضربة للوَرَم.

وعلى الرغم من جميع سُبُل الرعاية والحساب، فإن الضرر يظلُّ حتميًّا، متمثلًا في التعب، وحروق الجلد، وتنمُّل الأعصاب، والإسهال. يضيء الإشعاع عبر الأمعاء، ما يسبِّب حروقًا داخليةً تشبه ضربة الشمس. تؤدِّي كُتَل الغذاء الضخمة إلى ازدياد الحالة سوءًا، ولذلك نُصحت نانسي باتباع نظام غذائي قليل البقايا low-residue diet، وتجنُّب الأطعمة الغنية بالألياف؛ الخبز المصنوع من الحبوب الكاملة، والحبوب الخشنة الحُبيبات، والفواكه الطازجة، والخُضَر النيئة، والأرز البري أو البني. كان عليها أيضًا أن تتجنب الخضراوات ذات النكهة القوية — البروكلي، وملفوف بروكسل، والقنبيط — وجميع تلك الأطعمة التي يُفترض أن تكون جيدةً بالنسبة إلى صحتك في ظلِّ الظروف العادية. كانت نانسي تحبُّ جميع هذه الأطعمة، كما أن الفلفل الحار وغيره من الأطعمة الحارة، والفشار ... كانت جميعها ممنوعة. وبدلًا من ذلك، فقد بدأت تعتاد على طعم دواء الإيموديوم Imodium.

وعندما أنظر إلى الوراء، بعد مُضيِّ سنوات، وأنا أتصفح الملفَّ الكبير الذي كانت تحتفظ فيه بالأوراق الخاصة بهذه الفترة العصيبة، أدهشني بعضٌ من السخافات؛ فمن بين الأوراق البحثية التي توازن بين مخاطر ومزايا تشعيع الحوض ووثائق التنازل التي يُقَرُّ بمعرفة الآثار الجانبية على المدَيَين القصير والبعيد، كانت هناك شهادة تنصُّل disclaimer: عند إعداد المريض للعلاج، قد توجَد على الجسم علامات بالحبر. كان على نانسي أن توقِّع على شهادة لإسقاط الحقِّ تُقِرُّ فيها بأن الحبر قد يلطِّخ ملابسها. وكذلك فقد نُصحت نانسي بأن تتجنَّب الحمل. وخلال جلسات المعالجة الكيميائية، كان بوسعي

أن أجلس معها في الاستراحة المُفعَمة بالضوء والتي تُطلُّ على مناظر جبلية خلابة. وعندما يحين موعد جلسات الإشعاع، كان تُصطحَب إلى غرفة مبطَّنة بالرصاص. وحدها مع الروبوت الذي يقوم بمهارة بأرجحة ذراعه والتنقُّل بكل دقة بين أهدافه المبرمَجة سابقًا، كانت تشعر بأنها تراجع عيادة السفينة على مَركبة فضائية خيالية. كانت تحاول تخيُّل الأشعَّة وهي تقتل الخلايا السرطانية وتتجنب بقية الخلايا. تتمثل أقوى ذكرياتي حول تلك الفترة في اليوم الذي اصطحبتُها فيه بالسيارة لتلقِّي أول جرعة في برنامج علاجها. عندما اقتربنا، قاومتُ شعورًا مُلحًّا بالبكاء. كانت قد عانت الكثير بالفعل، كما أنني نادرًا ما شاهدتُها تبكي. وقالت لي: «لا أستطيع تصديق ما يفعلونه بجسدي المسكين.»

وكما حدث في مرات عديدة، كان عليَّ كبتُ شعوري بالذنب. قلتُ لنفسي مرةً أخرى أن السرطان الذي أصابها لم يكُن معروفًا عنه أنه متعلق بهرمون الإستروجين، وإنه من غير المُحتمَل أن يكون عدم رغبتي في الإنجاب هو السبب. لكن مَن ذا الذي يمكنه أن يعرف ذلك حقًّا؟ ماذا عن التوتُّر الذي سببته لها هبَّات الكورتيزول المسبِّبة لاضطراب الإنسولين المسبِّب لانحراف التوازن الاستقلابي؟ هل كانت هناك فرصة ضئيلة — لم تذكرها الأدبيات بعد — لأن يكون الرادون أحد العوامل المسبِّبة؟ تخيَّلتُ هذا الغاز وهو يتسرب إلى المسام والفوهات. يُعَدُّ ذلك جزءًا من لعنة أن تكون إنسانًا؛ أي الفكرة القائلة بأنك تُصاب بالسرطان لأنك فعلت شيئًا خطأ، أو أن شخصًا — أو شيئًا — قد فعل ذلك بك. وبالنسبة إلى نانسي، لم يُحدَّد أيُّ سبب في أيِّ وقت كان. كان أفضل ما يمكن أن يُقال هو أنها كانت ضحيةً للعشوائية randomness. لكن العشوائية يُمكن أن تمثِّل تعقيدًا أعمق من أن يمكن فهمُه.

وخلال تلك الفترة، ذهبنا بالسيارة في أصيل أحد أيام السبت إلى حرم مدرسة نيومكسيكو للصُّمِّ حيث كانت الجمعية الأمريكية للسرطان تنظِّم فاعليتها المعروفة باسم «المؤازرة من أجل الحياة».[٤٨*] لم يعد يُطلَق على المصابين بالسرطان اسم المرضَى أو الضحايا بل الناجين survivors، والذين كانوا يسيرون بفخر حول المضمار وهم يرتدون قمصانًا زرقاء مرسومة عليها نجمة كبيرة وكلمة «الأمل» بأحرف كبيرة (كانت نانسي تحتفظ في المنزل بقميص آخر مكتوب عليه «لم أمُت بعد»). وقد احتفظت بخمس صور

[٤٨*] Relay for Life.

من تلك الفاعلية. كانت ترتدي سروالًا أسودَ قصيرًا أو تنورةً متوسطة الطول — لا أستطيع أن أتذكر على وجه التحديد — وكان بوسعي ملاحظة أن ساقها اليمنى كانت منتفخةً بالفعل بسبب الوذمة اللمفية. طمأننا الأطباء بأن ذلك قد يكون أحد الآثار الجانبية المؤقتة للجراحة — بسبب تضرر الأوعية اللمفاوية — وربما تفاقم بسبب العلاج، لكن التورُّم لم ينصرف مطلقًا. كانت تقول إن هذه لم تكُن تسويةً سيئةً مقابل أن تظلَّ على قيد الحياة. تمثلت خُطتها في تمزيق قُبعتها أثناء الموكب، كاشفةً رأسها الأصلع كاحتفال بنجاتها من الجراحة، والمعالجة الكيميائية، والدورتَين الأُوليَين من الإشعاع، لكن اللحظة المناسبة لم تحِن مطلقًا. جاء الجزء الأكثر تميزًا من اليوم عندما سار المشاركون واحدًا تِلوَ الآخر إلى المسرح، حيث عرَّفوا أنفسهم باختصار، ومن ثَم قامت السيدة الأولى لولاية نيومكسيكو بمنح كلٍّ منهم ميدالية ذهبية وشريطًا أرجوانيًّا. قالت المرأة الأولى: «إنني ناجيةٌ من السرطان.» ثم جاء التالي والذي يليه. فكرتُ في الكيفية التي وصلنا بها إلى تلطيف آلامنا بهذه الطريقة؛ فقد صار الصُّمُّ يُعرفون باسم «ضعاف السمع»، ثم «المعاقين سمعيًّا»، ثم دارت الدورة مرةً أخرى مع اعتماد مصطلحات من قَبيل «مجتمع الصُّم»، وحتى «ثقافة الصُّم».

هناك الآن ثقافة للسرطان، وسواءٌ كنتَ مصابًا بسرطانة لابدة أُزيلت بواسطة عملية بسيطة لاستئصال الوَرَم، أو كنتَ تكافح المراحل النهائية من الوَرَم الميلانيني المنتشر، فأنت أحد الناجين. في الحالة الأولى، لم يكُن هناك شيء تنجو منه، أمَّا في الحالة الثانية، فلن يكون هناك بقاء على قيد الحياة، لقد جُرِّدت الكلمة من معناها تقريبًا. انقطع حبل أفكاري عندما أمسكَت بالميكروفون امرأة نحيفة وطويلة القامة ترتدي وشاح المعالجة الكيميائية، ومن ثَم أعلنَت: «لقد نجوتُ من السرطان للمرة الثانية.» هل كان هذا مَدعاةً للاحتفال حقًّا؟ ذلك أن السرطان قد عاد.

الفصل الثاني عشر

الشيطانة الخالدة

على متن الطائرة التي أقلعَت في الصباح الباكر من ألبوكيركي إلى بوسطن، كان قائد الطائرة يرتدي ربطة عنق وردية، كما كان يُطلُّ من جيب زيِّه الرسمي منديلٌ وردي. كانت المُضيفات بدورهنَّ يرتدين قمصانًا ومآزرَ وردية. كان ذلك هو الشهر الوطني للتوعية بسرطان الثدي، وعندما كانت الطائرة تحلِّق في السماء أعلن أحد الحاضرين بحماس أن شركة الطيران تبيع عصير الليمون الوردي والشراب الوردي، هذا على متن طائرة تغادر في الساعة السادسة صباحًا، وأن العائدات ستوجَّه إلى «الشفاء» من سرطان الثدي.

منذ ما لا يزيد عن مائة سنة، كان السرطان كلمةً لا تُنطق إلا همسًا خشية إفاقة المرض من سُباته. قد يموت المرء بسبب «قصور القلب» أو «الدَّنَف» cachexia، وهي طريقة للقول، بمصطلحات علمية، إن أحد الأحبَّة قد تُوفِّي بعد أن «أكله» السرطان. وعلى الرغم من أن الخوف لم يختَفِ، فلم يعد «السرطان» كلمةً لا يمكن الإفصاحُ عنها. يتسم الابتهاج الذي جرى به تقبُّلُ الموضوع والتعبير عنه علانيةً بكونه شِبهَ مروِّع. طرحَت إحدى الشركات الصانعة لمستحضرات التجميل إعلانًا عن «قبلات للعلاج»:[1] «بشرائك لأحمر الشفاه هذا، ستقدِّم تبرعًا صغيرًا للمساهمة في المعركة. غضِّن شفتيك وامنح سرطان الثدي قُبلة الوداع.»

---

[1] Anne Landman, “How Breast Cancer Became Big Business,” PR Watch website, June 14, 2008.

خلال تصفُّحي للمجلة التي تُصدرها شركة الطيران، فكرتُ في حملة جمع التبرعات التلفازية «قِف في وجه السرطان»،[٢] التي شاهدتُها قبل بضعة أسابيع، والتي ضمَّت العديد من المشاهير وهم يغنون، ويضحكون، وأحيانًا يتجهَّمون وهم يتعهدون «بالقضاء» على السرطان من جميع الأنواع، وليس مجرَّد التحكم فيه، أو تقليص حجمه، أو علاج وقوعه بشكل أكثر فاعلية. «يومًا ما، لن يموت أيُّ طفل بالسرطان.» كما وعدَت ممثِّلة مبتهجة في سنِّ المراهقة. لن يموت طفل واحد به. «يجب علينا أن نصدَّ هجومه، وأن نمحوَه من الوجود.» كما قال المُغني ستيفي وندر Wonder، وهو مُنحنٍ على البيانو. لقد تُوفِّيت زوجته الأولى بالسرطان، وكذلك فقد ضرب المرض كثيرًا من النجوم الآخرين من كثب. «لا يهتمُّ السرطان بما إن كنتَ قد فزت بالميدالية الذهبية الأولمبية، ولا يكترث السرطان بما إن كنتَ جميلًا أو ذكيًّا أو أنك بدأت دراستك الجامعية من فورك ...» اعتلى المشاهير ومُعجَبوهم خشبة المسرح، واحدًا تِلوَ الآخر، وهم يرتدون قمصانًا مكتوبًا عليها «ناجٍ من السرطان.» «لا يهتمُّ السرطان بما إن كانت الحياة كلها مفتوحةً أمامك ... لا يهتمُّ السرطان بأن لديك أطفالًا صغارًا يحتاجون إلى أمِّهم ... لا يهتمُّ السرطان بأنه قتل للتوِّ والدك ... إنه لا يكترث فحسب.» كان شريط الرسائل يمرُّ عبر الجزء السفلي من شاشة التلفاز: «إن السرطان لا يميِّز.» لكنه في الواقع يعمد إلى التمييز ضدَّ كبار السن، والبدناء، والفقراء. من الناحية الديموغرافية، فإن الأشخاص الذين يتمتعون بالشباب والجمال الذين ظهروا في البرنامج كانوا حالاتٍ استثنائية. لكن مَن ذا الذي يمكنه أن يقاوم قلوبهم الطيبة وتشجيعهم؟ «سيردُّ النجوم على مكالماتكم.» ثم رن جرس الهاتف، وانهالت التبرعات. وفي نهاية البرنامج، اصطفَّ على خشبة المسرح موكبٌ من العلماء في حين تصاعدَت الأصوات الحماسية لجوقة يُنشد أفرادُها: «عليك أن تقاوم، وتقاوم، وتقاوم، وتقاوم السرطان ...» وفي المُجمل، جُمع أكثر من ثمانين مليون دولار في تلك الليلة. إن «قِف في وجه السرطان» Stand Up to Cancer هي منظمة محترمة تشتهر بتحويل الأغلبية العظمى من الأموال التي تجمعها للأغراض البحثية، لكني تساءلتُ عمَّا إذا كان المشاهدون، فضلًا عن المؤدِّين، قد تركوا بآمال كاذبة. إن التبرعات، كما قِيل، ستذهب إلى «فِرَق الأحلام» من العلماء الذين تتضافر جهودُهم للوصول إلى علاج بدلًا من التنافس على أموال التبرعات

[٢] "The Show," Stand Up to Cancer website. (There has since been a 2012 broadcast).

والمِنَح، كأنَّ الجشع والغرور هما فقط ما يعترض سبيل التوصُّل إلى فهم أكثر الظواهر الطبية تعقيدًا. عُقدت المقارنات بين يوناس سولك Salk ومنظمة «مارش أوف دايمز» March of Dimes، لكن شلل الأطفال كان مشكلةً أبسط بكثير؛ فهو مرضٌ له مسبِّب وحيد يمكن عزلُه ومن ثَم التطعيمُ ضدَّه.

لن يتطلب فهمُ السرطان ما هو أقلُّ من فهمٍ أعمقَ لآليَّات عمل الخلية البشرية. استشهد أحد المؤدِّين بالكفاح لمناهضة الرقِّ وانتصارات حركة الحقوق المدنية: «ماذا لو لم يقُم أحد لمناصرة الحرية في خطوط الأنفاق السرية تحت الأرض[٣*] ... إذا لم يقف أحد في مواجهة الظلم عند الجسر في سِلما؟»[٤*] صار السرطان شيئًا يمكن التظاهرُ ضدَّه أو مقاومتُه من خلال تنظيم إضراب أو اعتصام. لم يبدُ هؤلاء كأشخاص ميَّالين إلى الانخراط في أعمال العصيان المدني الشاملة من قَبيل تلك التي قامت بها حركة ACT UP، أو ائتلاف الإيدز لإطلاق العنان للقوة التي يكمن نفوذها في عدوانيتها. قبل عقدَين من الزمن، تظاهرت حركة ACT UP ضدَّ المَعاهد الوطنية للصحة وأغلقت مكاتب إدارة الغذاء والدواء يومًا كاملًا، في معرض مطالبتها بتخصيص مزيد من الأموال للأبحاث وتوفير العلاجات بأسعار معقولة. وبطريقة أو بأخرى، زاد الاهتمام الموجَّه للمشكلة. يمكن الآن معالجةُ الإيدز كمرض مُزمن، ولكن حتى فيروس العوز المناعي البشري HIV ليس في مثل تعقيد السرطان.

وخلال هبوطها في بوسطن، زوَّدتني الطائرة بنظرة عامة على ما يتنافس مع إم دي أندرسون كأقوى مركز للسرطان في العالم. على إحدى ضفتَي النهر يوجَد معهد دانا-فاربر للسرطان، وأبرشية بيث إسرائيل، ومستشفى ماساتشوستس العام. وعلى الجانب الآخر، يوجَد معهد وايتهيد، ومعهد برود، وحرم جامعة هارفارد ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا. وباستخدام أطباق بتري المُختَبرية، والمخطَّطات الكروماتوغرافية بالغاز، وأجهزة تحديد المتواليات الجينية، والمجاهر الإلكترونية، يُنتج الباحثون العاملون في هذه

[٣*] Underground Railroad: نظام سري من طرق الهرب التي استخدمها العبيد للوصول إلى الولايات الشمالية (قبل الحرب الأهلية الأمريكية). (المترجم)

[٤*] مسيرات سِلما إلى مونتغمري: أدَّت المسيرات السلمية من سِلما إلى مونتغمري، فيما يُعرف أيضًا باسم «الأحد الدامي»، إلى إقرار قانون حقوق التصويت لعام ١٩٦٥م، وهو إنجاز تاريخي لحركة الحقوق المدنية الأمريكية خلال ستينيات القرن العشرين. (المترجم)

الأميال المربَّعة القليلة كميةً هائلةً من المعارف المتعلقة بالاتصالات المعقَّدة التي تدور بداخل الخلية البشرية، وكيف يمكن سبرُ أغوارها. وعلى الرغم من جميع الرعب الذي يسبِّبه، يمثِّل السرطان مُعضلةً فكريةً ساحرة؛ فهو يمثِّل نافذةً لفهم الحياة ذاتها، لكن النتائج الجديدة لا تشقُّ طريقها إلا ببطء شديد إلى العيادات والمستشفيات، حيث يعالَج المرضَى بسُبُل المعالجة الكيميائية والإشعاع، وهي تقنيات لا تقلُّ وحشيةً بكثير عمَّا وصفه سولجينيتسين Solzhenitsyn في روايته «عنبر السرطان». كانت فِرَق الأحلام تحاول تجسير تلك الفجوة.

كان هذا جزءًا من جهدٍ أوسعَ يُسمَّى البحوث الترجمية translational research، والتي كانت موضوع ورشة العمل التي انعقدَت في ذلك المساء في باركر هاوس،[٥] وهو أروع فنادق بوسطن القديمة. وفي غرفة مزدانة بالثريات والجدران المكسوَّة بالخشب، جلستُ وسط مجموعة من العلماء الشبَّان الذين يدرسون الثقافات المختلفة للبحوث الطبية؛ بيولوجيين يدرسون الشلالات الكيميائية بداخل الخلية، وأطباء يعكفون على تطوير واختبار أدوية جديدة، وأطباء الأورام والمرضَى الذين يعالجونهم، وهم جميعًا يرَون السرطان بطرق مختلفة. وفي حين تكون فترات الصباح حافلةً بالمحاضرات، يزور الطلاب خلال فترة ما بعد الظهر عيادات ومُختبَرات الباثولوجيا السرطانية في المستشفى، وكذلك مراقبة أعضاء لجنة الأخلاقيات الطبية وهم يراجعون قواعد إجراء التجارب السريرية الجديدة، وهي حلبة كثيرًا ما تتعارض فيها أولويَّات العلم والطب.

كانت إيمي هارمون Harmon، وهي مراسلة لصحيفة نيويورك تايمز، قد نشرت أخيرًا قصة اثنين من أبناء الخالات[٦] المصابين بالوَرَم الميلانيني المنتشر المتقدم، وهو واحد من أشدِّ أنواع السرطان فتكًا. أُدرِج الشابَّان — في أوائل العشرينيات من العمر — في تجربة تنطوي على علاج مستهدف يُعرف باسم فيمورافينيب vemurafenib، وهو عقار

---

٥ "Translational Cancer Research for Basic Scientists Workshop," American Association for Cancer Research, October 17–22, 2010, Boston, MA.

٦ Amy Harmon, "New Drugs Stir Debate on Rules of Clinical Trials," New York Times, September 18, 2010. For more about the trial see Amy Harmon, "Target Cancer," a series of six articles, New York Times, February 22, 2010, to January 20, 2011.

واعد لتقليص حجم الأورام الموجَّهة بفعل طفرة في جين يُدعى «براف» BRAF.[٧] كانت المرحلة الأولى الصغيرة، وكذلك المرحلة الثانية الأكبر حجمًا من التجربة، قد أظهرتا نتائج واعدة، وبالتالي فقد حان الوقت للمرحلة الثالثة، التي تضمَّنت ٦٧٥ شخصًا في اثنتي عشرة دولة، وهي الخطوة الأخيرة قبل الحصول على موافقة إدارة الغذاء والدواء.

وهنا نشأت المُعضلة؛ كان ابنا الخالة محظوظَين لقبولهما في التجربة، فنحو النصف فقط من حالات الوَرَم الميلانيني ينطوي على هذه الطفرة بعينها، لكن واحدًا منهما، هو توماس ماكلوكلين McLaughlin، قد أُدرِج بشكل عشوائي في المجموعة التجريبية، التي يحصل المشاركون فيها على العلاج الجديد «الحبوب الفائقة»، كما كان يسميها، في حين أن الآخر، وهو براندون ريان Ryan، كان ضمن المجموعة الشاهدة control group، التي ستُعالَج بالداكاربازين dacarbazine، وهو العلاج الكيميائي المعياري غير الفعَّال على نحوٍ مُحبِط. استاء كلٌّ من الرجلين من تعسُّف القرار؛ فقد أراد ماكلوكلين، الذي كان بالفعل في المرحلة الرابعة من مرحل تطور الوَرَم الميلانيني، أن يتبادل دوره مع ريان، الذي ربما منحه وَرَمُه الأقلُّ تقدمًا فرصةً أفضل إلى حدٍّ ما، لكنْ لم يُوافَق على طلبه، لأنه يقوِّض موضوعية التجربة.

كانت هذه قصةً موجعةً للقلب، والتي انحنَت فيها مصلحة القِلَّة لصالح مصلحة الأغلبية. ومن بدون مقارنات صارمة مثل هذه، فلن تكون هناك أدوية جديدة لأيِّ إنسان. ومع ذلك، فقد كان من الصعب عدم التفكير في الأشخاص المتضمَّنين في المجموعة الشاهدة باعتبارهم كباش فداء. يستخدم خبراء الأخلاقيات الطبية مصطلح «التوازن السريري»

---

[٧] نتيجةً لذلك، يُنتج الجين نسخةً مشوهةً من البروتين، والتي تمثِّل جزءًا من سبيل للنموِّ الخلوي. عادةً لا يجري تفعيلُ البروتين «براف» إلا عندما يتفاعل مع بروتين آخر اسمه «راس» (RAS)، لكن الطفرة تحرِّره من هذا التقييد. انظر: "Vemurafenib," New Treatments, Melanoma Foundation website.

للاطِّلاع على وصف لعلاقة السرطان بتجارب الفيمورافينيب، انظر:

Paul B. Chapman et al., "Improved Survival with Vemurafenib in Melanoma with BRAF V600E Mutation," New England Journal of Medicine 364, no. 26 (June 30, 2011): 2507–16. For a later study see Jeffrey A. Sosman et al., "Survival in BRAF V600–Mutant Advanced Melanoma Treated with Vemurafenib," New England Journal of Medicine 366, no. 8 (2012): 707–14.

clinical equipoise لوصف تجربة لا يوجَد فيها سبب بديهي لاعتبار علاجٍ ما متفوقًا على آخر.

عندها فقط، كما يجادل كثيرون، سيكون من الصحيح اتخاذُ قرار عشوائي لتحديد أي مريض سيُعطى أيَّ دواء. وبحلول الوقت الذي انتهت فيه المرحلة الثانية، بدَا أن فيمورافينيب سيزيح داكاربازين عن موقعه بوصفه دواءً مفضَّلًا، في حين أن نِصف المرضَى كانوا يحصلون على ما ثبت بالفعل كونُه علاجًا رديئًا.

وفي النهاية، أثبتت المرحلة الثالثة كونها حاسمةً[٨] إلى درجة أنها أُوقِفَت مبكرًا حتى يمكن أن تستفيد كلتا المجموعتين. أظهرت التقارير الأوَّليَّة أن فيمورافينيب يزيد معدَّلات البقاء على قيد الحياة دون تفاقُم المرض، بحيث يظلُّ السرطان معلقًا لمدة ٥,٣ أشهر، مقارنةً بمدَّة ١,٦ أشهر للداكاربازين. كان ذلك كافيًا بالنسبة إلى إدارة الغذاء والدواء، التي لم يمضِ وقت طويل حتى وافقَت على الدواء الجديد، الذي يجري تسويقُه من قِبَل شركة جينينتيك Genentech. وتشير التقارير الأخيرة إلى أن المرضَى عادةً ما يعيشون لمدَّة أربعة أشهر أطول[٩] ممَّن يُعالَجون بالداكاربازين.[١٠]

غيرَ أنه لم تكُن هناك نهاية سعيدة؛ فريان، وهو ابن الخالة المتضمَّن في المجموعة الشاهدة، كان من بين العديد من الذين لقوا حتفهم خلال السنة الأولى من التجربة، وهم ستة وستون في مجموعة الداكاربازين، واثنان وأربعون ممَّن عُولِجوا بالفيمورافينيب. وبحلول الوقت الذي مرَّت فيه سنة أخرى، كان نِصف الأشخاص الذين شاركوا في الدراسة قد تُوفُّوا بالفعل.[١١] كانت أورام ماكلوكلين قد انتشرت في جميع أنحاء جسده، من فخذَيه إلى دماغه، لكنه كان لا يزال على قيد الحياة ويتناول الحبوب الفائقة. أخبرني الرجل

---

[٨] Andrew Pollack, "Two New Drugs Show Promise in Slowing Advanced Melanoma," New York Times, June 6, 2011.

[٩] بلغ متوسط فترة البقيا الإجمالية ١٣,٢ شهرًا مقابل ٩,٦ أشهر للداكاربازين. انظر:
Paul B. Chapman et al., "Updated Overall Survival (OS) Results for BRIM-3," 2012 ASCO Annual Meeting, Journal of Clinical Oncology 30 no. 18, suppl. (June 20, 2012): abstract 8502.

[١٠] "Clinical Trial Result Information," protocol number NO25026, January 4, 2011, Roche trials database website.

[١١] Chapman, "Updated Overall Survival (OS) Results."

أنه سيعود إلى ممارسة مهنته كعامل لحام يعمل تحت الشمس. فكرتُ في مقطع من رواية «عنبر السرطان»: «كان طوال الوقت في سباق محموم[١٢] مع الوَرَم القادم، لكنه كان يتسابق في الظلام، لأنه لم يكُن يستطيع رؤية العدو، لكن العدُو كان يراه بكل وضوح، وعند أفضل لحظة من حياته انقضَّ عليه بأنيابه. لم يكُن هذا مرضًا، بل ثعبانًا، وحتى اسمها كان أفعوانيًّا؛ الوَرَم الأرومي الميلانيني.» كان هذا هو الاسم القديم للسرطان الذي أصاب ماكلوكلين.

بالنسبة إلى الوَرَم الميلانيني المنتشر في مراحله المتقدمة، ليس هناك ما يشبه الشفاء. وبغض النظر عن نوع العلاج، فإن الخلايا الشاذة تكتشف، من خلال طفرة تصادفية،[١٣] طريقة تواصل بها توسعها. يُظهر عقار فيمورافينيب بدوره تأثيرًا جانبيًّا تناقضيًّا،[١٤] وهو تشجيع نمو سرطانات الجلد الأخرى، مثل سرطان الخلايا الحرشفية squamous cell carcinoma، والوَرَم الشائكي المتقرِّن keratoacanthoma. يقوم الباحثون بالتجريب على توليفات[١٥] من العلاجات المستهدفة التي تهدف إلى التغلب على هذه العقبات، على أمل ألَّا تتمكن الخلايا السرطانية من تطوير حيلة أخرى.

من بين أهداف البحوث الترجمية هو إخراج العلماء من المُختبَر حتى يتمكنوا من رؤية ما يمرُّ به المرضَى بصورة مباشرة. في فندق باركر هاوس، وصف توم كوران Curran،

---

[١٢] Alexander Solzhenitsyn, Cancer Ward, trans. Nicholas Bethell and David Burg (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1969), 250.

[١٣] Ramin Nazarian et al., "Melanomas Acquire Resistance to B-RAF(V600E) Inhibition by RTK or N-RAS Upregulation," Nature 468, no. 7326 (November 24, 2010): 973–77.

[١٤] Fei Su et al., "RAS Mutations in Cutaneous Squamous-cell Carcinomas in Patients Treated with BRAF Inhibitors," New England Journal of Medicine 366, no. 3 (January 19, 2012): 207–15.

[١٥] في العام ٢٠١٢م، ذكرَت مجلة New England Journal of Medicine الطبية نتائجَ مشجِّعةً من تجربة تضمَّنت الدابرافينيب dabrafenib، وهو مثبِّط آخر للبروتين «براف». كان قد أُعطِي بالترافق مع الترامتينيب trametinib، الذي يثبِّط MEK، وهو إنزيم آخر في السبيل الخلوي نفسه. انظر:

Keith T. Flaherty et al., "Combined BRAF and MEK Inhibition in Melanoma with BRAF V600 Mutations," New England Journal of Medicine (published online September 29, 2012).

وهو أستاذ الباثولوجيا في كلية الطب بجامعة بنسلفانيا، التأثير الصارخ[١٦] للانتقال من عزلة مُختبَر إحدى شركات الأدوية إلى مستشفى سانت جود لبحوث طبِّ الأطفال في ممفيس، حيث يعمل منذ العام ١٩٩٥م. كان كوران قد اكتشف جينًا أطلق عليه اسم ريلين reelin،[١٧] والذي يساعد على توجيه هجرة العصبونات خلال النماء المبكر للدماغ، بما في ذلك المخيخ cerebellum. والمخيخ هو مركز التحكم في العضلات والتوازن، وقد لوحظ أن الفئران المولودة بعيوب في ذلك الجين تُظهر مِشيةً ترنُّحية. وكذلك فإن الطفرات في الجينات النمائية تكون مسئولةً لاحقًا عن العديد من السرطانات التي تصيب الأطفال، كما كان كوران مهتمًّا بصفة خاصة بالوَرَم الأرومي النُّخاعي medulloblastoma، وهو سرطان عدواني يصيب المخيخ. ومقارنةً بالأنواع الأخرى من السرطان، فهو يُعَدُّ نادرًا للغاية، فمعدَّل انتشاره بين البالغين هو ٨ حالات لكل عشرة ملايين نسمة،[١٨] لكن هناك ٥ حالات بين كل ١٠٠ ألف من الأطفال[١٩] والمراهقين، مما يجعله الوَرَم الدماغي الأكثر شيوعًا في الأطفال.[٢٠] يبلغ متوسط سنِّ التشخيص خمس سنوات،[٢١] حيث ما قد يبدأ

---

١٦ Tom Curran, "Oncology as a Team Sport," Translational Cancer Research Workshop, October 17, 2010.

١٧ G. D'Arcangelo, T. Curran, et al., "A Protein Related to Extracellular Matrix Proteins Deleted in the Mouse Mutant Reeler," Nature 374, no. 6524 (April 20, 1995): 719–23; and G. G. Miao, T. Curran, et al., "Isolation of an Allele of Reeler by Insertional Mutagenesis," Proceedings of the National Academy of Sciences 91, no. 23 (November 8, 1994): 11050–54.

١٨ Betsy A. Kohler et al., "Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975–2007, Featuring Tumors of the Brain and Other Nervous System," Journal of the National Cancer Institute 103, no. 9 (May 4, 2011), 1–23, table 5.

١٩ Kohler et al., "Annual Report," 12, table 6.

٢٠ Charles M. Rudin et al., "Treatment of Medulloblastoma with Hedgehog Pathway Inhibitor GDC-0449," New England Journal of Medicine 361, no. 12 (September 17, 2009): 1173–78.

٢١ Rudin, "Treatment of Medulloblastoma."

كاعتلال ليس أكثر إثارةً للقلق من أعراض شبيهة بالإنفلونزا قد يتحول إلى صداع، وتقيؤ، ودُوار، وفقدان التوازن، وما وُصف بأنه «نمط أخرق ومترنِّح للمشي».[٢٢]

وبالنسبة إلى كوران، كان الوَرَم الأرومي النُّخاعي في المقام الأول فكرة مجردة حتى التقى الأطفال الذين يُعالَجون بالفعل من هذا المرض. كان يعلم أن مآل المرض prognosis كان جيدًا نسبيًّا بالنسبة إلى معظم المرضَى؛ إذ يبلغ معدَّل البقيا لخمس سنوات نحو ٨٠ في المائة.[٢٣] وعلى أيِّ حال، فبالنسبة إلى بعض المرضَى يكون هذا السرطان راجعًا ومُميتًا. وحتى عندما تكون العلاجات ناجحة، فقد تكون تأثيراتها الجانبية مدمِّرة. عادةً ما تُتبع الجراحة ببثِّ الأشعَّة في أدمغة الأطفال السريعة التأثر. تحدَّث كوران إلى الجمهور قائلا: «لقد التقيتُ أحد الأطفال، وكان في سنِّ المراهقة،[٢٤] والذي ظلَّ خاليًا من المرض أكثر من خمس سنوات. كان في نحو السادسة عشرة من عمره، وكان أشقر الشعر أزرق العينين. كان يمازح الطبيب، لكنه بدأ يدرك أن بقية صفِّه يستمرون في التقدم في حين أنه لا يُحرز أيَّ تقدم. بدأ يدرك أن بقية حياته ستكون صراعًا رهيبًا بالنسبة إليه وإلى عائلته. إن العمل في المُختبَر لا يمنحك هذا النوع من المنظور. لم أستطع محوَ تلك الصور من مخيِّلتي.»

بدأ كوران البحث عن علاج أفضل، عن دواء يمكنه ضربُ السرطان في القلب بدون تلك الآثار المُنهِكة. توجَّه أولًا إلى رئيس مُختبَر الباثولوجيا في مستشفى سانت جود، وطلب وصولًا إلى بنك الأنسجة، وهو مستودع الأورام التي استُؤصِلَت من الأطفال على مرِّ السنين. لم يكُن هناك سوى خمسة أورام دماغية من أيِّ نوع، وبالتالي فقد كان عليه تجميع عيِّناته الخاصة. مرَّت خمس سنوات قبل أن يتوافر لديه ما يكفي منها لبدء تجاربه. وبحلول ذلك الوقت، ظهرت بحوث من مُختبَرات أخرى[٢٥] تشير إلى أن بعض الأورام الأروميَّة النُّخاعي، التي تبلغ نسبتها نحو عشرين في المائة من جميع الحالات،

---

[٢٢] "Medulloblastoma," American Brain Tumor Association website (2006), 6.

[٢٣] "Medulloblastoma," 17.

[٢٤] Curran, "Oncology as a Team Sport".

[٢٥] للاطِّلاع على لمحة عامة، انظر:

Ken Garber, "Hedgehog Drugs Begin to Show Results," Journal of the National Cancer Institute 100, no. 10 (May 21, 2008): 692–97.

تنتُج عن عيب جيني ينطوي على جين القنفذ سونيك. كان كوران يعرف قصة الحملان الصقلوبية،[٢٦] التي نشأت عيوبها الخِلقية عن أكل الزنابق التي تحتوي على مادة طبيعية — السايكلوبامين — تقمع مسار جين القنفذ. وعلى العكس من ذلك، فإن بعض أنواع السرطان، مثل سرطان الخلايا القاعدية والوَرَم الأرومي النُّخاعي، يبدو أنها تنتُج عن فرط نشاط جين القنفذ سونيك. يمكن لعقار السايكلوبامين، من الناحية النظرية، تصحيحُ تلك المشكلة ومن ثَم تقليصُ حجم الأورام.

وبالنظر إلى كون السايكلوبامين مادةً سامة، ومكلفة، ويصعُب التعاملُ معها، أراد كوران إيجاد بديل. كان يجلس في مقهًى بعد اجتماع حول علم الوراثيات والنماء الدماغي[٢٧] في تاوس، نيو مكسيكو، ناقش المشكلة مع حُجَّة بارز في إشارات جين القنفذ، والذي أخبر كوران ببعض المركَّبات الجديدة التي يجري تطويرُها من قِبَل شركة للتكنولوجيا الحيوية في ماساتشوستس لغرض محدَّد هو عرقلة مسار جين القنفذ عن طريق تعطيل بروتين يُسمَّى الملَّس smoothened. واصل كوران أبحاثه ليثبت[٢٨] أن هذه المادة تقلِّص حجم الأورام الأروميَّة النُّخاعية في الفئران، لكنها تثبِّط نموَّ العظام في القوارض الأصغر سنًّا[٢٩] أيضًا. أمَّا إذا كان الشيء نفسه يحدث في الأطفال فكان سؤالًا مفتوحًا، ولكنْ بالنسبة إلى المُصابين بالنمط الراجع recurrent من المرض، الذين يواجهون الموت المبكر، فإن الفوائد قد تستحقُّ المخاطرة. أُدرِج اثنا عشر منهم في تجربة سريرية، وبحلول الوقت الذي انعقدت فيه ورشة العمل في بوسطن، كانت هناك علامات على مأمونية الدواء الجديد،[٣٠] واسمه فيسموديجيب vismodegib، وأنه يكبت الأورام. كانت المرحلة الثانية من التجارب قد بدأت للتو، لكن الأمر سيحتاج إلى سنوات قبل أن

---

[٢٦] ذُكرت هذه القصة في الفصل السادس من هذا الكتاب.

[٢٧] Genetic Basis of Brain Development and Dysfunction, March 18–23, 200, Sagebrush Inn and Conference Center, Taos, New Mexico. The authority on hedgehog signaling was Andrew McMahon at Harvard University.

[٢٨] Justyna T. Romer, T. Curran, et al., "Suppression of the Shh Pathway Using a Small Molecule Inhibitor," Cancer Cell 6, no. 3 (September 2004): 229–40.

[٢٩] Garber, "Hedgehog Drugs Begin to Show Results."

[٣٠] "Experimental Targeted Therapy Shows Early Promise Against Medulloblastomas," St. Jude Children's Research Hospital website, June 5, 2010.

يصير العلاج جاهزًا لدراسته من قِبَل إدارة الغذاء والدواء (تمَّت الموافقة عليه أخيرًا لعلاج سرطان الخلايا القاعدية،[٣١] وجارٍ أيضًا اختبارُه لعلاج بضعة أنواع أخرى من السرطان).

فيسموديجيب لعلاج الوَرَم الأرومي النُّخاعي، وفيمورافينيب لعلاج الوَرَم الميلانيني. كانت الأسماء، التي تُظهر تشابهًا غريبًا، تبدو كأنما لفظتها آلة لخلط الأجزاء المكوِّنة للعبة السكرابل.[٣٢*] بيدَ أنها ليست خاليةً من المعنى؛ فاللاحقة -degib تشير إلى مثبِّط إشارات جين القنفذ، ويأتي الحرفان vi من «الرؤية» vision، فالدواء «مستقبلي التوجُّه»، كما أخبرني المتحدث باسم شركة جينينتيك، أمَّا الحروف smo فمُشتقَّة من البروتين الملَّس. أمَّا بالنسبة إلى عقار فيمورافينيب، فإن الحروف vemu تشير إلى الطفرة BRAF V600E في حين تعني rafenib مثبِّط الجين raf. لكن البادئات prefixes، وأحيانًا الحروف المزيدة infixes (أي المقاطع الموجودة في وسط الكلمة)، كثيرًا ما تكون تلفيقاتٍ اعتباطية. تقترح شركات الأدوية الأسماء ومن ثَم تقديمها لهيئة تُعرف باسم مجلس الولايات المتحدة للأسماء المعتمَدة،[٣٣،٣٤*] وهي الجهة المنوطة باتخاذ القرار النهائي. وقد أخبرني أحد الباحثين بأن الشركات تختار أسماء جنيسة generic names صعبة النطق، مثل فيمورافينيب، حتى يعتمد الأطباء أسماءها التجارية الأكثر جاذبية بسهولة أكبر، مثل زيلبوراف Zelboraf في هذه الحالة، كما يُباع فيسموديجيب تحت اسم إريفيدج Erivedge. ومن جانبه، وصف خوسيه باسيلغا Baselga، وهو عالِم في مستشفى ماساتشوستس العام، أحدث النتائج المتعلقة[٣٥] بعقار تراستوزوماب trastuzumab، والمعروف باسم هيرسيبتين Herceptin، وهو دواء يبحث عن المستقبلة HER2 ويثبِّطها، ومن ثَم إيقاف الإشارات التي تعزِّز النمو السرطاني (تدلُّ اللاحقة -mab على أنه ضد

---

[٣١] "FDA Approval for Vismodegib," National Cancer Institute website.

[٣٢*] Scrabble: لعبة مشهورة يكوِّن اللاعبون فيها كلماتٍ من الحروف حيث يكون لكل حرف قيمة تجري إضافتُها وتُستخدَم لإحراز اللعبة. (المترجم)

[٣٣] للتعرُّف على طريقة لتفسير الأسماء الجنيسة للأدوية، انظر:
"USAN Stem List," American Medical Association website.

[٣٤*] United States Adopted Names Council.

[٣٥] José Baselga, keynote (untitled), Translational Cancer Research Workshop, Boston, October 17, 2010.

وحيد النسيلة،[٣٦*] وهو جُزيء مصمَّم لكي يحطَّ على هدف محدَّد). بيدَ أن ما يُطلَق عليه الآن اسم «الهيرسيبتين الفائق» أو إيمتانسين التراستوزوماب[٣٧] (T-DM1 اختصارًا)، يتجاوز ذلك التأثير بخطوة، إذ يحمل معه ذيفانًا خلويًّا cytotoxin، ومن ثَم يقوم بحقنه مباشرةً في الخلية الخبيثة، أيْ معالجة كيميائية يجري توصيلُها بالتحديد إلى حيث تريد، جُزيئًا تِلوَ الآخر. يتسم الذيفان في حدِّ ذاته بكونه سامًّا للجسم على نحوٍ خطير، ولكن عند تصويبه بمثل هذه الدقة، فهو يَعِدُ بالعمل كصاروخ باحث عن الحرارة ضدَّ الخلايا السرطانية الإيجابية للمستقبلة HER2.

يبدو الآن هذا شيئًا يشبه الدواء المعجزة، الذي يوفر معالجةً كيميائيةً قويةً دون كثير من الآثار الجانبية. وقد قال باسيلغا إن الهيرسيبتين وحده قد زاد بشكل كبير من معدَّل البقاء على قيد الحياة لدى مريضات المرحلة المبكرة من سرطان الثدي الإيجابيات للمستقبلة HER2؛ من ثلاثين في المائة قبل عشر سنوات إلى ٨٧٫٥ في المائة اليوم. وتوقَّع أن الهيرسيبتين الفائق، عند تناوله بالترافق مع دواء آخر يستهدف المستقبلة HER2، والذي يُعرف باسم بيرتوزوماب pertuzumab،[٣٨] يمكنه الوصول بهذه النسبة إلى أكثر من ٩٢ في المائة.

وبالنسبة إلى السرطان النقيلي، تصل المعدَّلات إلى أقلَّ من ذلك بكثير، لكن هنا أيضًا يوجَد أناس يأملون في حدوث معجزة. بعد سنتين ونِصف السنة من اجتماع بوسطن، صار البيرتوزوماب يُعرف باسم بريجيتا Perjeta،[٣٩] وهو منتَج آخر من شركة جينينتيك، وعند أخذه بالترافق مع الهيرسيبتين والمعالجة الكيميائية القديمة الطراز، ازدادت فترة البقاء على قيد الحياة الخالية من التفاقم، وهو الوقت الذي يسبق عودة الأورام أو وفاة المريض بنحو ستة أشهر. أمَّا بالنسبة إلى الهيرسيبتين الفائق فقد تواصل الانتظار. استُخدمت بعض النتائج الإيجابية المُستقاة من إحدى التجارب السريرية للضغط من أجل الحصول

٣٦* monoclonal antibody.

٣٧ Ion Niculescu-Duvaz, "Trastuzumab Emtansine, an Antibody-drug Conjugate for the Treatment of HER2+ Metastatic Breast Cancer," Current Opinion in Molecular Therapeutics 12, no. 3 (June 2010): 350–60.

٣٨ Cormac Sheridan, "Pertuzumab to Bolster Roche/Genentech's Breast Cancer Franchise?" Nature Biotechnology 29, no. 10 (October 13, 2011): 856–58.

٣٩ "FDA Approval for Pertuzumab," National Cancer Institute website, June 11, 2012.

على موافقة سريعة من إدارة الغذاء والدواء، كما استشاط بعض المرضَى غضبًا[٤٠] عندما أصرت الوكالة على انتظار[٤١] المرحلة الثالثة. وفي اجتماع حاشد خارج قاعة مجلس مدينة بوسطن،[٤٢] خاطبَت امرأة جرى تشخيصُها للإصابة بالمرحلة الرابعة من سرطان الثدي الإيجابي للمستقبلة HER2 قبل خمس سنوات، مجموعةً صغيرةً من الأشخاص — كثير منهم يرتدون قمصانًا وردية اللون — وطالبَت بإجراء تحقيق. وقالت: «ينبغي إشراك الأشخاص المُصابين بالمرض في هذه المناقشة، التي يجب ألَّا تقتصر على أشخاص يجلسون في برج عاجي يتخذون القرارات.» ربما كانت توقعاتهم أكثر من اللازم، فعندما نُشرت نتائج المرحلة الثالثة، كان أفضل ما يمكن أن يُقال بخصوص سرطان الثدي النقيلي إن الهيرسيبتين الفائق «يقلِّل من خطر تفاقُم السرطان[٤٣] أو الوفاة بنسبة ٣٥ في المائة». بيدَ أن الدواء لم يحصل على الموافقة في نهاية المطاف. ولكن بالنسبة إلى السرطانات الأكثر عدوانية، فإن أحدث التطورات لا تزال تُقاس بالشهور التي تُضاف إلى ما تبقَّى من حياة مبتورة.

وأثناء انتظار الوليمة التي تلَت حديث باسيلغا، تحدثتُ إلى باحثة من إحدى جامعات الجنوب عن حقيقة أننا كنا خلال الشهر الوطني للتوعية بسرطان الثدي وعن كل الاهتمام الذي استحوذ عليه والأموال التي تُجمَع. أخبرتني بأنه بوسعها أن تتفهم بسهولة سبب أنه من بين جميع الأورام الخبيثة، فإن سرطان الثدي يعزف على هذا الوتر العاطفي العميق، ليس فقط لأنه واحد من أكثر السرطانات شيوعًا، بل لأن سرطان الثدي يمثِّل اعتداءً على الأنوثة والنشاط الجنسي للنساء، والأعمق من ذلك كله، على الأمومة. لكنها بدَت

---

[٤٠] Robert Weisman, "Limits on Test Drugs Add to Patients' Ordeals," Boston Globe, January 5, 2011.

[٤١] Martin de Sa'Pinto and Katie Reid, "FDA Puts Brakes on Roche, ImmunoGen Cancer Drug," Reuters, August 27, 2010.

[٤٢] حدث ذلك بتاريخ ٦ ديسمبر ٢٠١١م.

[٤٣] Media release, June 3, 2012, Roche website. Also see Lisa Hutchinson, "From ASCO— Breast Cancer: EMILIA Trial Offers Hope," Nature Reviews Clinical Oncology 9, no. 8 (August 1, 2012): 430.

وُوفِق عليه من قِبَل إدارة الدواء والغذاء بتاريخ ٢٢ فبراير ٢٠١٣م، ويجري تسويقُه تحت اسم كادسيلا Kadcyla.

أيضًا غيورةً قليلًا، فمن النتائج غير المقصودة للحماس المتمثل في ارتداء الشريط الوردي، نجد تحويل الأنظار عن السرطانات الأكثر ندرة. كان تخصُّصها البحثي هو سرطان البنكرياس، الذي يُظهر نسبةً متدنيةً على نحوٍ مُحبِط من البقاء على قيد الحياة، وكثيرًا ما لا ينطوي على أيِّ أعراض. «قد تُراجع الطبيب لشعورك بعُسر هضم وتُفاجأ بمعرفة أن لديك ثلاثة أشهر فقط لتعيشها.» ومن بين الأمثلة الأخرى على السرطانات المهمَلة، نجد سرطانة الرحم الحليمية المَصلية UPSC، تلك التي أصابت نانسي.

لقد ظهرت ثقافة كاملة حول سرطان الثدي، أمَّا الكاتبة باربرا إهرينرايتش Ehrenreich، وهي إحدى ضحايا المرض، فقد اعتبرت تلك الثقافة ضربًا من الطوائف الدينية، وترى أنه يستهين بالحالة نفسها، كأن سرطان الثدي هو درب آخر من دروب الحياة، أو شيء يمكنك التعايشُ معه مثل سنِّ الإياس (انقطاع الطمث) أو الطلاق. وكما كتبت، فليس بإمكانك ارتداءُ ملابس وردية اللون فقط، بل يمكنك ارتداءُ الإكسسوارات أيضًا، مثل المجوهرات الوردية المصنوعة من حجر الراين rhinestone. يُقال لك إن المعالجة الكيميائية تُنعِّم وتشدُّ الجلد،[٤٤] وتساعدك على خسارة الوزن، وإن الصلع هو شيء يتعين الاحتفال به، وإن محصولك الجديد من الشَّعر «سيكون أكثف، وأكثر نعومة، وأسهل في العناية به، وربما يضفي لونًا جديدًا مُدهشًا».

أمَّا بالنسبة إلى هذا الثدي المفقود، فبعد عملية الاستبناء الجراحي reconstruction، لماذا لا نجعل الآخر مشابهًا للأول؟ من بين أكثر من ٥٠ ألف مريضة يخضعن لاستئصال الثدي mastectomy ويُخترن إجراء عملية الاستبناء في كل عام، فإن ١٧ في المائة يمضين قُدمًا، غالبًا بناءً على طلب من الجراحين المعالجين لهن، لإجراء جراحة إضافية تجعل الثدي المتبقي «متوافقًا» مع الهيكل الجديد الأكثر انتصابًا وربما الأكبر حجمًا، والموجود على الجانب الآخر.

في البداية، بدَت انتقادات إهرينرايتش قاسيةً بالنسبة إليَّ، فبالإضافة إلى توفير السلوى وجمع الأموال للبحوث، يتمثل الأمل في جعل عدد أكبر من النساء يتوجَّهن إلى العيادات

---

٤٤ Barbara Ehrenreich, “Welcome to Cancerland,” Harper’s Magazine, November 2001. Gayle A. Sulik, Pink Ribbon Blues: How Breast Cancer Culture Undermines Women’s Health (New York: Oxford University Press, 2011).

لإجراء تصوير الثدي بالأشعَّة السينية سنويًّا، لكن عدد الأرواح التي ينقذها ذلك الإجراء[٤٥] لم يعد واضحًا. يجري تشخيصُ مزيد من السرطانات اللابدة in situ — وهي الأورام الصغيرة والبطيئة النمو، والتي تنتمي إلى «المرحلة الصفرية» التي يرجَّح أن تتغلب عليها النساء من دون علاج. لكن أعنف أنواع السرطان قد تظهر فجأةً — ربما في غضون أيام بعد إجراء المرأة لفحص الثدي السنوي بالأشعَّة السينية — ويمكنها أن تتوسع دون هوادة إلى درجة أنها كثيرًا ما تستعصي على الاكتشاف قبل أن تخرج عن السيطرة. وخلصت دراسة وبائية حديثة أُجريت على ٦٠٠ ألف امرأة[٤٦] إلى أنه «ليس من الواضح ما إذا كان ذلك الفحص يفيد أكثر مما يضر». فمقابل كل حياة يتمكن من إطالتها، سيُعالَج عشر نساء دون داعٍ، ولكن ليست هناك طريقة للتحديد المسبق لهُويَّة أولئك النسوة. يواجه الرجال المُعضِلة نفسها فيما يتعلق بأكثر أنواع السرطان شيوعًا لديهم، وهو سرطان البروستاتة. يمكن أن توفر اختبارات الدم للمستضدِّ النوعي للبروستاتة (PSA) إنذارًا مبكرًا، لكنها تؤدِّي بدورها إلى عدد مُقلق[٤٧] من الخزعات biopsies والعمليات الجراحية التي لا لزوم لها. وكما هي الحال مع سرطانات الثدي اللابدة، يمكن لسرطان البروستاتة أيضًا أن يظلَّ كامنًا من دون أن يسبِّب أذًى طوال عقود. عند تشريح ما بعد الوفاة، وُجد أن نحو سبعين في المائة من الرجال في العقد الثامن من عمرهم،[٤٨] والذين تُوفُّوا

---

[٤٥] لمزيد من المعلومات حول الجدل المتعلق بعلاج سرطان الثدي، انظر:

Robert A. Aronowitz, Unnatural History: Breast Cancer and American Society (Cambridge: Cambridge University Press, 2007); and David Plotkin, "Good News and Bad News About Breast Cancer," The Atlantic, June 1998.

[٤٦] P. C. Gøtzsche and M. Nielsen, "Screening for Breast Cancer with Mammography," The Cochrane Library 4 (2009). A summary was published on the Cochrane website April 13, 2011.

[٤٧] Timothy J. Wilt et al., "Radical Prostatectomy Versus Observation for Localized Prostate Cancer," New England Journal of Medicine 367, no. 3 (2012): 203–13. Also see G. Sandblom et al., "Randomised Prostate Cancer Screening Trial: 20 Year Follow-up," BMJ: British Medical Journal 342 (March 31, 2011): d1539.

[٤٨] للاطِّلاع على لمحة عامة عن دراسات تشريح الجثث، انظر:

Richard M. Martin, "Commentary: Prostate Cancer Is Omnipresent, but Should We Screen for It?" International Journal of Epidemiology 36, no. 2 (April 1, 2007): 278–81.

لأسباب أخرى، مصابون بسرطان البروستاتة الذي ربما لم يكونوا على علم بوجوده. إن الرجل الذي تجعله الجراحة عاجزًا جنسيًّا ومصابًا بسلس البول قد يتساءل عمَّا إذا كان من الأفضل له لو قاوم الضغوط التي مُورِسَت عليه لإجراء الاختبار. وكما هي الحال مع سرطان الثدي، فإن الدعاية الصاخبة — الحسنة النية في كثير من الأحيان، ولكنها موجَّهة أيضًا بدافع الربح — قد تعرَّضَت للانتقاد بسبب الإفراط في إبراز قيمة التشخيص المبكر. أصبحت الاستادات الرياضية أماكن رائجة لتجنيد المؤيدين؛ فقد صار أطباء المسالك البولية يقدِّمون تذاكر مجانية[٤٩] في مقابل زيارة عياداتهم، كما يعلنون عن خدماتهم على لوحات الإعلانات الموجودة في حلبة اللعب. وقد وضع طبيب من فلوريدا إعلاناتٍ على عبوات مزيل الرائحة الموجودة بداخل المباول في الحمامات العامة: «هل تريد زيادة تدفُّق البول في المبولة؟» من شأن جراحة البروستاتة أن تزيد تدفُّق البول، لكن ذلك قد يكون أكثر مما تريد. وبعد الاجتماع الذي انعقد في فندق باركر هاوس، عدتُ إلى فندقي، وهو أحد فروع سلسلة هوارد جونسون، الذي كان ملاصقًا تقريبًا لملعب فينواي بارك. كانت الجدران والسجاد تنضح برائحة النيكوتين الممتص من أجيال من مشجِّعي فريق ريد سوكس. تساءلتُ عن عدد أولئك منهم الذين توجَّهوا من الملعب بما يحتويه من الدخان ما بعد الثانوي[٥٠*] إلى طبيب المسالك البولية لإجراء اختبار البروستاتة. كنتُ قد اخترتُ ذلك المكان لأنه قريب من مركز دانا-فاربر، حيث كان لديَّ موعد لمقابلة فرانشيسكا ميكور Michor، التي اختِيرَت أخيرًا كواحدة من بين «الأفضل والألمع»[٥١] من قِبَل مجلة إسكواير Esquire، كما وُصفت بأنها «إسحاق نيوتن البيولوجيا». حصلت ميكور على درجة الدكتوراه من جامعة هارفارد في علم البيولوجيا التطوري، وكان عنوان أطروحتها

---

[٤٩] مصدر الأمثلة هو:

Gary Schwitzer, "Cheerleading, Shibboleths and Uncertainty," a presentation on April 23, 2012, Science Writing in the Age of Denial, University of Wisconsin, Madison, WI.

جرى توفيرُ مثال المباول إلى شفايتزر من قِبَل إيفان أورانسكي، وهو المحرِّر التنفيذي لموقع Reuters Health.

[٥٠*] Third-hand smoke: يشير مصطلح «الدخان ما بعد الثانوي» إلى الدخان المتبقِّي من السيجارة بعد إطفائها وانقشاع دخان التبغ الثانوي من الهواء. (المترجم)

[٥١] Tom Junod, "Franziska Michor Is the Isaac Newton of Biology," Esquire, November 20, 2007.

«الديناميات التطورية للسرطان». وبعد كل الحديث عن العلوم الترجمية، كان ما أتوقع معرفة مزيد عنه الآن هو أكثر الأبحاث نظرية، التي تحظى بأهمية بالغة لفهم ظاهرة السرطان، لكنها تبعد كثيرًا عن التطبيق العيادي.

إن التباين العشوائي والانتقاء الطبيعي هما القوتان الدافعتان للسرطان وكذلك للحياة، كما كانت ميكور تدرس تلك العملية بواسطة نماذج رياضية. نحن نفكر في بازلاء مندل وعصافير داروين، لكن العلم الكَمِّي للوراثيات السكانية population genetics هو الذي جعل أفكارنا الحالية عن التطور — أيْ نظرية الاصطناع التطوري الحديث[٥٢*] — ترسِّخ أقدامها. كان الاعتقاد بأن التطور قد حدث بالفعل — الأمر الذي سرعان ما اتضحت معالمه — هو موضوع قائم بذاته، لكن هل يمكن لتراكم طفرات متفرقة صغيرة أن يؤدِّي حقًّا إلى ظهور أنواع جديدة، وإلى التغيرات التدريجية السلسة ظاهريًّا للتطور؟ أظهر علماء الوراثيات السكانية باستخدام معادلاتهم أن هذا الأمر ممكن الحدوث، وبحلول ثلاثينيات العقد العشرين كانت نظرية الاصطناع الحديث قد ترسَّخت جذورُها. ومن خلال تطبيق المنهج الإحصائي على السرطان، اكتشف الباحثون في عقد الخمسينيات بعض القرائن المبكرة[٥٣] على أن الأورام، مثل المخلوقات الأرضية، تتطور أيضًا عن طريق تراكم الطفرات.

وبينما كانت تجلس في مكتبها، وصفت ميكور كيف يدرك علماء البيولوجيا التطورية والرياضيات بعض الخصائص المميزة للسرطان. تُمكِّننا الثورة الجارية في السَّلْسَلَة الجينية genetic sequencing من قراءة القائمة الطويلة من التغيرات التي تحدث في الخلايا السرطانية، بل حتى تحميلها على شبكة الإنترنت. لقد اندهش العلماء من الحجم الهائل للأرقام، الذي قد يصل إلى الآلاف. وعلى أيِّ حال، فمن المرجَّح ألا يكون معظم هذه

٥٢* modern evolutionary synthesis.

٥٣ انظر، على سبيل المثال:

J. C. Fisher, “Multiple-Mutation Theory of Carcinogenesis,” Nature 181 (March 1, 1958): 651–52; P. Armitage and R. Doll, “The Age Distribution of Cancer and a Multi-stage Theory of Carcinogenesis,” British Journal of Cancer 8 (1954): 1–12; and C. O. Nordling, “A New Theory on the Cancer-inducing Mechanism,” British Journal of Cancer 7, no. 1 (March 1953): 68–72.

أكثر من طفرات «متطفلة» hitchhiker أو «راكبة» passenger.[٥٤] إن الخلية السرطانية هي خلية تتطافر بعنف خارج عن السيطرة، لكن العديد من الطفرات لا تُسهم بشيء في تطور الوَرَم، لكنها تُنقَل ببساطة إلى الجيل التالي. ويتمثل التحدي هنا في غربلتها جميعًا ومن ثَم تحديد الطفرات الموجَّهة. كان مُختبَر ميكور يعمل على نموذج لتطور السرطان، والذي تأمل في أن يساعد في تحقيق ذلك، كما كانت تدرس الأورام في مراحل مختلفة من تطورها وتحاول معرفة ترتيب وقوع الطفرات.[٥٥] هل تتعرض الجينات الوَرَمية للطفرات قبل كابتات الأورام، أم أن العكس هو الصحيح؟ ربما يسبق الخطوتين تلف جين ضروري لإصلاح الدنا DNA، أو ربما أنه لا يوجَد مسار وحيد يمكن للخلايا السرطانية أن تتبعه، بل العديد من المسارات المختلفة. قد تؤدِّي معرفة تاريخ الأورام إلى التوصل إلى علاجات أكثر فاعلية؛ فإذا كانت طفرةً معيَّنةً تميل إلى الظهور في وقت مبكر، فستكون هي الطفرة المستهدفة. وعلى الرغم من كل بريقها وجاذبيتها المجردة، فقد كانت أبحاث ميكور في معظمها تتعلق بروح البحوث الترجمية، حيث لا يبعد مصير المرضَى عن تفكيرها كثيرًا.

وفي ورقة بحثية أخرى نُشرت أخيرًا، تدبَّرَت ميكور وبعض زملائها كيف يمكن لأطباء الأورام الاستفادة من البيولوجيا التطورية لفهم الكيفية التي تتغلب بها الخلايا السرطانية بمثل هذه السرعة على العقبات[٥٦] التي تُلقَى في طريقها. ووفقًا لمفهوم يُعرف باسم التوازن المنقَّط punctuated equilibrium، الذي روَّج له عنها اختصاصيًّا علم الأحافير، نايلز إلدريدج Eldredge وستيفن جاي غولد Gould، فإن الحياة لا تتطور دائمًا بخطًى ثابتة. فبعد فترات طويلة من الهدوء، قد تكون هناك هبَّات من الابتكار الوراثي؛ هل هذا هو ما يوجِّه السرطان عندما — بعد أن يظلَّ كامنًا لفترة من الوقت، يقوم فجأةً ببثِّ النقائل إلى منطقة جديدة أو يطور القدرة على مقاومة أحدث أدوية المعالجة الكيميائية؟

---

٥٤ Ondrej Podlaha, Franziska Michor, et al., “Evolution of the Cancer Genome,” Trends in Genetics 28, no. 4 (April 1, 2012): 155–63.

٥٥ Camille Stephan-Otto Attolini, Franziska Michor, et al., “A Mathematical Framework to Determine the Temporal Sequence of Somatic Genetic Events in Cancer,” Proceedings of the National Academy of Sciences 107, no. 41 (October 12, 2010): 17604–9.

٥٦ Podlaha, Michor, et al., “Evolution of the Cancer Genome.”

وكذلك تُستخدم الأفكار المستمَدَّة من الرياضيات وعلم البيولوجيا التطورية لإظهار كيف يمكن فهمُ السرطان عن طريق نظرية الألعاب game theory، التي وُضِعَت أصلًا لإيجاد استراتيجيات مُثلى للحروب. ومن بين الدروس التي تظهر أمامنا، نجد أنه سواء في ساحة المعركة وفي المحيط الحيوي، فمن المفيد أحيانًا أن يتعاون الخصوم.[٥٧] وقد أشار روبرت أكسلرود Axelrod، وهو باحث في العلوم السياسية، إلى الكيفية التي يمكن بها تطبيقُ ذلك[٥٨] على الخلايا السرطانية المتنافسة. يبدو أن تطور الأورام يمثل وضعًا يحصل فيه الفائز على كل شيء. مع انقسام الخلايا وتعرُّضها للطفرات، تحظى إحدى السلالات lineage باليد العليا، وتكتسب العلامات المميزة للسرطان، في حين تتساقط السلالات الأخرى على طول الطريق. يبدو ذلك كأنه خُطة قتالية غير فعَّالة على الإطلاق، ولذلك فقد اقترح أكسلرود بديلًا: قد تُطور بعض الخلايا السرطانية قدرةً على التعاون. تصوَّر خليتين تقبعان جنبًا إلى جنب. ومن خلال طفرة عفوية، يمكن للخلية الأولى أن تُنتج مادةً قويةً تحفِّز نموها الخاص. أمَّا الخلية الأخرى فتفتقر إلى تلك المقدرة، ولكنْ بسبب قربها، فهي تتعرض بدورها لتلك المادة، وبالتالي فهي تستمر بدورها في الازدهار. وفي أثناء قيامها بذلك، فقد تتعلم كيفية تصنيع منتَج مختلف تفتقر إليه الخلية الأولى. ستستمر كلتاهما الآن في الازدهار، على الأقلِّ فترة من الوقت. وفي نهاية المطاف، قد تستولي على القمة سلالةٌ ما، لكن الوَرَم يستطيع في الوقت نفسه أن يتوسع بمعدَّل لم يكُن بالإمكان تحقيقُه بخلاف ذلك.

وبعد فترة قصيرة من رحلتي إلى بوسطن، كنت أجلس لحضور عرض تقديمي وصفت فيه حركة «قِف في مواجهة السرطان» رؤيتها للبحوث الترجمية، إضافةً إلى تقديم بعض فِرَق الأحلام التابعة لها. كانت قاعة المحاضرات مملوءة، كما مُنع المتأخرون من الدخول. وجدت مكانًا للوقوف في الخلف وشاهدت شريط فيديو أُنتِج بشكل بارع، والذي

---

٥٧ إن الورقة البحثية الكلاسيكية هي:
R. Axelrod and W. D. Hamilton, "The Evolution of Cooperation," Science 211, no. 4489 (March 27, 1981): 1390–96.

٥٨ Robert Axelrod, David E. Axelrod, and Kenneth J. Pienta, "Evolution of Cooperation Among Tumor Cells," Proceedings of the National Academy of Sciences 103, no. 36 (September 5, 2006): 13474–79.

صرَّحَت فيه امرأة شابة تُجري أبحاثًا على السرطان في جامعة ولاية نورث كارولينا بالشعار التالي: «لا يزداد السرطان ذكاءً،[٥٩] لكننا نفعل ذلك.» لأول وهلة، بدَا ذلك خطأً بالنسبة إليَّ. فبداخل الجسم، فإن الخلايا السرطانية — المتنافسة، وربما المتعاونة — تقوم باستمرار باكتساب مواهب جديدة، فهي تطور القدرة لتحريض تولُّد الأوعية الدموية، ومقاومة الموت الخلوي المبرمَج، ومكافحة الجهاز المناعي، وكل شيء آخر يلقي به الجسم عليها.

وبمجرد أن يبدأ العلاج، فهي تتعلم مراوغة أذكى العقاقير التي أمكن للبشر اختراعُها. ولا عجب أن كان التحسُّن في معدَّلات البقاء على قيد الحياة بمثل هذا البطء. ولكن هناك حدٌّ لتعلُّم السرطان؛ ففي نهاية المطاف، سيموت إما السرطان وإما المريض نفسه، وفي كلتا الحالتَين سيتوقف المسار التطوري. وبالتالي، فإن السرطان التالي يجب أن يبدأ من نقطة الصفر.

ولكن ماذا إذا تمكَّن السرطان من التحرُّر من قيوده؟ فكرتُ في عدد صدر أخيرًا من مجلة هاربرز Harper's Magazine. كان الغلاف يُبرز عبارة «السرطان المُعدي»، مع رسم لوحش خيال — يتألف من أجزاء من طائر، وحصان، وزاحف، وإنسان — يرقص بجنون في حين يُفصِح وجهه ذو الأسنان الناتئة عن نظرة قاتلة. كانت هذه لوحةً للفنان السريالي ماكس إرنست Ernst، التي ترافق مقال لديفيد كوامين Quammen، وهو واحد من أفضل كتَّاب الطبيعة اليوم، والذي ركز على مرض اكتُشف في منتصف تسعينيات القرن العشرين في جزيرة تسمانيا، والذي يُطلَق عليه اسم مرض الوَرَم الوجهي الشيطاني. سرعان ما اتضح أن الأورام — التي يمثِّل كلٌّ منها «كتلة قبيحة، مستديرة ومنتفخة،[٦٠] مثل دُمَّل ضخم» — كانت تنتقل من أحد حيوانات الشيطان التسماني Tasmanian devil إلى الآخر. لم يكُن ذلك ناتجًا عن عدوى فيروسية. عندما يعضُّ أحد تلك المخلوقات الشرسة وجهَ آخر، يجري نقلُ الخلايا السرطانية. كان هذا سرطانًا تطور

[٥٩] The Stand Up to Cancer presentation was at the 2011 Annual Meeting of the American Association for Cancer Research, Orlando, FL, April 2–6. The scientist quoted is Angelique Whitehurst.

[٦٠] David Quammen, "Contagious Cancer: The Evolution of a Killer," Harper's Magazine, April 2008.

بحيث يمكنه الانتقالُ إلى مضيف آخر. ومن خلال طرق السَّلْسَلَة الجينومية، تتبَّع العلماء منذ ذلك الحين مَنشأ السرطان[٦١] إلى أنثى واحدة — هي «الشيطانة الخالدة»[٦٢] — التي يمكن العثورُ على الدنا الطافر الخاص بها في جميع الأورام.

ثمة سرطان مُعدٍ آخر في المملكة الحيوانية، وهو الوَرَم التناسلي الساري في الكلاب.[٦٣*] ومرةً أخرى، لا ينتشر هذا الوَرَم عن طريق العدوى بل عن طريق التبادل المباشر للخلايا السرطانية. وفي حيوانات الهمستر hamsters،[٦٤] يمكن أن تنتقل ساركومة مختلفة عن طريق الحقن من حيوان إلى الآخر حتى يتعلم الوَرَم المتطور تنفيذ عملية الانتقال من تلقاء نفسه، كما يمكنه أيضًا أن ينتقل بين حيوانات الهمستر عن طريق البعوض.

وقد وصف كوامين ثلاث حالات وقعت في البشر — وجميعهم من المهنيين الطبيين — انزرعت فيها خلايا سرطانية من أحد المُختبَرات أو المستشفيات في أحد الجروح. وفي إحدى الحالات، أُصيبَت امرأة شابَّة، وخزت نفسها بمِحقَنة syringe في يدها، بسرطان القولون. وتُوفِّي طالب بكلية الطبِّ بسرطان نقيلي بدأ عندما وخز نفسه بعد سحب السائل من مريضة بسرطان الثدي. انتهت تلك النقائل في جسد المتلقي، ولكن ليس من المستحيل أن ينشأ السرطان في البرية، والذي تعثَّر في أحد المسارات التطورية مما سمح له في نهاية المطاف بالقفز من شخصٍ إلى آخر. وبالنسبة إلى سرطان من هذا القبيل، يمثِّل التعلُّم رحلةً ليست لها نهاية، فسيستمر في التطور في أثناء انتشاره في جميع أرجاء الأرض. وخطوةً بخطوة، فإنه يصبح أكثر ذكاءً.

---

٦١ Elizabeth P. Murchison et al., “Genome Sequencing and Analysis of the Tasmanian Devil and Its Transmissible Cancer,” Cell 148, no. 4 (February 17, 2012): 780–91.

٦٢ Ewen Callaway, “Field Narrows in Hunt for Devil Tumour Genes,” Nature, News and Comment, published online February 16, 2012.

٦٣* canine transmissible venereal tumor.

٦٤ W. G. Banfield et al., “Mosquito Transmission of a Reticulum Cell Sarcoma of Hamsters,” Science 148, no. 3674 (May 28, 1965): 1239–40.

الفصل الثالث عشر

احذر العدو

في يوم شتوي صافٍ، قُدت سيارتي عبر الطريق المتعرج الذي يصل إلى قمة جبل ساندیا، الذي يلوح في الأفق على ارتفاع ١٠,٦٧٨ أقدام فوق مدينة ألبوكيركي، للتمتُّع بعض الوقت في ظلال الغابة الفولاذية Steel Forest، وهي منصَّة كثيفة من هوائيات البثِّ والموجات المكروية الوامضة التي تعمل كمحور لقطاع الاتصالات بولاية نيو مكسيكو وولايات الجنوب الغربي. إن الموجات المكروية (الميكروويف microwaves) هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الضعيف الذي يقبع في النصف السفلي من الطيف، أعلى بقليل من موجات البثِّ الإذاعي وأدنى من الموجات الحرارية وألوان الضوء. وبسبب الحجم الصغير للموجات — إذ يتراوح عرضُها بين نِصف بوصة وقدم — فهي تتركز بسهولة في صورة حُزَم بواسطة الهوائيات الطبقية، وتُستخدَم لنقل البرامج التلفازية، والمكالمات الهاتفية البعيدة المدى، وغيرها من المعلومات، من برج إلى برج، وصولًا إلى الأقمار الصناعية التي تدور في السماء.

تنقل الهواتفُ الخلوية وأجهزةُ الإنترنت اللاسلكية الموجاتِ المكرويةَ وتلتقطها أيضًا، كما أن مدينة سانتا قد أصبحَت في الآونة الأخيرة نقطة التقاء للأشخاص الذين يؤمنون بأن هذه الانبعاثات تسبِّب أورام الدماغ وأمراضًا أخرى، وقد أدلَوا بشهاداتهم في العديد من جلسات الاستماع في محاولة لحظر الاتصالات اللاسلكية في المكتبة العامة وقاعة مجلس المدينة. وهم يعارضون كل تصريح جديد لبناء برج للهواتف الخلوية، حتى الصغيرة منها، التي تُركَّب في أبراج الكنائس، والتي لا يمكن لأحد أن يراها، غيرَ أنهم يعلمون بوجودها بسبب انبعاثاتها، أو هكذا كانوا يعتقدون. قاضَى أحد سكان سانتا الساكنة المجاورة له بدعوى تسميمه عن بُعد باستخدام هاتف الآيفون iPhone الخاص بها، كما أن فيزيائيًّا يعيش في لوس ألاموس يظهر أحيانًا في العلن وهو يرتدي قلنسوةً تشبه

المزردة chain mail لحمايته. ولعلمه بأنني كنت متشككًا في أن الجرعات الضئيلة من الموجات المكروية التي يتلقاها الجمهور يُحتمَل أن تكون ضارة، فقد عرض عليَّ تحدِّيًا: «توجَّه إلى الجبل، واقضِ ساعةً أو ساعتين بين الهوائيات، وانظر فيما إذا كان الأسبرين سيشفيك من الصداع[١] الذي يرجح أن يصيبك، وانظر إذا كان بوسعك النوم في تلك الليلة من دون دواء.»

بعد أن وصلت إلى القمة، تجولت في الأنحاء وافتتنتُ بالمناظر الطبيعية التي لا نهاية لها، وشاهدتُ المعروضات في متجر لبيع الهدايا وحفل زفاف صغيرًا في الهواء الطلق. وجلست لفترات طويلة من الزمن، حيث كنتُ أقرأ كتابًا عن الهستيريا الجماعية[٢] والمخاوف الصحية. بدَا لي أن المخاوف المتعلقة بالهواتف الخلوية تُعَدُّ مثالًا ممتازًا على ذلك، إذ تمثِّل حالةً من الميمات memes القابلة للانتقال، وهي جوهر صلب لا يمكن اختراقُه من العلوم الشعبية، والذي ينتقل من عقل إلى عقل مع قليل من التدبُّر. وطوال الوقت، كنتُ أحمل في يدي مقياسًا للموجات المكروية كنت قد اشتريتُه للتأكد من أنني أتعرَّض لجرعة لا تقلُّ عن مِلِّي واط milliwatt واحد لكل سنتيمتر مربَّع، وهو الحدُّ الأدنى الذي وضعَته لجنة الاتصالات الاتحادية[٣] لما تعتبره التعرُّض الآمن خلال فترة زمنية مقدارُها ٣٠ دقيقة

---

[١] وصفتُ رحلتي إلى ساندیا كريست والموقف في سانتافي في:

"On Top of Microwave Mountain," Slate, April 21, 2010.

[٢] Elaine Showalter, Hystories: Hysterical Epidemics and Modern Media (New York: Columbia University Press, 1997).

[٣] Federal Communications Commission, "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields," OET Bulletin 65 (August 1997): 67.

انظر الجزء «ب» من الجدول ١ (الحد الأقصى للتعرُّض المهني هو ٥ ملِّي واط/سم٢ لمدَّة ٦ دقائق):

"Limits for Maximum Permissible Exposure (MPE)," for 1,500–100,000 Mhz.

لمزيد من المعلومات، انظر:

FCC "Questions and Answers About Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields," OET Bulletin 56, 4th ed. (August 1999).

يجري قياسُ التعرُّض للهاتف الخلوي أيضًا بالواط لكل كيلوغرام، وهو معدَّل امتصاص الجسم لطاقة التردُّد الراديوي.

(تشرق الشمس علينا بنحو ١٠٠ مِلِّي واط لكل سنتيمتر مربَّع).[٤] أمَّا دُعاة مكافحة الاتصالات اللاسلكية فيتعبرون أن معيار لجنة الاتصالات الاتحادية مرتفع للغاية، وأنه أكبر بعِدَّة أضعاف مما يستطيع الدماغ أن يتحمله. وبعد ساعتين، قُدت سيارتي عائدًا إلى المنزل واستيقظتُ في صباح اليوم التالي وأنا أشعر بصحة جيدة. وبطبيعة الحال، فقد تمرُّ عقودٌ من الزمن قبل أن أعرف بما إذا كان ذلك التعرُّض قد زرع وَرَمًا في دماغي. وإذا كان الأمر كذلك، فسيكون ذلك قد جرى عبر وسائل غير معروفة للعلم فقط عندما تصل إلى قمة الطيف — أيْ أقصى تردُّدات الأشعَّة فوق البنفسجية، تليها الأشعَّة السينية وأشعَّة غامَا — فقد ثبت أن الأشعَّة تكون مُسرطِنة. وكلما ارتفع التردُّد، زادت الطاقة، تناقص حجم الموجات وصارت أشدَّ قَطْعًا. ولكونها تُقاس بأجزاء المليار والترليون من المتر، فهذه هي الأشعَّة التي يمكنها أن تنحشر عبر الخلايا، وتنتزع الإلكترونات من الذرات ومن ثَم تتلف الدنا. أمَّا الأشعَّة الكليلة، مثل الموجات المكروية، فلا يمكنها أن تسبِّب الضرر إلا عن طريق هزهزة وتسخين الأنسجة، وهي الطريقة التي تغلي بها أفران الميكروويف الماء وتطهو اللحوم. غيرَ أن الهاتف الخلوي وانبعاثات الإنترنت اللاسلكية أضعف بكثير من أن تقوم حتى بذلك. وإذا كانت مسبِّبةً للسرطان، فلا بدَّ أن ذلك يحدث بطرق أكثر دهاء. يمكن للحقول الكهرومغناطيسية، والتي تشمل الموجات المكروية، أن تؤثر في حركة الجُسيمات المشحونة. وفي الكائنات الحية، تتدفق داخل الخلايا وخارجها تياراتٌ من الأيونات المشحونة — الكالسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والكلوريد — وبالتالي، فربما أن تمويج rippling هذه التيارات وفقًا لإيقاع خاص يستثير سلوكًا خبيثًا على نحوٍ ما، وبالتالي يعرقل مسارًا خلويًّا حيويًّا عن طريق تضخيمه أو إخماده. من الممكن تصوُّر أن تقوم التذبذبات بكبت الجهاز المناعي أو أن تكون لها تأثيرات فوق جينية، ومن ثَم تفعيل المَثْيَلَة methylation أو ثمة تفاعل كيميائي آخر، والذي يمكنه التأثير في نواتج الجينات دون إحداث طفرات مباشرة في الدنا.

لكن كل ذلك لا يعدو كونه تخمينًا، فليست هناك نهاية للأبحاث المُختبَرية التي تحاول استقصاء الكيفية التي يُحتمَل أن تؤثر بها الموجات على الانقسام الفتيلي، وتعبير الدنا، والوظائف الخلوية الأخرى، أو تغيير كفاءة الحاجز الدموي الدماغي، أو تعزيز المُسرطِنات

[٤] باحتساب الطاقة الواردة من ضوء الشمس لمدَّة ١٢ ساعة.
Math & Science Resources, National Aeronautics and Space Administration website.

المعروفة. تتسم النتائج بكونها متناقضةً وغير حاسمة.[٥] وقد أظهرت إحدى الدراسات أن استقلاب الغلوكوز، وهو العملية الطبيعية التي يجري فيها تحويلُ السكر إلى طاقة بالخلايا، يكون أعلى في أجزاء معيَّنة من الدماغ عندما يكون المرء على مقربة من هوائيات الهواتف الخلوية. وأيًّا كانت الأهمية السريرية لذلك فهي غير معروفة، كما أن نتائج تلك الدراسة سرعان ما تناقضَت معها نتيجة بحث آخر وجد أن نشاط الغلوكوز قد جرى تثبيطُه. وفي عدد قليل من الدراسات — وهي القِيَم المتطرفة نفسها — أشارت النتائج إلى أن التعرُّض المُزمن للموجات المكروية قد يزيد من خطر الإصابة بالأورام في حيوانات المُختبَر. غيرَ أن التجارب التي لم تجد لها أيَّ تأثير تفوق بكثير تلك التي وجدَت تأثيرًا.

وفي مراجعة أجرَتها منظمة الصحة العالمية[٦] على ما يقرب من ٢٥ ألف ورقة بحثية، لم يُعثر على أيِّ أدلة مُقنِعة على أن الموجات المكروية تسبِّب السرطان. وينعكس هذا على البيانات الوبائية؛ فعلى مدى السنوات العشرين الماضية، وعلى الرغم من أن استخدام الهواتف المحمولة قد ازداد بشكل مطَّرد، فقد ظلَّ معدَّل الوقوع السنوي المعدَّل وفقًا للعمر للإصابة بأورام الدماغ الخبيثة منخفضًا للغاية[٧] — ٦,١ حالات لكل ١٠٠ ألف شخص، أو نسبة ٠,٠٠٦ في المائة — كما تناقصَت هذه المعدَّلات خلال العقد الماضي بنسبة قليلة ولكنها مستمرة.[٨] لم يمنع هذا علماء الوبائيات من استقصاء ما إذا كانت الهواتف الخلوية لا يزال لها تأثير ضئيل. جمعت الدراسة الأكثر طموحًا من بينها،[٩] وهي

---

[٥] للاطِّلاع على ملخَّص عن علاقة التقنيات اللاسلكية بالصحة، انظر:

Rfcom, a website maintained by the McLaughlin Centre for Population Health Risk Assessment at the University of Ottawa.

[٦] "Electromagnetic Fields, Summary of Health Effects," WHO website.

هناك مصدر آخر، وهو:

"Cell Phones and Cancer Risk" on the National Cancer Institute website.

[٧] انظر الجدول ١,٤ من:

SEER statistics, N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," 1975–2009 (Vintage 2009 Populations), National Cancer Institute, Bethesda, MD, based on November 2011 SEER data submission, posted to the SEER website, 2012.

[٨] N. Howlader et al., eds., "SEER Cancer Statistics Review," table 1.7.

[٩] "The Interphone Study," International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, IARC website.

دراسة الهاتف البيني Interphone، معلوماتٍ من خمسة آلاف مريض بأورام الدماغ في ثلاث عشرة دولة، ومن ثَم مقارنتها بمجموعة شاهدة. لم يُعثر على أيِّ علاقة[١٠] بين مقدار الوقت المُستغرَق في الحديث عبر الهاتف الخلوي ووقوع الأورام الدبقية، والأورام السحائية، وأورام العصب السمعي؛ وهي الأورام التي تحدث في تلك المناطق من الرأس التي يرجَّح أن تكون أكثر تعرُّضًا لمخاطر الهواتف الخلوية. كانت هناك في الواقع علاقة سلبية بعض الشيء؛ فقد تبيَّن أن المستخدمين المنتظمين يتعرَّضون لمخاطر الإصابة بأورام الدماغ أقلَّ من الأشخاص الذين لم يستخدموا الهواتف الخلوية بالمرة. ومن منطلق رفض احتمال وجود تأثير وقائي، فسَّر مؤلفو التقرير النهائي النتيجة كضربة حظٍّ ناجمة عن بيانات غير جديرة بالاعتماد، أو تحيُّز في أخذ العينات، أو خطأ عشوائي، وكلها تعكس وجود عيب في المنهجية. وقد أشارت النتيجة المخالفة للتوقعات البديهية إلى أنه إذا كان هناك بعض التأثير، فهو من الضآلة بحيث يغرق في الضوضاء الإحصائية.

كانت دراسة الهاتف البيني دراسةً استعادية، والتي تعتمد على الذاكرة، مثل البحث الذي دفع العلماء إلى الاعتقاد لفترة من الزمن بأن تناوُل الفواكه والخضراوات يمكنه أن يقلِّل من وقوع السرطان بدرجة كبيرة. وعلى أيِّ حال، فقد كان هناك سبب آخر، والذي حال دون قبول النتائج باعتبارها حاسمة. لم تجد الدراسة أيَّ علامة على وجود علاقة بين الجرعة والاستجابة، حيث يزداد خطر الإصابة بالسرطان بشكل مطَّرد وفقًا لعدد الساعات التي يقضيها المرء على الهاتف. ولكن بالنسبة إلى العشرة في المائة من الأشخاص الذين ذكروا أعلى معدَّلات للاستخدام، بدَا أن خطر الإصابة بالأورام الدبقية قد ارتفع فجأةً من صفر إلى ٤٠ في المائة. يبلغ احتمال تشخيص المرء بهذا السرطان،[١١] وهو الأكثر شيوعًا من جميع الأورام الدماغية، نحو ٠,٠٠٥٧ في المائة. ومن شأن زيادة قدرُها ٤٠

---

[١٠] "IARC Report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the Interphone Study," October 3, 2011, IARC website.

[١١] كان التوصُّل إلى هذا الرقم عمليةً شاقة؛ فالإحصاءات المتوافرة على الإنترنت من الدراسة SEER لا تقسِّم أورام الدماغ وفق النوع، بيدَ أن الوكالة أجرَت هذه الحسابات بناءً على طلبي (رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلِّف من ريك بورشيلت Borchelt، من العلاقات الإعلامية بالمعهد الوطني للسرطان، ١٢ يوليو ٢٠١٢م). لتقدير أقلَّ إلى حدٍّ ما، انظر:

table 1 of Judith A. Schwartzbaum et al., "Epidemiology and Molecular Pathology of Glioma," Nature Clinical Practice Neurology 2, no. 9 (2006): 494–503.

في المائة أن تصل به إلى ٠,٠٠٨ في المائة. كان هناك ارتفاع مماثل، لكنه أقل، في وقوع الأورام الأخرى. وقد فُسِّرت هذه الزيادات بدورها من قِبَل المؤلِّفين باعتبارها نتيجةً لخطأ منهجي. ذكر بعض المشاركين قضاء أوقات طويلة بشكل غريب في التحدث عبر الهواتف الخلوية، والتي بلغت اثنتي عشرة ساعةً يوميًّا، وأن ذلك ربما أدَّى إلى تحريف النتائج.

ربما أن الأشخاص المصابين بسرطان الدماغ، في معرض تلهُّفهم للحصول على تفسير، قد بالغوا في تقدير شدة إدمانهم على استخدام الهواتف الخلوية. ربما تعطَّلَت ذاكرتهم أو اختلَّ منطقهم بفعل الوَرَم. وعلى أيِّ حال، فقد درس بحث أجراه لاحقًا المعهد الوطني للسرطان[١٢] الأورام الدبقية، فلم يجد أيَّ إشارة تدلُّ على أن معدَّلات الإصابة بها قد تزايدت مع تحوُّل الهواتف الخلوية إلى جزء موجود في كل نواحي الحياة. أُصيبَ العديدُ من علماء الوبائيات بالدهشة عندما قرَّرَت الوكالة الدولية لبحوث السرطان أنه كان لا يزال هناك ما يكفي من عدم اليقين لإضافة الموجات المكروية[١٣] إلى القائمة الطويلة من المُسرطِنات، والتي لم تقترب حتى من كونها تستحقُّ المتابعة.

قد نحصل على مزيد من الإجابات من دراسة استطلاعية تتسم تقريبًا بمثل طموح المشروع EPIC حول التغذية والسرطان، وهي الدراسة «كوزموس»[١٤] COSMOS (اختصار الدراسة الأترابية حول العلاقة بين استخدام الهواتف المحمولة والصحة)، والتي تنطوي

وبإضافة معدَّلات وقوع الأنواع المختلفة من الوَرَم الدبقي، تصل النسبة إلى ٠,٠٠٤٩ ويقدِّر المقال أيضًا أن ٧٧ في المائة من أورام الدماغ الأوَّليَّة الخبيثة هي أورام دبقية. ومن خلال ضرب معدَّل الوقوع الذي أوردَته الدراسة SEER لجميع الاورام الدبقية، وهو ٠,٠٠٦١، في نسبة ٠,٧٧ سنحصل على قيمة مختلفة قليلًا، هي ٠,٠٠٤٧.

١٢ M. P. Little et al., "Mobile Phone Use and Glioma Risk: Comparison of Epidemiological Study Results with Incidence Trends in the United States," BMJ: British Medical Journal 344 (March 8, 2012): e1147.

١٣ "IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans," May 31, 2011, IARC website. The IARC classifications are described on the agency's website, last updated March 27, 2012.

١٤ Joachim Schüz et al., "An International Prospective Cohort Study of Mobile Phone Users and Health (Cosmos): Design Considerations and Enrollment," Cancer Epidemiology 35, no. 1 (February 2011): 37–43.

على مراقبة ٢٥٠ ألف متطوع من مستخدمي الهواتف الخلوية لمدَّة ٢٠ إلى ٣٠ سنة، وهو وقتٌ كافٍ بالتأكيد لاكتشاف الآثار المتأخرة. غيرَ أنه حتى عندما يجري الانتهاءُ منها بعد عقود من الزمن، فلن يعتبر الجميع أن هذه المسألة قد حُلَّت. لا يستطيع أحد حتى الآن أن يقول صراحةً إن خطوط الطاقة الكهربائية لا تزيد قليلًا من خطر ابيضاض الدم في مرحلة الطفولة، وهي فرضية جرى التشكيكُ فيها على نطاق واسع[١٥] منذ أكثر من ثلاثة عقود. تتسم انبعاثات خطوط الكهرباء بكونها أضعفَ بعِدَّة مرات من تلك التي تبثُّها الموجات المكروية، غير أن أطوالها الموجية wavelength هائلة. وفي حين الموجات المكروية التي يشعر الناس بالقلق بشأنها تُقاس بالبوصة، كما تُقاس موجات البثِّ الإذاعي بالأقدام، والتي تصل إلى مئات الأقدام في محطات تضمين السعة AM ذات التردُّدات الدنيا، نجد أن خطوط الطاقة ذات التردُّد البالغ ٦٠ هيرتز تزيد في العرض على ٣ آلاف ميل. ومن خلال التفافها حول الأحياء السكنية، فبوسعها إحداثُ تيارات ضعيفة في أيٍّ كان ما تعبره، بما في ذلك الخلايا البشرية. ولم تُكتشَف أيُّ وسيلة للكيفية التي يمكن أن يسبِّب بها ذلك حدوث السرطان. وعلى مرِّ السنين، لم تفرز معظم الدراسات الوبائية أيَّ دليل على وجود خطر، ولكن هناك دائمًا عددًا قليلًا من الحالات الشاذة التي تُشير إلى خلاف ذلك.

وفي بعض الأحيان، يبدو الأمر كأننا ندور في حلقة مفرغة، يتملكنا هاجس العثور على أسباب حيث قد لا يكون هناك أيٌّ منها. وقد قدَّر روبرت فينبرغ Weinberg ذات مرة[١٦] أنه في كل ثانية، تنقسم ٤ ملايين خلية في جسمنا، ومن ثَم تنسخ الدنا خاصتها. ومع كل انقسام، هناك عيوب. وهذه هي طبيعة العيش في كون تُهيمن عليه الإنتروبيا؛ أيْ ميل النظام الطبيعي لأن يفسح المجال أمام الفوضى. وإذا عشنا لفترة كافية، كما أشار

---

[١٥] الدراسة الأصلية حول خطوط الطاقة والسرطان هي:

Nancy Wertheimer and Ed Leeper, “Electrical Wiring Configurations and Childhood Cancer,” American Journal of Epidemiology 109, no. 3 (March 1, 1979): 273–84.

[١٦] طوال العمر، يقوم جسم الإنسان بصنع نحو ١٠١٦ خلية. وإذا قسمنا تلك القيمة على عدد الثواني في عمر شخص يبلغ ٨٠ عامًا، أو ٢٫٥ × ١٠٩، سنحصل على ٤ × ١٠٦. روبرت فينبرغ، رسالة بالبريد الإلكتروني إلى المؤلِّف بتاريخ ٨ نوفمبر ٢٠١٠م. وفي كتابة «بيولوجية السرطان»، صفحة ٤٣، قدَّر القيمة الأُسِّية للخلايا بنحو ١٠ ملايين.

إليه فينبرغ، فلا بدَّ أن نُصاب جميعًا بالسرطان في نهاية المطاف.[١٧] بيدَ أن هذا لا يعني أننا لا نستطيع، حتى ولو بشكل متواضع فحسب، تقليل احتمالات إصابتنا بالسرطان قبل أن يودي بحياتنا شيء آخر.

بيدَ أن الأخطاء الجينية تُعَدُّ أمرًا لا مفرَّ منه، بل ضروري من أجل أن نتطور. يحدث التطور عن طريق التنوع والانتقاء العشوائيَّين، أمَّا الطفرات فهي بمثابة الطحين للمطحنة. وعلى طول الطريق، طورت الخلايا القدرة على تحديد الدنا التالف وإصلاحه، ولكن إذا كانت الآليَّة لا تنطوي على أيِّ أخطاء فسيتوقف التطور. من المرجَّح أن تتمثل المقايضة هنا في مقدار العتبة threshold المؤدِّية إلى السرطان.

أمَّا روبرت أوستن Austin، وهو اختصاصيُّ الفيزياء الحيوية بجامعة برينستون، فيذهب إلى أبعد من ذلك للمجادلة بأن السرطان موجود «عن قصد»،[١٨] أيْ إنه استجابة طبيعية تواجه بها الكائنات الحية الكَرْب stress. عندما تُحرم البكتيريا من المغذِّيات، فإنها تبدأ في التكاثر والتطافر بجنون، كأنها تحاول أن تطور مهاراتٍ جديدةً للبقاء على قيد الحياة. وإذا كان مصدر الكَرْب مضادًّا حيويًّا، فقد يكون التكيُّف الناجح هو صنع ترياق لذلك السُّم أو تسريع الوتيرة التي يمكن للبكتيريا بواسطتها الفرار. وكما أشار إليه أوستن، فإن خلايا الكائن الحي ربما كانت تفعل الشيء نفسه؛[١٩] فعندما تتقطع بها السُّبُل تحاول شقَّ طريقها[٢٠] بواسطة الطفرات من أجل الابتعاد عن المتاعب، حتى لو

---

[١٧] مقابلة مع روبرت فينبرغ:

Interview with Robert Weinberg, August 18, 2010, Whitehead Institute, Boston, MA.

[١٨] مقابلة مع روبرت أوستن في ٢١ أكتوبر ٢٠١٠م، جامعة برينستون. وقد توسَّع في شرح هذه الفكرة في ورشة العمل الأولى التي نظمها برنامج العلوم الفيزيائية في علم الأورام التابع للمعهد الوطني للسرطان:

"Integrating and Leveraging the Physical Sciences to Open a New Frontier in Oncology," February 26–28, 2008, Arlington, VA.

[١٩] Guillaume Lambert, Robert H. Austin, et al., "An Analogy Between the Evolution of Drug Resistance in Bacterial Communities and Malignant Tissues," Nature Reviews Cancer 11, no. 5 (April 21, 2011): 375–82.

[٢٠] يُطلَق على البرنامج اسم «العلوم الفيزيائية في علم الأورام». انظر:

Franziska Michor et al., "What Does Physics Have to Do with Cancer?" Nature Reviews Cancer 11, no. 9 (August 18, 2011): 657–70; and Paul Davies, "Rethinking Cancer," Physics World (June 2010): 28–33.

كان ذلك يُعرِّض بقية الجسم للخطر. قد لا تتمثل أفضل استجابة في ردِّ الصاع صاعَين للمعالجة الكيميائية والإشعاعية، ومن ثَم زيادة الكَرْب، بل الحفاظ بصورةٍ ما على الخلايا المندفعة — أي الوَرَم — في حالة هامدة يمكن التعايشُ معها.

يُذكَر أن أوستن هو واحد من عشرات العلماء الذين تلقَّوا تمويلًا من المعهد الوطني للسرطان كجزء من محاولة لكسر جمود برنامج «الحرب على السرطان» عن طريق استيراد أفكار من خارج القنوات المعتادة. أمَّا فرانشيسكا ميكور Michor، وهي عالمة البيولوجيا التطورية التي التقيتُها في بوسطن، فهي تمثِّل بدورها جزءًا من هذا المسعى. وفي المُختبَرات الأخرى، يحاول الفيزيائيون والمهندسون إثبات أفكارهم عن طريق دراسة القُوى الميكانيكية[٢١] المكتنفة عندما تنمو الخلايا السرطانية وتنقسم، ومن ثَم تنتقل عن طريق الدم. وبدلًا من التحدث بلغة الكيمياء الحيوية، فهم يستخدمون مصطلحاتٍ مثل «المرانة» elasticity، و«السرعة الترجمية والزاوية»، و«إجهاد القص»، كأنهم يصفون قواربَ تغادر المرسى للإبحار في مجرى النهر. ويعكف علماء الرياضيات على دراسة الخلايا على مستوًى مختلف من التجريد[٢٢] — باعتبارها أجهزة اتصالات — باستخدام الأفكار نفسها المُستمَدَّة من نظرية المعلومات التي يمكن تطبيقُها عند تحليل إشارات الراديو أو خطوط النقل الهاتفي. ربما أنه يمكن التفكيرُ في الخلايا باعتبارها مولِّداتٍ للذبذبات oscillators[٢٣] مثل الشوكة الرنانة. يمكن التعرُّفُ على تلك الخبيثة من خلال توافقياتها harmonics المتنافرة، أي الحلقة الخاصة بها. وإذا كان الأمر كذلك، فقد تكون هناك طريقة لإعادة توليفها. ويحاول كيميائي بجامعة رايس استخدام موجات

---

٢١ Denis Wirtz, Konstantinos Konstantopoulos, and Peter C. Searson, "The Physics of Cancer: The Role of Physical Interactions and Mechanical Forces in Metastasis," Nature Reviews Cancer 11, no. 7 (June 24, 2011): 512–22.

٢٢ كان ذلك موضوع ورشة العمل:

Third Physical Sciences in Oncology Workshop, "The Coding, Decoding, Transfer, and Translation of Information in Cancer," October 29–31, 2008, Arlington, VA.

٢٣ Donald Coffey, First Physical Sciences in Oncology Workshop, "Integrating and Lever-aging the Physical Sciences."

الذبذبات الراديوية في قتل الخلايا السرطانية.[٢٤] يجري أولًا حقنُ الخلايا بجُسيمات نانوية من الذهب أو الكربون، وبعد ذلك تدفعها موجات الراديو إلى الاهتزاز، ومن ثَم تنتُج حرارة كافية لتدمير الخلية من الداخل. تُنفَّذ تلك المشاريع بالتعاون مع أطباء الأورام، كما تنطوي على كثير من التحليلات المُختبَرية. وهناك أيضًا محاولات للعودة قليلًا إلى الوراء ومن ثَم وضع نظريات جديدة كلية حول السرطان. يمثِّل بيولوجيا الخلية cell biology علمًا مُفعَمًا بالتفاصيل، والذي ينطوي على إطار شامل كبير — هو النظرية الحديثة للتطور — لكنك لن تتفوق سوى بالتنقيب والتمحيص الدقيق لتلك الطبقات الكثيفة من المعرفة بآلاف التروس البيوكيميائية وبالطرق التي لا تُعَدُّ ولا تحصى التي يمكنها بها تكوينُ الشبكات أو أن تتكدَّس معًا. هناك نماذج للكيفية التي ترسل بها العصبونات إشاراتها، أو لكيفية ترجمة الدنا إلى بروتينات؛ لكنك كلما أمعنت النظر أكثر، ستبدو لك هذه الآليَّات أشدَّ تعقيدًا، فهي ثمرة سلسلة طويلة من الحوادث التطورية، وهو تاريخ ربما دارت أحداثه بطريقة مختلفة.

تكافئ الفيزياء النظرية أولئك الذين يقومون بالتبسيط، أي التغاضي عن التفاصيل والاستثناءات ومن ثَم شرح كل شيء باستخدام عدد قليل من الأفكار الكبرى؛ أي التجميع بدلًا من التفصيل. وفي آخر مرة رأيت فيها عالم الفيزياء النظرية والكوزمولوجيا بول ديفيز Davies، كان يتأمل فكرة البيولوجيا خارج الأرضية. وبعد ذلك بفترة، كان هو وعالم البيولوجيا الفلكية تشارلز لاينويفر Lineweaver يقلبان فكرة أن الجينوم البشري يحمل بداخل لفَّاته «عُدَّة أدوات جينية قديمة»،[٢٥] وهي مهامُّ روتينية اندثرَت منذ فترة طويلة، والتي استخدمَتها الخلايا البدائية لتكوين مستعمرات، أي السلائف المبكرة للحياة المتعددة الخلايا. وكما تحدَّث ديفيز بجرأة: «إذا سافرت عبر آلة الزمن، وعدت مليار سنة إلى الوراء، فسترى العديد من كُتَل الخلايا الشبيهة بالأورام السرطانية المعاصرة.»

---

[٢٤] Mustafa Raoof and Steven A. Curley, "Non-Invasive Radiofrequency-Induced Targeted Hyperthermia for the Treatment of Hepatocellular Carcinoma," International Journal of Hepatology 2011 (2011): 1–6.

[٢٥] Paul Davies, "Cancer: The Beat of an Ancient Drum?" The Guardian, April 25, 2011. For a fuller description of the hypothesis, see P. C. W. Davies and C. H. Lineweaver, "Cancer Tumors as Metazoa 1.0: Tapping Genes of Ancient Ancestors," Physical Biology 8, no. 1 (February 1, 2011): 015001.

ومع تضافر قُواها لكي تصبح وَرَمًا خبيثًا، تعيد الخلايا السرطانية تشغيل هذا البرنامج الحاسوبي التاريخي، ومن ثَم «تزحف على وقع الطبول القديمة، ملخِّصةً نمطًا للحياة يبلغ من العمر مليار سنة». وعندما تعاود الظهور في الأجيال اللاحقة تلك الصفات السابقة الهاجعة في الجينوم منذ وقت طويل — مثل أسنان الدجاج، وحوافر الخيل الثلاثية الأصابع، والذيول الآثارية في البشر — يُطلِق علماء البيولوجيا على تلك العملية اسم التأسُّل، أو الارتداد الوراثي atavism. والسرطان، كما يخمِّن ديفيز، هو ظاهرة ارتدادية. ولكونه يفكر في اتجاه آخر، أشار إلى أن التحول من خلية سليمة إلى واحدة سرطانية قد يكون ذا علاقة بفيزياء الكم. كان من المستغرب أن نرى ديفيز يتبادل الأفكار حول السرطان، والأكثر غرابةً كان دانيال هيليس Hillis، وهو عالم بالحاسوب واختصاصيٌّ في الروبوتيات، والذي يترأس فريقًا في جامعة جنوب كاليفورنيا، يُجري عمليات محاكاة حاسوبية تفصيلية[٢٦] للسرطان، في صورة أورام افتراضية، يمكن استخدامُها للتنبؤ بأيِّ الأدوية يمكنه أن يعمل على نحوٍ أفضل. سمعتُ لأول مرة من هيليس عندما كان طالبًا في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، حيث ساعد بناء حاسوب مجمَّع،[٢٧] يمارس لعبة تيك تاك تو. وقد واصل مسيرته وافتتح شركةً تُدعى الآلات المفكِّرة Thinking Machines. وبما كان إنجازه الأشهر هو تصميمه لساعة عملاقة[٢٨] جارٍ تجميعُها داخل جبل في غرب تكساس، والتي يُفترض أن تظلَّ تعمل لمدَّة ١٠ آلاف سنة، ومن ثَم تتواصل دقاتها لآلاف السنين حتى لو انقرض الجنس البشري. وفي جلسة نظَّمَها المعهد القومي للسرطان، أبلغ هيليس جمهوره المؤلَّف من أطباء الأورام[٢٩] بأن الطريقة التي يقومون بها بمحاربة السرطان خاطئة تمامًا، أيْ إننا بحاجة إلى التفكير في السرطان كعملية، وليس كشيء. فالجسم لا يُصاب بالسرطان، بل إنه «يتسرطَن» cancering. وينبغي ألَّا يركز العلاج

[٢٦] جرى وصفُ البرنامج، مثل الآخرين، على الموقع:

National Cancer Institute's Physical Sciences in Oncology website.

[٢٧] A. K. Dewdney, "A Tinkertoy Computer that Plays Tic-tac-toe," Scientific American 261, no. 4 (October 1989): 120–23.

[٢٨] موصوفة على الموقع:

Long Now Foundation website.

[٢٩] Coffey, "Integrating and Leveraging the Physical Sciences".

على مهاجمة نوع معيَّن من الأورام في عضو معيَّن، بل على النظر إلى المريض باعتباره نظامًا معقَّدًا. وفي نقطةٍ ما من تلك الشبكة المؤلَّفة من أجزاء متشابكة — الجهاز المناعي، والجهاز الصماوي، والجهاز العصبي، والجهاز الدوري — يضطرب توازن أمرٍ ما، وبالنسبة إلى كل مريض قد تكون هناك طريقة مختلفة لتصحيح ذلك الخلل. ربما بدَا ذلك لبعض المستمعين كرطانة شمولية مُفرطة، غيرَ أن هيليس يواصل استقصاء تلك الفكرة عن طريق بناء واحدة أخرى من آلاته الطموحة.[٣٠] وبدلًا من الجينوم، انصبَّ تركيزه على البروتيوم proteome؛[٣١] وهو جميع البروتينات الموجودة في الخلية في أيِّ لحظة بعينها. إن قراءة الجينوم تزوِّدك بتعليمات لصنع كلٍّ من الأجزاء العاملة في الخلية، أمَّا قراءة البروتيوم فتبيِّن أي الأجزاء يجري تصنيعُها في الواقع وبأيِّ كمية، أيْ إنه يمثِّل لمحةً عن حالة النظام.

ظلَّ العلماء يعملون لسنوات على رسم خريطة البروتيوم،[٣٢] وهي مهمَّة هائلة تنطوي على استخدام تقنيات مُختبَرية مثل الاستشراب السائل liquid chromatography وقياس الطيف الكُتلي mass spectrometry. وبالتعاون مع ديفيد أغوس Agus، وهو طبيب أورام، أنشأ هيليس شركةً تسعى إلى أتمتة تلك الخطوات المتعددة باستخدام خطٍّ تجميع روبوتي. وعند تلقيمه بقطرة من الدم، يقوم الجهاز باستخلاص وفرز البروتينات وترتيبها بصورة تبدو مثل النجوم في السماء. يظهر كل نوع من البروتينات كبقعة مضيئة، ويبيِّن مدى سطوعه المقدار المتوافر منه. افترضْ أن لديك مريضَين اثنين أصابهما نوع السرطان نفسه، يستجيب أحدهما لدواءٍ ما ولا يستجيب الآخر. وباستخدام جهاز مثل ذلك الذي يصنعه هيليس، يمكنك أخذُ لقطات لبروتيوم كلٍّ منهما، ومن ثَم وضعُ الواحدة منها فوق الأخرى والبحثُ عن شيء مختلف. حتى لو كنتَ لا تعرف ما يعنيه هذا النمط، فبوسعك استخدامُه كعلامة لتحديد أي المريضَين سيستفيد على الأرجح من الدواء. لقد

---

[٣٠] موصوفة على الموقع:

Applied Proteomics website.

[٣١] Interviews with Daniel Hillis, November 26, 2010, and David Agus, November 29, 2010, Los Angeles.

[٣٢] انظر، على سبيل المثال:

Bonnie S. Watson et al., “Mapping the Proteome of Barrel Medic (Medicago Truncatula),” Plant Physiology 131, no. 3 (March 2003): 1104–23.

تذكَّرتُ هنرييتا ليفيت Leavitt، عالمة الفلك التي تُوفِّيت بسرطان المعدة ولكن ليس قبل أن تكتشف المتغيرات القيفاوية Cepheid variables، وهي النجوم النابضة التي يستخدمها علماء الكوزمولوجيا لقياس الكون.

بدأت ليفيت بصورتين لنفس الرقعة من السماء، على هيئة لوحتين فوتوغرافيتين من الزجاج جرى التقاطُ إحداهما بعد بضعة أسابيع من الأخرى. كانت إحدى الصورتين سالبة، حيث توهَّجَت النجوم باللون الأسود. وضعَت اللوحة فوق الأخرى، ومن ثَم حملَت الشطيرة الزجاجية ونظرَت إليها في الضوء. بدَت النجوم التي صارت أكثر سطوعًا على شكل بُقَع بيضاء أضخم مع مراكز سوداء أصغر حجمًا. وفي لوحة جرى التقاطُها بعد عِدَّة أسابيع، تقلَّصَت البقعة البيضاء إلى حجمها السابق. لم يكُن أحد يعرف حتى ذلك الوقت العوامل الفيزيائية التي تجعل النجوم تومض، لكنها تمكَّنَت من ربط هذا النمط ببُعدها عن الأرض. في بعض الأحيان، يمكن لأعيننا أن تلمح ارتباطاتٍ لا تفهمها أدمغتنا.

مع تشيُّخ السكان، فإن خطى السرطان تسبق مسيرتنا، غيرَ أنه عندما نخضع لهذه الضغوط، فإننا نصبح مثل تلك البكتيريا التي تتكاثر على نحوٍ مجنون، والتي تحدَّث عنها أوستن؛ إذ تُنتج أجسامنا توليفاتٍ من الميمات بدلًا من الجينات. تمثِّل هذه أفكارًا جديدة. قد نكون بسبيلنا إلى أن نصير أشدَّ ذكاءً من السرطان. ثمة جهود بحثية، مثل أطلس جينوم السرطان، والتي لا تنفكُّ تعلن عن اكتشافات جديدة،[٣٣] والتي تركز بدقة على التفاصيل الجينية للأورام السرطانية وتفرزها إلى أنواع فرعية، والتي يُحتمَل أن يستجيب كلٌّ منها لنوع مختلف من العلاج. ومع تضاعُف المعلومات، فإن العلاجات المخصَّصة ستزداد تخصيصًا. أمَّا الأدوية المستهدفة فستصير أكثر دقةً بصورة متزايدة. عندما يجد الوَرَم طريقةً للالتفاف، ستكون أدويةٌ أخرى جاهزةً لمطاردة طفرة جديدة. وباتباع استراتيجية مختلفة، ستعمل فئة جديدة من الأدوية على إعادة تفعيل الموت الخلوي المبرمَج. ستتعلم معزِّزات الجهاز المناعي أن تميز بوضوح بين ما هو وَرَم وما هو لحم سليم. من شأن توليفة من هذه العلاجات المتقدمة أن توقف زحف السرطان — حتى السرطان النقيلي المتقدم — أو السيطرة عليه إلى أجل غير مُسمًّى كمرض مُزمن. أو ربما

[٣٣] انظر، على سبيل المثال:

"Comprehensive Molecular Portraits of Human Breast Tumours," published online in Nature (September 23, 2012).

في غضون عشر سنوات سنقرأ عن كيف أن هذه المقاربات أيضًا قد تخلَّفَت عن الركب في سباق التسلُّح الخلوي، ومن ثَم سنُضطرُّ إلى النظر إلى السرطان بطريقة مختلفة تمامًا.

بعد نحو سنة من زيارتي له في مُختبَره في جامعة برينستون، دُعي أوستن إلى محلِّ عمل ديفيز في جامعة ولاية أريزونا لإلقاء محاضرة بعنوان «عشر أفكار مجنونة حول السرطان».[٣٤] وفي نهاية المطاف أتى بخَمسٍ منها فقط، ومن بينها واحدة ترسَّخَت في ذهني بصفة خاصة، والتي كانت متعلقةً بالمتقدرات mitochondria. تذكَّرتُ دهشتي عندما علمتُ منذ سنوات أن المتقدرات، هذه الأشياء الصغيرة الموجودة بداخل خلايانا، ربما كانت بكتيريا فيما مضى،[٣٥] أيْ مخلوقات منفردة صارت مُحاصَرةً بطريقة أو بأخرى. تمتلك المتقدرات الدنا الخاص بها، ويمكنها أن تتكاثر بصورة مستقلة بداخل الهيولى (السيتوبلازم). ومن خلال قدرتها على حرق الغلوكوز وقوة دورة كريبس Krebs cycle — الدينامو الكيميائي الذي يزوِّد الخلية بالطاقة — زوَّدَت هذه المُعايشات symbionts مضيفيها بميزة تطورية. وكذلك فقد اشتبه الباحثون منذ فترة طويلة في أنها تؤدِّي دورًا في السرطان.[٣٦] توجَد الطفرات التي تصيب دنا المتقدرات في العديد من الأورام المختلفة. قد يكون هذا مجرَّد أضرار جانبية للفوضى التي تعتري خليةً تترنح نحو الخباثة. لكن هناك أسبابًا تدعو إلى الاعتقاد بأن المتقدرات مكتنفة في العملية بصورة أكثر مباشَرة. فمن ناحية، فهي تساعد في استهلال الموت الخلوي المبرمَج،[٣٧] وهو روتين الانتحار الخلوي. وفي محاضرته عن الأفكار المجنونة، تكهَّن أوستن بأن السرطان قد يبدأ عندما تتمرد المتقدرات المُعايشة. وبسبب البلى والتمزُّق الناجمَين عن توليد الطاقة، فإنها تتعرَّض للتلف وتقذف

---

[٣٤] Seminar at Arizona State University, September 8, 2011. A summary and video are on ASU's Center for the Convergence of Physical Science and Cancer Biology website.

[٣٥] L. Margulis, "Archaeal–eubacterial Mergers in the Origin of Eukarya: Phylogenetic Classification of Life," Proceedings of the National Academy of Sciences 93, no. 3 (February 6, 1996): 1071–76.

[٣٦] Jennifer S. Carew and Peng Huang, "Mitochondrial Defects in Cancer," Molecular Cancer 1, no. 1 (December 9, 2002): 9; and G. Kroemer, "Mitochondria in Cancer," Oncogene 25, no. 34 (August 7, 2006): 4630–32.

[٣٧] Douglas R. Reed and John C. Green, "Mitochondria and Apoptosis," Science 281, no. 5381 (August 28, 1998): 1309–12.

بكميات من الجذور الحرة free radicals التي تلتهم أجزاءً أخرى من الخلية، بما في ذلك الجينوم. وبالتالي، تزداد الخلية مرضًا ويصبح الملاذ الوحيد أمامها هو تدمير نفسها. غيرَ أن المتقدرات ترفض التعاون، فهي لا تريد أن تموت. يلي ذلك حدوث مزيد من الطفرات، ومن ثَم تصير الخلية خبيثة.

ذكَّرتني الصورة التي رسمها أوستن بقصة «رياح في الباب»؛ وهي رواية رمزية من تأليف مادلين لينغل L'Engle،[٣٨] والتي تتنافس فيها قُوى الخير والشر للسيطرة على الكون، وهي تتمة لرواية «تجعد في وجه الزمن»، التي اكتشفتُها عندما كنتُ صبيًّا في مكتبة مدرستي الإعدادية. كانت رواية لينغل الخيالية هي أول عهدي بفكرة التسراكت tesseract؛ وهو مكعَّب رُباعي الأبعاد. حيَّرَت الفكرة عقلي الذي ينتمي إلى الصفِّ الثامن. بيدَ أن رواية «رياح في الباب» كانت أكثر غرابة. وفي هذه المرة، كان تشارلز والاس Wallace، وهو بطل الرواية الشابُّ المبكِّر النضوج، يعاني من مرض تنكُّسي. أُصيبَت متقدراته mitochondria بجروح بالغة، وقد اكتشفَت والدته السبب، فهي اختصاصية بالميكروبيولوجيا. هناك مُعايشات بداخل المُعايشات، وهي مخلوقات خيالية تُدعى الفرندولات farandolae، والتي بدأت تتمرد، وهي تعمل بتحريض من الإيختروي Echthroi، وهم عملاء الإنتروبيا الخارقون. وخلال الانقضاض عبر الكون، فهي تدمِّر النظام من خلال ما تسميه تشينغ Xing، أيْ إلغاء أسماء الأشياء، والتهام المعلومات. أمَّا تشارلز والاس وأخته فيصدَّان أولئك الشياطين، وبعد رحلة داخل أحد المتقدرات، يجري إنقاذُ الصبي. غيرَ أنه في العالم الحقيقي، يوجَد الإيختروي معنا على الدوام، الذي ينزع التسميات، ويلغي تمايز الخلايا، ويحرِّرها لصُنع السرطان.

وفي أوائل الربيع، بعد سنة من برنامج الإبدال من أجل الحياة، وبعد عام من آخر جلسات العلاج الإشعاعي الذي تلقَّته نانسي، سافرنا إلى باتاغونيا للاحتفال. كان هناك كوخ على بحيرة في الجبال، والتي احتلَّت طوال سنوات مرتَّبة متقدمة على قائمتنا للأماكن التي نودُّ زيارتها. لم نكُن لنفوِّت هذه الفرصة. وفي كل مساء، كان يقدِّم للضيوف عشاءً فاخرًا مع مشروبات جيدة من تشيلي. كانت غرفتنا، لحسن الحظ، هي أفضل واحدة في

[٣٨] A Wrinkle in Time (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1962) and A Wind in the Door (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1973).

المنزل، مع إطلالة على كلٍّ من البحيرة والشلال. غيرَ أن الفخامة لم تكُن هي المكافأة الرئيسية؛ ففي كل صباح، كنا نغادر مع مجموعة للسير لمسافات طويلة في رحلات إلى الأنهار الجليدية والجبال والبحيرات والأنهار. بدَت لي نانسي شديدة النحافة والوهن، غيرَ أنها تمكَّنَت من بلوغ النهاية القصوى لكلٍّ من رحلاتنا.

وذات ليلة، تمشينا بعد العشاء خروجًا من الكوخ، وكانت النجوم أشدَّ سطوعًا مما رأيناه في أيِّ وقت مضى. كان الأمر رائعًا وغريبًا في الوقت نفسه. كانت كوكبات النجوم غير مألوفة، وكان هناك زوج من المجرَّات القزمة يحدِّق فينا كعينين كبيرتين. استغرق الأمر دقيقةً لكي ندرك أنهما كانتا السحابتَين الماجلانيتَين Magellanic Clouds، والتي استخدمهما ماجلان في الإبحار عبر نصف الكرة الجنوبي، حيث يكون نجم الشمال North Star غير مرئي. وبداخل هذه السُّدُم المُزدانة بالنجوم، اكتشفَت ليفيت المتغيرات القيفاوية. ولو كانت عاشت قرننا، كما يخبرنا خبراء الإحصاء، لكانت احتمالات إصابتها بسرطان المعدة أقلَّ مما تعرضَت له بكثير. لكنه من المرجَّح أنه كان سيودي بحياتها أيضًا؛ بسبب أعراضه القليلة في البداية، فهو نوع آخر من تلك السرطانات التي كثيرًا ما لا تُلاحَظ حتى تبدأ في بثِّ نقائلها. ولا يمكن للمعالجة الكيميائية أو الإشعاعية سوى تعليق تقدُّمها حيث كان. وعلى الرغم من كل فهمنا للعلوم الخلوية، فلا يزال هناك الكثير من التقدم الذي يجب إحرازُه في هذا الشأن، لكنْ تظهر مفاجآت سارَّة في بعض الأحيان. لم تكُن حظوظ نانسي جيدةً أيضًا، غيرَ أنها سرعان ما استعادت حيويتها. عندما عُدنا إلى سانتا، اشترَت دراجةً جديدةً وقادَتها عبر جولة في سانتا بسنتشوري، والتي قطعَت خلالها ٥٠ مِيلًا.

وبعد كل بضعة أشهر، كانت تتوجَّه إلى مركز السرطان لإجراء فحوصات وظائف الدم. كانوا يتابعون مستوى CA-125 في دمها، وهو البروتين الذي يُستخدم كواسمة بيولوجية biomarker[٣٩] تدلُّ على وجود سرطان بطانة الرحم وعِدَّة أنواع أخرى من السرطان. بيدَ أن وجود الكثير من البروتين CA-125 لا يعني بالضرورة عودة السرطان، كما أنه يمكن أن يُصاب المرء بالسرطان من دون ارتفاع مستويات البروتين CA-125.

[٣٩] R. C. Bast Jr. et al., "Reactivity of a Monoclonal Antibody with Human Ovarian Carcinoma," Journal of Clinical Investigation 68, no. 5 (November 1981): 1331–37.

وبالتالي فهو أداة تنقصها الدقة،[٤٠] غيرَ أن نانسي ظلَّت طبيعيةً على أيِّ حال. وكانوا يُجرون لها أيضًا مسحًا بالتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) بواقع مرتين في السنة، وفي كل مرة كانت خاليةً من المرض.

في السنة الخامسة بعد إصابتها بالسرطان، اشترَت نانسي حصانًا — وهو أمر أرادت أن تفعله منذ كانت طفلة — ثم حصان آخر، وفي السنة السادسة بعد السرطان، كما كانت تسميها، وقعَت في حبِّ فدَّانَين ونِصف الفدَّان من الأرض على الجانب القاصي من البلدة. كانت الأرض تضمُّ عددًا من الحظائر والإسطبلات، ويحدُّها مِيل مربَّع من الأراضي المفتوحة. كانت مُصرَّةً على ألَّا تُضيع يومًا واحدًا من مستقبل كانت قد فقدَته تقريبًا. لم تكُن تلك الأرض باهظة الثمن، كما كانت قد ورثت القليل من المال بعد وفاة والدتها بسرطان الثدي. ولذلك حصلنا على قرض عقاري آخر واشترينا الأرض، وكانت تمتطي جوادَيها هناك كلما استطاعت إلى ذلك سبيلًا. كنا نُطلِق عليها اسم المزرعة.

لم أكُن من هُواة ركوب الخيل، لكنني صرتُ مهووسًا بمكافحة الأعشاب الضارَّة، والتي كانت هناك جحافل من أكثر أصنافها خُبثًا. في الحدائق الموجودة في منزلي، كنتُ أصادف عشب الكوخيا kochia في بعض الأحيان، أمَّا هنا فهو موجود في كل مكان. والأسوأ من بينها كان قريبًا لذلك العشب، وهو غازٍ آخر من السهوب الروسية،[٤١] يُسمَّى الملحية الزنمية Salsola tragus، أو العُشبة المتقلبة tumbleweed. ولكونه اعتُمد على نحوٍ شاذٍّ كرمز للغرب القديم، فقد وصل إلى ولاية ساوث داكوتا لأول مرة في أواخر العقد الأول من القرن التاسع عشر، ربما من أوكرانيا. تخيلتُه قادمًا كبذرة التصقَت بجورب أحد المهاجرين، ثم بدأت تنتشر في كل مكان. يعتقد بعض المزارعين أنه كان جزءًا من مؤامرة، ومن ثَم أُطلِق عليه اسم آخر، هو الشوك الروسي Russian thistle. وفي حقل نيفادا للاختبار، بعد أن حُظر إجراء التفجيرات النووية فوق الأرض، كانت الملحية هي أول أنماط الحياة التي عاودَت الظهور.

جرَّبتُ كل شيء للقضاء عليه باستثناء الإشعاع المؤيِّن. وفي بواكير الربيع، بدأت تلك النباتات تظهر كنجوم صغيرة ذات لون أخضر مُزرق. تعلَّمتُ أن أتعرَّف عليها على

---

٤٠ Charlie Schmidt, “CA-125: A Biomarker Put to the Test,” Journal of the National Cancer Institute 103, no. 17 (September 7, 2011): 1290–91.

٤١ James A. Young, “Tumbleweed,” Scientific American 264, no. 3 (March 1991): 82–86.

الفور، ومن ثَم استئصالها جراحيًّا بمجرفة. وعندما أصبحَت تلك المهمَّة بالغة الصعوبة، أحرقتُها باستخدام شعلة الأعشاب، ومع ذلك فقد استمرَّت في الظهور وواصلَت النمو، مكوِّنةً سيقانًا قبيحةً ذات خطوط أرجوانية وتشبه السحالي. تنمو السيقان لتصبح أجمةً متشابكةً تعجُّ بآلاف البذور الشائكة، والتي قد تحتوي نبتةٌ واحدةٌ من العُشبة المتقلبة على رُبع مليون منها. اشتريتُ كتابًا عن علم الأعشاب واخترتُ أفضل المُبيدات الكيماوية؛ وهو مُبيد الأعشاب المعروف باسم حمض ٣,٥,٦- ثلاثي كلورو ٢- بيريدينيل أوكسي أسيتيك،[٤٢]* أو تريكلوبير triclopyr.[٤٣] وقد قِيل إنه يتحلَّل بسرعة في التربة، وبالتالي فإن تأثيره منخفض على البيئة، وإنه انتقائي، بحيث يقتل أنواعًا مختلفةً من الأعشاب الضارَّة ولكنْ ليست الأعشاب المحلية التي نريد تعزيزها. ما عليك إلا رشُّه على النبات، وسينتقل المُبيد عن طريق اللِّحاء phloem، ويتركز في الخلايا المتكاثرة بسرعة في البارض (النسيج الإنشائي meristem). وهناك، يُعتقَد أنه يحاكي هرمونات النمو النباتية المعروفة باسم الأوكسينات auxins. وتؤدِّي هذه الخطوة المعرقلة إلى جعل السيقان الجديدة تنمو بصورة متقزِّمة ومجعَّدة، ومن ثَم يموت النبات سريعًا. يبدو النبات كأنه يتلوَّى من الألم المبرِّح. يبدو الأمر بمعالجة كيميائية في الاتجاه المعاكس، وهو ما يُحرِّض شيئًا مثل السرطان. كنتُ حريصًا خلال قيامي بالرَّش، في حال كانت التحذيرات المطبوعة ببُنط صغير مخطئةً في قولها إن التريكلوبير لا يسبِّب الطفرات في البشر أو ليس معروفًا كمادة مُسرطِنة. وهو يتحلَّل بسرعة إلى درجة أنه من غير المُعتقَد أن يؤذيَ الحياة البرية أو يلوث المياه الجوفية.

وعلى الرغم من كل هذا الجهد، واصل الشوك الروسي بزوغه بالعشرات. وعندما لم تكُن نانسي تعمل أو ترعى جوادَيها، وعندما لم أكُن أكتب، كنَّا نمشِّط كل قَدَم مُربَّعة من الأرض ونقتلع تلك الأعشاب الضارَّة من جذورها. وفي نهاية كل أسبوع، كنَّا نملأ أكياس القمامة البلاستيكية الكبيرة بالمئات منها، والتي كنتُ أحملها في سيارتي إلى مكبِّ النفايات. كنا نأمُل في اقتلاع كل واحدة منها قبل أن تتمكن من إنتاج البذور، لكسر تلك الحلقة الموجودة منذ فترة طويلة. وفي الربيع، كان بالإمكان رؤيةُ الهياكل العظمية للقتلى من أعشاب الشوك الروسي من بعيد، لكننا كنا نأمُل في الوصول إلى حالة من

---

[٤٢]* 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid.

[٤٣] "Dow AgroSciences Garlon Family of Herbicides," Dow AgroSciences website.

التوازن، أيْ إلى شيء يمكننا التحكمُ فيه. وقد تنفَّسنا الصُّعَداء عندما جاء فصل الشتاء وتوقَّف كل شيء عن النمو، وعندما أتى الربيع قمنا بمسح الأرض بقلق شديد. كانت تبدو نظيفةً في البداية، ثم بدأت النجوم الضئيلة الشريرة تظهر شيئًا فشيئًا، ومن ثَم استُؤنفت المعركة. بدأتُ ألاحظ أن الشتلات كانت تختبئ مني تحت شجيرات العرعر junipers، كما كانت تجثم بصورة غير مرئية تقريبًا بجانب أعمدة السياج والصخور. وعندما اكتشفتُ وجودها، ولم يكُن ارتفاعها يزيد على شبر واحد أو شبرَين، كان بعضها قد شرع بالفعل في إنتاج البذور، وبالتالي فقد بدأت في التكاثر خلسةً قبل أن أتمكَّن من إيقافها. بدَا أنها كانت تتكيف على وجودي، وتتطور أمام ناظريَّ.

هناك تجربة فكرية قديمة في الفيزياء، والتي تنطوي على عفريت ماكسويل Maxwell's demon،[٤٤] وهو مخلوق خيالي صغير يحاول التغلُّب على مسيرة الكون الحتمية نحو الفوضى عن طريق التقاط الجزيئات الهائمة، ومن ثَم إعادتها إلى موضعها الصحيح بحماس، فيما يشبه استبدال كل حبة رمل تسقط من قلعة متداعية من الرمال، وكذلك كان اقتلاع جميع الأعشاب من أحد المروج، أو إصلاح كل الطفرات في دنا واحدة من الخلايا. بمشقَّة، يمكن تثبيطُ الإنتروبيا، فالحياة نفسها تتكون من سُفن النظام التي تسبح ضدَّ المدِّ الإنتروبي entropic tide. وباستخدام أدواتنا وذكائنا، يمكننا تحقيقُ انتصارات صغيرة، ومن ثَم تأجيلُ الموت فترةً من الوقت. غيرَ أن المدَّ هو الذي سيسود في نهاية المطاف. ومهما بلغَت محاولاته، فسينهزم عفريت ماكسويل في نهاية المطاف. وفي نهاية المطاف، فإن العدُو — الإيختروي Echthroi — ينتصر دائمًا.

---

[٤٤] لم أُورِد سوى وصف بالغ العمومية للتجربة الفكرية التي وضَعَها في القرن التاسع عشر جيمس كلارك ماكسويل، والتي تنطوي على فرز جزيئات الغاز الساخنة والباردة في غرفة مغلقة. وللاطِّلاع على مجموعة من المقالات حول عفريت ماكسويل والنقاش الذي أثاره، انظر:

Harvey S. Leff and Andrew F. Rex, Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990).

الخاتمة

سرطان جو

لا يمكن أن يكون منظور الحياة لدى الأحياء سوى حالة مؤقتة فحسب. فوجهات النظر تتغير بفعل حقيقة الانجرار؛ فالوصف يرسِّخ الماضي ويخلق قوامًا تجاذبيًّا لم يكُن موجودًا من قبل. ثمة خلفية من المادة المُظلمة — تتمثل في كل ما لم يُقل — تتبقى، والتي تئزُّ من دون توقُّف.

جون أبدايك Updike، وعي الذات

في الربيع التالي في المزرعة، كما أخبروني، كانت أعشاب الملحية أسوأ مما كانت في أيِّ وقت مضى. لم أكُن هناك لكي أراها. خلال تلك السنة انتهى زواجنا، بعد سبعة عشر عامًا من بدايته. ظلَّت حياة كلٍّ منَّا تتباعد عن الأخرى فترةً طويلة. لقد قرَّب السرطان بيننا، ولكنه الآن قد رحل. إن الاقتراب من الموت يجعل المرء يفكر في الكيفية التي يريد أن يقضيَ بها ما تبقَّى من أيامه. وقد كانت لنانسي أسبابها التي دعَتها لاتخاذ قرارها بأنها لا تريد أن تقضيَ أيامها تلك برفقتي.

وخلال تلك الفترة، وصلَتني رسالة بالبريد إلكتروني من أخي الأصغر «جو». كان على الطريق الواصل بين منزله في دالاس وألبوكيركي، يقود سيارته لتوصيل إحدى بناته في طريق عودتها إلى الجامعة. وفي مكانٍ ما من المساحة المنبسطة من شرق نيو مكسيكو، كان جو يتناول وجبةً خفيفةً عندما سمع فجأةً صوت تكسُّر عاليًا وشعر بألم ساحق

يهزُّ فكَّه. واصل أخي طريقه إلى ألبوكيركي وظلَّ مستيقظًا طوال الليل قبل أن يستقلَّ الطائرة عائدًا إلى مدينته لمراجعة طبيبه.

وعلى الرغم من أنه لم يتحدث كثيرًا عن ذلك، فقد عانى جو من مشكلة في فمه لسنوات عِدَّة. وقد بدأ الأمر عندما ظهرَت منطقة بيضاء على اللثة المُغطِّية للجانب الأيسر من فكِّه السفلي. وعند إجراء خزعة biopsy، عثر الأطباء على خلايا شاذة وُصفت بأنها سرطانية. أخبروه بأنه لا شيء يدعو للقلق، ما عليه إلا الاستمرار في المتابعة كما كان سيفعل لو ظهرَت على جلده شامة mole مشتبهة. لم تظهر المشكلة مرةً أخرى إلا بعد ثلاث سنوات، عندما شعر بوجع؛ والذي كان أيضًا في الجزء الأيسر من فكِّه السفلي. وخلال الأشهر القليلة التالية، خلص كلٌّ من طبيب الأسنان، والطبيب الباطني، وجرَّاح الفم إلى أن أفضل مسار للمعالجة هو أن ننتظر ونرى ما سيحدث. وهو ما فعله جو حتى ازداد الألم سوءًا، فاكتشف الأطباء إصابته بخُراج في موضع اقتلاع ضرس العقل بفكِّه. وكذلك كان هناك ارتشاف عظمي bone resorption في تلك المنطقة، وزوج من الأسنان النَّخرة. كان كل هذا على الجانب الأيمن من فمه. وقد دعم الأطباء تآكُل الهيكل العظمي بترقيع العظام، واقتلاع السِّنَّين التالفتَين، ومن ثَم شرعوا في تثبيت غرسات اصطناعية. وفي الوقت نفسه، استمرَّ الألم الذي استشعره في فكِّه، والذي سرعان ما ترافق مع طنين في أذنيه والتهاب في الحَلْق. وصف له طبيب الأنف والأذن والحنجرة otolaryngologist غَسولًا للفم يحتوي على مضادٍّ حيوي. أُجريَت له عملية أخرى لغرس طُعم عظمي، وبعد فترة ليست بالطويلة، جاء الحادث الذي تعرَّض له على الطريق السريع.

في دالاس، وفي اليوم التالي، خضع جو للفحص بالأشعَّة المقطعية المُحوسَبة CT scan أظهر وجود خلع في فكِّه، حيث إن كل إجراءات طبِّ الأسنان التي تعرَّض لها جعلَته يمضغ الطعام بطريقة جعلَت عظم الفكِّ ينخلع من محجره. بدَا ذلك تفسيرًا معقولًا، ومن ثَم وصف له الطبيب مُرخيات العضلات ونصحه بتناول أطعمة رخوة وإسفنجية، كما وصفها جو. كانت المنطقة البيضاء التي لُوحِظت لأول مرة قبل ثلاث سنوات لا تزال موجودة، لكنها ازدادت في الحجم. أدَّى شعوره بألم طاعن في أذنه إلى إجراء فحص آخر بالأشعَّة المقطعية المُحوسَبة، كما أُخضِع لأول مرة للتصوير بالرنين المغناطيسي MRI. وكما علمتُ لاحقًا، فإن التصوير بالرنين المغناطيسي قد يكون أقرب احتمالًا لاكتشاف الشذوذات في الأنسجة الرخوة، وقد كان ذلك هو الحال بالفعل. بداخل فمه وتحت الجلد، كان هناك وَرَم، يبلغ طوله نحو بوصة واحدة، يأكل في عظم فكِّ أخي. وعند إجراء خزعة،

اتضح أنه سرطانة الخلايا الحرشفية squamous cell carcinoma، وهو نفسه السرطان الذي وجده برسيفال بوت في منظِّفي المداخن، والذي حرَّضه كاتسوسابورو ياماغيوا عند تطبيق قطران الفحم على آذان الأرانب. أظهر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني PET أنه لم ينتشر في أيِّ مكان آخر في جسمه. ومن خلال تمسُّكه بهذه الحقيقة، أرسل جو إليَّ وإلى أشقَّائي رسالةً عبر البريد الإلكتروني كان عنوانها: «أخبار جيدة!» هذا هو نوع الرجال الذي كانه جو.

كان هناك كمٌّ أكبر بكثير من المعلومات حول هذا السرطان مقارنةً بسرطان نانسي. تشكِّل الخلايا الحرشفية الطبقاتِ الخارجيةَ للبشرة، وهي ذلك الغلاف اللحمي المكشوف للعالم. وتوجَد تحتها الخلايا القاعدية basal cells. وعندما تموت الخلايا الجلدية وتنسلخ، تقوم الخلايا القاعدية بالانقسام لإنتاج خلايا بديلة. تدفع هذه إلى أعلى لتشكيل الجلد الخارجي. بيدَ أن سرطانات الخلايا القاعدية عادةً ما تكون غير مؤذية. قبل سنوات، أُصبت بواحدة منها ومن ثَم أُزيلَت من جانب أنفي. لكن سرطانة المنطقة الحرشفية تكون أكثر عدوانية، ومع ذلك فهي تُظهر معدَّلًا مرتفعًا نسبيًّا للبقاء على قيد الحياة، خاصةً إذا أُصيبَ المرء بها في وقت مبكر. إن ما كان يحتلُّ جسم جو يُشار إليه على وجه التحديد باسم سرطان الخلايا الحرشفية في الرأس والرقبة، وذكر المعهد الوطني للسرطان أن نحو ٥٢ ألف شخص[١] سيجري تشخيصُهم للإصابة به في تلك السنة، أمَّا سبب كونه واحدًا منهم فهو سر آخر. وبخلاف كونه ذكرًا وفوق سنِّ الخمسين، لم يكُن يحمل أيًّا من عوامل الخطر؛ لم يكُن يشرب الكحول إلا لمامًا كما أنه لم يدخِّن مطلقًا، ولم يكُن يمضغ جوز التنبول betel nuts، والذي طُرح كتفسير لزيادة معدَّلات الإصابة بذلك السرطان في جنوب شرق آسيا. وقد أُجريَت له اختبارات وجدت أنه خالٍ من فيروس الوَرَم الحليمي البشري، وهو عامل آخر مُحتمَل.

استغرقت العملية الجراحية ثماني ساعات، وكانت ناجحةً بدرجة كبيرة. كان طول الوَرَم قد وصل إلى بوصتَين ونِصف البوصة، وهو أكثر من ضِعف الحجم المُقاس قبل بضعة أسابيع في صورة الرنين المغناطيسي، كما وجد أنه مُلتفٌّ حول العصب، وهو سبب الألم المُعذِّب. استُؤصِلَت الكتلة الوَرَميَّة بنجاح، جنبًا إلى جنب مع الجزء المتضرِّر من

[١] "Head and Neck Cancers," National Cancer Institute website.

فكِّه. وفي غضون ذلك، أُخِذت قطعة من العظم من وركه لَملء هذه الفجوة. وفي النهاية لم يتمكَّن الأطباء من استخدامها، وبالتالي فقد كان هذا الجزء من الجراحة فاشلًا. لقد انهارَت الشرايين في موضع الزرع بحيث لم يكُن هناك ما يكفي من جريان الدم لدعم الطُّعم. كان لا بدَّ من إجراء عملية أخرى في وقت لاحق، لكن المهم الآن هو أن الأنسجة السرطانية قد اختفَت على ما يبدو. ومن بين واحدة وثلاثين عُقدة لمفاوية استُؤصِلَت، وُجد السرطان في واحدة منها فقط. ربما أدَّت مهمَّتها ومنعَت الخلايا الخبيثة من الانتقال إلى أبعد من ذلك، فمحطتها التالية عادةً هي الرئتان.

ومع إجراء ثَقب القصبة الهوائية (بَضْع الرغامى tracheotomy) لمساعدته على التنفُّس، وتمرير أنبوب تغذية بصورة مؤقتة عبر أنفه، استغرقت فترة نقاهة جو تسعة أيام في المستشفى، ثم عاد إلى بيته. وبعد ذلك، كان عليه الخضوع ستة أسابيع من المعالجة الكيميائية (بدواءَي سيسبلاتين وإربيتوكس Erbitux، وهو أحد الأضداد وحيدة النسيلة) والإشعاع. وكذلك سيُعطَى دواءً يهدف إلى حماية غُدده اللُّعابية من الحروق، وسيُركَّب أنبوب للتغذية في معدته. كان يتلقَّى كل هذا برباطة جأش صاغرة حتى عندما لاحظ وجود تورُّم قُبيل بدء العلاج. كان هناك وَرَم جديد في طور النمو، هذه المرة في الناحية اليسرى من فكِّه العلوي، كما وُجد وَرَم آخر بالقرب من تفاحة آدم لديه.

وقد تحدَّث إلينا قائلا: «كنت أعتقد دائمًا أن سماع عبارة «أنت مصاب بالسرطان» هي أسوأ ما يمكنك سماعُه، لكنني كنتُ مخطئًا؛ فسماع عبارة «لقد وجدنا مزيدًا من الأورام» هو أسوأ من ذلك بكثير ... أعتقد أنني أدركتُ الآن كيف أن السرطان مرض شرير خسيس، لا ينفكُّ يطارده الأطباء في جميع أنحاء الجسم.»

فكرتُ مرةً أخرى في رواية سولجينيتسين «عنبر السرطان»، حيث يتحدث أحد المرضى باستسلام متهيِّب عن الوَرَم الخبيث الذي أصابه: «إن الوَرَم الأرومي الميلانيني وَرَم حقير،[٢] لا تكاد تمسُّه بسكين حتى يُنتج نقائل ثانوية. وكما ترى، فهو يريد أن يعيش أيضًا، ولكن بطريقته الخاصة.» كان انتكاس إصابة جو بالسرطان يحدث في البقع التي اضطربت بفعل الجراحة، ويعتقد الأطباء أن الأورام الجديدة قد زُرعت بطريقة أو

[٢] Alexander Solzhenitsyn, Cancer Ward, trans. Nicholas Bethell and David Burg (New York: Farrar, Straus and Giroux, 1969), 202.

بأخرى خلال العملية. ولكن كانت هناك احتمالات أخرى. عثرتُ على ورقة بحثية تعود إلى العام ١٩٥٣م، والتي تصف مفهومًا يُسمَّى السرطنة الحقلية field cancerization،[٣] أيْ ظهور أورام أوَّليَّة متعددة في المكان نفسه وفي الوقت نفسه تقريبًا. كان من المُحتمَل أن تنتشر الخلايا الخبيثة من الوَرَم إلى الأماكن القريبة، ولكن الدراسات أشارت إلى أنه، في مثل حالة جو، تطوَّر كل وَرَم بشكل مستقل. بدَا كأنه مصادفة لا تصدق، ولكن كانت هناك طرقٌ لإمكانية حدوث ذلك. اكتشف الباحثون أن الأنسجة الواقعة بين أورام الخلايا الحرشفية، أي الأنسجة التي تبدو سليمةً بخلاف ذلك، تنطوي على شذوذات جينية، بما في ذلك طفرات الجين p53 الكابت للأورام. يتعرَّض الفم والحَلْق باستمرار للمواد المُسرطِنة. ومن شأن الخلايا التي تضرَّرت بفعل أحد المُطفرات أن تلد ذريةً تحمل جميعها العيب نفسه. ويمكن لواحدة من تلك أن توجِّه ضربةً أخرى، ومن ثَم تنتُج عنها طائفة من الخلايا ذات الطفرات المضاعفة. وفي الوقت المناسب، ومع استمرار الخلايا في الانقسام، سيكون هناك حقل من الخلايا السرطانية، تنطوي جميعها على طفرات متعددة وكلٌّ منها في انتظار الدفعة الأخيرة. كان هناك احتمال آخر، وهو أن الحقل السرطاني قد نشأ عند وقت مبكر أثناء النماء، عندما أنجبت الخلية الأم الطافرة ذريةً أرسلت جميعها لتشكِّل بطانة الفم والحَلْق. ومنذ البداية، كانت هذه الخلايا تتشارك في الشذوذ نفسه، وهو ما يمنحها الأسبقية لأن تصبح سرطانية. ومهما كانت الطريقة التي ظهر بها هذا الحقل إلى حيز الوجود، فسيظلُّ قابعًا هناك في حالة استعداد — ما يشبه «قنبلة موقوتة جرى تفعيلها»[٤] كما أسمَته إحدى الأوراق العلمية، للتحوُّل إلى سرطانات متعددة. ومع ذلك،

---

٣ D. P. Slaughter, H. W. Southwick, and W. Smejkal, "Field Cancerization in Oral Stratified Squamous Epithelium: Clinical Implications of Multicentric Origin," Cancer 6, no. 5 (September 1953): 963–68.

٤ Boudewijn J. M. Braakhuis et al., "A Genetic Explanation of Slaughter's Concept of Field Cancerization Evidence and Clinical Implications," Cancer Research 63, no. 8 (April 15, 2003): 1727–30.

للاطِّلاع على مراجع حول السرطنة الحقلية:

Gabriel D. Dakubo et al., "Clinical Implications and Utility of Field Cancerization," Cancer Cell International 7 (2007): 2; and M. G. van Oijen and P. J. Slootweg, "Oral Field Cancerization: Carcinogen-induced Independent Events or Micrometastatic Deposits?" Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention 9, no. 3 (March 2000): 249–56.

كان لا يزال يبدو مستغربًا أن يمكن لكل هذا العدد الكبير الخلايا اكتسابُ تلك الطفرة المتهورة النهائية — جميعها في الوقت نفسه تقريبًا — وخاصةً في شخص لا يدخِّن أو يشرب أو يمضغ جوز التنبول.

وبعد الصدمة الأولى، تقبَّل جو الخبر باعتباره نكسةً أخرى. لم يكُن ذلك يعني أكثر من توسيع الهدف من الإشعاع وتغيير الكيماوي. كان يمتلك إيمانًا عميقًا بالله وثقةً كبيرةً في أطبائه، كما أن وجود زوجته وبناته جعله يتطلع إلى المستقبل. وكما كتب على صفحة الويب التي أنشأتها أُسرته لإبقاء الناس على علم بأخباره: «لديَّ جيش افتراضي من الناس الذين يُصلُّون من أجل صحتي وشفائي، من جميع الثقافات وجميع الطوائف. ليس لديَّ شكٌّ في أنني سأتخلص من هذا السرطان، وأنني سوف أعود إلى حياتي الطبيعية، مهما كلفني القيام بذلك. إنني ممتن للغاية لأنني أعرف في أعماق نفسي أنني سوف أهزم هذا المرض.» من الجيد أن نؤمن بالله، وقد كُوفئ صبره بعد أسبوعين من العلاج. وكما كتب: «أخبار جيدة! إنني في نهاية الأسبوع الثاني من العلاج، وقد اختفى أحد الأورام! ولم يتبقَّ سوى مجرَّد ثقب في الموضع الذي كان يشغله. وتتبعه الأورام الأخرى عمَّا قريب.»

كان علاجه قد ازداد صعوبةً عن ذي قبل، فقد عاد إلى المستشفى مرتين بغثيان وجفاف، وهما من نتائج العدوى، لكنه تجاوز نقطة منتصف الطريق، وأخبرنا أنه يرى نورًا عند نهاية النفق، ثم بدأ التعافي من العلاج. وقد شعر بتحسن أكثر مما كان عليه منذ أشهر، وكان سعيدًا بمدى سرعة تمكُّنه من العمل مرةً أخرى من المنزل. وبعد ذلك أُصيبَ بالتهاب رئوي، وفي المستشفى لاحظ الأطباء وجود كتلة بالقرب من مرِّيئه. وطمأنوه بقولهم إن هذا قد يكون بعض المخاط لا أكثر، لكنه كان وَرَمًا جديدًا بطبيعة الحال. وفيما كان يستعدُّ لستة أسابيع إضافية من الإشعاع والمعالجة الكيميائية، ظهر وَرَم آخر في فكِّه.

قال الأطباء إن هذا الوَرَم أيضًا يمكن معالجتُه. وقد كتب جو مرةً أخرى: «أخبار سارَّة! سيستغرق العلاج وقتًا أطول، لكنه يمكن الانتصارُ على الوَرَم!»

كنا في شهر يناير عندما سمع صوت التكسُّر المُخيف هذا أثناء تناوله الطعام. وبحلول منتصف أكتوبر، كان قد أنهى الجولة الثانية من العلاج. وفي غضون ذلك الوقت، كان قد استنفد إجازاته المَرَضية. حاول رئيسه أن يحصل له على تمديد آخر، ولكن سرعان ما صار جو عاطلًا عن العمل. يمكنك أن تفصل موظفًا لأنه مُصاب بالسرطان، أمَّا جو فقال إنه يتفهم ذلك. كان على يقين من أنه سيستعيد وظيفته بمجرَّد أن يستردَّ عافيته.

مرَّ أكثر من شهر قبل أن يشعر بوجع جديد، هذه المرة حول التَّرقُوة. وفي يوم عيد الشكر، كتب من المستشفى: «اربط حزام الأمان الخاص بك؛ لديَّ الكثير مما يجعلني مُمتنًّا في هذا العام ... لقد أجريتُ عمليةً جراحيةً بالأمس، لمساعدتي في التنفُّس (عن طريق إزالة الخلايا الميتة التي خلَّفها العلاج الإشعاعي)، ولأخذ خزعة من وَرَم التَّرقُوة. هناك أخبار جيدة على الجبهتَين؛ فقد استعدتُ القدرة على التنفُّس الطبيعي! كما أن الوَرَم القريب من التَّرقُوة يمكن علاجُه بالإشعاع! أنا في انتظار العودة منزلي الآن.» بالنسبة إليه، لم يكُن هناك شيء اسمه أنباء سيئة تمامًا.

ولكنْ بعد ذلك ظهر مزيدٌ من الأورام، والتي كان عددها أكبر من أن يمكن علاجُها بالإشعاع. هناك قدرة محدودة للجسم البشري. وكما ذكر جو: «يمكننا تقليصُ حجمها بقدْر ما نستطيع بالمعالجة الكيميائية المباشرة، لكن هذا لن يقتلها. لا أعرف إن كان ما تبقَّى في حياتي هو ستة أشهر أو ست سنوات.» كان ذلك في الثلاثين من نوفمبر، ولم يكُن لديه حتى ستة أسابيع.

أمضى جو عيد الميلاد في المنزل مع عائلته. في ذلك الوقت، كانت المعالجة الكيميائية تُصيب جسده بالضرر نفسه الذي يُحدِثه السرطان، ولذلك عمد الأطباء إلى وقف جميع أدويته باستثناء تلك المُستخدَمة في تسكين الألم. وقالوا إنه إذا استعاد قوته، فبالإمكان دائمًا استئنافُ العلاج. حاولنا أن نصدِّق أن ذلك قد يحدث حقًّا. كان جو يشعر بالنعاس دائمًا كما كانت تعتريه تشنُّجات، لكنه بعد عيد الميلاد مباشرةً استيقظ صافي الذهن ويشعر بأنه أفضل حالًا مما كان عليه طوال أيام. وقد ابتسم لزوجته وأمسك بذراعها، ونظر في عينيها وقال: «متى؟» ثم سقط نائمًا. وكما ذكرتُ لاحقًا، فقد كان ذلك يشبه أحداث فيلم سينمائي. وقد استيقظ مجدَّدًا، ودخلت بناته إلى الغرفة. كانوا جميعًا يضحكون معًا، وكان يقول لهنَّ إنه يحبُّهن. لقد استعاد جو نفسه مرةً أخرى، وقبل أن يدركن ذلك، كان قد ذهب إلى غير رجعة.

وفي حفل تأبينه، تحدَّث الكاهن عن غموض الموت، وعن الحبِّ الذي لا يمكن للسرطان أن يسلبه أبدًا، وقدرة الله على حلِّ أغلال الروح وتحريرها. وذكر كيف أن جو بعث إليه برسالة عبر البريد الإلكتروني في صباح اليوم السابق للجراحة، وقال إنه كان يشبه القائد أداما في مسلسل الخيال العلمي Battlestar Galactica، فقد كان متوجِّها للقضاء على الغازي.

ضمن مجموعتي من الأجهزة العلمية القديمة، يوجَد جهاز يُسمَّى منظار نفيح الراديوم (عدَّاد الجُسيمات ألفَا spinthariscope)، والذي اشتُقَّ اسمه من لفظة يونانية بمعنى شرارة spark. يبدو الجهاز كعينية نحاسية لِمجهَر من الطراز القديم، ومنقوش على جانبه عبارة «و. كروكس ١٩٠٣م». كان هذا هو العام الذي كشف فيه مخترعه وليام كروكس Crookes[٥] النقاب عن الجهاز في حفل[٦] عقَدَته الجمعية الملكية. أشكُّ في أن كروكس هو الصانع الحقيقي لنسختي من الجهاز، فلا تزال السوق تضمُّ عددًا من مناظير نفيح الراديوم التي تحمل النقش نفسه على جانبها.[٧] وربما أُصدِر كجزء من بعض الفاعليات التذكارية. داخل الأنبوب النحاسي، توجَد قطعة من الراديوم المثبَّتة بجانب حاجز مصنوع من كبريتيد الزنك، وهو مادة كيميائية ذات وميض فسفوري مُزِجَت لصُنع الطلاء المتوهِّج الذي سمَّم فتيات الراديوم.

مع اضمحلال الراديوم، فإنه يقذف الجُسيمات ألفَا التي يمكن تسجيلُها كومضات صغيرة من الضوء. تنتُج كل ومضة عن تفتُّت نواة واحدة من ذرات الراديوم، ويمكنك مشاهدةُ العرض من خلال العدسة على الطرف الآخر من الجهاز، ولذلك تأثير ساحر، والذي شبَّهه كروكس بـ «بحر مضيء متلاطم الأمواج».[٨] وفي بعض الأحيان، عندما لا أستطيع النوم، ألتقط الجهاز من الخزانة بجوار السرير لكي أشاهد تلك الرشقات النارية العشوائية، والتي تُشبه انفجاراتٍ نوويةً مصغَّرة. فكرتُ في عشوائية الطفرات التي تسبِّب السرطان، وفي حقيقة أنني أمسك بجسم مُشع على مقربة من عيني. صحيحٌ أن الجُسيمات ألفَا محتواة بأمان في داخل الآلة، لكنني إذا قمتُ بكشط ندفة من الراديوم وابتلعتُها، فقد أموت. كيف يمكن أن تكون الحياة بمثل هذه القوة، وبمثل هذا الضعف أيضًا؟

---

٥ W. Crookes, “The Emanations of Radium,” Proceedings of the Royal Society of London 71 (January 1, 1902): 405–8.

٦ Paul W. Frame, “William Crookes and the Turbulent Luminous Sea,” Oak Ridge Associated Universities website. The piece originally appeared in the Health Physics Society Newsletter.

٧ Robert Bud and Deborah Jean Warner, eds., Instruments of Science: An Historical Encyclopedia (New York: Garland, 1998), 572–73.

٨ W. Crookes, “Certain Properties of the Emanations of Radium,” Chemical News 87, no. 241 (1903).

تمثِّل ومضات الذرات المضمحلَّة أنقى أنواع العشوائية. ووفقًا للقانون الأساسي للطبيعة، أيْ ميكانيكا الكَم quantum mechanics، ليست هناك طريقة للتنبؤ بزمن اضمحلال أيِّ نواة منفردة. ومهما طالت مدَّة تحديقك أو درجة تركيزك في منظار نفيح الراديوم فلن تجد نمطًا معيَّنا مطلقًا، وكذلك فلن تجد سببًا في أن واحدةً بعينها من ذرات الراديوم تقذف بالجُسيم ألفَا في هذه اللحظة بالذات، وليس في اللحظة التالية مثلًا. تقبع نواتان متطابقتان تجلسان جنبًا إلى جنب، وفجأةً تضمحلُّ واحدة منهما من دون سبب على الإطلاق، تاركةً الأخرى جالسةً في مكانها لألف سنة أخرى. أمَّا الشيء الوحيد الذي يمكن توقُّعُه، فهو كيفية تصرُّف كتلة، أو جمهرة، من الراديوم؛ سيضمحل نحو نصف الأنوية على مدى ستة عشر قرنًا من الزمن، لكننا لن نتمكَّن أبدًا من معرفة أيها ستفعل ذلك.

وهذا بالتحديد هو الحال مع السرطان. وفي وجود مجموعة كبيرة بما فيه الكفاية من الاشخاص، يمكننا أن نتنبأ بالنسبة المئوية لمَن سيصيبها المرض منها، لكننا لن نتمكَّن من معرفة أيها ستُصاب على وجه التحديد. ليست هذه عشوائيةً غير قابلة للاختزال مثل تلك الموجودة بداخل الذرات، ففي وجود ما يكفي من المعلومات — الديموغرافية، والجغرافية، والسلوكية، والغذائية — يمكننا تضييقُ المجموعة المعرَّضة لخطر الإصابة ببعض أنواع السرطان. وباستخدام الفحوص الجينومية والبروتيومية المستقبلية، إضافةً إلى تقنيات لم تُختَرع بعد، قد نستطيع تضييق نطاق الإصابة المُحتمَلة أكثر فأكثر، لكن لذلك حدًّا لن نستطيع تجاوزه؛ فاحتمالية أن يُصاب أيُّ شخص بالسرطان أو لا يُصاب به ستظلُّ دائمًا عمليةً عشوائيةً في معظمها.

أعدتُ منظار نفيح الراديوم مرةً أخرى إلى مكانه فوق الطاولة. لا توجَد وسيلة لوقف تشغيله، فالومضات تتواصل من دون أن نراها طوال الليل والنهار، وعامًا بعد عام. سيواصل الراديوم نفسه الاضمحلال لِعدَّة قرون، لكن شاشة الومضان scintillation screen والعدسة الزجاجية ستبلَيَان أولًا. ربما سيبقى النحاس الأصفر لكي يتساءل علماء الآثار عن كُنهه، مثل القطع النقدية القديمة. أتخيَّل كيف سيبدو فِناء منزلي في ذلك الوقت إذا لم يعتنِ به أحد. أولًا، ستملؤه الأعشاب الضارَّة، طاردةً أشكال الحياة أقل عدوانية. ستتساقط أوراق الأشجار على الفِناء patio، ومن ثَم تتحلَّل ببطء مكوِّنةً تربةً سينمو فيها مزيدٌ من الأعشاب الضارَّة. أمَّا بذور الدردار السيبيري Siberian elm، وهي الأشجار الطفيلية التي لا يمكن التخلُّصُ منها، والتي انتشرَت في جميع أنحاء الغرب

(وهي إيختروي Echthroi آخر من أوراسيا)، فستُرسِّخ جذورها في الشقوق الموجودة في الخرسانة، ومن ثَم تمزِّقها إربًا ببطء أثناء نموِّها. ستتسع الشقوق تدريجيًّا، وسوف تزحف الجذور تحت أساس بيتي الذي سينهار في نهاية المطاف. أفكر في اللوحات الموجودة في المتاحف عن الآثار الرومانية الكبرى المُغطَّاة بالنباتات، والتي يجري هضمُها ببطء مرةً أخرى إلى باطن الأرض.

بداخل جسدي، توجَد عشرة تريليونات خلية (عفاريت ماكسويل الصغيرة هذه) تقاتل الانهيار نفسه الذي لا مفرَّ منه تجاه الإنتروبيا. من الغريب أن نفكر في أنه بداخل كلٍّ منها تحدث كثير من الأشياء، والتي لا تدركها العين. لا تعلم الخلية بامتلاكها للدنا، أو الرنا، أو التيلوميرات أو المتقدرات، ولا تعرف أن الأدينوزين A يرتبط بالتيروزين T، أو أن السيتوزين C يرتبط بالغوانين G، أو أن CTG ترمز إلى الحمض الأميني ليوسين leucine، أو أن GCT ترمز إلى الألانين alanine؛ وهي الخرزات الجُزيئية التي تنتظم معًا لصُنع البروتينات. ليست هناك بطاقات تعريف، ولا أبجدية جينية مكتوبة في أيِّ مكان، كما لا توجَد تعليمات. يقوم كل شيء بمهمَّته بطريقةٍ ما، وعندما لا يفعل ذلك نستشيط غضبًا ضدَّ الآلة.

ملاحظات المؤلِّف

إن عناوين الإنترنت غير العملية التي يُطلق عليها اسم URLs (اختصار «محدِّدات مواقع المعلومات الموحَّدة») لم يكُن أبدًا مقصودًا لها أن تظهر في الطباعة؛ فهي توجيهات من وراء الكواليس لحاسوب ينفِّذ دون تفكير تعليمات نقرة من الفأرة على رابط تشعُّبي hyperlink. وقد استبعدتُها من قسم الملاحظات في الإصدارات المطبوعة من هذا الكتاب. وبالنسبة إلى الغالبية الساحقة من الأوراق البحثية التي استشهدتُ بها، فإن الملخَّص والنصَّ الكامل في كثير من الأحيان يمكن العثورُ عليها بسهولة من خلال البحث عبر الإنترنت، وهو أسهل بكثير من الكتابة، حرفًا بحرف، وخطًّا مائلًا وراء الآخر، ومن ثَم عنوان الإنترنت المحدد لكلٍّ منها. وكذلك يمكن بسهولة العثورُ على صفحات الويب التي استشهدتُ بها، والتي كانت متاحةً عندما مثل هذا الكتابُ للطبع. أمَّا نسخة الإنترنت من الملاحظات، والمتوفرة على موقع الويب الخاص بي، talaya.net، فتتضمن روابط لكافة المراجع، وكذلك طبعات الكتاب الإلكترونية.

هنـــداوي