

پی‌نوشت‌ها

پیش‌درآمد: دعای مادر بزرگ

۱. لنزمن طی مصاحبه‌ای جامع درباره فیلم مستند شاهکار خود در باب هولوکاست می‌گوید: «من می‌خواستم در این فیلم تا حد امکان به مرگ نزدیک شوم. در مستند شوآ هیچ شکلی از روایت شخصی بازگو نمی‌شود. فیلم صرفاً درباره مرگ است و نه راجع به جان به در بردگان از مرگ.»

‘Shoah’ Director Claude Lanzmann: ‘Death Has Always Been a Scandal,’ ” *Spiegel*, September 10, 2010, <http://www.spiegel.de/international/zeitgeist/shoah-director-claude-lanzmann-death-has-alwaysbeen-a-scandal-a-716722.html>.

۲. این مطالعه سه ویژگی مرگ را که کودکان تا قبل از هفت‌سالگی به درک آن‌ها نائل می‌آیند، تحت بررسی قرار داده است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: برگشت‌ناپذیری، از دست رفتن تمامی کارکردهای بدن و همگانی بودن.

M. W. Speece and S. B. Brent, “Children’s Understanding of Death: A Review of Three Components of a Death Concept,” *Child Development* 55, no. 5 (October 1984): 1671-86, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6510050>.

۳. نویسنده نیویورک تایمز همراه با دامادش در مراسم تولد نخستین فرزند دختر خود شرکت کرده بود.

R. M. Henig, “The Ecstasy and the Agony of Being a Grandmother,” *New York Times*, December 27, 2018, <https://www.nytimes.com/2018/12/27/style/self-care/becoming-a-grandmother.html>.

۴. پس از خودکشی رایین ویلیامز، ستاره فیلم *انجمن شاعران مرده*، پندهای ارائه‌شده در فیلم رنگی تیره‌تر به خود گرفتند.

P. Weir, director, *Dead Poets Society*, United States: Touchstone Pictures, 1999.

۵. استدلال نویسنده آن است که به جای پژوهش بر سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی، پژوهش‌های پزشکی باید بر "کاهش دادن پیری و عوارض ناشی از آن تمرکز کنند و بدین ترتیب سلامتی و ثروت ما را افزایش دهند".

G. C. Brown, "Living Too Long," *EMBO Reports* 16, no. 2 (February 2015): 137-41, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4328740/>.

۶. در یکی از نظرسنجی‌های انجام‌شده توسط *اکنونمیست*، اکثر پاسخ‌دهندگان از چهار کشور مختلف گزارش دادند که مایل‌اند در منزل خودشان بمیرند، گرچه فقط تعداد کمی از آن‌ها تصور می‌کردند مرگشان در منزل رقم می‌خورد. به استثنای برزیلی‌ها، بیشتر پاسخ‌دهندگان مردن عاری از درد را از داشتن عمری طولانی‌تر، مهم‌تر می‌دانستند.

"A Better Way to Care for the Dying," *Economist*, April 29, 2017, <https://www.economist.com/international/2017/04/29/a-better-way-to-care-for-the-dying>.

۷. می‌توانید فهرست مراکز و شرکت‌هایی را که من در آن‌ها فعالیت کرده‌ام، در بخش انتهایی این کتاب [بخش‌های "تکاتی درباره سینکلر" و "درباره نویسندگان"] و نیز در آدرس زیر ببینید:

<https://genetics.med.harvard.edu/sinclairitest/people/sinclair-other.php>.

۸. ویراستارم مرا واداشت تا با نگاشتن مطالبی خودم‌حورانه در باب خودم، اعتبار به دست بیاورم. امیدوارم این پی‌نوشت را نبیند و مرا مجبور به حذف کردنش نکند!

۹. در سال ۲۰۱۸، همراه با خانواده‌ام به لندن سفر کردم تا گزارش اصلی "سفر دور دنیای" کاپیتان جیمز کوک و نمونه‌های گیاه‌شناختی گردآوری‌شده توسط سر جوزف بنکس از استرالیا را ببینم. طی سفرمان، برای دیدنی‌های دیگر نیز توقف کردیم، از جمله مدل اولیه DNA واتسون و کریک، فسیل‌های دوران آغازین حیات، مجسمه‌های موآی جزیره راپا نوئی، برش مقطعی تنه سکویای ۱،۵۰۰ ساله، مجسمه چارلز داروین، پمپ براد استریت، اتاق عملیات جنگ وینستون چرچیل و البته انجمن سلطنتی بریتانیا. با ردیابی مسیر کوک در امتداد سواحل شرقی پایین‌دست استرالیا یا همان منطقه‌ای که در آن زمان "هلند نو" خوانده می‌شد، می‌توان به راحتی دریافت که بنکس از قبل، استقرار مستعمره‌ای در این ناحیه را در ذهن داشته و هیچ‌گاه چنین هدفی را از یاد نبرده بود. نه تنها منطقه اصلی خلیج بوتانی نام گرفت، بلکه ساحل آن ناحیه نیز "کیپ بنکس" خوانده شد. کشتی بزرگ این کاوشگران، *اچ‌ام‌اس/اندیور*، پس از کاوش در خلیج بوتانی، رهسپار شمال شد و پس از عبور کردن از بندر "پورت جکسون"، به لطف یافتن آب‌های بسیار عمیق‌تر و نهری آب شیرین، کاوش خود را به پایان رسانید؛ مکان

تازه کشف‌شده بسیار بهتر از منطقه قبلی بود و این امکان را برای فرماندار فیلیپ فراهم کرد تا هشت سال بعدتر در همان جا مستعمره‌ای تبعیدگاهی بنا کند.

10. "Phillip's Exploration of Middle Harbour Creek," Fellowship of the First Fleeters, Arthur Phillip Chapter, <http://arthurphillipchapter.weebly.com/exploration-of-middle-harbour-creek.html>.

۱۱. روایت‌های جست‌وجوی کاوشگر و فاتح اسپانیایی، [خوان یونسه د لئون]، برای یافتن چشمه جوانی ساختگی به نظر می‌رسند، با این‌همه می‌توان داستان‌های جالبی از دل آن‌ها درآورد.

J. Greenspan, "The Myth of Ponce de León and the Fountain of Youth," "History Stories," April 2, 2013, A&E Television Networks, <https://www.history.com/news/the-myth-of-ponce-de-leon-and-the-fountain-of-youth>.

۱۲. بر اساس دانشنامه آفرینش: دائرةالمعارف آفرینش علمی (وبسایتی متعلق به شبکه آفرینش شمال غربی به آدرس http://creationwiki.org/Human_longevity), در کتاب سفر پیدایش، اغلب ما انسان‌ها در دوران آغازین ۹۰۰ سال عمر می‌کردیم. بعد عمر اکثرمان به ۴۰۰ سال رسید. بعد اکثر ما عمری ۱۲۰ ساله یافتیم. همان‌طور که اوپن و وویل اخیراً نوشته‌اند: «متخصصان مرگ‌ومیر بارها تأکید کرده‌اند که نرخ امید به زندگی به سقف نهایی‌اش نزدیک شده است. اما بارها اثبات شده است که این متخصصان بر خطا بوده‌اند. افزایش نیافتن امید به زندگی در کشورهای مختلف، نتیجه عملکرد متحجران و عقب‌ماندگی رهبران این جوامع است.»

J. Oeppen and J. W. Vaupel, "Broken Limits to Life Expectancy," *Science* 296, no. 5570 (May 10, 2002): 1029-31.

۱۳. در مورد عمرهای بلند قابل‌تأیید اختلاف‌نظرهایی وجود دارد. برخی ادعا کرده‌اند سن بسیار بالایی دارند و شواهد قابل‌توجهی هم برای اثبات ادعای خود ارائه داده‌اند، اما آن‌ها از تاریخ تولد خود هیچ‌گونه سند رسمی، شبیه به اسناد ثبت‌شده در جوامع غربی، در دست ندارند. در هر حال اگر هم چنین افرادی وجود داشته باشند، تعدادشان یک در میلیارد است. در نوامبر سال ۲۰۱۸، والرئو نووسلوف، پیری‌شناس، و نیکولای زاک، ریاضی‌دان روس، ادعا کردند که پس از بررسی‌های فراوان به این نتیجه رسیده‌اند که ایوان، دختر ژان کالمان، هویت مادرش را در سال ۱۹۳۴ غصب کرده و مدعی شده دختر [یعنی خودش] به جای مادرش فوت شده است تا بدین ترتیب از پرداختن مالیات‌های قانونی برای املاک مادرش بگریزد. اختلاف‌نظرها ادامه یافتند و در نهایت دانشمندان فرانسوی این ادعای روس‌ها راجع به سن پیرترین انسان جهان را رد کردند.

“French Scientists Dismiss Russian Claims over Age of World’s Oldest Person,” Reuters, January 3, 2019, <https://www.reuters.com/article/us-france-oldest-womancontroversy/french-scientists-dismiss-russian-claims-over-age-of-worlds-oldest-personidUSKCN1OX145>.

۱۴. پژوهشگران ایتالیایی پس از بررسی ۴,۰۰۰ سالمند دریافتند که اگر فردی به سن ۱۰۵ سالگی برسد، خطر مرگش از سالروز تولد فعلی تا سالروز تولد بعدی او ثابت می‌ماند، به‌نحوی که احتمال مرگ فرد تا زادروز سال آینده‌اش پنجاه-پنجاه خواهد بود.

E. Barbi, F. Lagona, M. Marsili, et al., “The Plateau of Human Mortality: Demography of Longevity Pioneers,” *Science* 360, no. 396 (June 29, 2018): 1459-61, <http://science.sciencemag.org/content/360/6396/1459>.

۱۵. زیگفرید حکیمی، استاد ژنتیک دانشگاه مک‌گیل کانادا، می‌گوید: «اگر انسان‌ها به‌طور متوسط بین ۸۰ تا ۹۰ سال عمر کنند، همانند وضعی که همین حالا حاکم است، بازه‌های عمری بسیار طولانی به ۱۱۰ یا ۱۲۰ سالگی می‌رسند؛ بنابراین اگر متوسط طول عمر کماکان افزایش یابد، بدان معناست که عمرهای طولانی‌تر از ۱۱۵ سال هم فراتر خواهند رفت.»

A. Park, “There’s No Known Limit to How Long Humans Can Live, Scientists Say,” *Time*, June 28, 2017, <http://time.com/4835763/how-long-can-humans-live/>.

۱۶. آرتور سی. کلارک می‌گوید: «هر نوعی از فناوری وقتی به حدی از پیشرفت برسد، دیگر نمی‌توان آن را از جادو تفکیک کرد.»

Wikiquote, https://en.wikiquote.org/wiki/Arthur_C._Clarke.

یکم: زنده‌باد زندگی

1. D. Damer and D. Deamer, “Coupled Phases and Combinatorial Selection in Fluctuating Hydrothermal Pools: A Scenario to Guide Experimental Approaches to the Origin of Cellular Life,” *Life* 5, no. 1 (2015): 872-87, <https://www.mdpi.com/2075-1729/5/1/872>.

۲. بررسی‌های دقیق رادیولوژیکی، زمین‌شناختی و اکتشافات اخیر در باب شیمی اولیه حیات، حاکی از آن‌اند که این توصیف، تصویری دقیق از چگونگی جاندار شدن غیر جانداران و شکل‌گیری حیات را نشان می‌دهد.

M. J. Van Kranendonk, D. W. Deamer, and T. Djokic, “Life on Earth Came from

a Hot Volcanic Pool, Not the Sea, New Evidence Suggests," *Scientific American*, August 2017, <https://www.scientificamerican.com/article/life-on-earth-came-from-a-hot-volcanic-pool-not-the-sea-new-evidence-suggests/>.

3. J. B. Iorgulescu, M. Harary, C. K. Zogg, et al., "Improved Risk-Adjusted Survival for Melanoma Brain Metastases in the Era of Checkpoint Blockade Immunotherapies: Results from a National Cohort," *Cancer Immunology Research*, 6, no. 9 (September 2018): 1039-45, <http://cancerimmunolres.aacrjournals.org/content/6/9/1039.long>; R. L. Siegel, K. D. Miller, and A. Jemal, "Cancer Statistics, 2019," *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 69, no. 1 (January-February 2019): 7-34, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3322/caac.21551>.

۴. دانشمندان و فلاسفه از همان دوران ارسطو، همواره درصد بوده‌اند تا معمای پیری را حل کنند.

D. Fabian and T. Flatt, "The Evolution of Aging," *Nature Education Knowledge* 3, no. 10 (2011): 9, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/the-evolution-of-aging-23651151>.

۵. در میان پستانداران کوچک، خفاشی از سیبری با رسیدن به ۴۱ سالگی، رکوردی جهانی از خود بر جای گذاشت.

R. Locke, "The Oldest Bat: Longest-Lived Mammals Offer Clues to Better Aging in Humans," *BATS Magazine* 24, no. 2 (Summer 2006): 13-14, http://www.batcon.org/resources/media-education/batsmagazine/bat_article/152.

۶. گروه کوچکی از مارمولک‌های مهاجر به جزایر کارائیب، احتمالاً جزایری را کشف کرده‌اند که در آن‌ها شکارچی مارمولک وجود نداشته است، حال آنکه جانوران کمتر ماجراجو، در عین حضور شکارچیان توانسته بودند بهتر دوام آوردند.

O. Lapiedra, T. W. Schoener, M. Leal, et al., "Predator-Driven Natural Selection on Risk-Taking Behavior in Anole Lizards," *Science* 360, no. 3692 (June 1, 2018): 1017-20, <http://science.sciencemag.org/content/360/6392/1017>.

۷. ریچارد داوکینز در کتاب *رودی بیرون از باغ بهشت*، به شیوایی به این نکته پرداخته و اشاره کرده است که جوامع بدوی جایی در دنیای علم نمی‌یابند، چراکه مثلاً آن‌ها باور دارند ماه کدویی کهنه است که به آسمان پرتاب شده است.

R. Dawkins, *River Out of Eden* (New York: Basic Books, 1995).

۸. به پیوست "مقیاس مقادیر" در انتهای کتاب بنگرید.

۹. زیلارد سال‌های پایانی زندگی خود را به عنوان یکی از اعضای مؤسسه مطالعات علوم زیست‌شناختی سالک در لاجولای کالیفرنیا گذراند. او خانه‌ای بیلاقی در ملک هتل دل چارو زندگی می‌کرد و سرانجام در ۳۰ ماه می ۱۹۶۴ درگذشت.

10. R. Anderson, "Ionizing Radiation and Aging: Rejuvenating an Old Idea," *Ageing* 1, no. 11 (November 17, 2009): 887-902, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2815743/>.

11. L. E. Orgel, "The Maintenance of the Accuracy of Protein Synthesis and Its Relevance to Ageing," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 49, no. 4 (April 1963): 517-21, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC299893/>.

۱۲. هارمن نتیجه می‌گیرد که بیماری‌های ناشی از پیری و نیز خود روند پیر شدن، اساساً نتیجه "حملات جانبی مضر رادیکال‌های آزاد به ترکیبات سلولی و بافت‌های همبند" هستند. وی در ادامه می‌گوید که منشأ رادیکال‌های آزاد "اکسیژن مولکولی کاتالیزه‌شده توسط آنزیم‌های اکسیدکننده" و مواد به جامانده از این فرایند است.

D. Harman, "Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry," *Journal of Gerontology* 11, no. 3 (July 1, 1956): 298-300, <https://academic.oup.com/geronj/article-abstract/11/3/298/616585?redirectedFrom=fulltext>.

۱۳. بر اساس پیش‌بینی وب‌سایت دنیای خوراک‌داروها [Nutraceuticals World] اشتباهی فزاینده به آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی هم‌زمان با کاهش قیمت این محصولات و افزایش تقاضا برای خرید آن‌ها توسط شرکت‌های تولید مواد غذایی و نوشیدنی، رشد چند سال آینده بازار این محصولات را نیز تضمین می‌کند.

"Global Antioxidants Market Expected to Reach \$4.5 Billion by 2022," *Nutraceuticals World*, January 26, 2017, https://www.nutraceuticalsworld.com/contents/view_breaking-news/2017-01-26/globalantioxidants-market-expected-to-reach-45-billion-by-2022

۱۴. بنا به گزارش یکی از وب‌سایت‌های فعال در صنعت نوشیدنی، رشد شدید تقاضا برای نوشیدنی‌های سودمند برای سلامتی، به طور مستقیم مرتبط است با تمایل مشتریان به وجود مواد با ارزش در این نوشیدنی‌ها.

A. Del Buono, "Consumers' Understanding of Antioxidants Grows," *Bev-*

erage Industry, January 16, 2018, <https://www.bevindustry.com/articles/90832-consumers-understanding-of-antioxidants-grows?v=preview>.

15. I. Martincorena, J. C. Fowler, A. Wabik, et al., "Somatic Mutant Clones Colonize the Human Esophagus with Age," *Science* 362, no. 6417 (November 23, 2018): 911-17, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30337457>.

۱۶. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که داده‌های آن‌ها "این فرضیه را که تغییرات ناشی از آسیب‌های اکسیده‌کننده/فشار در طول عمر موش‌ها نقش ایفا می‌کنند، به‌طورجدی به زیر سؤال می‌برد".

V. I. Pérez, A. Bokov, H. Van Remmen, et al., "Is the Oxidative Stress Theory of Aging Dead?," *Biochimica et Biophysica Acta* 1790, no. 10 (October 2009): 1005-14, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2789432/>.

17. A. P. Gomes, N. L. Price, A. J. Ling, et al., "Declining NAD(+) Induces a Pseudohypoxic State Disrupting Nuclear-Mitochondrial Communication During Aging," *Cell* 155, no. 7 (December 19, 2013): 1624-38, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24360282>.

18. W. Lanouette and B. Silard, *Genius in the Shadows: A Biography of Leo Szilard: The Man Behind the Bomb* (New York: Skyhorse Publishing, 1992).

۱۹. در صفحهٔ مؤسسهٔ ملی سلامت آمده است: «همتا‌های پدیدآمده از سلول استخراج‌شده از جاندار بالغ احتمالاً کروموزوم‌هایی کوتاه‌تر از حد طبیعی دارند و چه‌بسا همین وضع، جانداران همتاسازی‌شده را به داشتن طول عمری کوتاه‌تر محکوم می‌کند.»

"Cloning," National Human Genome Research Institute, March 21, 2017, <https://www.genome.gov/25020028/cloning-fact-sheet/>.

۲۰. در بحث پیرامون دالی، نخستین گوسفند همتاسازی‌شدهٔ جهان، پرسش چالش‌برانگیز این است که جاندار همتاسازی‌شده از سلول یک جاندار بالغ، هنگام تولد چند ساله است؟ پاسخی که یکی از نویسندگان در وب‌سایت گفت‌وگو [The Conversation] یافت این بود که گوسفندان همتاسازی‌شده‌ای که از سلولی یکسان با سلول دالی متولد شده بودند، طول عمری عادی داشتند. در ادامه نوشته شده بود: «اکنون دالی‌های تازه به ما نشان می‌دهند که اگر سلولی را از حیوانی در هر سنی بگیریم و هستهٔ آن را وارد یک تخمک بالغ غیر بارور کنیم، می‌توانیم جانداری را به دنیا بیاوریم که طول عمری کاملاً عادی دارد.»

J. Cibell, "More Lessons from Dolly the Sheep: Is a Clone Really Born at Age

Zero?," *The Conversation*, February 17, 2017, <https://theconversation.com/more-lessons-from-dolly-the-sheep-is-a-clone-really-born-at-age-zero-73031>.

۲۱. گرچه عمر برخی حیوانات هم‌تاسازی شده با نرخ پیری طبیعی گونه‌های آن‌ها مطابقت دارد، برای فراتر رفتن از شواهد عمدتاً روایت‌گونه گردآوری شده در این حوزه، نیازمند انجام دادن تجزیه و تحلیل‌های بیشتری هستیم.

J. P. Burgstaller and G. Brem, "Aging of Cloned Animals: A Mini-Review," *Gerontology* 63, no. 5 (August 2017): 417-25, <https://www.karger.com/Article/FullText/452444>.

۲۲. پژوهشگران دانشگاه بت به واسطه بررسی موش‌های هم‌تاسازی شده دریافتند که تلومرهای محافظ انتهایی کروموزوم‌های این موش‌ها به نحو شگفت‌انگیزی طی نسل‌های متوالی قدری طولانی‌تر شده‌اند و این جانوران هیچ‌گونه شواهدی حاکی از پیری زودرس بروز ندادند.

T. Wakayama, Y. Shinkai, K. L. K. Tamashiro, et al., "Ageing: Cloning of Mice to Six Generations," *Nature* 407 (September 21, 2000): 318-19.

«به‌رغم گزارش‌هایی مبنی بر افزایش تلومرهای جانداران هم‌تاسازی شده در مطالعات مختلف، ظاهراً اکثر موجودات هم‌تاسازی شده با آهنگی طبیعی پیر می‌شوند. درواقع نخستین گاوهای هم‌تاسازی شده جهان اکنون سالم و سرحال‌اند و از ژانویه ۲۰۰۸ تا لحظه نگارش این سطور ۱۰ سالی از عمرشان سپری می‌شود.»

"Myths About Cloning," U.S. Food & Drug Administration, August 29, 2018, <https://www.fda.gov/animalveterinary/safetyhealth/animalcloning/ucm055512.htm>.

۲۳. پژوهشگران DNA میتوکندریایی را در استخوان یک نئاندرتال در کرواسی کشف کرده‌اند که قدمت آن از آنچه قبل‌تر تصور می‌شد، بسیار بیشتر است.

T. Devièse, I. Karavanié, D. Comeskey, et al., "Direct Dating of Neanderthal Remains from the Site of Vindija Cave and Implications for the Middle to Upper Paleolithic Transition," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114, no. 40 (October 3, 2017): 10606-11, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28874524>.

24. A. S. Adikesevan, "A Newborn Baby Has About 26,000,000,000 Cells. An Adult Has About 1.9×10^3 Times as Many Cells as a Baby. About How Many Cells Does an Adult Have?," *Socratic*, January 26, 2017, <https://socratic.org/>

[questions/a-newborn-baby-has-about-26-000-000-000-cells-an-adult-has-about-1-9-10-3-times-](#)

25. C. B. Brachmann, J. M. Sherman, S. E. Devine, et al., "The *SIR2* Gene Family, Conserved from Bacteria to Humans, Functions in Silencing, Cell Cycle Progression, and Chromosome Stability," *Genes & Development* 9, no. 23 (December 1, 1995): 2888-902, <http://genesdev.cshlp.org/content/9/23/2888>.
long; X. Bi, Q. Yu, J. J. Sandmeier, and S. Elizondo, "Regulation of Transcriptional Silencing in Yeast by Growth Temperature," *Journal of Molecular Biology* 34, no. 4 (December 3, 2004): 893-905, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15544800>.

۲۶. این مقاله یکی از جالب‌ترین و مهم‌ترین مقالاتی بود که به عمرم خوانده‌ام.

C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication," *Bell System Technical Journal* 27, no. 3 (July 1948): 379-423, and 27, no. 4 (October 1948): 623-66, <http://math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>.

۲۷. مطالعات پژوهشگران نشان داده‌اند که mTORC1 در سلول‌های سرطانی می‌تواند با سیگنال‌دهی خود "آسیب درون‌زای DNA را سرکوب کند و از طریق تنظیم CHK1، احتمال زنده ماندن جاندار را افزایش دهد".

X. Zhou, W. Liu, X. Hu, et al., "Regulation of CHK1 by Mtor Contributes to the Evasion of DNA Damage Barrier of Cancer Cells," *Nature Scientific Reports*, May 8, 2017, <https://www.nature.com/articles/s41598-017-01729-w>; D. M. Sabatini, "Twenty-five Years of Mtor: Uncovering the Link from Nutrients to Growth," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114, no. 45 (November 7, 2017): 11818-25, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5692607/>.

28. E. J. Calabrese, "Hormesis: A Fundamental Concept in Biology," *Microbial Cell* 1, no. 5 (May 5, 2014): 145-49, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5354598/>.

دوم: پیاپیست دیوانه

۱. چه‌بسا تا ۶۹ درصد ژنوم انسان تکراری یا مشتق از تکرارهای DNA ویروسی درون‌زا باشد.

حال آنکه تخمین‌های قدیمی‌تر این میزان را حدود ۵۰ درصد برآورد کرده بودند.

A. P. de Konig, W. Gu, T. A. A. Castoe, et al., "Repetitive Elements May Comprise over Two-thirds of the Human Genome," *PLOS Genetics* 7, no. 12 (December 7, 2011), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3228813/>.

۲. وقتی سخن از توالی ژنوم انسان به میان می‌آید، مقصود از نقشه‌برداری کامل آن چیست؟ به نظر می‌رسد در قیاس با آنچه در دهه ۲۰۰۰ می‌پنداشتیم، بخش وسیعی از ژنوم ناشناخته باقی مانده بود. اکنون مشخص شده است که بخش‌هایی از ژنوم که پیش‌تر کارکردی برایشان متصور نبودیم احتمالاً در بروز سرطان، در خودماندگی و پیری نقش ایفا می‌کنند.

S. Begley, "Psst, the Human Genome Was Never Completely Sequenced. Some Scientists Say It Should Be," *STAT*, June 20, 2017, <https://www.statnews.com/2017/06/20/human-genome-not-fullysequenced/>.

۳. این مرکز که قدمتش به دهه ۱۹۶۰ بازمی‌گردد، هر سه یا چهار سال یک بار کاتالوگی به‌روزشده از گونه‌های ساکارومایسس سروویزیه خود را منتشر می‌کند.

R. K. Mortimer, "Yeast Genetic Stock Center," Grantome, 1998, <http://grantome.com/grant/NIH/P40-RR004231-10S1>.

۴. پژوهشگران حوزه مخمرها نام‌های جالبی دارند. "جان جانستون" و مشاور من، "دیک دیکنسون"، تنها دو نمونه از آن‌هایند.

۵. در سال ۲۰۱۶، دکتر یوشینوری اوسومی به سبب مطالعاتش روی اتوفازای مخمرها به کسب جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی نائل آمد. اتوفازای زمانی رخ می‌دهد که سلول‌ها تحت شرایط دشوار، با هضم کردن بخش‌های غیرکلیدی خودشان، از انقراض خویشتن جلوگیری می‌کنند.

B. Starr, "A Nobel Prize for Work in Yeast. Again!," Stanford University, October 3, 2016, <https://www.yeastgenome.org/blog/a-nobel-prize-for-work-in-yeast-again>.

۶. سیاحت لذت‌بخش داوز در دنیای دانشگاهی و پژوهش‌های زیست‌شناسی سلولی، گزارشی تازه، دست‌اول و شخصی از ماجراهای قابل‌توجه در پژوهش‌های حوزه مخمرها در طول چهار دهه ارائه می‌دهد.

I. Dawes, "Ian Dawes—the Third Pope—Lucky to Be a Researcher," *Fems Yeast Research* 6, no. 4 (June 2016), <https://academic.oup.com/femsyr/article/16/4/fow040/2680350>.

۷. من همچنین به بهای گزافی آموختم که نباید مقادیر زیادی آبجوی مخمری بنوشم.

۸. تا چهار سال پس از آن مصاحبه، من هر سال نو، برای پروفیسور ملتون یک بطری شراب قرمز می‌فرستادم، فقط برای اینکه از او برای متحول ساختن زندگی‌ام قدردانی کرده باشم. وی هرگز به هیچ‌یک از این هدایا اشاره‌ای نکرد یا حتی در واکنش به آن‌ها لبخندی هم تحویلیم نداد، شاید چون به گمانش فرد برندهٔ کمک‌هزینهٔ تحصیلی نباید چنین کاری انجام دهد یا شاید هم چون فرد بسیار توداری بود. دست‌کم او می‌دانست که من قدردانش هستم. از قضا بعدتر مشخص شد انتخاب شراب قرمز به عنوان قدردانی معنایی ایهام‌آمیز هم داشته است، چراکه نه سال بعدتر همین نوع نوشیدنی بار دیگر به پیشرفت حرفه‌ای من یاری رساند.

9. C. E. Yu, J. Oshima, Y. H. Fu, et al., "Positional Cloning of the Werner's Syndrome Gene," *Science* 27, no. 5259 (April 12, 1996): 258-62, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8602509>.

۱۰. *SIR2* مخفف "تنظیم‌کنندهٔ خاموش اطلاعات ۲" [silent information regulator] 2] است. هرجایی که *SIR2* به شکل مورب نگاشته شده، به زن اشاره دارد و هرگاه به صورت معمولی نوشته شده است، به پروتئین اشاره می‌کند.

۱۱. در مقاله‌ای منتشرشده در اواخر سال ۱۹۹۷ نشان دادم که چگونه ERCها -حلقه‌های ریپوزومی خارج کروموزمی DNA- سبب پیری و کاهش طول عمر مخمرها می‌شوند.

D. A. Sinclair and L. Guarente, "Extrachromosomal Rdna Circles—A Cause of Aging in Yeast," *Cell* 91, no. 7 (December 26, 1997): 1033-42, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428525>.

۱۲. یکی از راه‌های تصور کردن اپی‌ژنوم، تشبیه آن به نوعی نرم‌افزار سلولی است. به همان نحوی که فایل‌های دیجیتال در حافظهٔ تلفن همراه شما ذخیره می‌شوند و نرم‌افزار تلفن با کمک صفر و یک‌هایی، داده‌های تلفن را در قالب ساعت، تقویم یا موزیک پلی‌ر نمایش می‌دهد، داده‌های سلول نیز به صورت Aها، Tها، Gها و Cها ذخیره می‌شوند. اپی‌ژنوم با استفاده از این حروف، سلول مخمر را به نریا ماده بدل می‌سازد و سلول پستانداران را به سلول‌های عصبی، سلول‌های پوستی یا تخمک تبدیل می‌کند.

۱۳. من نخستین کسی نیستم که اپی‌ژنوم را به بیان تشبیه می‌کنم. یکی از نخستین مواردی که طی آن به استعارهٔ بیان اشاره شده بود، دفترچهٔ راهنمای همراه یکی از قسمت‌های مستند علمی *نوو!* در باب اپی‌ژنتیک در سال ۲۰۰۷ بود.

"Nova ScienceNOW: Epigenetics," PBS, http://www.pbs.org/wgbh/nova/education/viewing/3411_02_nsn.html.

14. C. A. Makarewich and E. N. Olson, "Mining for Micropeptides," *Trends in Cell Biology* 27, no. 9 (September 27, 2017): 685-96, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28528987>.

15. D. C. Dolinoy, "The Agouti Mouse Model: An Epigenetic Biosensor for Nutritional and Environmental Alterations on the Fetal Epigenome," *Nutrition Reviews* 66, suppl. 1 (August 2008): S7-11, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2822875/>.

۱۶. هر قدر برون‌گراتر باشید، طول عمرتان بیشتر خواهد بود، حال آنکه جای شگفتی نیست که افراد بدبین و دچار روان‌پریشی در سنین پایین‌تر به نحو قابل‌توجهی با خطر مرگ مواجه‌اند. این داده‌ها برگرفته از مطالعه‌ای روی ۳،۷۵۲ دوقلوی ۵۰ ساله یا مسن‌تر است که رابطه میان ویژگی‌های شخصیتی و طول عمر را از منظر تأثیرات ژنتیکی، تحت بررسی قرار داده است.

M. A. Mosing, S. E. Medland, A. McRae, et al., "Genetic Influences on Life Span and Its Relationship to Personality: A 16-Year Follow-up Study of a Sample of Aging Twins," *Psychosomatic Medicine* 74, no. 1 (January 2012): 16-22, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22155943>. The authors considered definitions of extreme longevity, using multiple European twin registries. A. Skytthe, N. L. Pedersen, J. Kaprio, et al., "Longevity Studies in GenomEUtwin," *Twin Research* 6, no. 5 (October 2003): 448-54, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14624729>.

۱۷. این همان "لحظه یافتم!" بود: کشف اینکه چرا سلول‌های مخمر پیر می‌شوند. جریان از این قرار است که حلقه‌های آئر ماریچی DNA ریپوزومی، کروموزوم مخمر را از بین می‌برند و طی روند تقسیم شدن مخمر، انباشته می‌شوند و آنزیم Sir2 را از نقش اصلی‌اش، یعنی کنترل ژن‌ها برای رابطه جنسی و تولیدمثل، منحرف می‌کنند.

David A. Sinclair and Leonard Guarente, "Extrachromosomal Rdna Circles—A Cause of Aging in Yeast," *Cell* 91 (December 26, 1997): 1033-42.

18. D. A. Sinclair, K. Mills, and L. Guarente, "Accelerated Aging and Nucleolar Fragmentation in Yeast SGS1 Mutants," *Science* 277, no. 5330 (August 29, 1997): 1313-16, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9271578>.

19. Sinclair and Guarente, "Extrachromosomal Rdna Circles—A Cause of Aging in Yeast."

20. K. D. Mills, D. A. Sinclair, and L. Guarente, "MEC1-Dependent Redistri-

bution of the Sir3 Silencing Protein from Telomeres to DNA Double-Strand Breaks," *Cell* 97, no. 5 (May 28, 1999): 609-20, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10367890>.

21. Sinclair, Mills, and Guarente, "Accelerated Aging and Nucleolar Fragmentation in Yeast SGS1 Mutants."

22. P. Oberdoerffer, S. Michan, M. McVay, et al., "SIRT1 Redistribution on Chromatin Promotes Genomic Stability but Alters Gene Expression During Aging," *Cell* 135, no. 5 (November 28, 2008): 907-18, [https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(08\)01317-2](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(08)01317-2); Z. Mao, C. Hine, X. Tian, et al., "SIRT6 Promotes DNA Repair Under Stress by Activating PARP1," *Science* 332, no. 6036 (June 2011): 1443-46, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21680843>.

23. A. Ianni, S. Hoelper, M. Krueger, et al., "Sirt7 Stabilizes Rdna Heterochromatin Through Recruitment of DNMT1 and Sirt1," *Biochemical and Biophysical Research Communications* 492, no. 3 (October 21, 2017): 434-40, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/28842251/>.

۲۴. پژوهشگران نشان داده‌اند که چگونه SIRT7 در برابر بی‌ثباتی rDNA نیز محافظتی فراهم می‌آورد و سلول‌های انسانی را در برابر مرگ مصون می‌دارد.

S. Paredes, M. Angulo-Ibanez, L. Tasselli, et al., "The Epigenetic Regulator SIRT7 Guards Against Mammalian Cellular Senescence Induced by Ribosomal DNA Instability," *Journal of Biological Chemistry* 293 (July 13, 2018): 11242-50, <http://www.jbc.org/content/293/28/11242>.

25. Oberdoerffer et al., "SIRT1 Redistribution on Chromatin Promotes Genomic Stability but Alters Gene Expression During Aging."

26. M. W. McBurney, X. Yang, K. Jardine, et al., "The Mammalian SIR2alpha Protein Has a Role in Embryogenesis and Gametogenesis," *Molecular and Cellular Biology* 23, no. 1 (January 23, 2003): 38-54, <https://mcb.asm.org/content/23/1/38.long>.

27. R.-H. Wang, K. Sengupta, L. Culling, et al., "Impaired DNA Damage Response, Genome Instability, and Tumorigenesis in SIRT1 Mutant Mice," *Cancer Cell* 14, no. 4 (October 7, 2008): 312-23, [https://www.cell.com/cancer-cell/fulltext/S1535-6108\(08\)00294-8](https://www.cell.com/cancer-cell/fulltext/S1535-6108(08)00294-8).

28. R. Mostoslavsky, K. F. Chua, D. B. Lombard, et al., "Genomic Instability and Aging-like Phenotype in the Absence of Mammalian SIRT6," *Cell* 124 (January 27, 2006): 315-29, <https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.11.044>.

۲۹. بنا به دلایلی که هنوز مشخص نیست، این درمان‌ها در موش‌های نر کارایی بهتری دارند؛ درهرحال دانشجوی دکتری سابق من، هایم کوهن، در دانشگاه بار-ایلان اسرائیل، به خاطر برگزیدن نام موزس [موسی]، جایزه بهترین نام‌گذاری روی یک موش تاریخته را از آن خود کرده است.

A. Satoh, C. S. Brace, N. Rensing, et al., "Sirt1 Extends Life Span and Delays Aging in Mice Through the Regulation of Nk2 Homeobox 1 in the DMH and LH," *Cell Metabolism* 18, no. 3 (September 3, 2013): 416-30, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3794712>.

۳۰. هرگاه *SIR2* را با حروف مورب نوشته‌ایم به ژن اشاره کرده‌ایم و هرگاه آن را به صورت معمولی می‌نویسیم به پروتئینی اشاره کرده‌ایم که این ژن آن را رمزگذاری می‌کند.

۳۱. این احتمال وجود دارد که مخمر با اجازه ندادن به ژن‌های جفت‌گیری‌اش برای روشن شدن، از طریق نسخه‌های اضافی کمتر کارآمد *SIR2* به ترمیم DNA بپردازد. این اتفاق زمانی رخ می‌دهد که هنگام جلوگیری از جفت‌گیری، تظاهرات ژن‌های جفت‌گیری روشن باشد. لازم است این فرض را آزمود، منتها مشخص است که دست‌کم در شرایط آزمایشگاهی ایمن، سلول‌ها به خوبی رشد می‌کنند.

32. M. G. L. Baillie, *A Slice Through Time: Dendrochronology and Precision Dating* (London: Routledge, 1995).

۳۳. متیو لا پلانته، نویسنده همکارم در این کتاب، علاوه بر کاج‌های زرمیوه، طیف وسیعی از موجودات استثنایی عالم زیست‌شناسی را بررسی کرده است که محدوده‌های درک ما، از گیاهان و حیوانات گرفته تا کوسه‌ها و فیل‌ها، سوسک‌ها و میکروباکتری‌ها را جابه‌جا می‌کنند.

M. D. LaPlante, *Superlative: The Biology of Extremes* (Dallas: BenBella Books, 2019).

۳۴. هنگامی که پژوهشگران در جست‌وجوی کاهش تدریجی نرخ رشد سالیانه ساقه‌های درختان در سنین مختلف، آن‌ها را باهم مقایسه کردند، "هیچ‌گونه تفاوت آماری معنادار مرتبط به سنی" در میان درختان نیافتند.

R. M. Lanner, and K. F. Connor, "Does Bristlecone Pine Senesce?," *Experimental Gerontology* 36, nos. 4-6 (April 2001): 675-85, <https://www.sciencedirect>.

com/science/article/pii/S0531556500002345?via%3Dihub.

۳۵. پژوهشگران با بررسی جهش در ژن داف-۲ به یافته‌ای قابل توجه دست یافتند: بیشترین افزایش طول عمر گزارش شده در میان تمامی موجودات زنده، یعنی افزایش دو برابری عمر. این پدیده به سبب دخالت دو ژن داف-۲ و داف-۱۶ رخ داده و بدین ترتیب درجه‌ای نو به سوی درک چگونگی افزایش عمر گشوده است.

C. Kenyon, J. Chang, E. Gensch, et al., "A *C. elegans* Mutant That Lives Twice as Long as Wild Type," *Nature* 366 (December 2, 1993): 461-64, <https://www.nature.com/articles/366461a0>; F. Wang, C.-H. Chan, K. Chen, et al., "Deacetylation of FOXO3 by SIRT1 or SIRT2 Leads to Skp2-Mediated FOXO3 Ubiquitination and Degradation," *Oncogene* 31, no. 12 (March 22, 2012): 1546-57, <https://www.nature.com/articles/onc2011347>.

۳۶. چرا ژن‌ها اغلب نام‌های متنوعی دارند؟ زبان ژنتیک همچون هر زبان دیگری است؛ هر واژه آن پژواکی از تاریخ را با خود به دنبال دارد. کمتر از ربع قرن پیش، دانستن کل ژنوم یک سلول مخمر، یک کرم نمائند یا یک انسان به یک رؤیا می‌مانست. اما اکنون من می‌توانم ژنوم خودم را ظرف یک روز با دستگاه نوالی‌سنجی، به اندازه یک فلش کوچک حافظه رایانه، نوالی‌یابی کنم. در دوران دانشجویی‌ام، ژن‌ها را بر اساس مشخصه‌های جهش‌های ایجادشده با مواد شیمیایی جهش‌زا، نام‌گذاری می‌کردند. به طور معمول، وقتی از یک ژن نام می‌بردیم، تمام دانسته‌های ما از آن موقعیت تقریبی‌اش روی یک کروموزوم خاص بود. تنها بعدها بود که عمزاده‌های دور این ژن‌ها شناسایی شدند.

37. A. Brunet, L. B. Sweeney, J. F. Sturgill, et al., "Stress-Dependent Regulation of FOXO Transcription Factors by the SIRT1 Deacetylase," *Science* 303, no. 5666 (March 24, 2004): 2011-15, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14976264>.

38. O. Medvedik, D. W. Lamming, K. D. Kim, and D. A. Sinclair, "MSN2 and MSN4 Link Calorie Restriction and TOR to Sirtuin-Mediated Lifespan Extension in *Saccharomyces cerevisiae*," *PLOS Biology*, October 2, 2007, <http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0050261>.

۳۹. پژوهشگران شواهدی قانع‌کننده یافته‌اند که نشانگر وجود ارتباط میان فوکسو-۳ و طول عمر در انسان است.

L. Sun, C. Hu, C. Zheng, et al., "FOXO3 Variants Are Beneficial for Longevity in Southern Chinese Living in the Red River Basin: A Case-Control Study and Me-

ta-analysis," *Nature Scientific Reports*, April 27, 2015, <https://www.nature.com/articles/srep09852>.

40. H. Bae, A. Gurinovich, A. Malovini, et al., "Effects of *FOXO3* Polymorphisms on Survival to Extreme Longevity in Four Centenarian Studies," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 73, no. 11 (October 8, 2018): 1437-47, <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/73/11/1439/3872296>.

۴۱. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که اگر شما طی میان‌سالی به ورزش متعهد باشید یا در پنجاه‌سالگی‌تان یک ورزشکار محسوب شوید، به احتمال زیاد قلبتان شبیه به قلب افراد جوان‌تر خواهد بود. حال آنکه قلب کارمند پشت‌میزنشینی که ورزش نمی‌کند یا فقط گهگاه به باشگاه می‌رود و در خیابان می‌دود، چنین خصوصیتی ندارد. با این حال هنوز نمی‌دانیم که آیا آغاز کردن یک برنامه ورزشی تهاجمی در میان‌سالی می‌تواند تأثیرات سبک زندگی کم‌تحرک بر کارایی و ساختار قلب را تغییر دهد یا خیر.

G. Reynolds, "Exercise Makes the Aging Heart More Youthful," *New York Times*, July 25, 2018, <https://www.nytimes.com/2018/07/25/well/exercise-makes-the-aging-heart-more-youthful.html>.

۴۲. «از این یافته‌ها می‌توان در جهت بهبود بخشیدن جریان خون به اندام‌ها و بافت‌ها، افزایش عملکرد فرد و برقراری مجدد چرخه حرکتی در سالمندان بهره برد.»

A. Das, G. X. Huang, M. S. Bonkowski, et al., "Impairment of an Endothelial NAD^+ -H2S Signaling Network Is a Reversible Cause of Vascular Aging," *Cell* 173, no. 1 (March 22, 2018): 74-89, [https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674\(18\)30152-1.pdf](https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674(18)30152-1.pdf).

سوم: همه‌گیری پنهان

۱. یکی از نسخه‌های اصلی این کتاب روی طاقچه شومینه خانه ما قرار دارد و هدیه‌ای از طرف همسر، ساندراست.

F. Bacon, *Of the Proficiency and Advancement of Learning, Divine and Human* (Oxford, UK: Leon Lichfield, 1605).

2. C. Kenyon, J. Chang, E. Gensch, et al., "A *C. elegans* Mutant That Lives Twice as Long as Wild Type," *Nature* 366, no. 6454 (December 2, 1993): 461-64,

<https://www.nature.com/articles/366461a0>.

3. L. Partridge and P. H. Harvey, "Methuselah Among Nematodes," *Nature* 366, no. 6454 (December 2, 1993): 404-5, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8247143>.

۴. جمز می‌نویسد: «کند کردن روند پیری پیامدی حزن‌انگیز به دنبال دارد: مزایای این کار برای سلامتی، ما را وامی‌دارد تا آن را دنبال کنیم، هرچند چنین اقدامی دگرگونی‌هایی ناخوشایند برای جامعه بشری و حتی طبیعت انسانی به همراه داشته باشد.»

D. Gems, "Tragedy and Delight: The Ethics of Decelerated Ageing," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366 (January 12, 2011): 108-12, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2010.0288>.

۵. دیوید براون، خبرنگار *واشنگتن‌پست*، در سال ۲۰۱۰ می‌نویسد: «کارتون باگز بانی را می‌شناسید؟ در یکی از قسمت‌های این کارتون، باگز بانی در حال رانندگی با خودرویی قدیمی است که ناگهان تمام قطعات ماشین از هم فرومی‌پاشند و دست‌آخر یکی از قالب‌های خودرو هم با چند دور چرخیدن، بر زمین می‌افتد. برخی افراد هم همین‌طوری می‌میرند، مشکل اینجاست که نام مناسبی برای این شکل از مردن وجود ندارد.»

D. Brown, "Is It Time to Bring Back 'Old Age' as a Cause of Death?" *Washington Post*, September 17, 2010, <http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2010/09/17/AR2010091703823.html?sid=ST2010091705724>.

۶. کریس ولر در *مدیکال دیلی* می‌نویسد: «درواقع مردم به خاطر پیری نمی‌میرند. پای عنصر دیگری باید در میان باشد.»

C. Weller, "Can People Really Die of Old Age?," "The Unexamined Life," *Medical Daily*, January 21, 2015, <http://www.medicaldaily.com/can-people-really-die-old-age-318528>.

7. B. Gompertz, "On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies," *Philosophical Transactions of the Royal Society* 115 (January 1, 1825): 513-85, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1825.0026>.

8. D. A. Sinclair and L. Guarente, "Extrachromosomal Rdna Circles—A Cause of Aging in Yeast," *Cell* 91, no. 7 (December 26, 1997): 1033-42, <https://www>.

ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428525.

۹. بانک جهانی بر اساس برآوردهای جمعیت جهانی و گزارش سرشماری‌ها، دوره‌ای پانجاهوشش‌ساله را ترسیم کرده که در سال ۲۰۱۶ به پایان می‌رسد و نشان می‌دهد که امید به زندگی از ۵۲ سال به ۷۲ سال افزایش یافته است.

“Life Expectancy at Birth, Total (Years),” The World Bank, <https://data.world-bank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN>.

۱۰. من جهش در سرپینا را از مادرم به ارث برده‌ام. گرچه هرگز لب به سیگار نزده‌ام، در برخی موقعیت‌ها نظیر زمان بازدید از مکانی شدیداً آلوده، نفس کشیدن برایم سخت می‌شود. به همین سبب تا جایی که می‌توانم از تنفس در فضای گردوغبار آلود یا فضای آلوده به سایر آلایندها اجتناب می‌کنم. من به خاطر آگاهی داشتن از دستورالعمل‌های ژنتیکی درون تک‌تک سلول‌هایم، احساس قدرت می‌کنم؛ این حسی است که نسل‌های قبلی‌ام هیچ‌گاه تجربه‌اش نمی‌کردند.

11. A. M. Binder, C. Corvalan, V. Mericq, et al., “Faster Ticking Rate of the Epigenetic Clock Is Associated with Faster Pubertal Development in Girls,” *Epigenetics* 13, no. 1 (February 15, 2018): 85-94, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15592294.2017.1414127>.

۱۲. زنان بالای ۶۵ سال بیشتر مستعد شکستگی لگن هستند و سپس [عفونت خون] هم علت اصلی مرگ زنان دچار این نوع شکستگی‌هاست. پژوهشگران بروز سپسیس را با ضعف بودن مراقبت‌های پزشکی، فقدان حمایت خانواده و زوال عقل مرتبط می‌دانند. محققان می‌گویند: «به لحاظ زمانی، احتمال مرگ‌ومیر این زنان در شش ماه نخست پس از شکستگی لگن ۵۰ درصد بیشتر و در سال اول پس از شکستگی، ۳۰ درصد بیشتر از سایرین بوده است.»

J. Negrete-Corona, J. C. Alvarano-Soriano, and L. A. Reyes-Santiago, “Hip Fracture as Risk Factor for Mortality in Patients over 65 Years of Age. Case-Control Study” (abstract translation from Spanish), *Acta Ortopédica Mexicana* 28, no. 6 (November- December 2014): 352-62, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26016287>, (Spanish) <http://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2014/or146c.pdf>.

۱۳. بیش از ۷۴ درصد بیماران که پایشان به سبب دیابت قطع شده است، ظرف ۵ سال پس از جراحی فوت می‌کنند. پژوهشگران باور دارند که هم پزشکان و هم بیماران باید توجه بیشتری به این وضعیت داشته باشند؛ آن‌ها اشاره می‌کنند: «زخم پای دیابتی نشانگری برای افزایش قابل توجه احتمال مرگ‌ومیر در نظر گرفته می‌شود و از این‌رو لازم است تا شدیداً از منظر

موضوعی، روان‌شناختی و به‌گونه‌ای نظام‌مند مدیریت شود.»

J. M. Robbins, G. Strauss, D. Aron, et al., "Mortality Rates and Diabetic Foot Ulcers: Is It Time to Communicate Mortality Risk to Patients with Diabetic Foot Ulceration?" *Journal of the American Podiatric Medical Association* 98, no. 6 (November-December 2008): 489-93, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19017860>.

۱۴. آیا با اهریمن حوزه پزشکی معامله‌ای انجام داده‌ایم که به زیانمان تمام می‌شود؟ قطعاً اولشانسکی این‌طور می‌اندیشد و هرگونه تلاشی جهت داشتن عمر و سلامتی بلندمدت انسان را با روایات تاریک معامله نهایی فاوست با مفیستوفل [نماینده اهریمن] مشابه می‌داند؛ او می‌گوید: «این احتمال وجود دارد که بشریت تا آنجا که ممکن است به واسطه مداخلات بهداشتی عمومی عمرش را کش دهد و درنهایت در برابر محدودیت‌هایی ذاتی قرار بگیرد که درواقع مشخصه‌های ژنتیکی تحمیل شده ثابت زیست‌شناختی هستند.»

S. J. Olshansky, "The Future of Health," *Journal of the American Geriatrics Society* 66, no. 1 (December 5, 2017): 195-97, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jgs.15167>.

۱۵. ارقام این حوزه به‌راستی حیرت‌انگیزند: سالانه نزدیک به ۸۰۰,۰۰۰ آمریکایی بر اثر بیماری‌های قلبی و عروقی جان خود را از دست می‌دهند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰، هزینه‌های پزشکی مربوط به مشکلات قلبی و عروقی به بیش از ۸۱۸ میلیارد دلار و هزینه‌های ناشی از بهره‌وری ازدست‌رفته به بیش از ۲۷۵ میلیارد دلار برسد.

"Heart Disease and Stroke Cost America Nearly \$1 Billion a Day in Medical Costs, Lost Productivity," CDC Foundation, April 29, 2015, <https://www.cdc-foundation.org/pr/2015/heart-disease-and-stroke-cost-america-nearly-1-billion-daymedical-costs-lost-productivity>.

۱۶. از آنجایی که درمان افراد مبتلا به بیماری، سبب طولانی‌تر شدن عمر آن‌ها می‌شود، بر میزان بیماری‌های جامعه نیز افزوده شده است. پژوهشگران استدلال می‌کنند که راه‌حل این مشکل یا به عبارتی تنها راه افزایش دادن طول عمر سالم در انسان "به تأخیر انداختن پیری یا به تأخیر انداختن تغییرات فیزیولوژیکی منجر به بیماری و کم‌توانی است". ضمناً تغییرات مثبت در نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی، سبک زندگی و رفتار هم‌شانه به‌شانه پیشرفت‌های علمی به افزایش طول عمر و بلندتر شدن بازه سلامتی ما کمک می‌کنند.

E. M. Crimmins, "Lifespan and Healthspan: Past, Present, and Promise," *Gerontologist* 55, no. 6 (December 2015): 901-11, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

pmc/articles/PMC4861644/.

۱۷. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، هر یک دالی [DALY: سال‌های زندگی متأثر از کم‌توانی] را می‌توان یک سال از دست رفتن زندگی "سالم" تعریف کرد. مجموع این دالی‌ها یا بار بیماری را در سراسر جمعیت می‌توان به عنوان میزان شکاف بین وضعیت سلامت فعلی و وضعیت سلامت ایدئال در نظر گرفت که طی آن کل جمعیت تا سنین بالا بدون بیماری و کم‌توانی زندگی می‌کنند.

"Metrics: Disability-Adjusted Life Year (DALY)," World Health Organization, https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/.

۱۸. تقریباً همهٔ افراد در این سن بخش قابل‌توجهی از زندگی‌شان را صرف مراجعه به پزشکان می‌کنند. بر اساس این مطالعه که در سال ۲۰۰۹ در مجلهٔ پزشکی بریتانیا منتشر شده است، ۹۴ درصد از افراد ۸۵ ساله طی یک سال گذشته با پزشک تماس داشته‌اند و از هر ده نفر، یک نفرشان طی این مدت تحت مراقبت‌های سازمانی قرار گرفته‌اند.

J. Collerton, K. Davies, C. Jagger, et al., "Health and Disease in 85 Year Olds: Baseline Findings from the Newcastle 85+ Cohort Study," *British Medical Journal*, December 23, 2009, <https://www.bmj.com/content/339/bmj.b4904>.

۱۹. این احتمال که هم پیری ژنتیکی و هم پیری اپی‌ژنتیکی برای پدید آمدن تومور لازم است "جرونکوژنسس" نامیده می‌شود و توضیح می‌دهد که چرا تومورها در افراد جوان، حتی در صورت مواجههٔ آنان با نور شدید خورشید ایجاد نمی‌شوند، چرا حتی در صورتی که فرد در سنین بالاتر از نور آفتاب دوری کند، اغلب دهه‌ها طول می‌کشد تا آسیب‌دیدگی DNA به پدید آمدن تومور در وی منتهی شود و اینکه چرا سرطان‌ها اغلب سوخت‌وسازی غیرعادی دارند (یافتهٔ اتو واربرگ، فیزیولوژیست آلمانی)؛ سوخت‌وساز سلول‌های سرطانی به نحوی است که آن‌ها مستقیماً به مصرف گلوکز می‌پردازند، فعالیت میتوکندری را کاهش می‌دهند و برای تولید انرژی به اکسیژن کمتری نیاز دارند، به عبارتی سوخت‌وسازشان شبیه به سوخت‌وساز سلول‌های کهن است.

20. According to the World Health Organization, "The State of Global Tobacco Control," 2008, http://www.who.int/tobacco/mpower/mpower_report_global_control_2008.pdf.

21. R. A. Miller, "Extending Life: Scientific Prospects and Political Obstacles," *Milbank Quarterly* 80, no. 1 (March 2002): 155-74, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2690099/>; graph redrawn from D. L. Hoyert, K. D. Kochanek, and S. L. Murphy, "Deaths: Final Data for 1997," *National Vital Statis-*

tics Report 47, no. 19 (June 30, 1999): 1-104, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10410536>.

۲۲. پژوهشگران با استفاده از نظرسنجی از ۵۹۸ نفر که چهار سال بعد هم تکرار شد، نقش "سن ذهنی" (احساس ذهنی پیری در فرد در قیاس با سن زیستی‌اش) را در شکل‌دهی به روند پیری تحت بررسی قرار دادند.

A. E. Kornadt, T. M. Hess, P. Voss, and K. Röthermund, "Subjective Age Across the Life Span: A Differentiated, Longitudinal Approach," *Journals of Gerontology: Psychological Sciences* 73, no. 5 (June 1, 2018): 767-77, <http://europemc.org/abstract/med/27334638>.

23. "David A. Sinclair's Past and Present Advisory Roles, Board Positions, Funding Sources, Licensed Inventions, Investments, Funding, and Invited Talks," Sinclair Lab, Harvard Medical School, November 15, 2018, <https://genetics.med.harvard.edu/sinclair-test/people/sinclair-other.php>.

چهارم: عمر طولانی در دنیای کنونی

۱. ظاهراً کورنارو دست‌کم یک بار پس از این دوره، رابطه جنسی داشته است، چراکه از همسرش ورونیکا، صاحب دختری به نام کلارا شد.

L. Cornaro, *Sure and Certain Methods of Attaining a Long and Healthful Life: With Means of Correcting a Bad Constitution, &c.*, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=dul1.ark:/13960/t0dv2fm86;view=1up;seq=1>.

۲. ترجمه‌های دیگری نیز از این کتاب کورنارو وجود دارند. این نقل‌قول مربوط به ترجمه‌ای از ویلیام اف. باتلر است که در سال ۱۹۰۳ در میلوواکی منتشر شده است.

۳. بر اساس نقل‌قولی از پژوهشگران، موشی ۳ ساله به لحاظ طول عمر شبیه به انسانی ۹۰ ساله است. یکی از موش‌هایی که از ۶ هفتهگی با رژیم غذایی آزمایشی بزرگ شده بود تا ۴۰ ماهگی عمر کرد، حال آنکه موش‌های پرورش‌یافته با رژیم غذایی معمولی در بهترین حالت ۳۴ ماه عمر کردند و "کمتر از یک‌سوم این موش‌ها تا بیش از دو سال زنده ماندند".

T. B. Osborne, L. B. Mendel, and E. L. Ferry, "The Effect of Retardation of Growth upon the Breeding Period and Duration of Life of Rats," *Science* 45, no. 1160 (March 23, 1917): 294-95, <http://science.sciencemag.org/content/45/1160/294>.

4. I. Bjedov, J. M. Toivonen, F. Kerr, et al., "Mechanisms of Life Span Extension by Rapamycin in the Fruit Fly *Drosophila melanogaster*," *Cell Metabolism* 11, no. 1 (January 6, 2010): 35-46, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2824086/>.

۵. یکی از یافته‌های کاگوا در مورد تأثیر رژیم‌های غذایی غربی بر ژاپنی‌ها، افزایش قابل توجه سرطان روده بزرگ و سرطان ریه و کاهش سرطان‌های معده و رحم بود، هرچند مصرف غذای این گروه از ژاپنی‌ها کماکان بسیار کمتر از آمریکایی‌ها یا اروپایی‌ها به حساب می‌آمد. هنگامی که کاگوا ساکنان اوکیناوا را بررسی کرد، دریافت که آن‌ها "کمترین مجموع انرژی، شکر و نمک را دریافت می‌کنند و کوچک‌ترین جنه را دارند، اما از بیشترین طول عمر سالم و بالاترین تعداد افراد بیش از صدسال برخوردار هستند".

Y. Kagawa, "Impact of Westernization on the Nutrition of Japanese: Changes in Physique, Cancer, Longevity and Centenarians," *Preventive Medicine* 7, no. 2 (June 1978): 205-17, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0091743578902463>.

۶. دو نفر از نویسندگان این پژوهش جزئی از خدمه‌ای بودند که به انتخاب خودشان، به مدت دو سال در داخل زیست‌کره محبوس شده بودند و با یک رژیم غذایی کم‌کالری، فقط با ۱۲ درصد پروتئین و ۱۱ درصد چربی معمول، زندگی کردند. تمامی هشت خدمه در طول دوره دوساله به‌رغم داشتن این محدودیت کالری و کاهش وزن 17 ± 5 درصدی، سالم و بسیار فعال بودند.

R. L. Walford, D. Mock, R. Verdery, and T. MacCallum, "Calorie Restriction in Biosphere 2: Alterations in Physiologic, Hematologic, Hormonal, and Biochemical Parameters in Humans Restricted for a 2-Year Period," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 57, no. 6 (June 2002): 211-24, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12023257>.

7. L. K. Heilbronn, and E. Ravussin, "Calorie Restriction and Aging: Review of the Literature and Implications for Studies in Humans," *American Journal of Clinical Nutrition* 3, no. 178 (September 2003): 361-69, <https://academic.oup.com/ajcn/article/78/3/361/4689958>.

۸. نویسندگان در اینجا از نتایج یک کارآزمایی ۲۴ ماهه در دسترس عموم استفاده کردند که توسط مؤسسه ملی پیری در مورد محدودسازی کالری روی جوانان غیر چاق اجرا شده بود.

D. W. Belsky, K. M. Human, C. F. Pieper, et al., "Change in the Rate of Biological Aging in Response to Caloric Restriction: CALERIE Biobank Analysis," *Journals*

of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 73, no. 1 (January 2018): 4-10, <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/73/1/4/3834057>.

۹. مک‌گلوتین در مقاله‌ای می‌نویسد: «خوشحالم که فردی ۷۰ ساله می‌تواند نشانگرهایی زیستی شبیه به یک کودک سالم سنین دبستان داشته باشد.»

P. McGlothlin, "Growing Older and Healthier the CR Way®," *Life Extension Magazine*, September 2018, <https://www.lifeextension.com/Magazine/2018/9/Calorie-Restriction-Update/Page-01>.

۱۰. این پژوهشگران راجع به مزایای بالقوه محدودسازی کالری برای بیماری‌ها و پیری انسان هیچ تردیدی ندارند. آن‌ها می‌نویسند: «داشتن درکی روشن از زیست‌شناسی پیری در برابر زیست‌شناسی بیماری‌های مرتبط با سن، می‌تواند نقطه عطف مهمی برای رویکردهای نوین در راهبردهای پیشگیرانه به‌منظور ایجاد پیری سالم در انسان باشد. محدودسازی کالری بدون سوءتغذیه (CR) آشکارکننده پارادایمی نیرومند با مبانی سلولی و مولکولی است که نشان می‌دهد مبانی افزایش آسیب‌پذیری کلی در برابر بیماری‌ها بر اثر افزایش سن در تمامی گونه‌های پستانداران مشترک است.»

J. A. Mattison, R. J. Colman, T. M. Beasley, et al., "Caloric Restriction Improves Health and Survival of Rhesus Monkeys," *Nature Communications*, January 17, 2017, <https://www.nature.com/articles/ncomms14063>.

11. Y. Zhang, A. Bokov, J. Gelfond, et al., "Rapamycin Extends Life and Health in C57BL/6 Mice," *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 69, no. 2 (February 2014): 119-30, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23682161>.

۱۲. او در سال ۲۰۱۷ در این باره به *ساینتیفیک آمریکن* می‌گوید: «ما در واقع این کار را به عنوان پارادایمی برای درک پیری مطالعه می‌کنیم. به مردم توصیه نمی‌کنیم که چنین کاری انجام دهند.»

R. Conniff, "The Hunger Gains: Extreme Calorie-Restriction Diet Shows Anti-aging Results," *Scientific American*, February 16, 2017, <https://www.scientificamerican.com/article/the-hunger-gains-extreme-calorie-restriction-diet-showsanti-aging-results/>.

۱۳. به‌نظر می‌آید که بهترین شکل زمانی روزه‌داری، هر سه روز یک بار باشد و این نوع زمان‌بندی،

طول عمر نرهای همزاد [متولد شده از والدینی یکسان] را حدود ۲۰ درصد و طول عمر ماده‌های همزاد را حدود ۱۵ درصد افزایش می‌دهد.

A. J. Carlson and F. Hoelzel, "Apparent Prolongation of the Life Span of Rats by Intermittent Fasting: One Figure," *Journal of Nutrition* 31, no. 3 (March 1, 1946): 363-75, <https://academic.oup.com/jn/articleabstract/31/3/363/4725632?redirectedFrom=fulltext>.

14. H. M. Shelton, "The Science and Fine Art of Fasting," in *The Hygienic System*, vol. III, *Fasting and Sunbathing* (San Antonio, Texas: Dr. Shelton's Health School, 1934).

15. C. Tazearslan, J. Huang, N. Barzilai, and Y. Suh, "Impaired IGF1R Signaling in Cells Expressing Longevity-Associated Human IGF1R Alleles," *Aging Cell* 10, no. 3 (June 2011): 551-54, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1474-9726.2011.00697>.

۱۶. از هر سه ایکاریایی یک نفر به ۹۰ سالگی می‌رسد و اغلب این افراد بدون دچار شدن به زوال عقل و بسیاری دیگر از بیماری‌های مزمن ناشی از پیری به این سن گام می‌نهند.

"Ikaria, Greece. The Island where People Forget to Die," Blue Zones, <https://www.bluezones.com/exploration/ikaria-greece/>.

۱۷. این روزه‌داری تا ۱۸۰ روز در سال ادامه می‌یابد و مستلزم پرهیز از مصرف محصولات لبنی و گوشت حیوانات خون قرمز و ماهی‌هاست، بدین‌معنا که اختاپوس و ماهی مرکب [به سبب نداشتن خون قرمز] کماکان قابل خوردن هستند. روزه‌داری در آستانه‌ عشای ربانی، پرهیز از تمامی غذاها را شامل می‌شود.

N. Gaifyllia, "Greek Orthodox 2018 Calendar of Holidays and Fasts," The Spruce Eats, October 6, 2018, <https://www.thespruceeats.com/greekorthodox-calendar-1706215>.

۱۸. شهرستان باما تا حد زیادی از سوی پژوهشگران غربی نادیده گرفته شده است، عمدتاً بدین خاطر که مردان این بخش از جنوب چین - ناحیه‌ای که مدت‌هاست به داشتن تعداد پرشماری از افراد صدساله مشهور است - از سوابق رسمی ثبت‌شده تولد برخوردار نیستند. با این‌همه، جان دی، متخصص قلب، و همکارانش می‌گویند که دلایل محکمی برای پذیرش ادعاهای ساکنان این منطقه مبنی بر سن بالایشان وجود دارد.

J. D. Day, J. A. Day, and M. LaPlante, *The Longevity Plan: Seven Life-Transform-*

ing Lessons from Ancient China (New York: HarperCollins, 2017).

۱۹. اجتناب از مصرف پروتئین حیوانی آسان نیست. یکی از دلایل اصلی این پدیده آن است که مصرف پروتئین سبب پدید آمدن احساس سیری می‌شود. هیچ‌کسی بیشتر از استفان سیمپسون، مدیر مرکز چارلز پرکینز در سیدنی استرالیا، برای درک اینکه چرا خوردن کربوهیدرات‌ها گرسنگی را از بین نمی‌برد، به مطالعه و بررسی دست نیاززیده است. سیمپسون در آغاز می‌خواست بداند که چرا ملخ‌ها به شکل گله‌ای ازدحام می‌کنند. به باور او اگر می‌توانست دلیل این پدیده را دریابد، شاید می‌توانست هرساله جلوی از دست رفتن میلیون‌ها تن محصول کشاورزی را بگیرد. او دریافت که ملخ‌ها به دنبال پروتئین هستند. آن‌ها در عطش خوردن پروتئین می‌سوزند. ملخ‌ها در مسیرشان هرچه ببینند مصرف می‌کنند، ولی اگر پروتئین کافی در رژیم غذایی‌شان وجود نداشته باشد به موجوداتی درنده و گرسنه بدل می‌شوند که در هر منبع ممکن به دنبال پروتئین هستند و نزدیک‌ترین منبع پروتئین برای ملخ‌ها در مقابلشان قرار دارد. تحت این شرایط، بهترین راه برای زنده ماندن ملخ‌ها آن است که به حرکت روبه‌جلو ادامه دهند و گهگاه درنگ کنند و از میان خویشاوندان کندتر خود، برخی را بخورند. آخرین پژوهش سیمپسون بسیار جذاب است: او نشان می‌دهد که همین محرک در مغز پستانداران نیز وجود دارد. ما وقتی پروتئینمان کم می‌شود، بدخلق خواهیم شد و گرچه معمولاً نمی‌کوشیم همسایه‌مان را بخوریم، در شرایط گرسنگی شدید کیست که خوردن همسایه‌اش را مدنظر قرار ندهد؟! آنچه چنین یافته‌هایی به ما می‌گویند آن است که بهتر است پروتئین حیوانی زیادی نخورید، اما اجتناب کلی از این پروتئین‌ها کار دشواری است.

F. P. Zanotto, D. Raubenheimer, and S. J. Simpson, "Selective Egestion of Lysine by Locusts Fed Nutritionally Unbalanced Foods," *Journal of Insect Physiology* 40, no. 3 (March 1994): 259-65, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022191094900493>.

۲۰. گرچه به‌نظر می‌آید مصرف گاه‌به‌گاه هات‌داگ یا همبرگر قابل‌قبول باشد، بررسی ۸۰۰ مطالعه توسط ۲۲ متخصص آشکار ساخته است که رژیم غذایی روزانه دربردارنده ۵۰ گرم گوشت فراوری‌شده احتمال ابتلای به سرطان روده بزرگ را تا ۱۸ درصد افزایش می‌دهد.

S. Simon, "World Health Organization Says Processed Meat Causes Cancer," *American Cancer Society*, October 26, 2015, <https://www.cancer.org/latest-news/world-health-organization-says-processed-meat-causes-cancer.html>.

۲۱. با توجه به نبودن غذاهای فراوری‌شده و پرکالری در رژیم غذایی شکارچی-گردآورنده‌ها و سبک زندگی پرتحرکشان، چاقی یا بیماری قلبی-عروقی در جوامعشان اندک است.

H. Pontzer, B. M. Wood, and D. A. Raichlen, "Hunter-Gatherers as Models in

Public Health," *Obesity Reviews* 19, suppl. 1 (December 2018): 24-35, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/obr.12785>.

22. M. Song, T. T. Fung, F. B. Hu, et al., "Association of Animal and Plant Protein Intake with All-Cause and Cause-Specific Mortality," *JAMA Internal Medicine* 176, no. 10 (October 1, 2016): 1453-63, <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2540540>.

۲۳. مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۱ یک گذرگاه سیگنال‌دهنده جدید را شناسایی کرده است که در آن آمینواسیدها به فعال‌سازی ایم‌تر می‌پردازند.

I. Tato, R. Bartrons, F. Ventura, and J. L. Rosa, "Amino Acids Activate Mammalian Target of Rapamycin Complex 2 (Mtorc2) via PI3K/Akt Signaling," *Journal of Biological Chemistry* 286, no. 8 (February 25, 2011): 6128-42, <http://www.jbc.org/content/286/8/6128.full>.

24. C. Hine, C. Mitchell, and J. R. Mitchell, "Calorie Restriction and Methionine Restriction in Control of Endogenous Hydrogen Sulde Production by the Transsulfuration Pathway," *Experimental Gerontology* 68 (August 2015): 26-32, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25523462>.

۲۵. پژوهشگران آزمایشگاه لامینگ به جای محدودسازی کالری، رژیم کوتاه‌مدت از محرومیت از متیونین ابداع کردند که به‌طور یکسان برای موش‌های نر و ماده، کاهش توده چربی، بازیابی وزن طبیعی بدن و برقراری کنترل مجدد قند خون را به ارمان می‌آورد.

D. Yu, S. E. Yang, B. R. Miller, et al., "Short-Term Methionine Deprivation Improves Metabolic Health via Sexually Dimorphic, Mtorc1-Independent Mechanisms," *FASEB Journal* 32, no. 6 (June 2018): 3471-82, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29401631>.

۲۶. پیشنهاد پژوهشگران این است که شاید برای دستیابی به یک رژیم غذایی متعادل جهت افزایش دادن طول عمر جانداران برخوردار از تغذیه آزاد بتوان با دست‌کاری نسبت درشت‌مغذی‌های مصرفی آنان احتمال مهار فعال‌سازی ایم‌تر را افزایش داد.

S. M. Solon-Biet, A. C. McMahon, J. W. Ballard, et al., "The Ratio of Macronutrients, Not Caloric Intake, Dictates Cardiometabolic Health, Aging, and Longevity in Ad Libitum-Fed Mice," *Cell Metabolism* 3, no. 19 (March 4, 2014): 418-30, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5087279/>.

۲۷. به‌عبارت‌دیگر، چه‌بسا ترکیب آمینواسیدهایی خاص در رژیم غذایی فرد مهم‌تر از

محدودسازی تمامی آمینواسیدها باشد. با این‌همه، راحت‌ترین روش برای نیل به این هدف، کاهش مصرف گوشت است.

L. Fontana, N. E. Cummings, S. I. Arriola Apelo, et al., "Decreased Consumption of Branched Chain Amino Acids Improves Metabolic Health," *Cell Reports* 16, no. 2 (July 12, 2016): 520-30, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4947548/>.

۲۸. به باور برخی از صاحب‌نظران، درک بهتر چنین ارتباطی می‌تواند به پژوهشگران یاری رساند تا برای پیشگیری از تحلیل عضلانی، درمان‌های هدفمند معطوف بر ام‌تر را توسعه دهند.

M.-S. Yoon, "Mtor as a Key Regulator in Maintaining Skeletal Muscle Mass," *Frontiers in Physiology* 8 (2017): (October 17, 2017): 788, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5650960/>.

۲۹. قطع فقط یک‌روزه آمینواسیدهای شاخه‌دار به سرعت حساسیت بدن نسبت به انسولین را بهبود می‌بخشد.

F. Xiao, J. Yu, Y. Guo, et al., "Effects of Individual Branched-Chain Amino Acids Ceprivation on Insulin Sensitivity and Glucose Metabolism in Mice," *Metabolism* 63, no. 6 (June 2014): 841-50, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24684822/>.

۳۰. مطمئناً عوامل دیگری در سبک زندگی افراد نیز در چنین وضعیتی مؤثرند. اما فراتحلیل انجام‌شده روی هفت مطالعه، با ۱۲۵,۰۰۰ شرکت‌کننده که در سال ۲۰۱۲ در نشریه *سالنامه تغذیه و سوخت‌وساز* منتشر شده است، شواهدی قانع‌کننده در این باب ارائه می‌دهد. پژوهشگران دریافتند در میان گیاهخواران، مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های گردش خون، ۱۶ درصد و مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های عروق مغزی، ۱۲ درصد کمتر از سایرین بوده است.

T. Huang, B. Yang, J. Zheng, et al., "Cardiovascular Disease Mortality and Cancer Incidence in Vegetarians: A Meta-analysis and Systematic Review," *Annals of Nutrition & Metabolism* 4, no. 60 (June 1, 2012): 233-40, <https://www.karger.com/Article/FullText/337301>.

۳۱. این مطالعه نزدیک به ۶,۰۰۰ مرد و زن شرکت‌کننده در نظرسنجی ملی سلامت و تغذیه را تحت بررسی قرار داد. اگر می‌خواهید بدانید که زندگی عاری از تحرک تا چه حد از طول عمر کم می‌کند این موارد را از گزارش این مطالعه به خاطر بسپارید: «تخمین زده شد که بزرگسالان با فعالیت بالا در قیاس با بزرگسالان کم‌تحرک، ۹ سال دیرتر به پیری زیستی دچار می‌شوند. تفاوت

در پیری سلولی نیز در میان افراد فعال و کم‌تحرک معنادار بود، به‌نحوی که فعال‌ترها ۸/۸ سال از این منظر جوان‌تر بودند. تفاوت میان افراد با فعالیت بدنی بالا و افراد با فعالیت بدنی متوسط نیز رقم معنادار ۷/۱ سال بود.»

L. A. Tucker, "Physical Activity and Telomere Length in U.S. Men and Women: An NHANES Investigation," *Preventive Medicine* 100 (July 2017): 145-51, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091743517301470>.

۳۲. گروهی از دانشمندان بریتانیایی که جزء ورزشکاران تفریحی محسوب می‌شدند، با مدنظر قرار دادن تأثیرات احتمالی ناشی از سلامتی دوچرخه‌سواران میان‌سال معمولی، به بررسی چگونگی تأثیرگذاری ورزش بر طول عمر پرداختند. این دانشمندان دوچرخه‌سواران زن و مرد بین ۵۵ تا ۷۹ سال را برای مطالعه خود برگزیدند و آنان را با افراد کم‌تحرک جوان‌تر و مسن‌تر مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند: «آشکار شد که دوچرخه‌سواران در قیاس با سایر هم‌سن‌وسالان کم‌تحرک خود، از انواع بازتاب‌های بدنی، حافظه، تعادل و مشخصه‌های سوخت‌وسازی برخوردارند که شباهت زیادی به جوان‌های ۳۰ ساله دارد.»

G. Reynolds, "How Exercise Can Keep Aging Muscles and Immune Systems 'Young,'" *New York Times*, March 14, 2018, <https://www.nytimes.com/2018/03/14/well/move/how-exercise-can-keep-aging-muscles-and-immune-systems-young.html>.

33. D. Lee, R. R. Pate, C. J. Lavie, et al., "Leisure-Time Running Reduces All-Cause and Cardiovascular Mortality Risk," *Journal of the American College of Cardiology* 54, no. 5 (August 2014): 472-81, <http://www.onlinejacc.org/content/64/5/472>.

۳۴. این پژوهشگران نشان داده‌اند که چگونه الگوریتم‌های تناسب وضعیت قلبی-تنفسی می‌تواند افراد در معرض خطر دچار شدن به بیماری‌های قلبی-عروقی را شناسایی کنند و همچنین به‌طور بالقوه به پی‌ریزی رژیم‌های ورزشی متناسب با سطح آمادگی اولیه افراد یاری رسانند.

E. G. Artero, A. S. Jackson, X. Sui, et al., "Longitudinal Algorithms to Estimate Cardiorespiratory Fitness: Associations with Nonfatal Cardiovascular Disease and Disease-Specific Mortality," *Journal of the American College of Cardiology* 63, no. 21 (June 3, 2014): 2289-96, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109714016301?via%3Dihub>.

35. T. S. Church, C. P. Earnest, J. S. Skinner, and S. N. Blair, "Effects of Differ-

ent Doses of Physical Activity on Cardiorespiratory Fitness Among Sedentary, Overweight or Obese Postmenopausal Women with Elevated Blood Pressure: A Randomized Controlled Trial," *Journal of the American Medical Association* 297, no. 19 (May 16, 2007): 2081-91, <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/1108370>.

36. M. M. Robinson, S. Dasari, A. R. Konopka, et al., "Enhanced Protein Translation Underlies Improved Metabolic and Physical Adaptations to Different Exercise Training Modes in Young and Old Humans," *Cell Metabolism* 25, no. 3 (March 7, 2017): 581-92, [https://www.cell.com/cellmetabolism/comments/S1550-4131\(17\)30099-2](https://www.cell.com/cellmetabolism/comments/S1550-4131(17)30099-2).

۳۷. توصیه‌های خردمندانهٔ کلینیک مایو عبارت‌اند از: اختصاص دادن ۱۵ دقیقه زمان در هفته به فعالیت‌هایی نظیر شنا کردن یا چمن‌زنی یا انجام دادن ۷۵ دقیقه ورزش سخت‌تر در هفته مثل رکاب‌زنی یا دویدن. کادر کلینیک مایو می‌نویسند: «واقع‌بین باشید و زیادی سخت و سریع به خودتان فشار وارد نیاورید. تناسب‌اندام تعهدی مادام‌العمر است، نه دوی سرعتی برای رسیدن به خط پایان.»

Exercise Intensity: How to Measure It," Mayo Clinic, June 12, 2018, <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/fitness/indepth/exercise-intensity/art-20046887>.

۳۸. این پژوهشگران با بررسی نحوهٔ کنترل وجوهی از پیری توسط هیپوتالاموس دریافتند که "مهار دستگاه ایمنی یا بازیابی هورمون آزادکنندهٔ گنادوتروپین در هیپوتالاموس/مغز" در دو جهت می‌تواند جهت افزایش طول عمر و مقابله با مشکلات سلامتی ناشی از پیری مزایایی به همراه داشته باشد.

G. Zhang, J. Li, S. Purkayasatha, et al., "Hypothalamic Programming of Systemic Ageing Involving IKK- β , NF- κ b and GnRH," *Nature* 497, no. 7448 (May 9, 2013): 211-16, <https://www.nature.com/articles/nature12143>.

۳۹. تیم پژوهشی نمی‌توانست چگونگی این پدیده را توضیح دهد، بلکه فقط خود پدیده را گزارش کرد. در آن زمان، پژوهشگران تصور می‌کردند که شاید کاهش دمای بدن موش‌ها سوخت‌وساز آنان را کاهش می‌دهد و در نتیجه فراوانی رادیکال‌های آزاد بدنام را پایین می‌آورد. از آن زمان تاکنون، ما به اطلاعات بسیار زیادی در این باره دست یافته‌ایم.

B. Conti, M. Sanchez-Alvarez, R. Winskey-Sommerer, et al., "Transgenic Mice with a Reduced Core Body Temperature Have an Increased Life Span," *Science*

314, no. 5800 (November 3, 2006): 825-28, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17082459>.

۴۰. این موش‌ها از افزایش نرخ چاقی، کژکاری سلول‌های بتا و دیابت نوع ۲ رنج می‌بردند.

C.-Y. Zhang, G. Baffy, P. Perret, et al., "Uncoupling Protein-2 Negatively Regulates Insulin Secretion and Is a Major Link Between Obesity, β Cell Dysfunction, and Type 2 Diabetes," *Cell* 105, no. 6 (June 15, 2001): 745-55, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867401003786>.

۴۱. پژوهشگران همچنین باور داشتند که این افزایش طول عمر به سبب کاهش یافتن آسیب‌های ناشی از اکسیدشدگی رخ داده است.

Y.-W. C. Fridell, A. Sánchez-Blanco, B. A. Silvia, et al., "Targeted Expression of the Human Uncoupling Protein 2 (Hucp2) to Adult Neurons Extends Life Span in the Fly," *Cell Metabolism* 1, no. 2 (February 2005): 145-52, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S155041310500032X>.

۴۲. پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که UCP2، گرمایی بافت چربی قهوه‌ای را از طریق اسیدهای چرب استری‌نشده تنظیم می‌کند.

A. Caron, S. M. Labbé, S. Carter, et al., "Loss of UCP2 Impairs Cold-Induced Non-shivering Thermogenesis by Promoting a Shift Toward Glucose Utilization in Brown Adipose Tissue," *Biochimie* 134 (March 2007): 118-26, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030090841630270X?via%3Dihub>.

۴۳. گروهی از پژوهشگران تحت سرپرستی جاستین دارسی از دانشگاه آلاباما، افزایش کارایی بافت چربی قهوه‌ای را در حیواناتی نشان دادند که در قیاس با همزادهایشان ۴۰ تا ۶۰ درصد بیشتر عمر می‌کردند.

J. Darcy, M. McFadden, Y. Fang, et al., "Brown Adipose Tissue Function Is Enhanced in Long-Lived, Male Ames Dwarf Mice," *Endocrinology* 157, no. 12 (December 1, 2016): 4744-53, <https://academic.oup.com/endo/article/157/12/4744/2758430>.

۴۴. پژوهشگران مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ می‌نویسند: «چگونگی تنظیم چربی قهوه‌ای در انسان و ارتباط آن با سوخت‌وساز هنوز مشخص نشده است.» از آن زمان تاکنون، ما به اطلاعات بیشتری راجع به این سازوکارها دست یافته‌ایم.

Endocrine Society, "Cold Exposure Stimulates Beneficial Brown Fat Growth,"

Science Daily, June 23, 2014, <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/06/140623091949.htm>.

45. T. Shi, F. Wang, E. Stieren, and Q. Tong, "SIRT3, a Mitochondrial Sirtuin Deacetylase, Regulates Mitochondrial Function and Thermogenesis in Brown Adipocytes," *Journal of Biological Chemistry* 280, no. 14 (April 8, 2005): 13560-67, <http://www.jbc.org/content/280/14/13560.long>.

46. A. S. Warthin, "A Fatal Case of Toxic Jaundice Caused by Dinitrophenol," *Bulletin of the International Association of Medical Museums* 7 (1918): 123-26.

47. W. C. Cutting, H. G. Mertrens, and M. L. Tainter, "Actions and Uses of Dinitrophenol: Promising Metabolic Applications," *Journal of the American Medical Association* 101, no. 3 (July 15, 1933): 193-95, <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/244026>.

۴۸. بر اساس تخمین پژوهشگران، به واسطهٔ ارائهٔ ۱/۲ میلیون کیپسول دی‌نیتروفنول توسط درمانگاه‌های استنفورد در سال ۱۹۴۳، تعداد ۴۰۵۰۰ بیمار طی دوره‌ای سه‌ماهه به مصرف این دارو پرداخته‌اند. به‌طورکلی آنان تخمین زده‌اند که دست‌کم ۱۰۰،۰۰۰ نفر در ایالات‌متحده با این دارو تحت درمان قرار گرفته‌اند.

M. L. Tainter, W. C. Cutting, and A. B. Stockton, "Use of Dinitrophenol in Nutritional Disorders: A Critical Survey of Clinical Results," *American Journal of Public Health* 24, no. 10 (1935): 1045-53, <https://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.24.10.1045>.

۴۹. دی‌نیتروفنول (DNP) در بستر اینترنت با نام‌های مختلفی معرفی می‌شود. این نام‌ها عبارت‌اند از: داینوسان (Dinosan)، دیناک (Dnoc)، سولفو بلک (Solfo Black)، نیتروفن (Nitrophen)، آلیدفن (Alidfen) و چمکس (Chemox). در دههٔ ۲۰۰۰، مرگ‌ومیرهای ناشی از این دارو افزایش یافت، چراکه به‌صورت آنلاین به بدن‌سازان و افراد حساس به افزایش وزن فروخته می‌شد.

J. Grundlingh, P. I. Dargan, M. El-Zanfaly, and D. M. Wood, "2,4-Dinitrophenol (DNP): A Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death," *Journal of Medical Toxicology* 7, no. 3 (September 2011): 205-12, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3550200/>.

50. T. L. Kurt, R. Anderson, C. Petty, et al., "Dinitrophenol in Weight Loss: The Poison Center and Public Health Safety," *Veterinary and Human Toxicology* 28, no. 6 (December 1986): 574-75, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3788046>.

۵۱. روایتی از مرگ دهشتناک ناشی از مصرف بیش‌ازحد DNP در مجلهٔ وایس تشریح شده است؛ برای مطالعهٔ آن به منبع زیر بنگرید:

G. Haynes, "The Killer Weight Loss Drug DNP Is Still Claiming Young Lives," *Vice*, August 6, 2018, https://www.vice.com/en_uk/article/bjbyw5/the-killer-weight-loss-drug-dnp-is-still-claiming-younglives; see also Grundlingh et al., "2,4-Dinitrophenol (DNP)."

۵۲. چگونگی این روند در گونه‌های جانوری مختلف باهم تفاوت‌هایی دارد، اما روند کلی روشن است: سرما و ورزش دست در دست هم، چربی قهوه‌ای می‌سازند.

F. J. May, L. A. Baer, A. C. Lehnig, et al., "Lipidomic Adaptations in White and Brown Adipose Tissue in Response to Exercise Demonstrates Molecular Species-Specific Remodeling," *Cell Reports* 18, no. 6 (February 7, 2017): 1558-72, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5558157/>.

۵۳. تیمی از پژوهشگران بین‌المللی در سال ۲۰۱۴ چنین نتیجه گرفتند: «تا زمان در دست نبودن پژوهش‌های بیشتر، ورزشکاران باید بدانند که شیوه‌های ارزان‌تر سرمدارمانی، نظیر استفاده از کیسهٔ یخ موضعی یا غوطه‌وری در آب سرد، تأثیرات فیزیولوژیکی و بالینی قابل‌مقایسه‌ای ارائه می‌دهند.»

C. M. Bleakley, F. Bieuzen, G. W. Davison, and J. T. Costello, "Whole-Body Cryotherapy: Empirical Evidence and Theoretical Perspectives," *Open Access Journal of Sports Medicine* 5 (March 10, 2014): 25-36, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3956737/>.

۵۴. میانگین زمان صرف‌شده در سونا، ۱۵ دقیقه و در دمای ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود.

T. E. Strandberg, A. Strandberg, K. Pitkälä, and A. Benetos, "Sauna Bathing, Health, and Quality of Life Among Octogenarian Men: The Helsinki Businessmen Study," *Aging Clinical and Experimental Research* 30, no. 9 (September 2018): 1053-57, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29188579>.

55. T. Laukkanen, H. Khan, F. Zaccardi, and J. A. Laukkanen, "Association

Between Sauna Bathing and Fatal Cardiovascular and All-Cause Mortality Events," *JAMA Internal Medicine* 175, no. 4 (April 2015): 542-48, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25705824>.

56. H. Yang, T. Yang, J. A. Baur, et al., "Nutrient-Sensitive Mitochondrial NAD⁺ Levels Dictate Cell Survival," *Cell* 130, no. 6 (September 21, 2007): 1095-107, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3366687/>.

57. R. Madabhushi, F. Gao, A. R. Pfenning, et al., "Activity-Induced DNA Breaks Govern the Expression of Neuronal Early-Response Genes," *Cell* 161, no. 7 (June 18, 2015): 1592-605, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4886855/>.

58. H. Katoka, "Quantitation of Amino Acids and Amines by Chromatography," *Journal of Chromatography Library* 70 (2005): 364-404, <https://www.science-direct.com/topics/chemistry/aromatic-amine>.

۵۹. یکی دیگر از مواد شیمیایی بسیار رایج مورد استفاده در بطری‌های پلاستیکی و قوطی‌های خوراکی‌ها و نوشیدنی‌ها، بیسفنول آ (BPA) است. این ماده به‌قدری متداول است که تقریباً می‌توان در ادرار تمام آمریکایی‌ها ردی از آن را یافت. مقادیر بالای این ماده با بروز بیماری‌های قلبی و دیابت مرتبط است و می‌تواند سبب افزایش خطر سقط همراه با کاربوتیپ رویانی غیرطبیعی شود.

P. Allard and M. P. Colaiácovo, "Bisphenol A Impairs the Double-Strand Break Repair Machinery in the Germline and Causes Chromosome Abnormalities," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, no. 47 (November 23, 2010): 20405-10, <http://www.pnas.org/content/107/47/20405>.

۶۰. «یافته‌های ما حاکی از آن‌اند که این رنگ‌دهنده‌ها در صورت سوخت‌وساز یا جذب شدن از طریق پوست می‌توانند اثرات زیان‌باری برای انسان به همراه داشته باشند.»

F. M. Chequer, V. de Paula Venâncio, et al., "The Cosmetic Dye Quinoline Yellow Causes DNA Damage in Vitro," *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 777 (January 1, 2015): 54-61, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25726175>.

۶۱. علاقه‌مندان به آجیو توجه داشته باشند: «آجیو یکی از منابع این-نیتروسودی‌متیل‌آمین

(NDMA) است. در برخی انواع آلمانی آجیو ۷۰ میکروگرم در لیتر، NDMA وجود دارد، هرچند سطوح معمول آن بسیار کمتر است (۱۰ یا ۵ میکروگرم در لیتر)؛ چنین مقداری برای مصرف‌کنندگان سنگین آجیو که روزانه چند لیتر از آن را می‌نوشند می‌تواند میزان بالایی به حساب بیاید.» خبر خوب این است که طی سال‌های اخیر نه تنها سطح نیترات در مواد غذایی کاهش یافته است، بلکه "در روند ساخت آجیو نیز کنترل‌های بیشتری انجام می‌شوند تا از قرار گرفتن مالت در معرض اکسیدهای نیتروژن پیشگیری کنند."

W. Lijinsky, "N-Nitroso Compounds in the Diet," *Mutation Research* 443, nos. 1-2 (July 15, 1999): 129-38, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10415436>.

62. L. Robbiano, E. Mereto, C. Corbu, and G. Brambilla, "DNA Damage Induced by Seven N-nitroso Compounds in Primary Cultures of Human and Rat Kidney Cells," *Mutation Research* 368, no. 1 (May 1996): 41-47, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8637509>.

۶۳. ایالت ماساچوست در سال ۱۹۸۸ مطالعه‌ای انجام داد تا از طریق آن بتواند به تفکیک شهرستان‌های ایالت، با شیوع رادون مقابله کند. این مطالعه آشکار ساخت که ظاهراً از هر چهار خانه، یک خانه سطوح بالاتر از ۴ پیکوکوری در لیتر رادون دارد و بدین خاطر بر اساس آیین‌نامه سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا، نیازمند بررسی بیشتر است.

"Public Health Fact Sheet on Radon," Health and Human Services, Commonwealth of Massachusetts, 2011, <http://web.archive.org/web/20111121032816/http://www.mass.gov/eohhs/consumer/communityhealth/environmental-health/exposure-topics/radiation/radon/public-health-fact-sheet-onradon.html>.

۶۴. «بخش عمده‌ای از جیوه‌ای که ماهی‌ها را آلوده می‌کند از زباله‌های خانگی و صنعتی ناشی می‌شود که طی سوزاندن زغال‌سنگ و سایر سوخت‌های فسیلی، سوزانده یا آزاد می‌شوند. محصولات حاوی جیوه که به نحوی غلط با زباله‌های دیگر دور ریخته می‌شوند یا در زهکشی‌ها شسته شده و به زمین فرومی‌روند، از مناطق دیوی زباله، زباله‌سوزها یا تأسیسات تصفیه فاضلاب سرد می‌آورند.»

"Contaminants in Fish," Washington State Department of Health, <https://www.doh.wa.gov/CommunityandEnvironment/Food/Fish/Contaminantsin-Fish>.

65. S. Horvath, "DNA Methylation Age of Human Tissues and Cell Types," *Genome Biology* 14, no. 10 (2013): R115, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

پنجم: قرصی بهتر برای بلعیدن

۱. گرچه شرودینگر نمی‌توانست به این پرسش پاسخی دقیق بدهد، احتمالاً کتاب او [حیات چیست؟] در این زمینه بسیار موفق بوده است. این کتاب یکی از مؤثرترین آثار در توسعه تفکر علمی در قرن بیستم محسوب می‌شود که بستر را برای ظهور زیست‌شناسی مولکولی و کشف DNA فراهم آورد.

E. Schrödinger, *What Is Life? The Physical Aspect of the Living Cell* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1944).

2. V. L. Schramm and S. D. Schwartz, "Promoting Vibrations and the Function of Enzymes. Emerging Theoretical and Experimental Convergence," *Biochemistry* 57, no. 24 (June 19, 2018): 3299-308, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29608286>.

3. "Cell Size and Scale," Genetic Science Learning Center, University of Utah, <http://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>.

۴. کانالیزورهای زیست‌شناختی ماکرومولکولی که نامشان به "-از/ase"] ختم می‌شود، همگی آنزیم هستند.

۵. از میان بسیاری از نقل‌قول‌های برجسته، این یکی جمله‌ای است که طی اعصار متمدنی به عنوان پندی حکمت‌آمیز توسط دانشمندان تکرار شده است: «نخستین اصل این است که نباید خودتان را فریب دهید؛ راحت‌ترین فردی که می‌توانید او را فریب دهید، خود شما هستید.»

R. P. Feynman, *The Quotable Feynman*, ed. Michelle Feynman (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2015), 127.

۶. پس از آنکه آزمایشگاه کارفرمای سهگال توسط شرکت بین‌المللی مراقبت‌های بهداشتی واپت خریداری شد، او توانست کار خود روی راپامایسین را از سر بگیرد. در سال ۱۹۹۹، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) راپامایسین را به عنوان دارویی برای بیماران پیوند عضو تأیید کرد. سهگال چند سال پس از تأیید راپامایسین توسط FDA درگذشت و نتوانست ببیند که ایده‌اش جان هزاران بیمار پیوندی را نجات داده و صدها میلیون دلار سود عاید شرکت واپت کرده است.

B. Gilford, "Does a Real Anti-aging Pill Already Exist?," Bloomberg, February 12, 2015, <https://www.bloomberg.com/news/features/2015-02-12/does-a->

real-anti-aging-pill-already-exist-

۷. پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که: «تنظیم مثبت پاسخی به شدت حفاظت شده به فشار ناشی از گرسنگی با کاهش سیگنال‌دهی ژن در مخمرها و یوکاریوت‌های رده بالاتر است و نقشی مهم در افزایش طول عمر این جانداران ایفا می‌کند.»

R. W. Powers III, M. Kaeberlein, S. D. Caldwell, et al., "Extension of Chronological Life Span in Yeast by Decreased TOR Pathway Signaling," *Genes & Development* 20, no. 2 (January 15, 2006): 174-84, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1356109/>.

8. I. Bjedov, J. M. Toivonen, F. Kerr, et al., "Mechanisms of Life Span Extension by Rapamycin in the Fruit Fly *Drosophila melanogaster*," *Cell Metabolism* 11, no. 1 (January 6, 2010): 35-46, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2824086/>.

۹. پژوهشگران خاطرنشان کردند که این نخستین یافته‌ای است که نشان می‌دهد ایم‌ژن قادر است در افزایش طول عمر نقشی ایفا کند. آن‌ها بیان کردند: «احتمالاً راپاماسین با به تعویق انداختن مرگ ناشی از سرطان یا با گندسازی سازوکارهای پیری یا با هردوی این روش‌ها، طول عمر را افزایش می‌دهد.»

D. E. Harrison, R. Strong, Z. D. Sharp, et al., "Rapamycin Fed Late in Life Extends Lifespan in Genetically Heterogeneous Mice," *Nature* 460 (July 8, 2009): 392-95, <https://www.nature.com/articles/nature08221>.

10. K. Xie, D. P. Ryan, B. L. Pearson, et al., "Epigenetic Alterations in Longevity Regulators, Reduced Life Span, and Exacerbated Aging-Related Pathology in Old Father Offspring Mice," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115, no. 10 (March 6, 2018): E2348-57, <https://www.pnas.org/content/115/10/E2348>.

۱۱. آنان چگونه می‌توانند این تعداد از برندگان جایزه نوبل را شناسایی کنند؟ یکی از مدیران تامسون رویترز طی یک بیانیه مطبوعاتی روند کار را این‌گونه تشریح کرد: «مقالات پراستناد یکی از قابل‌اعتمادترین شاخصه‌های پژوهشی در سطح جهانی هستند و می‌توان از طریق آن‌ها به نحوی اجمالی بهترین پژوهش‌های شایسته جایزه نوبل را شناسایی کرد.»

Thomson Reuters, "Web of Science Predicts 2016 Nobel Prize Winners," PR Newswire, September 21, 2016, <https://www.prnewswire.com/news-releas->

[es/web-of-science-predicts-2016-nobel-prize-winners-300331557.html](https://web-of-science-predicts-2016-nobel-prize-winners-300331557.html).

۱۲. در این مورد پژوهشگران نشان دادند که مصرف ۳ ماههٔ راپامایسین، افزایش ۶۰ درصدی طول عمر موش‌های میان‌سال و نیز بهبود کیفیت عمر آنان را به دنبال دارد.

A. Bitto, K. I. Takashi, V. V. Pineda, et al., "Transient Rapamycin Treatment Can Increase Lifespan and Healthspan in Middle-Aged Mice," *eLife* 5 (August 23, 2016): 5, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4996648/>.

۱۳. به افراد بالای ۶۵ سال، دوزهای پایین دارویی به نام اِورولیموس (everolimus) داده شد و واکنش آنان نسبت به واکسن آنفلوانزا حدود ۲۰ درصد بهبود یافت.

A. Regalado, "Is This the Anti-aging Pill We've All Been Waiting For?," *MIT Technology Review*, March 28, 2017, <https://www.technologyreview.com/s/603997/is-this-the-anti-aging-pill-weve-all-been-waiting-for/>.

۱۴. دو تن از پژوهشگران خاطرنشان کرده‌اند که متفورمین داده‌شده به بیماران دچار دیابت، نتایج بسیار امیدبخش به دنبال داشته است. آن‌ها بیان کرده‌اند: «گرچه تمامی مطالعات این‌چنینی خطرهایی در بر دارند، یافته‌ها حاکی از آن‌اند که متفورمین می‌تواند بر فرایندهای زیربنایی پیری تأثیر بگذارد که سبب‌ساز بیماری‌های مزمن متعدد و نه فقط دیابت نوع دو هستند.»

B. K. Kennedy, and J. K. Pennypacker, "Aging Interventions Get Human," *Oncotarget* 6, no. 2 (January 2015): 590-91, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4359240/>.

15. C. J. Bailey, "Metformin: Historical Overview," *Diabetologia* 60 (2017): 1566-76, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00125-017-4318-z.pdf>.

۱۶. پژوهشگران دریافتند که بیماران مصرف‌کنندهٔ متفورمین نه تنها در قیاس با افراد دیابتی بلکه در قیاس با افراد غیردیابتی هم نرخ مرگ‌ومیر کمتری داشتند. یافته‌های دیگر نشان‌دهندهٔ بروز سرطان کمتر و بیماری‌های قلبی-عروقی کمتر در افراد تحت درمان با متفورمین بود.

J. M. Campbell, S. M. Bellman, M. D. Stephenson, and K. Lisy, "Metformin Reduces All-Cause Mortality and Diseases of Ageing Independent of Its Effect on Diabetes Control: A Systematic Review and Meta-analysis," *Ageing Research Reviews* 40 (November 2017): 31-44, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568163717301472>.

17. R. A. DeFronzo, N. Barzilai, and D. C. Simonson, "Mechanism of Metformin Action in Obese and Lean Noninsulin-Dependent Diabetic Subjects," *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 73, no. 6 (December 1991): 1294-301, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1955512>.
18. A. Martin-Montalvo, E. M. Mercken, S. J. Mitchell, et al., "Metformin Improves Healthspan and Lifespan in Mice," *Nature Communications* 4 (2013): 2192, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3736576/>.
19. V. N. Anisimov, "Metformin for Aging and Cancer Prevention," *Aging* 2, no. 11 (November 2010): 760-74.
20. S. Andrzejewski, S.-P. Gravel, M. Pollak, and J. St-Pierre, "Metformin Directly Acts on Mitochondria to Alter Cellular Bioenergetics," *Cancer & Metabolism* 2 (August 28, 2014): 12, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4147388/>.
21. N. Barzilai, J. P. Crandall, S. P. Kritchevsky, and M. A. Espeland, "Metformin as a Tool to Target Aging," *Cell Metabolism* 23 (June 14, 2016): 1060-65, [https://www.cell.com/cellmetabolism/pdf/S1550-4131\(16\)30229-7.pdf](https://www.cell.com/cellmetabolism/pdf/S1550-4131(16)30229-7.pdf).
22. C.-P. Wang, C. Lorenzo, S. L. Habib, et al. "Differential Effects of Metformin on Age Related Comorbidities in Older Men with Type 2 Diabetes," *Journal of Diabetes and Its Complications* 31, no. 4 (2017): 679-86, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5654524/>.
23. J. M. Campbell, S. M. Bellman, M. D. Stephenson, and K. Lisy, "Metformin Reduces All-Cause Mortality and Diseases of Ageing Independent of Its Effect on Diabetes Control: A Systematic Review and Meta-analysis," *Ageing Research Reviews* 40 (November 2017): 31-44, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28802803>.
24. N. Howlader, A. M. Noone, M. Krapcho, et al., "SEER Cancer Statistics Review, 1975-2009," National Cancer Institute, August 20, 2012, https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2009_pops09/.

۲۵. پژوهشگران دریافته‌اند که پس از رسیدن به ۹۰ سالگی، احتمال ابتلای به سرطان سه برابر کاهش می‌یابد. اگر بتوانید به ۱۰۰ سالگی برسید، احتمال ابتلای به سرطان به پایین‌ترین حد خود می‌رسد، یعنی رقمی بین ۰ تا ۴ درصد.

N. Pavlidis, G. Stanta, and R. A. Audisio, "Cancer Prevalence and Mortality in Centenarians: A Systematic Review," *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 83, no. 1 (July 2012): 145-52, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22024388>.

26. I. Elbere, I. Silamikelis, M. Ustinova, et al., "Significantly Altered Peripheral Blood Cell DNA Methylation Profile as a Result of Immediate Effect of Metformin Use in Healthy Individuals," *Clinical Epigenetics* 10, no. 1 (2018), <https://doi.org/10.1186/s13148-018-0593-x>.

27. B. K. Kennedy, M. Gotta, D. A. Sinclair, et al., "Redistribution of Silencing Proteins from Telomeres to the Nucleolus Is Associated with Extension of Lifespan in *S. cerevisiae*," *Cell* 89, no. 3 (May 2, 1997): 381-91, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=SIR4-42+inclair+gotta>; D. A. Sinclair and L. Guarente, "Extrachromosomal Rdna Circles—A Cause of Aging in Yeast," *Cell* 91, no. 7 (December 26, 1997): 1033-42, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428525>; D. Sinclair, K. Mills, and L. Guarente, "Accelerated Aging and Nucleolar Fragmentation in Yeast *SGS1* Mutants," *Science* 277, no. 5330 (August 29, 1997): 1313-16, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9271578>.

۲۸. پژوهش‌های انجام‌شده بر رسوراترول نشان می‌دهند که این ماده هم جهت پیشگیری از بروز سرطان و هم برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی امیدوارکننده بوده است. تأثیرات رسوراترول بر کنش رشدی تومورها احتمالات دیگری را نیز مطرح کرده است. از آنجایی که عوامل محرک تومورها تظاهرات ژن‌های دخیل در التهاب‌ها را هم تغییر می‌دهند، چه‌بسا پیشگیری شیمیایی از بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان از سازوکار زیربنایی مشابهی برخوردار باشند.

E. Ignatowicz and W. Baer-Dubowska, "Resveratrol, a Natural Chemopreventive Agent Against Degenerative Diseases," *Polish Journal of Pharmacology* 53, no. 6 (November 2001): 557-69, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11985329>.

۲۹. عنوان مقاله ما ترکیبی از دو واژه یونانی است: «زنو (*Xenos*) واژه‌ای یونانی به معنای بیگانه و هورمسیس (*hormesis*) اصطلاحی برای بیان مزایای سلامتی ناشی از فشار زیستی خفیف نظیر آسیب‌دیدگی سلولی یا کمبود مواد غذایی است.»

K. T. Howitz and D. A. Sinclair, "Xenohormesis: Sensing the Chemical Cues of

Other Species," *Cell* 133, no. 3 (May 2, 2008): 387-91, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2504011/>.

۳۰. یک لیوان شراب قرمز به‌طور متوسط حاوی حدود ۱ تا ۳ میلی‌گرم رسوراترول است. رسوراترول در شراب سفید وجود ندارد، چراکه این ماده عمدتاً توسط پوست انگور ساخته می‌شود که در تولید شراب سفید به کار نمی‌آید. برای کسب اطلاعات بیشتر راجع به منابع غذایی حاوی رسوراترول، منبع زیر را ببینید:

J. A. Baur and D. A. Sinclair, "Therapeutic Potential of Resveratrol: The *in Vivo* Evidence," *Nature Reviews Drug Discovery* 5, no. 6 (June 2006): 493-506, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16732220>.

۳۱. پژوهشگران با دنبال کردن مطالعات ما "مسیر تازه‌ای را پیشنهاد کردند که به واسطه آن واکنش گیاه به فشار سبب افزایش تحمل جانداران [مصرف‌کننده آن گیاه] نسبت به فشار می‌شود و طول عمر جانداران را افزایش می‌دهد". آن‌ها همچنین توضیح داده‌اند که چگونه زئوهورمسیس می‌تواند خواص درمانی و سلامتی آور گیاهان را تقویت و درعین حال با مسئله سازگاری در این دنیای همواره در حال تغییر مقابله کند.

P. L. Hooper, P. L. Hooper, M. Tytell, and L. Vigh, "Xenohormesis: Health Benefits from an Eon of Plant Stress Response Evolution," *Cell Stress & Chaperones* 15, no. 6 (November 2010): 761-70, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3024065/>.

۳۲. ما دریافته‌ایم که این ماده فوایدی آشکار برای انسان‌های دچار اضافه‌وزن به همراه دارد. «این مطالعه نشان می‌دهد که یک مولکول کوچک خوراکی، در دوزهای قابل‌دستیابی برای انسان می‌تواند به نحوی ایمن بسیاری از پیامدهای منفی ناشی از دریافت کالری اضافی را از او دور کند و سلامت کلی و احتمال بقای او را بهبود بخشد.»

J. A. Baur, K. J. Pearson, N. L. Price, et al., "Resveratrol Improves Health and Survival of Mice on a High-Calorie Diet," *Nature* 444, no. 7117 (November 1, 2006): <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4990206/>.

33. J. A. Baur and D. A. Sinclair, "Therapeutic Potential of Resveratrol: The *In Vivo* Evidence," *Nature Reviews Drug Discovery* 5, (2006): 493-506, <https://www.nature.com/articles/nrd2060>.

34. K. J. Pearson, J. A. Baur, K. N. Lewis, et al., "Resveratrol Delays Age-Related Deterioration and Mimics Transcriptional Aspects of Dietary Re-

striction Without Extending Life Span," *Cell Metabolism* 8, no. 2 (August 6, 2008): 157-68, <https://www.cell.com/cell-metabolism/abstract/S1550-4131%2808%2900182-4>.

۳۵. یافته‌های ما به نحو اجتناب‌ناپذیری هیجان‌رسانه‌ها را مبنی بر افزایش یافتن طول عمر در نتیجه نوشیدن شراب قرمز برانگیخت. یکی از مقالات آرامش‌بخش دیگری هم که در این زمینه نگاشته شد، یادداشت "مواد شیمیایی افزایش‌دهنده طول عمر در برخی انواع شراب قرمز" منتشرشده در نیویورک‌تایمز بود.

K. T. Howitz, K. J. Bitterman, H. Y. Cohen, et al., "Small Molecule Activators of Sirtuins Extend *Saccharomyces cerevisiae* Lifespan," *Nature* 425, no. 6954 (September 11, 2003): 191-96, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12939617>.

۳۶. برای جدال با پیری موش‌ها روزانه به آن‌ها معادل ۱۰۰ لیوان شراب قرمز دادیم، نه "۱۰۰۰۰" لیوان؛ درهرحال هیچ‌کدام از این مقادیر را توصیه نمی‌کنیم.

37. Martin-Montalvo et al., "Metformin Improves Healthspan and Lifespan in Mice."

۳۸. چهل بیمار مبتلا به درجات متفاوت پسونیازیس در این مطالعه شرکت داشتند که بر اساس نمونه‌برداری پوست، بیش از یک‌سوم آنان بهیودی "خوب تا عالی" نشان داده بودند.

J. G. Kreuger, M. Suárez-Fariñas, I. Cueto, et al., "A Randomized, Placebo-Controlled Study of SRT2104, a SIRT1 Activator, in Patients with Moderate to Severe Psoriasis," *PLOS One*, November 10, 2015, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0142081>.

۳۹. هیدروژن برای صدها نوع واکنش اصطلاحاً روکس در سلول مورد استفاده قرار می‌گیرد. NAD یکی از "حاملان هیدروژن" است. علامت مثبت روی NAD^+ نشان می‌دهد که اتم هیدروژنی به آن متصل نیست. هنگامی که اتم هیدروژن به NAD متصل باشد آن را NADH می‌خوانند.

۴۰. همان‌طور که من و دو تن از همکارانم اشاره کرده‌ایم، با کاهش یافتن سطح NAD در نتیجه افزایش سن، بدن بیش‌ازپیش مستعد ابتلا به بیماری‌ها می‌شود: «بازایی سطوح NAD^+ در حیوانات پیر یا بیمار می‌تواند سلامتی آنان را بهبود بخشد، طول عمرشان را افزایش دهد و جست‌وجو برای مولکول‌های تقویت‌کننده ایمن و مؤثر NAD را در آنان کلید بزند. این مولکول‌ها نویدبخش تاب‌آوری بدن انسان نه‌تنها در برابر یک نوع خاص از بیماری که در برابر

بسیاری از بیماری‌ها و در نتیجه افزایش طول عمر سالم اوست.

L. Rajman, K. Chwalek, and D. A. Sinclair, "Therapeutic Potential of NADBoosting Molecules: The *in Vivo* Evidence," *Cell Metabolism* 27, no. 3 (March 6, 2018): 529-47, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29514064>.

41. Y. A. R. White, D. C. Woods, Y. Takai, et al., "Oocyte Formation by Mitotically Active Germ Cells Purified from Ovaries of Reproductive Age Women," *Nature Medicine* 18 (February 26, 2012): 413-21, <https://www.nature.com/articles/nm.2669>.

42. J. L. Tilly and D. A. Sinclair, "Germline Energetics, Aging, and Female Infertility," *Cell Metabolism* 17, no. 6 (June 2013): 838-50, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1550413113001976>.

۴۳. مقاله‌ای که طی آن نشان دادیم SIRT2 از نقش آفرینان اصلی تنظیم طول عمر در موجود زنده است، در سال ۲۰۱۴ منتشر شد.

B. J. North, M. A. Rosenberg, K. B. Jeganathan, et al., "SIRT2 Induces the Checkpoint Kinase BubR1 to Increase Lifespan," *EMBO Journal* 33, no. 13 (July 1, 2014): 1438-53, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4194088/>.

۴۴. این پژوهشگران یافته‌هایشان را در چارچوب همه‌گیری چاقی در کشورهای در حال توسعه دنبال کردند و در این مسیر ارتباط آن را با مشکلات سلامت باروری، از جمله نه فقط فیروز پلی کیستیک که همچنین دیابت بارداری و سرطان آندومتر تعریف کردند. آنان نتیجه گرفتند: «متفورمین می‌تواند جایگزین یا مکملی ارزشمند برای تعدیل اثرات سمی چاقی در این جمعیت‌ها باشد.»

V. N. Sivalingam, J. Myers, S. Nicholas, et al., "Metformin in Reproductive Health, Pregnancy and Gynaecological Cancer: Established and Emerging Indications," *Human Reproduction* 20, no. 6 (November 2014): 853-68, <https://academic.oup.com/humupd/article/20/6/853/2952671>.

۴۵. «حیواناتی که تحت شیمی‌درمانی بودند در قیاس با سایر گروه‌های تحت درمان، نرخ فرزندآوری پایین‌تری داشتند، حال آنکه اضافه کردن درمان با مهارکننده‌های ام‌اثر توانست نرخ باروری طبیعی آن‌ها را حفظ کند.»

K. N. Goldman, D. Chenette, R. Arju, et al., "Mtorc1/2 Inhibition Preserves Ovarian Function and Fertility During Genotoxic Chemotherapy," *Proceedings*

of the National Academy of Sciences of the United States of America 114, no. 2 (March 21, 2017): 3196-91, <http://www.pnas.org/content/114/12/3186.full>.

۴۶. پژوهشگران دریافتند که موش‌های دچار کمبود mTORC1 "اسیرم‌های کم‌تحرك‌تری دارند؛ این یافته نشان می‌دهد که mTORC1 علاوه بر کنترل کردن اندازه غدد و ترکیب مایع کیسه منی، فیزیولوژی اسیرم را حین عبور از اپیدیدیم [بخشی از مجرای خروجی منی] نیز تنظیم می‌کند."

P. F. Oliveira, C. Y. Cheng, and M. G. Alves, "Emerging Role for Mammalian Target of Rapamycin in Male Fertility," *Trends in Endocrinology and Metabolism* 28, no. 3 (March 2017): 165-67, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5499664/>.

۴۷. زندگی مستقل و بی‌نیاز از کمک دیگران را اصطلاحاً "پیری در مکان" (aging in place) می‌نامند. این اصطلاح به فلسفه‌ای نوظهور در کشورهای غربی اشاره دارد که سالمندان را تشویق می‌کند در همان مکان‌های [زندگی خودشان] که با نیازها و شرایطشان سازگارند، روزگار خود را سپری کنند. استرالیا، نظیر بسیاری از کشورهای دیگر، با انفجار جمعیتی سالمندان مواجه است که طبعاً پیامدهای اجتماعی و اقتصادی قابل‌توجهی برای کشور به همراه دارد. انتظار می‌رود جمعیت ۶۵ تا ۸۵ ساله استرالیا تا سال ۲۰۵۰ دو برابر یا بیشتر شود.

H. Bartlett and M. Carroll, "Aging in Place Down Under," *Global Ageing: Issues & Action* 7, no. 2 (2011): 25-34, <https://www.ifa-fiv.org/wp-content/uploads/globalageing/7.2/7.2.bartlett.carroll.pdf>.

ششم: گام‌هایی بلند در پیش‌اند

۱. پژوهشگران طی مطالعه‌ی جامعی روی انواعی از مداخلات، فواید سلامتی‌آور و افزایش‌دهنده‌ی طول عمر مولکول‌های کوچک مختلف، ورزش و رژیم‌های روزه‌داری را بررسی کردند. آنان نوشتند: «همه‌گیری‌های کنونی چاقی، دیابت و اختلالات مرتبط بدن‌ها از موانع اصلی مسیر افزایش سن توأم با سلامتی هستند. تنها در صورت افزایش یافتن بازه‌ی سالم عمر در انسان است که فرضیه‌ی سیسرون، شاعر رومی، محقق خواهد شد: هیچ‌کسی به قدری پیر نیست که بپندارد احتمالاً تا سال دیگر زنده نمی‌ماند.»

R. de Cabo, D. Carmona-Gutierrez, M. Bernier, et al., "The Search for Antiaging Interventions: From Elixirs to Fasting Regimens," *Cell* 157, no. 7 (June 19, 2014): 1515-26, [https://www.cell.com/fulltext/S0092-8674\(14\)00679-5](https://www.cell.com/fulltext/S0092-8674(14)00679-5).

2. J. Yost and J. E. Gudjonsson, "The Role of TNF Inhibitors in Psoriasis Therapy: New Implications for Associated Comorbidities," *F1000 Medicine Reports* 1, no. 30 (May 8, 2009), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2924720/>.

۳. در نشریه علمی نیچر راجع به مطالعه بیکرو و ون دیورسن چنین آمده است: کشتن سلول‌های سالخورده موش‌ها، زندگی سالم‌تر آن‌ها را به دنبال داشت. کارایی کلیه‌های آن‌ها بهبود نشان داد، قلبشان در مقابل فشار مقاوم‌تر شد، آنان تمایل بیشتری به اکتشاف بخش‌های قفسشان نشان دادند و دیرتر به سرطان مبتلا شدند.

E. Callaway, "Destroying Worn-out Cells Makes Mice Live Longer," *Nature*, February 3, 2016, <https://www.nature.com/news/destroying-worn-out-cells-makes-mice-live-longer-1.19287>.

۴. تأثیر سلول‌های سالخورده در موش‌های جوان هم از منظر زیان‌بار بودن قابل توجه بود. طبق بیانیه مطبوعاتی مؤسسه ملی سلامت: «دو هفته پس از تزریق [سلول‌های سالخورده]، کارایی فیزیکی موش‌ها مختل شد که مشخصه‌های آن با حداکثر سرعت راه رفتن، قدرت عضلانی، استقامت بدنی، فعالیت روزانه، مصرف غذا و وزن بدن تعیین می‌شود. به علاوه پژوهشگران افزایش تعداد سلول‌های سالخورده فراتر از میزان تزریق شده را شاهد بودند که نشان می‌داد سلول‌های سالخورده، سلول‌های همسایه‌شان را نیز متأثر می‌سازند.»

"Senolytic Drugs Reverse Damage Caused by Senescent Cells in Mice," National Institutes of Health, July 9, 2018, <https://www.nih.gov/news-events/newsreleases/senolytic-drugs-reverse-damage-caused-senescent-cells-mice>.

5. R.-M. Laberge, Y. Sun, A. V. Orjalo, et al., "mTOR Regulates the Pro-tumorigenic Senescence-Associated Secretory Phenotype by Promoting IL1A Translation," *Nature Cell Biology* 17, no. 8 (July 6, 2015): 1049-61, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4691706/>.

6. P. Oberdoerffer, S. Michan, M. McVay, et al., "DNA Damage-Induced Alterations in Chromatin Contribute to Genomic Integrity and Age-Related Changes in Gene Expression," *Cell* 135, no. 5 (November 28, 2008): 907-18, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2853975/>.

7. M. De Cecco, S. W. Criscione, E. J. Peckham, et al., "Genomes of Replicatively Senescent Cells Undergo Global Epigenetic Changes Leading to Gene Silencing and Activation of Transposable Elements," *Aging Cell* 12, no. 2 (April 2013):

247-56, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3618682/>.

۸. پژوهشگران دریافتند: «انتقال سازگارانه سلول‌های T جداسده از موش‌های حامل تومور درمان شده با واکسن، رشد تومور را در گیرندگان واکسینه‌نشده هم مهار می‌کند؛ این یافته نشان می‌دهد که واکسن سلول‌های بنیادی پرتوان (iPSCها) قادر است واکنش سلول T آنتی‌ژنی اختصاصی ضد تومور را هم افزایش دهد.»

N. G. Kooreman, K. Youngkyun, P. E. de Almeida, et al., "Autologous Ipsc-Based Vaccines Elicit Anti-tumor Responses *in Vivo*," *Cell Stem Cell* 22, no. 4 (April 5, 2018), [http://www.cell.com/cell-stem-cell/fulltext/S1934-5909\(18\)30016-X](http://www.cell.com/cell-stem-cell/fulltext/S1934-5909(18)30016-X).

۹. سلول‌ها از داخل گونه و پوست شکم سگ استرایسند استخراج و به آزمایشگاهی در تگزاس ارسال شدند. فرایند هم‌تاسازی موجب تولد چهار توله‌سگ شد که یکی‌شان مدت کوتاهی پس از تولد جان باخت. استرایسند در این باره می‌نویسد سگ‌ها از نظر ظاهری به سامانتای محبوبش شبیه‌اند: «شما می‌توانید ظاهر سگی را شبیه‌سازی کنید، اما روحش را نه. با این حال هرگاه به صورت این سگ‌ها می‌نگرم به یاد سامانتای خودم می‌افتم و تبسمی بر لبانم نقش می‌بندد.»

B. Streisand, "Barbara Streisand Explains: Why I Cloned My Dog," *New York Times*, March 2, 2018, <https://www.nytimes.com/2018/03/02/style/barbra-streisand-cloned-her-dog.html>.

۱۰. این مقاله یکی از جالب‌ترین و مهم‌ترین مقالاتی بود که به عمرم خوانده‌ام.

C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication," *Bell System Technical Journal* 27, no. 3 (July 1948): 379-423, and 27, no. 4 (October 1948): 623-66, <http://math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>.

۱۱. نتایج آزمایش‌های آنان در مورد کاهش یافتن سرعت پیری به واسطه توقف تغییرات مولکولی سبب‌ساز آن، بسیار امیدوارکننده بود. آنان در این باره می‌نویسند: «تغییرات مولکولی ناشی از برنامه‌ریزی مجدد درون‌بافتی احتمالاً به‌طور بالقوه، حفظ بهتر هم‌ایستایی بافتی و افزایش طول عمر را در پی دارد.»

A. Ocampo, P. Reddy, P. Martinez-Redondo, et al., "In Vivo Amelioration of Age-Associated Hallmarks by Partial Reprogramming," *Cell* 167, no. 7 (December 15, 2016): 1719-33, [https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674\(16\)31664-6.pdf](https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674(16)31664-6.pdf).

۱۲. او طی مصاحبه‌ای به آسوشیتدپرس می‌گوید: «من به شدت احساس مسئولیت می‌کنم که

نه فقط برای اولین بار که به عنوان یک سرمشق، به چنین کاری دست بزنم. جامعه تصمیم خواهد گرفت که در آینده چه کاری با این قبیل آزمایش‌ها انجام دهد، آن‌ها را حفظ کند یا ممنوعشان سازد.

M. Marchione, "Chinese Researcher Claims First Gene-Edited Babies," Associated Press, November 26, 2018, <https://www.apnews.com/4997bb7aa36c-45449b488e19ac83e86d>.

هفتم: عصر نوآوری

1. H. Singh, A.N.D. Meyer, and E. J. Thomas, "The Frequency of Diagnostic Errors in Outpatient Care: Estimations from Three Large Observational Studies Involving US Adult Populations," *BMJ Quality & Safety* 23, no. 9 (August 12, 2014), <https://qualitysafety.bmj.com/content/23/9/727>.

2. M. Jain, S. Koren, K. H. Miga, et al., "Nanopore Sequencing and Assembly of a Human Genome with Ultra-long Reads," *Nature Biotechnology* 36, no. 4 (2018): 338-45, <https://www.nature.com/articles/nbt.4060>.

۳. دستیابی به چنین فناوری‌هایی توسط مخترعان به سود جامعه و نه به نفع شرکت‌های مرتبط است. به گفته صاحب‌نظران، این شرکت خاص ایده "کوین" یا ارز دیجیتال را نه برای سرمایه‌گذاری یا مبنایی برای امنیت مالی که برای تشویق کردن افراد جهت به اشتراک گذاشتن داده‌های ژنومی‌شان با دانشمندان، ترویج کرده است. ایده اصلی این بود که کاربران را ترغیب کنیم تا داده‌های ژنومی خود را برای پژوهش‌های زیست‌پزشکی و مرتبط با سلامت با هدف نیل به اکتشافات بیشتر در دسترس پژوهشگران قرار دهند.

B. V. Bigelow, "Luna DNA Uses Blockchain to Share Genomic Data as a 'Public Benefit,'" *Exome*, January 22, 2018, <https://xconomy.com/san-diego/2018/01/22/luna-dna-usesblockchain-to-share-genomic-data-as-a-public-benefit/>.

4. S. W. H. Lee, N. Chaiyakunapruk, and N. M. Lai, "What G6PD-Deficient Individuals Should Really Avoid," *British Journal of Clinical Pharmacology* 83, no. 1 (January 2017): 211-12, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5338146/>; "Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency," Medline-Plus, <https://medlineplus.gov/ency/article/000528.htm>.

5. J. A. Sparano, R. J. Gray, D. F. Makower, et al., "Adjuvant Chemotherapy

Guided by a 21-Gene Expression Assay in Breast Cancer,” *New England Journal of Medicine* 379 (July 12, 2018): 111-21, <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1804710>.

6. K. A. Liu and N. A. D. Mager, “Women’s Involvement in Clinical Trials: Historical Perspective and Future Implications,” *Pharmacy Practice* 14, no. 1 (January-March 2016): 708-17, <https://www.pharmacypractice.org/journal/index.php/pp/article/view/708/424>.

۷. موش‌های ماده تحت درمان با ایم‌ژر، ۲۰ درصد بیشتر از موش‌های درمان‌نشده گروه کنترل عمر کردند.

Leibniz Institute on Aging, Fritz Lipmann Institute, “Less Is More? Gene Switch for Healthy Aging Found,” *Medical Xpress*, May 25, 2018, <https://medicalxpress.com/news/2018-05-gene-healthy-aging.html>.

۸. داده‌های آماری ثبت‌شده کشور سوئد نشان می‌دهند که از سال ۱۸۰۰، هرساله زنان بیش از مردان عمر کرده‌اند. به گفته پژوهشگران: «این برتری همیشگی و آشکار نرخ بقای زنان در قیاس با مردان در اوایل زندگی، اواخر عمر و مجموع زندگی، محدود به کشور سوئد نیست، بلکه در هر کشوری که سوابق مونتق تولد و مرگ در آن‌ها ثبت شده‌اند نیز به چشم می‌خورد. این ویژگی شاید نیرومندترین الگوی زیست‌شناختی [تفاوت جنسیتی] در انسان باشد.»

S. N. Austad and A. Bartke, “Sex Differences in Longevity and in Responses to Anti-aging Interventions: A Mini-review,” *Gerontology* 62, no. 2 (2015): 40-46, <https://www.karger.com/Article/FullText/381472>.

9. E. J. Davis, I. Lobach, and D. B. Dubal, “Female XX Sex Chromosomes Increase Survival and Extend Lifespan in Aging Mice,” *Aging Cell* 18, no. 1 (February 2019), e12871, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6351820/>.

۱۰. نمونه‌ای از داروهایی که جهت ارائه اطلاعاتی در مورد نحوه تجویزشان بر آن‌ها برچسب فارماکوژنتیک چاپ می‌شود، داروهای درمان HIV هستند. بر اساس اطلاعات منتشرشده در وبسایت مؤسسه ملی پژوهش بر ژنوم انسانی، بیماران دچار HIV از منظر ژنتیکی آزمایش می‌شوند تا آشکار شود که آیا ممکن است آنان به دارویی ضدویروسی تحت عنوان آباکاویر (abacavir) واکنش بدی نشان دهند یا نه؛ برای کسب اطلاعات بیشتر به منبع زیر بنگرید:

“Frequently Asked Questions About Pharmacogenomics,” National Human Genome Research Institute, May 2, 2016, <https://www.genome.gov/27530645/>.

۱۱. کالبدشکافی جسد مومیایی‌شدهٔ یک جنگ‌سالار قرن چهاردهمی ایتالیایی، شایعات دیرپا در این باره را تقویت کرد، چراکه مشخص شد آنگرانده دلاسکارای یکم، چند روز پس از فتح پیروزمندانهٔ شهر ترویزو در سن ۳۸ سالگی، به خاطر مسمومیت با دی‌یتالیس جان باخته است.

H. Thompson, "Poison Hath Been This Italian Mummy's Untimely End," *Smithsonian.com*, January 14, 2015, <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/poison-hath-been-italian-mummys-untimely-enddigitalis-foxglove-180953822/>.

12. M. Vamos, J. W. Erath, and S. H. Hohnloser, "Digoxin-Associated Mortality: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature," *European Heart Journal* 36, no. 28 (July 21, 2015): 1831-38, <https://academic.oup.com/eurheartj/article/36/28/1831/2398087>.

13. M. N. Miemeijer, M. E. van den Berg, J. W. Deckers, et al., "ABC*B1* Gene Variants, Digoxin and Risk of Sudden Cardiac Death in a General Population," *BMJ Heart* 101, no. 24 (December 2015), <https://heart.bmj.com/content/101/24/1973?heartjnl-2014-307419v1=>; A. Oni-Orisan and D. Lanfear, "Pharmacogenomics in Heart Failure: Where Are We Now and How Can We Reach Clinical Application?," *Cardiology in Review* 22, no. 5 (September 1, 2015): 193-98, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4329642/>.

۱۴. در سال ۲۰۱۵، جانسون نتیجه گرفت که تنها ده سال دیگر طول می‌کشد تا بتوانیم ژنوم خودمان را تعریف و ذخیره کنیم و در طول زندگی‌مان از آن بهره ببریم. او می‌نویسد: «وقتی چنین اتفاقی رخ دهد، به‌کارگیری داده‌های ژنتیکی برای تصمیم‌گیری دربارهٔ داروی مناسب و دوز مناسب آن، احتمالاً رویکردهایی رایج‌تری را شامل می‌شود که داده‌های ژنتیکی را با اطلاعات موجود از داروها و ژن‌ها تطبیق می‌دهد و توصیهٔ درمانی مختص به شخص را در اختیار وی می‌گذارد.»

J. A. Johnson, "How Your Genes Influence What Medicines Are Right for You," *Conversation*, November 20, 2015, <https://theconversation.com/how-your-genes-influence-whatmedicines-are-right-for-you-46904>.

۱۵. به باور صاحب‌نظران، این روند ماهیتی در حال تغییر دارد، چراکه بیشتر پژوهشگران مقالاتی در این زمینه منتشر کرده و تضمین کرده‌اند که "فلور میکروبی دستگاه گوارش از سایه خارج شده و توجه اصلی را در حوزهٔ مطالعات ایمنی دارویی و مراقبت‌های بهداشتی شخصی‌سازی‌شده به سوی خود جلب کرده است".

I. D. Wilson and J. K. Nicholson, "Gut Microbiome Interactions with Drug Metabolism, Efficacy and Toxicity," *Translational Research: The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 179 (January 2017): 204-22, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5718288/>; see also B. Das, T. S. Ghosh, S. Kedia, et al., "Analysis of the Gut Microbiome of Rural and Urban Healthy Indians Living in Sea Level and High-Altitude Areas," *Nature Scientific Reports* 8 (July 4, 2018), <https://www.nature.com/articles/s41598-018-28550-3>.

16. P. Lehouritis, J. Cummins, M. Stanton, et al., "Local Bacteria Affect the Efficacy of Chemotherapeutic Drugs," *Nature Scientific Reports* 5 (September 29, 2015), <https://www.nature.com/articles/srep14554>.

17. The wait increased from 18.5 days in 2014 to 24 days in 2017, according to a study by Merritt Hawkins. B. Japsen, "Doctor Wait Times Soar 30% in Major U.S. Cities," *Forbes*, March 19, 2017, <https://www.forbes.com/sites/bruce-japsen/2017/03/19/doctor-wait-times-soar-amidtrumpcare-debate/#7ac0753b2e74>.

۱۸. وب‌سایت myDNAge در این باره اطلاعاتی دلگرم‌کننده ارائه داده است: «شما نمی‌توانید ژن‌هایتان را عوض کنید، ولی می‌توانید نحوهٔ رفتار آن‌ها را از طریق اپی‌ژنتیک تغییر دهید.» تنها لازم است مایعات بدن خود (خون یا ادرار) را ارسال کنید تا از آن طریق، سن زیست‌شناختی‌تان با اندازه‌گیری تغییرات اپی‌ژنتیکی DNA شما تعیین شود.

"Reveal Your Biological Age Through Epigenetics," myDNAge, 2017, <https://www.mydnage.com/>. TeloYears offers to track your cellular age based on your telomeres, which, it informs its website readers, are "the caps on your DNA that, unlike your ancestry, you can actually change." TeloYears, 2018, <https://www.telo-years.com/home/>.

19. M. W. Snyder, M. Kircher, A. J. Hill, et al., "Cell-free DNA Comprises an *in Vivo* Nucleosome Footprint That Informs Its Tissues-of-Origin," *Cell* 164, nos. 1-2 (January 14, 2016): 57-68, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4715266/>.

20. "Global Automotive Level Sensor Market Analysis, Trends, Drivers, Challenges & Forecasts 2018-2022, with the Market Set to Grow at a CAGR of 4.13%—ResearchAndMarkets.com," Business Wire, May 2, 2018, <https://www.businesswire.com/news/home/20180502005988/en/Global-Automotive>

tive-Level-Sensor-Market-Analysis-Trends.

۲۱. جیسون هایکفلند، از پژوهشگران ارشد دانشگاه سینسیناتی، همراه با تیم خود در آزمایشگاه پژوهشی نیروی هوایی آمریکا در اوهایو روی روشی ساده جهت پیگیری نحوه واکنش خلطبانان بر همه چیز، از رژیم غذایی گرفته تا فشار روانی و جراحات، داروها و بیماری‌ها کار کردند. آن‌ها چسب‌هایی ابداع کرده‌اند که تعریق را در فرد تحریک می‌کنند و با بررسی کردن ترکیب آن، داده‌های به‌دست‌آمده را به گوشی هوشمند فرد می‌فرستند.

J. Heikenfeld, "Sweat Sensors Will Change How Wearables Track Your Health," *IEEE Spectrum*, October 22, 2014, <https://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/sweat-sensors-will-change-how-wearables-trackyour-health>.

۲۲. مدتی است که شرکت اولستون کارآزمایی‌های بالینی متمرکز بر سرطان ریه را در بریتانیا کلید زده است و به واسطه این کارآزمایی‌ها صدها بیمار را برای شناسایی علائم اولیه بیماری آزمایش می‌کند. این شرکت در وبسایت خود آورده است که در بریتانیا "تنها ۱۴/۵ درصد مبتلایان به سرطان ریه در مراحل ابتدایی و قابل درمان تشخیص داده می‌شوند. اگر بتوانیم این رقم را به ۲۵ درصد برسانیم، تنها در بریتانیا جان ۱۰,۰۰۰ را نجات خواهیم داد."

D. Sfera, "Breath Test Detects Cancer Markers," *Medium*, August 2, 2018, <https://medium.com/@TheRealDanSfera/breath-test-detects-cancer-markers-c57dc-c86a583>. With advancements in drug treatments, early detection, the company points out, is a more powerful tool to save lives than the development of new drugs. "A Breathalyzer for Disease," Owlstone Medical, <https://www.owlstone-medical.com/>.

۲۳. دو نمونه از شرکت‌های ارائه‌دهنده چنین فناوری‌هایی عبارت‌اند از:

(<https://ouraring.com/>) Öura Rin و (<https://mymotiv.com/>) Motiv Ring

۲۴. «حجم فزاینده‌ای از شواهد نشانگر آن‌اند که مجموعه‌ای از شرایط روانی و جسمی می‌توانند سبب شوند تا عبارات را بریده‌بریده بگویید، صدایتان را بلندتر کنید یا با لحنی تودماغی حرف بزنید.»

R. Robbins, "The Sound of Your Voice May Diagnose Disease," *Scientific American*, June 30, 2016, <https://www.scientificamerican.com/article/the-sound-of-your-voice-may-diagnose-disease/>.

۲۵. پژوهشگران با بررسی مدت‌زمانی که آزمودنی‌ها برای فشردن و رها کردن کلیدهای صفحه‌کلید رایانه زمان می‌گذارند، توانستند از این کنش‌ها به عنوان شاخصی برای شناسایی

وضعیت حرکتی بیماران مبتلا به پارکینسون استفاده کنند.

L. Giancardo, A. Sánchez-Ferro, T. Arroyo-Gallego, et al., "Computer Keyboard Interaction as an Indicator of Early Parkinson's Disease," *Nature Scientific Reports* 6 (October 5, 2016): 34468, <https://www.nature.com/articles/srep34468>.

۲۶. برای اطلاع یافتن از پیشرفت‌های قریب‌الوقوع، پیشنهاد می‌کنم این کتاب ارزشمند را مطالعه کنید:

E. Topol, *The Creative Destruction of Medicine: How the Digital Revolution Will Create Better Health Care*, Kindle edition (New York: Basic Books, 2011).

۲۷. من سرمایه‌گذار و عضو سابق هیئت‌مدیره شرکت اینسایدتراکر یا سگرتا هستم؛ این شرکت در ماساچوست مستقر است (<http://www.insidetracker.com>). من در این شرکت سرمایه‌گذاری کرده‌ام و به آن مشاوره می‌دهم، ضمناً اختزاعی را برای آن ثبت کرده‌ام که بر اساس نشانه‌های متأثر از افزایش سن، قادر است سن زیستی را محاسبه کند.

۲۸. نرم‌افزاری که سوزان استفاده کرد این بود:

Clue. E. Avey, " 'The Clue App Saved My Life': Early Detection Through Cycle Tracking," *Clued In*, September 24, 2017, <https://medium.com/clued-in/the-clue-app-saved-my-lifeearly-detection-through-cycle-tracking-91732dd29d25>.

۲۹. در طول سه دهه گذشته، هر سال یک بیماری عفونی جدید در نقطه‌ای از جهان ظاهر شده است. پژوهشگران تعداد ویروس‌های ناشناخته در پرندگان و پستانداران را که می‌توانند انسان‌ها را هم آلوده کنند در مجموع رقمی بین ۶۳۱،۰۰۰ تا ۸۲۷،۰۰۰ برآورد کرده‌اند. گرچه تلاشی مداوم برای شناسایی تمامی این ویروس‌ها جریان دارد، "به احتمال زیاد هیچ‌گاه نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم که کدامیک از این ویروس‌ها سرایت می‌کنند. حتی ویروس‌های شناخته‌شده‌ای نظیر ویروس زیکا که در سال ۱۹۴۷ کشف شده است نیز می‌تواند ناگهان یک همه‌گیری غیرقابل‌پیش‌بینی به بار آورد."

E. Yong, "The Next Plague Is Coming. Is America Ready?," *The Atlantic*, July-August 2018, <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2018/07/when-the-next-plague-hits/561734/>.

30. L. M. Mobula, M. MacDermott, C. Hoggart, et al., "Clinical Manifestations and Modes of Death Among Patients with Ebola Virus Disease, Monrovia, Liberia, 2014," *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 98, no. 4 (April

2018): 1186-93, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5928808/>.

۳۱. بیل گیتس در مقاله‌ای استدلال می‌کند که اقدامات لازم جهت آمادگی یافتن در برابر بیماری همه‌گیر آتی باید ساختن نظام‌های بهداشت عمومی در کشورهای آسیب‌پذیر در برابر این نوع بیماری‌ها را شامل شود و ارتش را برای نبرد در "جنگ‌های میکروبی آماده کند و برنامه‌هایی را در بر گیرد که کمک می‌کنند نحوه گسترش یافتن این بیماری‌ها، چگونگی واکنش مردم وحشت‌زده بدان‌ها و نحوه مدیریت بزرگراه‌ها و نظام‌های ارتباطی شلوغ را بهتر درک کنیم".

B. Gates, "Bill Gates: A New Kind of Terrorism Could Wipe Out 30 Million People in Less than a Year—and We Are Not Prepared," *Business Insider*, February 18, 2017, <http://www.businessinsider.com/bill-gates-op-ed-bio-terrorismepidemic-world-threat-2017-2>.

۳۲. تنها پس از تصویب یک قانون در سال ۲۰۰۹، تمامی شرکت‌ها ملزم شدند که به مردم و دولت درباره هرگونه تخلفی اطلاعات ارائه دهند. از آن زمان تاکنون، حجم تخلفات در حوزه ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی به‌طور مداوم افزایش یافته و از ۱۵۰ مورد در سال ۲۰۱۰ به ۲۵۰ مورد در هفت سال بعدی رسیده است.

Here's How to Keep Your Info from Them," *Washington Post*, December 17, 2018, https://www.washingtonpost.com/national/health-science/hackers-want-your-medical-records-hereshow-to-keep-your-info-from-them/2018/12/14/4a9c9ab4-fc9c-11e8-ad40-cdfd0e0dd65a_story.html?utm_term=.ea4e14662e4a.

33. A. Sulleyman, "NHS Cyber Attack: Why Stolen Medical Information Is So Much More Valuable than Financial Data," *Independent*, May 12, 2017, <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgetsand-tech/news/nhs-cyber-attack-medical-data-records-stolen-why-so-valuable-to-sell-financiala7733171.html>.

34. S. S. Dominy, C. Lynch, F. Ermini, et al., "*Porphyromonas gingivalis* in Alzheimer's Disease Brains: Evidence for Disease Causation and Treatment with Small-Molecule Inhibitors," *Science Advances* 5, no. 1 (January 23, 2019), <http://advances.sciencemag.org/content/advances/5/1/eaau3333.full.pdf>.

۳۵. این نرخ کاهشی ظرف چند سال بعدی هم ادامه یافت، چراکه افراد مسن کمتری به سبب ابتلای به ذات‌الریه در بیمارستان‌ها بستری شدند. «تا سال ۲۰۰۹، بیش از نیمی از کاهش

بستری شدن در بیمارستان‌ها به سبب ابتلای به ذات‌الریه را می‌توان به افراد مسن نسبت داد، چراکه افراد ۸۵ ساله و بالاتر سالانه ۷۰,۰۰۰ بار کمتر از سال‌های پیشین، بدین خاطر بستری شدند.»

“Infant Vaccine for Pneumonia Helps Protect Elderly,” VUMC Reporter, July 11, 2013, <http://news.vumc.org/2013/07/11/infant-vaccine-for-pneumonia-helps-protectelderly/>.

36. M. R. Moore, R. Link-Gelles, W. Schaffner, et al., “Impact of 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine Used in Children on Invasive Pneumococcal Disease in Children and Adults in the United States: Analysis of Multisite, Population-Based Surveillance,” *Lancet Infectious Diseases* 15, no. 3 (March 2015): 301-09, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4876855/>.

۳۷. چنانچه حیوان خانگی داشته باشید، کماکان می‌توانید واکسن لایم را دریافت کنید.

۳۸. کیت الدر، مشاور سیاست‌گذاری واکسیناسیون پزشکان بدون مرز، می‌گوید: «مدل [تحقیق و توسعه] شکست خورده است. اکنون اولویت‌ها حول حوزه‌هایی می‌چرخند که در آن‌ها پول باشد... حول حوزه‌های بیماری‌هایی که عمدتاً در کشورهای توسعه‌یافته متداول‌اند.»

H. Collis, “Vaccines Need a New Business Model,” *Politico*, April 27, 2016, <https://www.politico.eu/article/special-report-vaccines-need-a-new-businessmodel/>.

۳۹. «این تجزیه‌وتحلیل توسط رونالد ایونز، پژوهشگر و استاد مدعو مرکز مطالعات توسعه دارویی تافتس و دانشکده پزشکی تافتس و استاد مدعو دانشکده داروسازی و علوم پزشکی توماس جی لانگ در دانشگاه پاسیفیک، و با استفاده از داده‌های دوره‌ای گزارش‌شده از شرکت‌های زیست‌فناوری انجام شده است.»

M. Powers, “Tufts: The Vaccine Pipeline Is Soaring and Global Sales Could Hit \$40B by 2020,” *BioWorld*, April 21, 2016, <http://www.bioworld.com/content/tuftsvaccine-pipeline-soaring-and-global-sales-could-hit-40b-2020>.

۴۰. قاره آفریقا بیش از ۹۰ درصد موارد ابتلای به مالاریا و مرگ ناشی از آن را متحمل می‌شود.

“Malaria,” World Health Organization, November 19, 2018, <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/malaria>.

۴۱. «غنا، کنیا و مالاوی در برنامه آزمایشی واکسیناسیون مالاریای سازمان بهداشت جهانی،

شرکت خواهند کرد.»

World Health Organization, Regional Office for Africa, April 24, 2017, <http://www.afro.who.int/news/ghana-kenyaand-malawi-take-part-who-malaria-vaccine-pilot-programme>.

۴۲. پژوهشگران به خبرنگار بوستون گلاب می‌گویند که بحران‌هایی نظیر شیوع ابولا، آشکارکننده‌ی نقصی اساسی در پژوهش‌های پزشکی و توسعه‌ی دارویی هستند. اگر نگرانی عمومی وجود نداشته باشد، پژوهشگران و شرکت‌های داروسازی "برای ساختن سریع واکسن‌ها و داروها جهت درمان بیماری‌های کمتر دیده‌شده، انگیزه‌ی چندانی نخواهند داشت".

Y. Abutaleb, "Speeding Up the Fight Against Ebola, Other Diseases," *Boston Globe*, August 22, 2014, <https://www.bostonglobe.com/metro/2014/08/21/faster-development-vaccines-and-drugtargeting-diseases-such-ebola-horizon/yrkrN56VgehrSzCtETPzzH/story.html>.

۴۳. آمار بسیار نگران‌کننده‌ی دیگر این است که هرروزه بیست نفر در انتظار پیوند عضو، جان خود را از دست می‌دهند و این در حالی است که فقط یک اهداکننده‌ی عضو می‌تواند جان هشت نفر را نجات دهد.

"Transplant Trends," United Network for Organ Sharing, <https://unos.org/data/>.

۴۴. کراوچ خاطرنشان می‌کند که در جدیدترین نسخه‌ی فیلم *مأموریت غیرممکن*، یعنی "مأموریت: غیرممکن-فال/اوت"، شخصیت ۵۶ ساله‌ی اتان هانت که کروز نقشش را ایفا می‌کند، اذعان دارد که پس از سال‌ها با محدودیت‌هایی مواجه شده است، مثلاً برای شکست دادن آدم‌های بد طی نبردی طولانی به دستیاری جوان‌تر نیاز پیدا می‌کند و درعین‌حال به دنبال دوست‌دختری حتی جوان‌تر هم می‌گردد.

I. Crouch, "The Wilford Brimley Meme That Helps Measure Tom Cruise's Agelessness," "Rabbit Holes," *New Yorker*, August 11, 2018, <https://www.newyorker.com/culture/rabbit-holes/the-wilford-brimley-meme-that-helps-measure-tom-cruises-agelessness>.

هشتم: سیمای آینده

1. A. Jenkins, "Which 19th century physicist famously said that all that remained to be done in physics was compute effects to another decimal place?"

Quora, June 26, 2016, <https://www.quora.com/Which-19th-century-physicist-famously-said-that-all-that-remained-to-be-done-in-physics-was-compute-effects-to-another-decimal-place>.

2. “*The Road Ahead* (Bill Gates book),” Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Road_Ahead_\(Bill_Gates_book\)#cite_note-Weiss06-3](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Road_Ahead_(Bill_Gates_book)#cite_note-Weiss06-3).

۳. کوین کلی نکته‌ای کلیدی را هم به این جمله عالی اضافه می‌کند: «با به کار گرفتن پدیده‌های تازه درمی‌یابیم که آن‌ها چه فایده‌ای دارند. شاید این گزاره شیوه دیگری برای گفتن این جمله باشد: با جریان زندگی پیش برو و ببین که تو را با خودش به کجا می‌برد.»

J. Altucher, “One Rule for Predicting What You Never Saw Coming . . .,” *The Mission*, July 15, 2016, <https://medium.com/the-mission/kevin-kelly-one-rule-for-predicting-what-you-never-saw-coming-1e9e4eeae1da>.

4. L. Gratton and A. Scott, *The 100 Year Life: Living and Working in an Age of Longevity* (London and New York: Bloomsbury Publishing, 2018).

۵. عبارتی که به تئودور پارکر، متخصص الهیات، بازمی‌گردد اما به واسطه تکرارش توسط دکتر مارتین لوتر کینگ جونیور معروف شد و البته باراک اوباما رئیس‌جمهور وقت آمریکا هم چند باری از آن استفاده کرد.

۶. تراکم جمعیتی آن دوران کافی بود تا مردم به ظاهر خودشان اهمیت دهند و با کمک مهره‌ها و رنگ‌دانه‌ها درصد آرایش خود برآیند.

E. Trinkaus, “Late Pleistocene Adult Mortality Patterns and Modern Human Establishment,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, no. 4 (January 25, 2011): 12267-71, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21220336>.

۷. به گفته یکی از صاحب‌نظران سازمان جهانی هشدار محیط‌زیست، تا ۴,۰۰۰ سال پیش، انسان‌ها جمعیتی حداقلی داشتند. از آن زمان به بعد، آهنگ رشد جمعیت سرعتی فزونی‌تر یافت و نرخ افزایش جمعیت در دهه ۱۹۶۰ به اوج خود رسید. سازمان ملل در سال ۲۰۱۲ تخمین زد که جمعیت جهان تا پایان قرن حاضر به ۱۰/۱ میلیارد نفر خواهد رسید.

“One Planet, How Many People? A Review of Earth’s Carrying Capacity,” UNEP Global Environmental Alert Service, June 2012, https://na.unep.net/geas/archive/pdfs/geas_jun_12_carrying_capacity.pdf.

۸. بر اساس نظرسنجی مرکز پژوهشی پیو، افکار مشابهی در میان مردمان آمریکا وجود دارد که نشان می‌دهد ۵۹ درصد آمریکایی‌ها "دیدگاه بدبینانه‌ای نسبت به تأثیرات رشد جمعیت دارند و بر این باورند که رشد جمعیت به معضلی بزرگ بدل خواهد شد، چراکه در این صورت غذا و منابع کافی برای بشر وجود نخواهد داشت."

"Attitudes and Beliefs on Science and Technology Topics," Pew Research Center, Science & Society, January 29, 2015, <http://www.pewinternet.org/2015/01/29/chapter-3-attitudes-and-beliefs-on-science-and-technology-topics/#population-growth-and-natural-resources-23-point-gap>.

9. M. Blythe, "Professor Frank Fenner, Microbiologist and Virologist," Australian Academy of Science, 1992 and 1993, <https://www.science.org.au/learning/general-audience/history/interviews-australianscientists/professor-frank-fenner>.

۱۰. فرانک فَنر سرنوشته بشریت را شبیه به ساکنان جزیره ایستر می‌داند که در دهه ۱۶۰۰ به واسطه اتکا به جنگل‌هایی که خودشان آن‌ها را بریده بودند، به کام نابودی رفتند. کاهش منابع غذایی و به دنبال آن بروز جنگ داخلی و ورود ملوانان خارجی که ارمغان آورنده خشونت و بیماری بودند سبب شد تا جمعیت این جزیره در سال ۱۸۷۲ به ۱۱۱ نفر کاهش یابد. فنر به خبرنگار روزنامه *استرالین* می‌گوید که گرچه از آن زمان تاکنون جمعیت این جزیره افزایش یافته است، دیدگاه او چنین احتمال سخاوتمندانه‌ای را در مورد فرجام بشر پیش‌بینی نمی‌کند. او می‌گوید: «از آنجایی که جمعیت زمین به هفت، هشت یا نه میلیارد نفر افزایش می‌یابد، جنگ‌های بیشتری بر سر منابع غذایی رخ خواهند داد. نوه‌های نسل امروز با دنیای بسیار خشن‌تری مواجه خواهند شد.»

C. Jones, "Frank Fenner Sees No Hope for Humans," *Australian*, June 16, 2010, <https://www.theaustralian.com.au/higher-education/frank-fenner-sees-no-hope-for-humans/newsstory/8d77f0806a8a3591d47013f7d-75699b9?nk=099645834c69c221f8ecf836d72b8e4b-1520269044>.

۱۱. مایکل شومان در نشریه *تایم* در باب بخشی از پیش‌بینی‌های مالتوس چنین می‌نویسد: «به‌رغم رونق اقتصادی شگفت‌انگیزی که طی ۶۰ سال گذشته از آن برخوردار بوده‌ایم، هرروزه ۹۲۵ میلیون نفر گرسنه سر بر بالین می‌نهند. ضمناً طی سه سال گذشته، دوبار از افزایش بی‌ثبات‌کننده مواد غذایی رنج برده‌ایم و بدین واسطه ده‌ها میلیون نفر در دام فقر گرفتار آمده‌اند. امروزه، قیمت‌ها تقریباً در بالاترین حد خودشان در تاریخ قرار دارند.»

M. Schuman, "Was Malthus Right?," *Time*, July 15, 2011, <http://business>.

time.com/2011/07/15/wasmalthus-right/.

12. P. R. Ehrlich, *The Population Bomb* (New York: Ballantine Books, 1968), 1.

۱۳. همان‌جا، ۳.

۱۴. برخی آمارها سردرگم‌کننده‌اند. نه‌تنها جمعیت زمین ما سالانه ۷۴ میلیون افزایش می‌یابد، بلکه "ما طی ۵۰ سال گذشته بیشتر از تمامی انسان‌های پیش از خودمان، منابع زمین را مصرف کرده‌ایم".

S. Dovers, "Population and Environment: A Global Challenge," Australian Academy of Science, August 7, 2015, <https://www.science.org.au/curious/earth-environment/populationenvironment>.

15. "Municipal Solid Waste," Environmental Protection Agency, March 29, 2016, <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html/>.

۱۶. بر اساس برآورد گاردین در باب ردپای کربن در ابزارهای زندگی روزمره، اگر در سال دویست بار با ماشین لباس‌شویی‌تان کار کنید، تقریباً نیم تن دی‌اکسید کربن تولید کرده‌اید.

M. Berners-Lee and D. Clark, "What's the Carbon Footprint of . . . a Load of Laundry?," *Guardian*, November 25, 2010, <https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/nov/25/carbon-footprintload-laundry>.

۱۷. بر اساس تخمین دانشجویان دانشگاه ایم‌آی‌تی، "چه در یک جعبهٔ مقوایی زندگی کنید، چه در عمارتی مجلل، چه با سبزی‌های خانگی روزگار بگذرانید، چه با استیک‌های خوشمزهٔ صادراتی، چه با جت شخصی‌تان مدام در سفر باشید چه یک بازنشستهٔ کم‌تحرک، همین‌که در آمریکا زندگی می‌کنید یعنی بیش از دو برابر میانگین جهانی، گازهای گلخانه‌ای وارد جو می‌کنید".

Massachusetts Institute of Technology, "Carbon Footprint of Best Conserving Americans Is Still Double Global Average," *Science Daily*, <https://www.sciencedaily.com/releases/2008/04/080428120658.htm>.

۱۸. بر اساس گزارش شبکهٔ غیرانتفاعی ردپای جهانی، میزان متوسط مصرف و تولید ضایعات ساکنان لوکزامبورگ، قطر، استرالیا و کانادا از ساکنان آمریکا بیشتر است.

<https://www.footprintnetwork.org/>

19. "Country Overshoot Days," Earth Overshoot Day, <https://www.overshoot-day.org/about-earthovershoot-day/country-overshoot-days/>.

۲۰. بر اساس استدلال ویلیام دی. نوردهاوس، اقتصاددان دانشگاه ییل، گرچه دمای ۲ درجه سانتی‌گراد قابل‌دستیابی نیست، ۱/۵ درجه چه‌بسا قابل‌حصول باشد، هرچند برای رسیدن بدان به اجرای اقدامات گسترده‌ای در سیاست جهانی محتاجیم.

W. D. Nordhaus, "Protections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies," Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, December 2016, <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d20/d2057.pdf>.

۲۱. دیوید تیتلی، استاد دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا، در مورد محدودیت درجه‌بندی ۲ درجه سانتی‌گرادی استعاره‌ای عالی مطرح کرده است. ۲ درجه را سرعت حدود ۴۸ کیلومتر بر ساعت کامیونی تصور کنید که در حال پایین رفتن از یک تپه است. اضافه شدن هر کسریا میزانی وری ۲ درجه، سرعت کامیون در حال پایین رفتن و در نتیجه احتمال وقوع فاجعه را افزایش می‌دهد.

D. Tittley, "Why Is Climate Change's 2 Degrees Celsius of Warming Limit So Important?," The Conversation, August 23, 2017, <https://theconversation.com/why-is-climate-changes-2-degrees-celsius-of-warming-limit-soimportant-82058>.

۲۲. صخره بزرگ مرجانی نه تنها یکی از خیره‌کننده‌ترین و منحصربه‌فردترین اکوسیستم‌های جهان است، بلکه بخش عظیمی از درآمد صنعت گردشگری استرالیا را نیز تأمین می‌کند. این ناحیه سالانه ۴/۵ میلیارد دلار از گردشگران درآمد کسب می‌کند و برای ۷۰,۰۰۰ نفر شغل ایجاد کرده است.

B. Kahn, "Bleaching Hits 93 Percent of the Great Barrier Reef," *Scientific American*, April 20, 2016, <https://www.scientificamerican.com/article/bleaching-hits-93-percent-of-the-great-barrier-reef/>.

۲۳. دانشمندان مطالعات مرجانی به این نتیجه رسیده‌اند که مادامی‌که نتوان افزایش دمای جهانی را تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد حفظ کرد، این صخره بزرگ مرجانی که مساحتی به اندازه کشور ایتالیا دارد، چندان زنده نخواهد ماند.

N. Hasham, "Australian Governments Concede Great Barrier Reef Headed for 'Collapse,'" *Sydney Morning Herald*, July 20, 2018, <https://www.smh.com.au/politics/federal/australian-governments-concede-great-barrier-reef-headed-for-collapse-20180720-p4zsof.html>.

۲۴. دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که تا پایان قرن حاضر، سطح دریاها احتمالاً بین ۵/۵ تا ۱/۴ متر بالا می‌آید. بالا آمدن ۵ متری آب دریاها می‌تواند ۳/۲ میلیون کیلومتر مربع از خطوط ساحلی را به مرداب بدل کند و زندگی ۶۷۰ میلیون نفر از ساکنان زمین را تحت تأثیر قرار دهد. از آنجایی که گرم شدن آب‌ها روی یخ‌های گرینلند و قطب جنوب نیز تأثیر می‌گذارند، سرعت افزایش سطح دریاهای سراسر جهان تسریع خواهد شد.

“Study Says 1 Billion Threatened by Sea Level Rise,” Worldwatch Institute, January 27, 2019, <http://www.worldwatch.org/node/5056>.

۲۵. سازمان بهداشت جهانی تخمین خودش از ۲۵۰،۰۰۰ مرگ اضافی سالانه ناشی از تغییرات آب و هوایی بین سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ را این‌چنین تقسیم می‌کند: قرارگیری سالمندان در معرض گرمای زیاد (۳۸،۰۰۰)، اسهال (۴۸،۰۰۰)، مالاریا (۶۰،۰۰۰) و سوء‌تغذیه دوران کودکی (۹۵،۰۰۰).

“Climate Change and Health,” World Health Organization, February 1, 2018, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/>.

26. Max Planck's *Wissenschaftliche Selbstbiographie* was translated from German by Frank Gaynor and published as *A Scientific Autobiography* in 1949 by Greenwood Press Publishers, Westport, Connecticut.

۲۷. اوندِر خاطر نشان می‌کند که برگزیت مثال خوبی برای نشان دادن این وضعیت است؛ درحالی‌که تنها یک‌چهارم جوانان به خروج از اتحادیه اروپا رأی دادند، از هر ده نفر شهروند ۶۵ ساله یا بیشتر، ۶ نفر به خروج از اتحادیه اروپا رأی دادند.

H. Onder, “The Age Factor and Rising Nationalism,” Brookings, July 18, 2016, <https://www.brookings.edu/blog/futuredevelopment/2016/07/18/the-age-factor-and-rising-nationalism/>.

۲۸. جمعیت افراد ۸۰ ساله یا مسن‌تر - بر اساس گفته سازمان ملل "پیرترین پیرها" - سریع‌تر از جمعیت افراد مسن (بالای ۶۰ سال)، در حال افزایش است. در سال ۲۰۱۵، تعداد افراد مسن ۸۰ ساله ۱۲۵ میلیون بود. پیش‌بینی می‌شود که جمعیت این گروه سنی تا سال ۲۰۵۰ به ۴۵۰ میلیون نفر برسد.

Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Ageing 2015* (New York: United Nations, 2015), http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015_Report.pdf.

29. “Strom Thurmond’s Voting Records,” Vote Smart, <https://votesmart.org/>

[candidate/keyvotes/53344/strom-thurmond.](https://www.thenation.com/article/was-strom-rapist/)

۳۰. کیمبرلی ویلیامز کرنشوا، استاد دانشگاه یوسی‌ال‌ای و دانشگاه حقوق کالیفرنیا، در مقاله‌ای مهم در نشریهٔ *نیشن*، استانداردهای دوگانهٔ نفرت‌انگیز پیرامون تورموند را تشریح کرد. او می‌نویسد: «برای اکثریت منتقدان نژادپرستی جنسی، مورد تورموند صرفاً نمونه‌ای از یک مرد سفیدپوست است که برای کنار آمدن با رفتاری جنسی می‌تواند یک مرد آمریکایی-آفریقایی را به کام مرگ بفرستد.» در واقع تورموند در سال ۱۹۴۲ در مقام قاضی، یک مرد سیاه‌پوست را به اعدام با صندلی برقی محکوم کرد، "علت چنین حکمی این بود که فردی سفیدپوست این مرد را به تجاوز جنسی متهم کرده بود؛ چنین شهادتی امروزه به‌شدت غیرقابل اعتماد است." K. W. Crenshaw, "Was Strom a Rapist?," *Nation*, February 26, 2004, <https://www.thenation.com/article/was-strom-rapist/>.

۳۱. تنها حامیان سالمندان فقیر در آن دوران، اعضای خانواده، دوستان یا نوانخانه‌ها بودند.

B. Veghte, "Social Security, Past, Present and Future," National Academy of Social Insurance, August 13, 2015, <https://www.nasi.org/discuss/2015/08/social-security%E2%80%99s-past-present-future>.

۳۲. مردانی که در سال ۱۹۴۰ به ۶۵ سالگی می‌رسیدند، به‌طور متوسط ۱۲/۷ سال دیگر هم عمر می‌کردند. تا سال ۱۹۹۰، این میزان به ۱۵/۳ سال رسید. میانگین امید به زندگی زنان در همان دوران (به فرض زنده ماندنشان تا ۶۵ سالگی) تقریباً ۵ سال افزایش یافت و به ۱۹/۶ سال رسید. "Life Expectancy for Social Security," Social Security, <https://www.ssa.gov/history/lifeexpect.html>.

۳۳. تا سال ۲۰۱۵، حدود ۸ درصد از سالمندان زیر خط فقر قرار داشتند.

"Per Capita Social Security Expenditures and the Elderly Poverty Rate, 1959-2015," The State of Working America, September 26, 2014, <http://www.stateofworkingamerica.org/chart/swa-poverty-figure-7r-capita-social-security/>.

34. "Actuarial Life Table," Social Security, 2015, <https://www.ssa.gov/oact/STATS/table4c6.html>.

۳۵. ویلیام سافایر از نیویورک‌تایمز منبع این نقل‌قول را دنبال کرد و به کرک اودانل، دستیار ارشد تیپ اونیل [رئیس وقت مجلس نمایندگان آمریکا]، رسید.

W. Safire, "Third Rail," *New York Times*, February 18, 2007, <http://www.nytimes.com/2007/02/18/magazine/18wwlnsafire.t.html>.

36. "Social Security Beneficiary Statistics," Social Security, <https://www.ssa.gov/oact/STATS/OASDIbenies.html>.

37. "Quick Facts: United States," United States Census Bureau, <https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/US/PST045217>.

۳۸. بنا به گفته استغفان انسولابهر، استاد علوم سیاسی دانشگاه هاروارد، در انتخابات مقدماتی، رأی‌دهندگان مسن‌تر در قیاس با رأی‌دهندگان جوان‌تر تأثیرگذاری بسیار بیشتری دارند. وی می‌گوید: «افراد مسن بیش از جوانان در انتخابات مقدماتی شرکت می‌کنند و از آنجایی‌که نرخ مشارکت اولیه اغلب کمتر است، مشارکت این گروه می‌تواند تأثیرگذاری بیشتری داشته باشد.»

D. Bunis, "The Immense Power of the Older Voter," *AARP Bulletin*, April 30, 2018, <https://www.aarp.org/politics-society/government-elections/info-2018/power-role-older-voters>.

۳۹. ادوارد کودی در *واشنگتن‌پست* می‌نویسد که ظاهراً تعطیلات تابستانی طولانی (و خالی شدن پایتخت‌های کشورهای اروپایی طی این فصل)، بازنشستگی‌های پیش از موعد و بیمه درمانی کامل در اروپا، به تاریخ پیوسته‌اند. او در ادامه می‌نویسد: «در واقعیت کنونی، کارکنان مجبورند به تعلیق حقوقشان، کاهش یافتن ساعات کاری‌شان، تعویق بازنشستگی‌شان و کاهش یافتن بیمه مراقبت‌های بهداشتی‌شان رضایت دهند.»

E. Cody, "Europeans Shift Long-Held View That Social Benefits Are Untouchable," *Washington Post*, April 24, 2011, https://www.washingtonpost.com/world/europeans-shift-long-held-view-that-social-benefits-are-untouchable/2011/02/09/AFLdYzdE_story.html?utm_term=.bcf29d628eea.

۴۰. به باور پژوهشگران حوزه بهداشت، یکی از دلایل وجود چنین تفاوت فاحشی در میزان امید به زندگی، حذف شدن سیگار از سبک زندگی افراد ثروتمند و تحصیل کرده است.

S. Tavernise, "Disparity in Life Spans of the Rich and the Poor Is Growing," *New York Times*, February 12, 2016, <https://www.nytimes.com/2016/02/13/health/disparity-in-life-spans-of-the-rich-and-the-poor-isgrowing.html>.

41. Joint Committee on Taxation, U.S. Congress, "History, Present Law, and Analysis of the Federal Wealth Transfer Tax System," JCX-52-15, March 16, 2015, <https://www.jct.gov/publications.html?func=startdown&id=4744>.

42. "SOI Tax Stats—Historical Table 17," IRS, August 21, 2018, <https://www.irs.gov/statistics/soi-taxstats-historical-table-17>.

۴۳. اسب‌هایی که کالسکه‌ها را می‌کشیدند، خیابان‌های شهر را پر از سرگین می‌کردند. اجساد در گورستان‌های غرق در آب، می‌پوسیدند. زباله‌ها در خیابان‌ها تلنبار می‌شدند.

L. Jackson, *Dirty Old London: The Victorian Fight Against Filth* (New Haven, CT: Yale University Press, 2015).

44. W. Luckin, "The Final Catastrophe—Cholera in London, 1886," *Medical History* 21, no. 1 (January 1977): 32-42, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1081893/?page=5>.

۴۵. برایان هندورک در نشریه *اسمیتسونیان* می‌نویسد که اچ. جی. ولز بر احتمال نابودی جهان در نتیجه شکافتن اتم و همچنین تهدیدهای آتی ناشی از دستگاه‌های کشتار جمعی قابل حمل نیز تأکید کرده بود. او در ادامه می‌نویسد: «همچنین ولز به‌وضوح خطرات ناشی از اشاعه سلاح‌های هسته‌ای و سناریوهای پایان‌بخش حیات روی کره زمین را گوشزد می‌کند که ممکن است هم به سبب اقدامات تلافی‌جویانه دولت‌های متخاصم و هم اقدامات بازیگران غیردولتی یا تروریست‌ها با این سلاح‌ها به وجود بیایند.»

B. Handwerk, "The Many Futuristic Predictions of H. G. Wells That Came True," *Smithsonian.com*, September 21, 2016, <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/many-futuristic-predictions-hg-wells-came-true-180960546/>.

۴۶. به گفته مارک کلارک، نویسنده و مورخ سینمایی، اثر علمی-تخیلی کلاسیک ولز، *سیمای آینده*، و فیلم ساخته‌شده بر مبنای این اثر در سال ۱۹۳۶، که بنا بر ادعای کلارک تحت کنترل خلاقانه ولز ساخته شده است، تلاش ولز برای "نجات دادن دنیا" بود. این داستان روایتگر دنیایی است که به واسطه جنگ زیر و زبر شده است و گروهی از هوانوردان می‌خواهند آن را نجات دهند. «آنان جامعه‌ای متشکل از دانشمندان و مهندسان هستند که از چشم باقی جهان پنهان شده‌اند و اکنون آماده‌اند - تا وقتی که دنیا تسلیم حکومت خیرخواهانه آن‌ها باشد - بشریت را به سوی آینده‌ای روشن‌تر رهنمون سازند.»

M. Clark, "Common Thread: Wells and Roddenberry," *Onstage and Backstage*, July 29, 2013, <https://onstageandbackstage.wordpress.com/tag/gene-rod-denberry/>.

۴۷. کلارک خاطرنشان می‌کند که مجموعه تلویزیونی پیشتازان فضا اثر رادنبری، بازتابی از نوشته‌های آرمان‌شهری ولز است. همان‌جا.

۴۸. آن‌طور که ولز بارها و بارها در نوشته‌های خود تکرار می‌کند، "انطباق یا نابودی" تنها گزینه‌های در دسترس بشریت هستند.

49. A. van Leeuwenhoek, "Letters 43-69," *Digitale Bibliotheek oor de Nederlandse*, April 25, 1679, http://www.dbnl.org/tekst/leeu027alle03_01/leeu027alle03_01_0002.php#b0043.

۵۰. ما مدت‌هاست که نبرد برای ایجاد کردن تعادل بین پیشرفت‌های فناورانه در کالاها و خدمات و تأثیرات زیست‌محیطی رشد جمعیت را باخته‌ایم. «یک سیاره، چند نفر جمعیت؟»

۵۱. «ویلسون، زیست‌شناس تکاملی برجسته، نشان می‌دهد که سعادت بشر حتی در عصر اطلاعات، تا چه اندازه به یک جهان طبیعی متنوع متکی است، زیرا هر اکوسیستمی که گونه‌های جانوری بیشتری داشته باشد، پایدارتر و پربرتر خواهد بود.»

Edward O. Wilson, *The Future of Life* (2002; repr., New York: Vintage Books), 33. In a review in the *New Yorker* (March 4, 2002).

۵۲. بحث‌های پیرامون ظرفیت تحمل زمین، در هیچ کجای دنیا بیشتر از استرالیا نبوده‌اند. هلندی‌ها شاید نخستین اروپایی‌هایی بودند که سرزمین ناشناخته جنوبی (Terra Australis) را کشف کردند، اما این بریتانیایی‌ها بودند که در سال ۱۷۸۸ نوار ساحلی قابل سکونت جنوب شرقی این سرزمین را مستعمره خود ساختند. صدسال پس از آنکه زندانیان نخستین گام‌های خود را بر سواحل سیدنی گذاشتند و اکثریت ساکنان اولیه به زور اسلحه و آبله بیرون رانده شده یا از بین رفتند، بریتانیایی‌ها نسبت به آینده کشور، سرشار از خوش‌بینی بودند و این منطقی می‌نمود: مستعمرات آمریکا شکوفا شده بودند، هرچند این میزان شکوفایی به ذائقه بریتانیایی‌ها زیادی خوب نمی‌آمد، ولی قاره استرالیا هم به اندازه آمریکا پهناور بود. گزارش‌های سال ۱۸۸۸ نشریه [بریتانیایی]، *اسپکتی‌تور*، شبیه به روایت مادری مغرور بود که درباره آینده فرزندش سخن می‌گوید و در این میان اشاره‌ای هم به نژادپرستی، تبعیض جنسیتی و تحقیر آمریکایی‌ها دارد: «احتمال معقولی وجود دارد که در سال ۱۹۸۸، استرالیا، با ۵۰ میلیون انگلیسی‌زبان از همان نژادهایی که به آمریکا رفته و جامعه‌ای جداگانه و متمایز بنا کرده بودند، به یک جمهوری فدرال بدل شود... تصور ما این است که استرالیایی‌ها با دارا بودن آب و هوایی دل‌پذیرتر و گرم‌تر، عاری از سنن پیوریتین‌ها [پاک‌دینان] و با ثروتی همسنگ آنان... مردمانی نرم‌خوتر و البته نه ضعیف‌تر، علاقه‌مند به تجملات و شایسته‌تر برای لذت بردن از آثار هنری خواهند بود... آن نوعی از نارضایتی که مشخصه شخصیتی آمریکایی‌هاست در استرالیایی‌ها غایب خواهد بود و اگر آنان خیلی هم خوشحال نباشند، دست‌کم راحت‌تر خواهند بود. یک استرالیایی معمولی فردی خوش‌روتر خواهد بود.»

"Topics of the Day: The Next Centenary of Australia," *Spectator* 61 (January 28, 1888): 112-13.

گرچه پیش‌بینی در باب خوش‌روتر بودن استرالیایی‌ها و کمبود نسبی آیین پیوریتین در میان

آن‌ها کاملاً درست بود، پیش‌بینی‌های آماری به کلی نادرست از آب درآمد. پس از سال ۱۸۸۸، جمعیت استرالیا کمتر از نصف میزان پیش‌بینی‌شده رشد کرد که تا حد زیادی به در دسترس نبودن زمین‌های قابل کشت بازمی‌گشت. در سال ۲۰۱۸، این کشور تنها ۲۵ میلیون جمعیت داشت. با این‌همه، اکثر استرالیایی‌ها، حتی پس از نوشیدن چند بطری آبجو، کماکان با شرایدن مخالفاند. آنان باور دارند که کشورشان تا همین حالا هم بیش‌ازحد شلوغ است و معتقدند زمین به حد تحمل جمعیتی خودش نزدیک شده است. فراخوان‌های معطوف به محدودسازی مهاجرت‌ها، مدت‌ها پیش از آنکه در ایالات‌متحده باب شود، برای سه دهه بر مباحثات، برنامه‌های گفت‌وگومحور و سیاست استرالیا غالب بوده است. بسیاری از شهروندان استرالیایی بابت افزایش هزینه‌های مربوط به مسکن و افزایش زمان رفت‌وآمد، عصبانی هستند. برخی نژادپرستانند. برخی هم در هراس آفرینی‌های بی‌مورد حرفه‌ای شده‌اند. تدترینر، مشابه استرالیایی پل ارلیش، در تمام عمر حرفه‌ای‌اش استدلال کرده است که سطوح مصرف انسانی و استفاده از منابع وضعیتی ناپایدار دارد. من با نظرات او آشنا می‌شوم، چراکه در سال ۱۹۸۸ در دانشگاه شاگردش بوده‌ام. به باور ترینر، بنزین باید تا پیش از دهه ۲۰۰۰ تمام می‌شد و همه ما تا به حال از گرسنگی مرده بودیم. بدیل آرمان‌شهری ترینر برای وضعیت موجود، مزرعه آموزشی شلخته او با سبک زندگی جایگزین است که با خودرو یک ساعتی از سیدنی فاصله دارد و پیگ‌فیس پوینت (Pigface Point) نامیده می‌شود. من یک روز را در این مزرعه سپری کرده‌ام و مثلاً آموختم که برای نجات دادن جهان باید زندگی در مزرعه‌ای سه هکتاری را آغاز کنم، برای پختن تخم‌مرغ‌های خانگی از اجاق‌های خورشیدی استفاده کنم و برای رفت‌وبرگشت به سخنرانی در مورد زندگی سبز، دو ساعتی در هوای قرمز و دودآلود رانندگی کنم. بله، ما مشکلات مهمی برای حل کردن داریم؛ تغییرات آب و هوایی تهدیدکننده‌ترین آن‌هاست. اما برخلاف آموزه‌های ترینر، فناوری دشمن بشر نیست. در پیچ‌های تاریخی، فناوری در نهایت به نجات ما آمده است. برای بسیاری از ما زندگی روزمره روندی رو به بهبود دارد و همان‌طور که لندن سال ۱۸۴۰ و نیویورک سال ۱۹۰۰ موفق شدند، این بهبودی کماکان هم ادامه خواهد داشت. شهرهای آمریکای شمالی، اروپا و استرالیا بیش از هر زمان دیگری پرجمعیت‌اند، اما امروزه تأثیر هر شهروند به‌سرعت در حال کاهش یافتن است و برخلاف آنچه در دهه ۱۹۸۰ به من آموختند، شهرها به سوی تمیزتر شدن می‌روند. ما در حال حاضر در حال پیشروی از مصرف نفت خام به گاز طبیعی و انرژی خورشیدی و برق هستیم. قبل‌ترها، بازدید از شهر بانکوک به تنگی نفس بازدیدکننده منتهی می‌شد، حالا اما آسمان این شهر آبی است. وقتی در سال ۱۹۹۵ به بوستون وارد شدم، صرف پاشیده شدن آب بندر می‌توانست کار شما را به بیمارستان و حتی قبرستان بکشاند، حالا ولی آب‌های بندری آن برای شنا کردن هم ایمن‌اند.

53. E. C. Ellis, "Overpopulation Is Not the Problem," *New York Times*, September 13, 2013, <https://www.nytimes.com/2013/09/14/opinion/overpopula->

[tion-is-not-the-problem.html](#).

54. "World Population Projections," Worldometers, <http://www.worldometers.info/worldpopulation/world-population-projections/>.

55. Ibid. and Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat, "2017 Revision of World Population Prospects," <https://population.un.org/wpp/>.

۵۶. استدلال گیتس به قدر کافی ساده است: وقتی شما به حدی سلامتی کودکان را بهبود ببخشید که آنان در سنین پایین جان خود را از دست ندهند، خانواده‌ها هم تصمیم می‌گیرند تا فرزندان کمتری به دنیا بیاورند.

B. Gates, "Does Saving More Lives Lead to Overpopulation?," YouTube, February 13, 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=obRG-2jur0>.

۵۷. مردم شرکت‌کننده در این نظرسنجی از اهالی دانمارک، فنلاند، نروژ، بریتانیای کبیر، آلمان و فرانسه بودند.

M. Roser, "Share of the Population Who Think the World Is Getting Better," Our World in Data, <https://ourworldindata.org/wp-content/uploads/2016/12/Optimistic-about-the-future-2.png>.

۵۸. گاردین می‌پرسد: «احساس می‌کنید که جوانان امروزی تا چه حد در قیاس با نسل والدینشان زندگی بهتری دارند؟» گرچه چینی‌های شرکت‌کننده در نظرسنجی به آینده جوانان خوش‌بین بودند، تنها ۲۰ درصد شرکت‌کنندگان بریتانیایی باور داشتند که اوضاع برای جوانان آینده بهتر خواهد شد و ۵۴ درصد آینده بدتری را برای جوانان پیش‌بینی می‌کردند. این نظرسنجی زمانی انجام گرفت که قیمت اجاره‌بها، مسکن و هزینه‌های تحصیل در دانشگاه‌های بریتانیای کبیر افزایش یافته بود و دستمزدها به واسطهٔ اجرای سیاست‌های اقتصادی ریاضتی پایین آمده بودند.

S. Malik, "Adults in Developing Nations More Optimistic than Those in Rich Countries," *Guardian*, April 14, 2014, <https://www.theguardian.com/politics/2014/apr/14/developing-nations-more-optimistic-richer-countries-survey>.

۵۹. در آن دسته از کشورهای درحال توسعه‌ای که احتمالاً هنوز نرخ مرگ‌ومیر کودکان در آن‌ها بالاست هم نرخ کاهش مرگ‌ومیر کودکان مشاهده شده است. مگس رازر از پایگاه اطلاعاتی *دنیا می‌گوید* که ظرف پنجاه سال گذشته نرخ مرگ‌ومیر کودکان در کشورهای جنوب

صحرای آفریقا به‌طور مداوم کاهش یافته است. در حالی که در دههٔ ۱۹۶۰ از هر چهار کودک این مناطق، یکی جان می‌باخت، امروزه از هر ده کودک یکی فوت می‌کند.

M. Roser, "Child Mortality," *Our World in Data*, <https://ourworldindata.org/child-mortality>.

60. Steven Pinker, *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress* (New York: Viking, 2018), 51.

۶۱. هریت تامپسون در میان بسیاری از ویژگی‌های جذاب، مواهب و توانمندی‌هایش، از نوعی حس شوخ‌طبعی خشک و تحقیرکننده نیز برخوردار بود. او مدت کوتاهی پیش از مرگش، طی ضیافت ناهاری برای مدیران اجرایی زن در مورد آخرین دوی ماراتن خودش گفت: «توجه چندان زیادی به من نشد با اینکه اولین بارم بود؛ من در گروه سنی خودم تنها فرد شرکت‌کننده بودم.»

R. Sandomir, "Harriette Thompson, Marathon Runner into Her 90s, Dies at 94," *New York Times*, October 19, 2017, <https://www.nytimes.com/2017/10/19/obituaries/harriette-thompson-dead-ranmarathons-in-her-90s.html>.

62. "Old Age: Personal Crisis, U.S. Problem," *Life*, July 13, 1959, pp. 14-25.

۶۳. کارکنان بیکار مسن برای چنین تبعیضی، بهایی گران می‌پردازند. ناتانیل رید، نویسندهٔ انجمن بازنشستگان آمریکا (AARP فعلی)، به آمارهایی در این باره اشاره می‌کند: «بر اساس مطالعهٔ مرکز پژوهشی پیو، ۴۴ درصد از کارکنان بیکار ۵۵ ساله یا مسن‌تر در سال ۲۰۱۲، بیش از یک سال بیکار بوده‌اند. ضمناً در حالی که کارکنان مسن‌تر نرخ بیکاری پایین‌تری داشتند، برای آنان که شغل خود را از دست می‌دادند، جست‌وجوی شغل تازه می‌توانست تحمل‌ناپذیر باشد.» بسیاری از این افراد ناچار می‌شوند تا از خدمات تأمین اجتماعی استفاده کنند، که نه تنها مزایای آتی‌شان بلکه بازنشستگی ایمن مالی آن‌ها را نیز به خطر می‌اندازد.

N. Reade, "The Surprising Truth About Older Workers," *AARP The Magazine*, September 2015, <https://www.aarp.org/work/job-hunting/info-07-2013/older-workers-more-valuable.html>.

۶۴. این داده‌ها نتیجهٔ پژوهش‌های فابریزیو کارمینانی، استاد رشتهٔ کسب‌وکار دانشگاه گریفیث استرالیا است.

F. Carmignani, "Does Government Spending on Education Promote Economic Growth?," *The Conversation*, June 2, 2016, <https://theconversation.com/does-government-spending-on-education-promote-economic-growth-60229>.

65. M. Avendano, M. M. Glymour, J. Banks, and J. P. Mackenbach, "Health Disadvantage in US Adults Aged 50 to 74 Years: A Comparison of the Health of Rich and Poor Americans with That of Europeans," *American Journal of Public Health* 99, no. 3 (March 2009): 540-48, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19150903>.

۶۶. از میان تمامی کشورهای اروپایی، بریتانیا مسن‌ترین جمعیت شاغل را خواهد داشت. چراکه سن بازنشستگی را تا سال ۲۰۴۶، ۶۹ سال تعیین کرده است.

"Retirement in Europe," Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Retirement_in_Europe.

67. "Impact of Automation," *Life*, July 19, 1963, 68-88.

68. A. Swift, "Most U.S. Employed Adults Plan to Work Past Retirement Age," Gallup, May 8, 2017, http://news.gallup.com/poll/210044/employed-adults-plan-work-past-retirement-age.aspx?g_source=Economy&g_medium=lead&g_campaign=tiles.

۶۹. بر اساس گزارش گالوپ، تنها ۲۵ درصد شرکت‌کنندگان گفتند که در سن بازنشستگی‌شان به‌طور کامل کار کردن را متوقف می‌کنند. ۶۳ درصد شرکت‌کنندگان نظرسنجی قصد داشتند پس از سن بازنشستگی به شکل پاره‌وقت کار کردن را ادامه دهند. همان‌جا.

۷۰. در سال ۲۰۱۴، ایالت ماساچوست از نظر تعداد اختراعات ثبت‌شده در رتبه پنجم آمریکا قرار گرفت و نسبت به اختراعات ثبت‌شده ده سال قبلی، به رشدی ۸۱/۳ درصدی در شمار ثبت اختراعات نائل آمد.

E. Jensen-Roberts, "When It Comes to Patents, Massachusetts Is a Big Player," *Boston Globe*, August 9, 2015, <https://www.bostonglobe.com/magazine/2015/08/08/when-comes-patents-massachusetts-bigplayer/3AmNfm-SE8xWzzNbUnDzvPK/story.html>.

71. D. Goldman, "The Economic Promise of Delayed Aging," *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 6, no. 2 (December 18, 2015): a025072, <http://perspectivesinmedicine.cshlp.org/content/6/2/a025072.full>.

۷۲. پژوهشگران ادعا می‌کنند که "مزایای اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی حاصله از چنین پیشرفت‌هایی می‌توانند" همچون "بهره صلح" به کشورها امکان دهند که از فقر بیرون بیایند و این رویکرد "باید به‌منابۀ بهره حاصله از طول عمر قلمداد شده و به عنوان رویکردی جدید جهت

ارتقای سلامتی و پیشگیری از بیماری‌ها در قرن بیست و یکم به شدت دنبال شود".

S. J. Olshansky, D. Perry, R. A. Miller, and R. N. Butler, "Pursuing the Longevity Dividend: Scientific Goals for an Aging World," *Annals of the New York Academy of Sciences* 114 (October 2017): 11-13, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17986572>.

۷۳. گرچه یک‌دهم درصد جمعیت کل جهان احتمالاً چندان زیاد به‌نظر نمی‌رسد، هنوز هم ۷/۸ میلیون پژوهشگر تمام‌وقت را شامل می‌شود.

"Facts and Figures: Human Resources," UNESCO, <https://en.unesco.org/node/252277>.

۷۴. اگر این آزمایش به نحو مبهمی برایتان آشنا به‌نظر می‌رسد، احتمالاً بدین سبب است که از قتل کیتی جنویز در نیویورک در سال ۱۹۶۴ الهام گرفته است. گرچه فریاد درخواست کمک جنویز به گوش سی‌وهشت نفر از همسایگان او رسیده بود، هیچ‌یک این افراد سعی نکردند تا به یاری او بشتابند.

I. Shenker, "Test of Samaritan Parable: Who Helps the Helpless?," *New York Times*, April 10, 1971, <https://www.nytimes.com/1971/04/10/archives/test-of-samaritan-parable-who-helps-the-helpless.html>.

۷۵. سِنِکا، فیلسوفی که از سال پنجم پیش از میلاد تا سال ۶۵ پس از میلاد زیست، رساله‌ای در باب کوتاهی عمر، هنر زندگی کردن و اهمیت عقل و اخلاق نوشته است.

Seneca, *On the Shortness of Life: Life Is Long if You Know How to Use It*, trans. G.D.N. Costa, Penguin Books Great Ideas (New York: Penguin Books, 2004).

نهم: مسیر پیش رو

1. J. M. Spaight, *Aircraft in War* (London: Macmillan, 1914), 3.

۲. این جمله به یکی از سه "قانون" کلارک معروف شد که هر یک به‌تنهایی هم شهرت زیادی دارند. دو قانون دیگر این‌ها هستند: «تنها راه کشف کردن محدودۀ ممکن، قدری پیشروی از ممکن به درون ناممکن است» و «هر نوعی از فناوری، وقتی به حدی از پیشرفت برسد، دیگر نمی‌توان آن را از جادو تفکیک کرد.»

A. C. Clarke, "Hazards of Prophecy: The Failure of Imagination," in *Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible* (New York: Orion, 1962),

3. L. Gratton and A. Scott, *The 100 Year Life: Living and Working in an Age of Longevity* (London and New York: Bloomsbury Publishing, 2018).

۴. «و در آن ایام، اسحاق صد و هشتادساله بود. و اسحاق روح خویش را تسلیم کرد و درگذشت، در همان حالی که پیر و کهن‌سال بود و مردمانش حول پیکر او گرد آمدند و پسرانش عیسو و یعقوب او را به خاک سپردند.»

Genesis 35:28, King James Version.

۵. این بودجه ابتدا به ابتکار یکی از کارمندان وزارت خزانه‌داری تأمین می‌شد، به‌نحوی که ماهیانه بیست سنت از دستمزد هر دریاورد تاجر، کسر و آن را صرف تعدادی از بیمارستان‌های طرف قرارداد می‌کردند.

“A Short History of the National Institutes of Health,” Office of NIH History, <https://history.nih.gov/exhibits/history/index.html>.

۶. این داده‌ها از مؤسسه پژوهشی باک در باب پیری اخذ شده‌اند. این مؤسسه همچنین خاطرنشان می‌کند: «اگر ما بیرون از چارچوب پژوهش‌های آکادمیک به سوی منابع مالی حرکت کنیم که توسط شرکت‌های خصوصی برای برنامه‌های پژوهشی تجاری‌سازی‌شده هزینه می‌شوند، این روند به‌کلی تغییر می‌کند. در مجموع شرکت‌های داروسازی هرساله بیش از ۲۰ میلیارد دلار بالاتر از مؤسسه ملی سلامت برای امور تحقیق و توسعه هزینه می‌کنند.»

“Who funds basic aging research in the US?,” Fight Aging!, March 25, 2015, <https://www.fightingaging.org/archives/2015/03/who-funds-basic-aging-research-in-the-us/>.

۷. صاحب‌نظران بر بحران پیش روی جهان به واسطه افزایش جمعیت سالمندان تأکید کرده‌اند. آنان تخمین می‌زنند که در سال ۲۰۵۰، جمعیت افراد بالای ۶۰ سال قدری بیش از ۲ میلیارد نفر خواهد بود، یعنی پنج برابر جمعیت این گروه سنی در یک قرن قبلی؛ ضمناً ۱/۵ میلیارد نفر از این جمعیت، ساکنان کشورهای درحال توسعه خواهند بود.

L. Fontana, B. K. Kennedy, V. D. Longo, et al., “Medical Research: Treat Ageing,” *Nature* 511, no. 750 (July 23, 2014): 405-7, July 24, 2014, <https://www.nature.com/news/medical-research-treat-ageing-1.15585>.

8. “Estimates of Funding for Various Research, Condition, and Disease Categories (RCDC),” National Institutes of Health, May 18, 2018, https://report.nih.gov/categorical_spending.aspx.

9. R. Brookmeyer, D. A. Evans, L. Hebert, et al., "National Estimates of the Prevalence of Alzheimer's Disease in the United States," *Alzheimer's & Dementia* 7, no. 1 (January 2011): 61-73, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3052294/>.

۱۰. هر آمریکایی سالانه به طور متوسط ۱,۱۰۰ دلار خرج قهوه می‌کند.

"2017 Money matters report," Acorns, 2017, https://sqy7rm.media.zestyio.com/Acorns2017_MoneyMattersReport.pdf.

11. "Actuarial Life Table," Social Security, 2015, <https://www.ssa.gov/OACT/STATS/table4c6.html>.

۱۲. هایفلیک طی مصاحبه‌ای جامع با ناتیلوس جوردانا سیلوویچ در باب زندگی‌اش، خاطرنشان می‌کند که پول سرمایه‌گذاری شده در پژوهش‌های پیری به جایی که باید اختصاص پیدا نمی‌کند. او می‌گوید که بیشتر مطالعات حوزه پیری روی عوامل تعیین‌کننده طول عمر یا بیماری‌های مرتبط با سن تمرکز دارند. طی بیش از یک دهه گذشته، کمتر از ۳ درصد بودجه مؤسسه ملی پیری صرف پژوهش در باب زیست‌شناسی بنیادی پیری شده است.

J. Cepelewicz, "Ingenious: Leonard Hayflick," *Nautilus*, November 24, 2016, <http://nautil.us/issue/42/fakes/ingenious-leonard-hayfliick>.

۱۳. فیلم *گاتا* روایتگر جامعه‌ای در آینده است که به وسیله اصلاح نژادی هدایت می‌شود؛ در این جامعه کودکان به شکل ژنتیکی برگزیده می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که آنان از برترین صفات ارثی والدینشان برخوردار هستند. در صحنه‌ای از فیلم، پدی به متخصص ژنتیک می‌گوید: «ما به این فکر می‌کردیم که شاید بهتر باشد همه‌چیز را به شانس واگذار کنیم.» متخصص پاسخ می‌دهد: «شما قصد دارید بهترین شروع ممکن را به فرزندان بدهید. باور کنید تا همین حالا هم به اندازه کافی نقص داریم. لازم نیست باری اضافی بر شانه‌های فرزندان تحمیل کنید.»

A. Nicols, director, *Gattaca*, 1997.

۱۴. بر اساس محاسبه پژوهشگران، "افزایش امید به زندگی از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰، سالانه حدود ۳/۲ تریلیون دلار به ثروت ملی اضافه کرده و نیمی از این دستاورد فقط به دلیل پیشرفت‌های حاصله در برابر بیماری‌های قلبی است." درمان سرطان هم "حدوداً ۵۰۰ تریلیون دلار ارزش به همراه داشته است."

K. M. Murphy and R. H. Topel, "The Value of Health and Longevity," *Journal of Political Economy* 114, no. 5 (October 2006): 871-904, <https://ucema.edu>.

ar/u/je49/capital_humano/Murphy_Topol_JPE.pdf.

15. D. Goldman, B. Shang, J. Bhattacharya, and A. M. Garber, "Consequences of Health Trends and Medical Innovation for the Future Elderly," *Health Affairs* 24, suppl. 2 (February 2005): W5R5-17, https://www.researchgate.net/publication/7578563_Consequences_Of_Health_Trends_And_Medical_Innovation_For_The_Future_Elderly.

۱۶. توصیه می‌کنم در باب این موضوع، کتاب‌های خوب بیل برایسون را مطالعه کنید:

Notes from a Big Country (UK)/I'm a Stranger Here Myself (USA), 1999; and *Down Under*, 2000.

۱۷. این اصطلاح اغلب از سوی سیاستمداران آمریکایی استفاده می‌شود و از حکایت نمک و روشنایی در موعظهٔ عیسی روی کوه گرفته شده است. در ۵:۱۴ انجیل متی، عیسی به مخاطبان خود می‌گوید: «شما روشنایی جهان هستید. شهری را که روی بلندی تپه قرار دارد نمی‌توان پنهان کرد.»

۱۸. این وضعیت آشکارا نیروی کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مت وید در روزنامهٔ سیدنی مورنینگ هرالد می‌نویسد که احتمال داشتن عمری طولانی‌تر "یکی از عواملی است که به افزایش مداوم نرخ مشارکت نیروی کار مسن‌تر استرالیا و به‌ویژه زنان کمک می‌کند." در حال حاضر، از هر پنج کارگر استرالیایی، یک نفر بیش از ۵۵ سال دارد، درحالی‌که طی دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ از هر ده کارگر استرالیایی یکی در این سن قرار داشت.

M. Wade, "Trend for Australians to Live Longer Reshapes Economy," *Sydney Morning Herald*, August 12, 2018, <https://www.smh.com.au/business/the-economy/trend-for-australians-to-live-longer-reshapeseconomy-20180810-p42zwuv.html?btis>.

۱۹. عبارت "مدیکر [بیمهٔ تأمین اجتماعی فقرا و افراد کم‌توان] برای همه" به چه معناست؟ رویترز بر اساس مقاله‌ای از CNBC، این عبارت را این‌طور معنا می‌کند: «یک نظام تأمین مالی عمومی با شیوهٔ تحویل خصوصی به تمامی آمریکایی‌های ثبت‌نام‌شده برای تمامی خدمات ضروری پزشکی تحت پوشش.» در همین حال، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی برای شهروندان آمریکا همچنان در حال افزایش است. یونی بلومبرگ برای CNBC می‌نویسد: «میانگین کسر سالیانهٔ برنامه‌های مراقبت بهداشتی تحت حمایت کارفرمایان که بخش عمدهٔ برنامه‌های مراقبت بهداشتی آمریکا را شکل می‌دهد در سال ۲۰۱۷ به میزان ۱,۵۰۵ دلار بود؛ این رقم در سال ۲۰۰۶ به میزان ۳۰۳ دلار بود.»

Y. Blumberg, "70% of Americans Now Support Medicare-for-All—Here's How Single-Payer Could Affect You," CNBC Make It, August 28, 2018, <https://www.cnbc.com/2018/08/28/most-americans-now-support-medicare-for-all-and-free-college-tuition.html>.

۲۰. «طول عمر استرالیایی‌ها بیشتر می‌شود، اما سرعت افزایش امید به زندگی در آمریکا و بریتانیا کاهش یافته است.»

Guardian, August 16, 2018, <https://www.theguardian.com/society/2018/aug/16/australians-living-longer-but-life-expectancydips-in-us-and-uk>.

۲۱. سناتور برنی ساندرز می‌نویسد که در واقع آمریکایی‌های مناطق پردرآمد کشور در قیاس با آمریکایی‌های فقیرترین نواحی، به‌طور متوسط از بیست سال عمر بیشتر بهره می‌برند و این وضعیت دست‌کم تا حدی به دلیل عاملی است که ساندرز آن را "دسترسی به شدت نابرابر به مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت" می‌نامد.

B. Sanders, "Most Americans Want Universal Healthcare. What Are We Waiting For?," *Guardian*, August 14, 2017, <https://www.theguardian.com/commentis-free/2017/aug/14/healthcare-a-human-right-berniesanders-single-payer-system>.

۲۲. در واقع نظام‌های صدرنشین مراقبت‌های بهداشتی جهان (بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی) این‌ها هستند: (۱) فرانسه، (۲) ایتالیا، (۳) سن مارینو، (۴) آندورا و (۵) مالت.

"World Health Organization's Ranking of the World's Health Systems," The Patient Factor, <http://thepatientfactor.com/canadian-health-care-information/world-health-organizations-rankingof-the-worlds-health-systems/>.

۲۳. «پدرم می‌گوید که آمریکا از بهترین نظام مراقبت‌های بهداشتی جهان برخوردار است. چطور به او بفهمانم که اشتباه می‌کند؟»

Quora, <https://www.quora.com/My-father-says-that-America-has-the-best-healthcaresystem-in-the-world-What-can-I-say-to-prove-him-wrong>.

24. N. Hanauer, "The Pitchforks Are Coming . . . For Us Plutocrats," *Politico*, July/August 2014, <https://www.politico.com/magazine/story/2014/06/the-pitchforks-are-coming-for-us-plutocrats-108014>.

25. See *International Journal of Astrobiology*, <https://www.cambridge.org/core/journals/internationaljournal-of-astrobiology>.

26. P. Dayal, C. Cockell, K. Rice, and A. Mazumdar, "The Quest for Cradles of Life: Using the Fundamental Metallicity Relation to Hunt for the Most Habitable Type of Galaxy," *Astrophysical Journal Letters*, July 15, 2015, <https://arxiv.org/abs/1507.04346>.

27. "List of Nearest Terrestrial Exoplanet Candidates," Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nearest_terrestrial_exoplanet_candidates.

28. George Monbiot, "Cutting Consumption Is More Important Than Limiting Population," "George Monbiot's Blog," *Guardian*, February 25, 2009, <https://www.theguardian.com/environment/georgemonbiot/2009/feb/25/population-emissionsmonbiot>.

29. S. Pinker, *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress* (New York: Penguin Random House, 2018), 333.

۳۰. یکی از سازندگان خانه به دایانا اولیک، گزارشگر CNBC، می‌گوید که جوانان به ترک کردن آپارتمان‌های اجاره‌ای که مالکان آن‌ها را به شکل "مراکز استراحتگاهی" درآورده‌اند، تمایلی نشان نمی‌دهند، چرا که قادر نیستند آپارتمانی با قیمت مشابه بخرند. اولیک دریافت که آمریکایی‌های جوان‌تر "ظاهراً به سوی زندگی‌های ساده‌تر و کوچک‌تر کشیده می‌شوند" و این به سبب وجود خانه‌های کوچکی است که از فناوری‌های تجهیزکننده فضای کوچک با "امکانات بزرگ" برخوردار هستند.

D. Olick, "Why Houses in America Are Getting Smaller," CNBC, August 23, 2016, <https://www.cnbc.com/2016/08/23/why-houses-in-america-are-getting-smaller.html>.

۳۱. یک شرکت نوآفرین ۲۰ میلیارد دلاری در نیویورک به نام وی‌ورک، محیط‌های کاری اشتراکی مجهزی را که به سرعت قابل دسترسی‌اند در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد. بر اساس گزارش دیوید گلز، نویسنده نیویورک‌تایمز، این کسب‌وکار هشت‌ساله، "شبکه‌ای از ۲۱۲ فضای کاری اشتراکی در سراسر جهان ایجاد کرده" و در حال طراحی ساختمانی پانزده طبقه برای شرکت داک ۷۲ بروی رود ایست‌ریور [نیویورک] است.

D. Gelles, "The WeWork Manifesto: First, Office Space. Next, the World," *New York Times*, February 17, 2018, <https://www.nytimes.com/2018/02/17/business/thework-manifesto-first-office-space-next-the-world.html>.

۳۲. ضمناً نباید میزان آب مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی و گوشتی را که هرگز خورده نمی‌شوند فراموش کنیم. برآوردهای انجام‌شده در سال ۲۰۱۳، میزان آب مصرفی برای تولید

مواد غذایی را تا سال ۲۰۵۰، رقمی بین ۱۰ تا ۱۳ تریلیون مترمکعب در سال تخمین می‌زنند که ۳/۵ برابر میزان مصرف کل آب شیرین حال حاضر جمعیت زمین است.

J. von Radowitz, "Half of the World's Food 'Is Just Thrown Away,'" *Independent*, January 10, 2013, <https://www.independent.co.uk/environment/green-living/half-of-the-worlds-food-is-just-thrown-away-8445261.html>.

33. Carl R. Woese Institute for Genomic Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, "Scientists Engineer Shortcut for Photosynthetic Glitch, Boost Crop Growth 40%," *Science Daily*, January 3, 2019, <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/01/190103142306.htm>.

34. P. Mirocha, and A. Mirocha, "What the Ancestors Ate," *Edible Baja Arizona*, September/October 2015, <http://ediblebajaarizona.com/what-the-ancestors-ate>.

35. J. Wenz, "The Mother of All Apples Is Disappearing," *Discover*, June 8, 2017, http://blogs.discovermagazine.com/crux/2017/06/08/original-wild-apple-goingextinct/#.W_3i8ZNKjOQ.

۳۶. بر اساس گزارش منتشرشده یونیسف در اواخر سال ۲۰۱۷: «کمبود ویتامین آ علت اصلی نابینایی قابل‌پیشگیری در دوران کودکی است و خطر مرگ ناشی از بیماری‌های رایج دوران کودکی نظیر اسهال را نیز افزایش می‌دهد.» آشکار شده است که ویتامین آ "مرگ‌ومیر ناشی از تمامی علل دیگر را هم بین ۱۲ تا ۲۴ درصد کاهش می‌دهد و بنابراین تأمین آن از برنامه‌های مهم برای کاهش مرگ‌ومیر کودکان است."

"Vitamin A Deficiency," UNICEF, February 2019, <https://data.unicef.org/topic/nutrition/vitamin-a-deficiency/>.

۳۷. لوسیانو مارافینی و اریک سونتیمیر از دانشگاه نورث وسترن شهر اوانستون ایالت ایلینوی نخستین کسانی بودند که نشان دادند چگونه کریسپر در برابر DNA بیگانه از باکتری‌ها محافظت می‌کند: سامانه تداخل مستقیماً DNA را هدف قرار می‌دهد. این پژوهشگران می‌نویسند: «از منظر عملی، توانایی به طور انتخابی و دقیق هدف قرار دادن و از بین بردن DNA می‌تواند فواید کاربردی قابل توجهی داشته باشد، به‌ویژه اگر این سامانه بتواند در بیرون از بافت باکتریایی باستانی خودش نیز کار کند.»

L. A. Marrafini and E. J. Sontheimer, "CRISPR Interference Limits Horizontal Gene Transfer in Staphylococci by Targeting DNA," *Science* 322, no. 5909 (December 19, 2008): 1843-45, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/arti->

cles/PMC2695655/; see also J. Cohen, "How the Battle Lines over CRISPR Were Drawn," *Science*, February 17, 2017, <https://www.sciencemag.org/news/2017/02/how-battle-lines-over-crispr-were-drawn>.

38. M. R. O'Connell, B. L. Oakes, S. H. Sternberg, et al., "Programmable RNA Recognition and Cleavage by CRISPR/Cas9," *Nature* 516, no. 7530 (December 11, 2014): 263-66, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25274302>.

39. L. Cong, F. A. Ran, D. Cox, et al., "Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems," *Science* 339, no. 6121 (February 15, 2013): 819-23, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23287718>.

40. Court of Justice of the European Union, "Organisms Obtained by Mutagenesis Are GMOs and Are, in Principle, Subject to the Obligations Laid Down by the GMO Directive," July 25, 2018, <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2018-07/cp180111en.pdf>.

41. "Secretary Perdue Statement on ECJ Ruling on Genome Editing," U.S. Department of Agriculture, July 27, 2018, <https://www.usda.gov/media/press-releases/2018/07/27/secretary-perdue-statementecj-ruling-genome-editing>.

۴۲. ال‌ای‌دی‌ها اندازه کوچکی دارند و قدری بزرگ‌تر از دانه فلفل هستند. ترکیب کردن ال‌ای‌دی‌های رنگ اصلی، یعنی قرمز، سبز و آبی، نور سفید ایجاد می‌کند.

"LED Lighting," Energy Saver, <https://www.energy.gov/energysaver/saveelectricity-and-fuel/lighting-choices-save-you-money/led-lighting>.

۴۳. مت سایمون در مجله *وایرد* نوشته است که در سال ۲۰۱۶، شهر فرشتگان [لس‌آنجلس] از طریق ارتقا دادن حمل‌ونقل عمومی و سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی به کاهش ۱۱ درصدی گازهای گلخانه‌ای (معادل حذف ۷۳۷،۰۰۰ خودرو از خیابان‌ها) دست یافت و در عین حال ۳۰،۰۰۰ شغل سبز جدید نیز ایجاد کرد.

M. Simon, "Emissions Have Already Peaked in 27 Cities—and Keep Falling," *Wired*, September 13, 2018, <https://www.wired.com/story/emissions-have-already-peaked-in-27-cities-and-keep-falling/>.

۴۴. بر اساس یکی از گزارش‌های منتشرشده در سیتی‌لب از سوی استفانی گارلوک، آشکار شد که منشأ آلودگی آب بندر "اتصالات مشکل‌دار در بین لوله‌های حامل فاضلاب و لوله‌های حامل

آب تمیز باران به سوی رودخانه بوده است." وقتی بارانی طوفانی به راه می‌افتاد، "آب دو گروه این لوله‌ها باهم مخلوط و تمامی آن‌ها به رود چارلز و شاخه‌های آن ریخته می‌شدند."

Renovations of the sewage systems have all but eradicated the problem. S. Garlock, "After 50 Years, Boston's Charles River Just Became Swimmable Again," Citylab, July 19, 2013, <https://www.citylab.com/life/2013/07/after-50-years-bostons-charles-river-just-became-swimmableagain/6216/>.

۴۵. برای ساختن این مزرعه، ۲۰۰ میلیون دلار استرالیا هزینه شده است. مزرعه دارای نیروگاهی خورشیدی، متشکل از ۲۳،۰۰۰ آینه است که گرمای ناشی از خورشید را به برجی خورشیدی منعکس می‌کنند. بذره‌های گوجه‌فرنگی مزرعه به جای روییدن در خاک، "در محلولی آبی، تشکیل شده از پوسته‌های نارگیل غنی از مواد مغذی رشد می‌کنند."

E. Bryce, "These Farms Use Sun and Seawater to Grow Crops in the Arid Australian Desert," *Wired*, February 14, 2017, <https://www.wired.co.uk/article/sundrop-farms-australian-desert>. See also Sundrop Farms, <http://www.sundrop-farms.com>.

۴۶. نامه‌ای از جوزف وارتن، به تاریخ ۶ دسامبر سال ۱۸۸۰.

<https://giving.wharton.upenn.edu/whartonfund/letter-joseph-wharton/>.

47. P. Sopher, "Where the Five-Day Workweek Came From," *Atlantic*, August 21, 2014, <https://www.theatlantic.com/business/archive/2014/08/where-the-five-day-workweek-camefrom/378870/>.

جمع‌بندی

1. E. Pesheva, "Rewinding the Clock," Harvard Medical School, March 22, 2018, <https://hms.harvard.edu/news/rewinding-clock>; see also A. Das, G. X. Huang, M. S. Bonkowski, et al., "Impairment of an Endothelial NAD⁺-H2S Signaling Network Is a Reversible Cause of Vascular Aging," *Cell* 173, no. 1 (March 2018): 74_89, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867418301521>.

2. J. Li, M. S. Bonkowski, S. Moniot, et al., "A conserved NAD⁺ Binding Pocket That Regulates Protein-Protein Interactions During Aging," *Science* 355, no. 6331 (March 24, 2017): 1312-17, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/arti->

[cles/PMC5456119/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3456119/).

3. President's Council on Bioethics, *Beyond Therapy: Biotechnology and the Pursuit of Happiness* (New York: HarperCollins, 2003), 190.

۴. همان‌جا، ۱۹۲.

۵. همان‌جا، ۲۰۰.

6. "ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics: MG2A Old Age," World Health Organization, December 2018, <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/835503193>.

7. Bravo Probiotic Yogurt, <https://www.bravo-probiotic-yogurt.com/>.

8. Y. Guan, S.-R. Wang, X.-Z. Huang, et al., "Nicotinamide Mononucleotide, an NAD⁺ Precursor, Rescues Age-Associated Susceptibility to AKI in a Sirtuin 1-Dependent Manner," *Journal of the American Society of Nephrology* 28, no. 8 (August 2017): 2337-52, <https://jasn.asnjournals.org/content/28/8/2337>; see also S. Wakino, K. Hasegawa, and H. Itoh, "Sirtuin and Metabolic Kidney Disease," *Kidney International* 88, no. 4 (June 17, 2015): 691-98, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4593995/>.