The Alchemy of Us

أينيسيا راميريز

ترجم لأكثر من 15 لغة في العالم

كيميأؤنا القديمة

كواليس 8 اختراعات غيرت شكل العالم

ترجمة: إسلام نبيل منسي

أقلام عربية للنشر والتوزيع

مكتبة
t.me/soramnqraa

كيمياؤنا القديمة

كيف أثر البشر في المواد وتأثروا بها

لا توقف رحلة القراءة عند هذا
الكتاب سجل في مكتبة الآن
وانضم إلى أكبر موفر للجديد من الكتب

امسح الكود أو اضغط الصفحة اتبع الرابط

أقلام عربية
للنشر والتوزيع

Email: info@daraqlam.com

Tel: 0020225740228 - 00201283321939

1 شارع كريم الدولة أمام جروبي طلعت حرب

كيمياؤنا القديمة.. كيف أثر البشر في المواد وتأثروا بها/ تأليف: أينيسيا راميريز، ترجمة: إسلام نبيل منسي.-القاهرة:

أقلام عربية للنشر والتوزيع 2023، 514ص 14.5×21.5سم.

تحرير: كريم عرفة

1 الكيمياء القديمة

أ. منسي، اسلام نبيل (مترجم)

ب. العنوان 540.112

رقم الإيداع: 4119/ 2024

تدمك: 9789778735260

طبعة أقلام عربية 2024

مكتبة
t.me/soramnqraa

كيمياؤنا القديمة

كيف أثر البشر في المواد وتأثروا بها

مكتبة
t.me/soramnqraa

أينيسيا راميريز

ترجمة
إسلام نبيل منسي

أقلام عربية
للنشر والتوزيع

هذا الكتاب ترجمة لكتاب

The Alchemy of Us

How Humans and Matter Transformed One Another

By

Ainissa Ramirez

إلى أمي وجدتي لأمي

كل ما تلمسه تُغيره وكل ما تُغيره يُغيرك

(أوكتافيا إي بتلر)

مكتبة
t.me/soramnqraa

مقدمة

مُنْذُ أن كُنت في الرابعة من العمر، رغبت في أن أصبح عالمة، وهو ما جعلني فتاة صغيرة مميزة في محيطي بولاية نيوجيرسي. كنت تلك الفتاة الفضولية التي تريد أن تعرف لماذا تبدو السماء زرقاء؟ لماذا يتغير لون أوراق الشجر؟ ما سبب أن يكون لندفة الثلج ستة أوجه؟ مع ذلك الفضول المستمر، منحتني العروض التلفزيونية التي كانت تُعرض في فترة السبعينيات والثمانينيات، في النهاية، فكرة أن أصبح عالمة. قبل ذلك، أحببت متابعة برامج مثل ستارتريك (وشخصية السيد سبوك)، والمرأة الخارقة، ورجل الستة ملايين دولار، لكن العرض الذي عزز خطواتي للمُضي قدمًا في طريق العلوم كان برنامجًا تليفزيونيًّا اجتماعيًّا يُسمى 3-2-1 اتصال. في أحد المقاطع المتكررة كانت فتاة أمريكية من أصل إفريقي تحل المسائل، وعندما رأيتها تستخدم عقلها، لمست تأثير ذلك في نفسي.

في طفولتي، كنت أجد في العلم مادة تثير فيَّ الدهشة، والمتعة. لكن، بعد سنوات، عندما جلست في محاضرة علمية والدموع تنهمر من عيني، تبددت أحلامي في أن أصبح عالمة ويكاد يكون حماسي قد تبخر. كانت المحاضرة بعيدة تمامًا عن أي شيء يدعو إلى المُتعة أو يثير اندهاشي. في الواقع، كانت المحاضرات مُمِلَّة والمواد التعليمية موضوعة بشكل يُنفر الطلاب منها. محاضرات الكيمياء كانت أشبه بكتب وصفات الطبخ، والتدريبات الهندسية

تتناول المحرك البخاري، ودروس الرياضيات غير مُحفزة بالمرة. كنت أعلم أن هذه المواد في جوهرها أفضل من الطريقة التي يتم تدريسها بها، وقد عانيت في فهمها بمساعدة الموجهين، والمُعِيدين، وقضاء ساعات عديدة في المكتبة. لحسن الحظ، وجدت تخصصًا أعادني إلى شغفي - مجالًا غير ذائع الصيت يُسمى علم المواد، حيث تعلمت أن كل شيء في عالمنا هو بفعل الذرات.

يشبه علم المواد ولايتي نيوچيرسي بعض الشيء، فكلاهما محصور بين كيانين أكثر شهرة. ففي حالة نيوچيرسي فهي تقع بين نيويورك وفيلادلفيا، أما علم المواد فواقع بين الكيمياء والفيزياء، ومثل نيوچيرسي تمامًا، لم يكن علم المواد قادرًا على تقديم حُجة حول مدى أهميته بمفرده. لو لم تكن هناك مدينة الحّب الأخوي أو مدينة التفاحة الكبرى[1]، لكانت نيوچيرسي ولاية رائعة ومهمة. كان من الممكن أن تكون كذلك إذا وقعت في مكان ما في الغرب، مثل آيوا، حيث إن نيوچيرسي لديها تاريخها الخاص، وثقافتها الخاصة، وبالتأكيد توجهها الفريد. لكن ولاية الحدائق هيمن عليها جيرانها المستحوذون. والشيء نفسه ينطبق على علم المواد.

على الرغم من ولعي بالولايات والتخصصات العلمية التي لا تحظى بالتقدير، إلا أنني أحب علم المواد، ويعزى ذلك جزئيًا إلى أن أستاذي في الكلية، في جامعة براون، قال شيئًا أذهلني "يرجع سبب عدم سقوطنا على الأرض، وكون سترتي زرقاء، وانبعاث الضوء، إلى الطريقة التي تتفاعل بها الذرات مع بعضها البعض" هكذا قال البروفيسور ل. بن فروينڈ. "وإذا

(1) مدينة الحب الأخوي إشارة إلى فيلادلفيا، والتفاحة الكبيرة لنيويورك. (المترجم).

توصلت إلى الطريقة التي يتم بها ذلك، يمكنك أيضًا تغييرها لتُخرج منها أشياء جديدة". بعدما قال ذلك، نظرت إلى كل شيء حولي من منظور مختلف. حدقت في قلمي، الذي بإمكانه رسم علامة لأن طبقات ذرات الكربون تنزلق فوق بعضها البعض. تمعنت نظارتي التي تساعد عيني البائسة على الرؤية، بسبب أن الزجاج يُحني الضوء إلى شبكية عيني البعيدة. نظرت إلى المطاط الموجود في حذائي، والذي منح قدمي راحة لطيفة، بسبب الجزيئات الملتوية والملفوفة بداخلها. كل هذا فعلته الذرات. كان هذا الرجل يخبرني بشيء جعلني أشعر أن العالم كله يبدو منطقيًا.

لقد عاد إعجابي مرة أخرى، لكن تفاعلي معه مجددًا استغرق معظم سنوات دراستي الجامعية. لو كنتُ هجرت العلوم لصعوبة دروسها التمهيدية، لضاعت هذه الفرصة بسهولة. عندما تخرجت، أقسمت أنني سأفعل كل ما بوسعي للتأكد من عدم معاناة أي شخص آخر بسبب تدريس العلوم بهذه الطريقة. وهذا الكتاب هو محاولتي للوفاء بذاك الوعد القديم.

بعد عقدين من الزمن، وبعد أن أصبحت عالمة بوقت طويل، خطرت ليَّ فكرة هذا الكتاب بشكل غير متوقع. هنا، كشخص بالغ، كنت لا أزال مولعة بما هو مثير للدهشة في العلوم، بيد أنَّني فضلت النوع الذي يجمع بين التعلم والإثارة. وجدتُ أن نفخ الزجاج يتناسب مع هذا التعريف، لذلك قمت بالتسجيل لأخذ بضع دورات دراسية.

كانت تغمرني حالة من الرهبة في دورات نفخ الزجاج، مثلما حدث حين شاهدت مدربي راي يحول كتلة صافية إلى حصان راكض مع عدد من

القاطرات القصيرة. لكنني كنت أيضًا مغمورة بالخوف، عندما حذرني راي من أن قطرات الزجاج التي تتساقط على الأرض يُمكن أن تحدث ثقبًا في أرضية حذائي. من خلال العمل مع الزجاج، اكتسبت تقديرًا أعمق له عما اكتسبته من دراستي. لكن سرعان ما تعلمت شيئًا لم أكن أتوقعه.

في إحدى أمسيات الأربعاء، وصلت إلى الفصل المسائي الخاص بنفخ الزجاج يسيطر علي خوف تام تجاه العمل. عادة، عندما أذهب إلى محاضرة نفخ الزجاج، كنت أتعامل مع السائل المُنصهر بأقصى درجات الحذر، كما هو الحال في كل المحاضرات الأخرى. كنت أغمس أنبوبتي في الحوض، وأسحب كتلة صغيرة من الزجاج المنصهر، ثم أنفخ فقاعة صغيرة بحجم كرة الجولف، ثم أقوم بتشكيل مزهرية صغيرة. لكن في تلك الليلة، لم أكن حذرة تمامًا.

في تلك الأمسية الشتوية في نيو إنجلاند، أمسكت بثلاثة أضعاف كمية الزجاج في نهاية الأنبوب الذي يقطر على الأرض، ما أدى إلى بروز عضلاتي بعض الشيء. لم أهتم. نفخت فقاعة بحجم كرتين بيسبول، وقمت بتسخينها وتشكيلها، ثم تسخينها وتقليبها، ثم تسخينها وتشكيلها مجددًا. حين تلاشى الخوف أخيرًا، لاحظت أن هذه المزهرية واحدة من أفضل القطع التي صنعتها على الإطلاق. حين شارفت على المراحل النهائية، وضعت الأنبوب مع المزهرية داخل الفرن، وشرعت في التحدث مع زميل. بدأت أفكر في أشياء أخرى إلى جانب قطعة الزجاج الخاصة بي – وهذا أمر محظور.

بينما كنت أتحدث، ظلت المزهرية في الفرن لفترة طويلة ثم خرجت باللون

البرتقالي المتوهج، متحدبة في نهاية الأنبوب الخاص بي. تبخر كبريائي. أَدَرت الزجاج 180 درجة. لكن التحدب الموجود على جانبها السفلي أعاق ذلك. قمت بلفها مرة أخرى، فتحدبت. ألفها وتتحدب. ألفها مجددًا تتحدب مرة أخرى. بدأت شفتاي تعلوهما حبات العرق.

كنت آمل أن ينقذني من ورطتي نسيم الشتاء المُنبعث من النافذة المفتوحة عن طريق تبريد المزهرية الزجاجية وتصلبها. لكن أفران ستوديو أبقت المناخ الداخلي استوائيًا. كنت في ورطة، وبدا لي أن الزجاج يشعر بذلك.

في النهاية، أخذت المزهرية الأمور بين يديها. عندما قمت بتدوير الأنبوب مرة أخرى، سقطت المزهرية على الأرض. تفحصت بشرتي بحثًا عن شظايا زجاجية، فوجدتني بخير. لكن المزهرية، التي كانت ترتج على الأرض المليئة بالفوضى، لم تكن كذلك.

صرخت إلى مدربي، راي، الذي كنسها مرتديًا قفازات الأسبستوس. رفع المزهرية وأعاد توصيلها بأنبوبتي، ووضعها في الفرن، ثم أعادها إلى منضدة المعمل. قام راي بتدوير الأنبوب للأمام والخلف، وفتح فوهة المزهرية المغلقة، ثم قام بتدوير الجانب المسطح بقطعة خشبية مبللة. قرر الزجاج أن ينجو، لكنه اكتسب خواص فيزيائية جديدة.

بعد أن هدأت أعصابي وبرد الزجاج، تأملت للحظة ما حدث وعندئذ خطرت ليَّ فكرة. لقد شكلتُ الزجاج، وهو أيضًا شكلني. حتى عندما أسقطته منحته شكلًا مختلفًا، ولم يكن صُنع مزهرية زجاجية ليلة الأربعاء يصرفني عن يوم سيئ فحسب، بل كان يصوغ فهمًا وتقديرًا أعمق للزجاج

والمواد بشكل عام. ربما كان هذا التفكير وجوديًا بعض الشيء، لكن ما حدث ألهمني بفكرة هذا الكتاب. لقد حفزتني فكرة أن المواد والبشر يُشكل كل منهما الآخر على استكشاف كيف شكلتنا المواد عبر التاريخ.

يُظهر كتاب كيمياؤنا كيف تشكلت المواد من قبل المخترعين، وفي الوقت ذاته كيف شكلت ثقافتنا. كل فصل يحمل عنوانه فعلًا ليوضح للقارئ كيف أن هذا الفعل يظهر جوهر هذا الابتكار الذي يتناوله الفصل. على وجه الخصوص، يُسلط هذا الكتاب الضوء على ساعات الكوارتز، والقضبان الفولاذية، وكابلات الاتصالات النحاسية، وأفلام التصوير ذات الطبقة الفضية، وفتيل المصباح الكهربائي المصنوع من الكربون، والأقراص الصلبة المغناطيسية، وأدوات المختبرات الزجاجية، ورقائق السيليكون، وكيف أثرت تلك الاختراعات بشكل جذري في كيفية تفاعلنا، وتواصلنا، ونقلنا، والتقاط صورنا، ورؤيتنا، ومشاركتنا، واكتشافنا، وتفكيرنا.

يشغل هذا الكتاب فجوات معظم الكتب التي تتناول التكنولوجيا من خلال سرد حكايات المخترعين المغمورين، أو من خلال اتخاذ زاوية مختلفة عن تلك المعروفة. لقد آثرت أن أنظر إلى الثغرات في الفترات التاريخية المسكوت عنها، لأنها أيضًا لها دور في تكوين ثقافتنا. أسلط الضوء على "الآخرين" للسماح لمزيد من الناس برؤية آثارهم. أستخدم أسلوب سرد القصص على أمل أن تصل متعة العلم وإثارته إلى العديد من الناس.

أتمنى أن تخرج أيها القارئ من هذا الكتاب بتقدير للتكنولوجيات السائدة، وأن يتولد لديك أيضًا شعور بمدى ضروريتها ولزومها. لكي

نخرج أفضل نسخة من أنفسنا، نحتاج إلى التفكير بشكل نقدي حول الأدوات التي تحيط بنا. لذا يهدف هذا الكتاب إلى تبني هذا المنظور. في هذه الصفحات، ستلتقط الكثير من نقاط الحديث التي تصلح كمادة للمناقشات الجماعية، ولكن أيضًا هناك بعض النقاط التي تتطلب إعمال زناد الفكر.

بشكل عام، يسعى كتاب كيمياؤنا إلى خلق سبل التواصل مع العالم، والتاريخ، وبعضنا البعض. فمن المسلم به أن الارتباط بين العلم والثقافة قد يبدو مفهومًا قويًا، لكن عالمة اجتماع ضليعة من القرن العشرين تُدعى مادونا، غنت عنه عندما دندنت بأننا نعيش في عالم مادي. كانت محقة تمامًا. كل شيء من حولنا مصنوع من شيء ما. لكننا لا نعيش في عالم مادي فحسب، بل نتراقص، ونتفاعل أيضًا مع هذه المواد. نحن نشكلهم، وبدورهم يشكلوننا. كان هذا هو الدرس الذي حاولت مزهريتي المشوهة إقناعي به ليلة الأربعاء الشتوية آنذاك. دعونا نستفيد من تضحيتها ونرى كيف يحدث ذلك.

د. أينيسيا راميريز

دكتوراه في علوم المواد

نيو هافن-كونيتيكت

مكتبة
t.me/soramnqraa

الفصل الأول

تفاعل

كيف ساعدتنا الساعات الأفضل، التي أصبحت متاحة بفضل الزنبرك المعدني الصغير والأحجار الكريمة المهتزة، في قياس الوقت، لكنها جعلتنا أيضًا نفقد شيئًا ثمينًا.

روث وأرنولد:

مثل عقارب الساعة، جاءت طرقة مميزة على الباب. كان يوم الاثنين خريف عام 1908، وككل اثنين وقفت امرأة تُدعى روث بيلفيل عند مدخل صانع الساعات في لندن. كانت ترتدي فستانًا داكنًا وحزام خصر عريضًا يُشير إلى جسد نحيف تحت القماش السميك. ألقت حاشية ثوبها بظلالها العريضة على طول الكاحل فحجبت حذاءها عن الأنظار. جمعت شعرها بعناية تحت قبعتها وعلقت على ذراعها حقيبة يد متواضعة كبيرة الحجم. تنتظر عند المدخل بفارغ الصبر، لأنها تدرك قيمة الوقت. عندما فُتح الباب أخيرًا، رحب صاحب المتجر بالزائرة الأسبوعية قائلًا "صباح الخير آنسة بيلفيل. كيف حال أرنولد اليوم؟" فأجابت: "صباح الخير! أرنولد متقدمة بأربع ثوانٍ". ثم مدت يدها في حقيبة يدها، وأخرجت ساعة الجيب، وسلمتها إلى صانع الساعات. فحصها للتحقق من ساعة المتجر الرئيسية ثم أعادها لها. غادرت. كانت معاملتها قد اكتملت الآن. كانت روث بيلفيل

تعمل في مجال استثنائي، تبيع الوقت بساعتها المسماة أرنولد.

في أوائل القرن العشرين، كافح العالم لمعرفة الوقت. أظهرت الساعة الشمسية والساعة المائية المبكرة، وبعد ذلك الساعة الرملية، حركة الزمن، بحركة الظل، أو انخفاض سطح السائل، أو ملء الفراغ بالرمل. لكن معرفة الوقت بالساعة والدقيقة تحديدًا على مدار اليوم، تطلبت قياسات وملاحظات فلكية. مثل هذه المعلومات موجودة في المراصد كالمرصد الملكي في غرينتش بإنجلترا. ولمعرفة الوقت الفعلي كان على الراغبين أن يسافروا إلى غرينتش للمرصد الفلكي. تتطلب العديد من الأعمال معرفة الوقت بدقة. وكما هو متوقع، فإن محطات السكك الحديدية، والبنوك، والصحف، بحاجة إلى معرفة الوقت. لكنهم لم يكونوا وحدهم. إذ كانت الحانات والبارات بحاجة إليه أيضًا، ولأن القوانين الصارمة التي صدرت في سبعينيات القرن التاسع عشر في إنجلترا منعت بيع الكحول بعد ساعات محددة، فإن أولئك الذين لم يمتثلوا يخاطرون بإلغاء تراخيصهم وسُبل عيشهم. كل هذه الأعمال المتباينة في لندن تطلبت الوقت الذي يُعينه المرصد، لكن لم يكن لديهم رفاهية القيام برحلة لعدة أميال للحصول عليه.

جلبت روث بيلفيل (1854–1943) الوقت لعملائها. مرة واحدة في الأسبوع، تسافر في رحلة مدتها ثلاث ساعات من منزلها الريفي في ميدنهيد، الذي يبعد ثلاثين ميلًا غرب لندن، إلى غرينتش حيث المرصد الملكي. عند وصولها إلى البوابة بحلول الساعة التاسعة صباحًا، طرقت الباب واستقبلها الحارس الذي دعاها رسميًّا إلى الداخل. اقترب منها أحد المرافقين وسلمته ساعتها، أرنولد. بينما كانت تنتظر، وتتناول الشاي، وتتحدث مع الحارس،

تم معايرة ساعتها بالساعة الرئيسية للمرصد. ثم أعاد لها الموظف أرنولد مع شهادة توضح فرق التوقيت بين ساعتها والساعة الرئيسية. بفضل مقياس الوقت الموثوق به، ووثيقة رسمية في متناول اليد، شقت روث طريقها أسفل التل، ومضت إلى نهر التايمز لتلحق بالعبَّارة متوجهة إلى زبائنها في لندن.

جلبت روث بيلفيل الوقت لعملائها حيث بدأت عادة المجتمع في استخدام الساعة في حياتهم تزدهر بشكل كبير. كانت الحياة قبل الساعات مختلفة، ويمكن تشبيه هذا التطور بما نعيشه ونحن ننضج من أطفال إلى بالغين. عندما يولد الأطفال، يكون لديهم ساعة خاصة بهم - وقت الطعام، وقت النوم، وقت اللعب. ولكن عندما نكبر، تنفصل الحياة عن تلك الإشارات البيولوجية حيث نلتزم بالساعة مع بدء المدرسة، والعطلة، والانصراف. وهكذا مر المجتمع بتحول مماثل، حيث تحول من إشارات الطبيعة إلى إشارات الساعة. بشكل أساسي، كانت الشمس الوسيلة الرئيسية لتعيين الوقت- من خلال شروق الشمس، ومُنتصف اليوم، والغروب. قبل الساعات، لم يكن لدى المجتمع مواعيد فرعية داخل إطار تلك الحدود. لقد أتاحت لنا الساعات أن نلتقي ونتفاعل فيما بيننا في أي وقت، لكنها جلبت معها ما أطلق عليه ألدوس هكسلي "آفة السرعة". قبل الساعات كنا ننتظر فترات طويلة لقدوم شخص، أما الآن، فنحن في الولايات المتحدة الأمريكية لا ننتظر أكثر من عشرين دقيقة بعد الميعاد المحدد. لقد غير تعيين الوقت بدقة المجتمع، وامتد هذا التغير إلى جميع مناحي الحياة. أحد هذه التغييرات التي أحدثها تعيين الوقت، هو ما يُبقينا مستيقظين في الليل. لقد غير نمط الحياة القائم على الساعة طريقة نومنا.

النوم المتقطع:

لقد كان أسلافنا ينامون بطريقة مختلفة. لم يكن نومهم لفترات طويلة، ولم يهنئوا بنوم أفضل. وإنما كان نمط نومهم غير منطقي بالنسبة لما هو مألوف لنا اليوم. قبل الثورة الصناعية، كان نومهم أثناء الليل على فترتين منفصلتين. إذا نظرنا إلى الوراء، فسنراهم يخلدون للنوم في حوالي الساعة التاسعة أو العاشرة مساءً. ينامون ثلاث ساعات ونصف ثم، بغير تكلف، يستيقظون بعد منتصف الليل لمدة ساعة أو نحو ذلك. حين يشعرون بالإنهاك مجددًا، يعودون إلى الفراش ويغفون لثلاث ساعات ونصف. عُرفت هذه الجرعات الاستثنائية من النوم باسم "النوم الأول" و"النوم الثاني"، وكانت هذه هي الطريقة المعتادة لجذب النوم.

على عكس ما نشعر به اليوم حيال النوم، لم يكن أسلافنا قلقين بشأن الاستيقاظ في منتصف الليل، ولا بشأن حالتهم الصحية. في الواقع، لقد شعروا بالعكس فيما يتعلق بكونهم مستيقظين: لقد تذوقوا ذلك. لقد استخدموا نومهم على فترتين في الكتابة، أو القراءة، أو الخياطة، أو الصلاة، أو دخول الحمام، أو تناول الطعام، أو التنظيف، أو الثرثرة مع الجيران المجاورين (الذين يكونون، على الأرجح، مستيقظين في الساعات الأولى من الفجر أيضًا). بمجرد أن يشعر سُمار منتصف الليل بالنعاس مرة أخرى، تنتهي فترة الاستراحة، ويشقوا طريقهم إلى الفراش لمواصلة النوم الثاني.

بينما يبدو النوم على فترات، أو النوم المتقطع، مفاجئًا لنا اليوم، فهو في الواقع قديم جدًّا – ويرجع لأكثر من ألفي عام، على الأقل. ولأن قلة من

الناس يتذكرون نمط النوم المتقطع، فإن أفضل دليل على ذلك يكمن في الكتب التي صدرت قديمًا. فالنصوص القديمة مثل (الأوديسا لهوميروس التي كُتبت 750 قبل الميلاد)، والإنياد لفيرجيل (كُتبت عام 19 قبل الميلاد) ذكرت النوم الأول. علاوة على ذلك، ذُكر النوم الأول في عدد من الكلاسيكيات الأدبية مثل (دون كيخوته 1605)، (آخر الموهيكان 1826)، (جين آير 1847)، (الحرب والسلام 1865)، (مذكرات بيكوك لشارلز ديكنز 1836). أكثر من ألف صحيفة من القرن التاسع عشر تستشهد بالنوم الأول والنوم الثاني مئات المرات أيضًا.

كان النوم المتقطع جزءًا من الحياة اليومية في الثقافة الغربية. بيد أنه قد تغير في بدايات القرن العشرين. غيرت الثورة الصناعية أنماط نومنا بضربتين: الضربة الأولى كانت ملموسة ومباشرة، مع اختراع الإضاءة الصناعية؛ أما الضربة الثانية كانت ثقافية وخفية، تولدت مع الرغبة في الالتزام بالمواعيد التي جلبتها الساعات. عندما ظهرت الأضواء الصناعية، نجحت في دفع الظلام وإطالة النهار. بالإضافة إلى ذلك، أصبحنا مهووسين بالوقت، والتواجد في الوقت المحدد، وعدم إضاعة الوقت. وهكذا، كانت المسألة متعلقة بالوقت فقط قبل أن يؤثر هذا الإلزام في نمط نومنا.

عندما وصل المتشددون إلى أمريكا الشمالية في القرن السابع عشر، جلبوا معهم أشياء كثيرة. من بين هذه الأشياء، الشعور بقيمة الوقت والإيمان باستغلال الوقت بحكمة. في وقت لاحق، تغيرت هذه القيم الدينية مع قدوم الرأسمالية لتحل محلها مقولة بنجامين فرانكلين "الوقت هو المال". مع هذا التفكير، نمَّت ثقافتنا وعينا بالوقت وأصبحت تصرفاتنا وتفاعلاتنا

تُنظم من خلاله. كان المصنع قلب ثقافتنا، ومنحته الساعة النبض. تدق أجراس الساعة لتخبر العمال متى يبدؤون، ومتى يتوقفون، وحتى متى ينتجون أسرع. هذا النبض لم يكن فقط داخل جدران المصنع. بل بدأت الحياة الأسرية تتمحور حوله أيضًا. جميع الأحداث المنزلية ارتبطت بهذا النبض؛ متى نستيقظ؟ متى نأكل؟ متى نغادر؟ متى نعود إلى المنزل؟ متى نخلد إلى الفراش في الليل؟

أما بالنسبة للأشخاص الذين ولدوا وترعرعوا في هذا العصر الحديث، فقد يكون من الصعب عليهم تخيل هوسنا المتزايد بالوقت في القرن التاسع عشر. لقد كانت أعمال روث بيلفيل في ترويج الوقت هي الأولى من نوعها في عصرها، وتتمثل إحدى طرق توضيح السبب في هوس الوقت لدينا، في استحداث مفردات جديدة. على سبيل المثال في الرياضة، نوقف اللعب عند منتصف الوقت (في كرة القدم عام 1867) أو نقول وقت مستقطع (1896) في رياضات أخرى. أيضًا الكتب المشهورة في الخيال العلمي، مثل آلة الزمن للكاتب هربرت جورج ويلز (1895) والتي أبهرتنا بالسفر عبر الزمن. وأيضًا شكلت البلدان شبكة عالمية من الساعات المتزامنة باستخدام توقيت غرينتش (تأسست عام 1847) مع تعيين التوقيت القياسي (1883)، لذلك اكتسبنا جداول زمنية (1876)، ومناطق زمنية (1885)، وطوابع زمنية (1888). أصبح الناس على دراية بمعدلات الوفاة، ووُصفت الأشياء من خلال الفترة الزمنية (1897) أو الحد الزمني (1880). كنا نشعر إذا كان هناك شيء من الطراز القديم نشير إلى أنه متخلف عن العصر (1831). عندما يُرسل شخص إلى السجن يقولون يقضي فترة العقوبة (1865).

في الغالب، وعلى الرغم من ذلك، كنا نعيش في مجتمع كان مقدرًا للوقت (1898)، ملتزمًا بجدول زمني (1838)، ورغبنا في قضاء وقت ممتع (1838). نحن كمجتمع رفعنا من مستوى وعينا بالوقت. ومن هنا، تأثرت به جميع جوانب حياتنا، بما في ذلك نومنا.

عندما انخرطت روث بيلفيل في عملها الاستثنائي المتمثل في بيع الوقت، كان لدى عملائها، الذين ينامون بشكل مختلف عن اليوم، رغبة متزايدة في معرفة الوقت. بالنسبة إلى مجال عملها، أُطلق على روث اسم سيدة توقيت غرينتش، حيث قدمت ساعتها الوقت بدقة لمن يحتاجونه. تمكنت روث من تقديم خدماتها بساعتها، أرنولد، لكنها لم تكن أول من حمل أرنولد. إذ قامت والدتها بنفس العمل حتى وفاتها وبدأ والدها هذا العمل الغريب قبل أرملته. بشكل عام، كانت عائلة روث تعمل في مجال إمداد الناس بالوقت لما يقرب من مائة وأربعة أعوام.

وقعت أسرة بيلفيل في هذا النوع من العمل عن غير قصد. كان والد روث، چون هنري بيلفيل، رجلًا لطيفًا وافق على العمل في مجال التركيبات في المرصد كعالم أرصاد جوية وفلك. نَمَا بشكل متزايد شعور الإحباط لدى القيادة المتطلبة بسبب الانقطاعات المتعددة التي تسبب بها علماء الفلك المحليون اليائسون لمعرفة الوقت الدقيق لعملهم المرصدي. وبدلًا من أن يأتي زوار مجهولون إلى المرصد مما يعطل أنشطتهم العلمية، كانت الخطة تهدف إلى تقديم الوقت لمن يرغبون. لقد قدم جون بيلفيل اللطيف المتفاني، الوقت لعملائه البالغ عددهم حوالي مائتي عميل.

في 13 يوليو 1856، توفي جون بيلفيل تاركًا ساعته إلى زوجته الثالثة، ماريا إليزابيث. كانت بحاجة إلى وسيلة لتوفير نفقاتها وبنتها، روث البالغة من العمر عامين، لأن زوجها لم يترك لها معاشًا. لذلك، باعت الوقت بقية حياتها إلى مائة شخص من زبائنها. في عام 1892، انتقلت الساعة إلى ابنتها روث البالغة من العمر ثمانية وثلاثين عامًا لتستكمل مسيرة الأسرة.

كانت أرنولد معروفة رسميًا باسم جون أرنولد رقم 485 وسميت بذلك نسبة إلى صانعها، الذي قام بعملها عام 1786. كان هذا الكرونومتر عالي الدقة، مصنوعًا بشكل أفضل من ساعة الجيب القياسية. تقول الأسطورة إن أرنولد صُممت في الأصل كهدية للملوك، وتحديدًا لدوق ساسكس، نجل جورج الثالث. رأى دوق ساسكس أن الساعة كبيرة جدًا؛ وبناء عليه رفضها واصفًا إياها بـ "مِدفأة الفراش"[1]. ولحسن الحظ، كان دوق ساسكس على تواصل بالمرصد الملكي، الذي وضع أرنولد على الطريق نحو أيدي جون بيلفيل حين تم استحداث خدمة توزيع الوقت. كانت أرنولد في الأساس مصممة في صندوق من الذهب، لكن والد روث، جون بيلفيل، أعاد صنعه وجعله من الفضة كي لا يُسيل لعاب اللصوص. لم يكن جمال أرنولد خارجيًا فقط، وإنما كان داخليًا أيضًا. خلف المينا البيضاء، والعقارب الذهبية، توجد مجموعة من المواد تعمل بشكل متزامن - التروس النحاسية، والمؤشرات الياقوتية، والزنبرك الفولاذي. هذه الساعة التي ظهرت في القرن الثامن عشر تنقر خمس مرات في الثانية، وهو أداء بارع إلى يومنا هذا.

---

(1) مدفأة الفراش: وعاء نحاسي ذو يد طويلة يوضع به الجمر لتدفئة الفراش. (المترجم)

تعتبر أرنولد جزءًا من تقليد قديم، حيث إن إخبار الآخرين بالوقت كان ممارسة بشرية منذ بداية العصور القديمة. تمنح الساعة الشمسية والمائية شعورًا بالوقت الذي مضى، لكن لقياس الوقت كمعيار، فإن المطلوب هو نمط منتظم يمكن حسابه. وفقًا للأسطورة، لاحظ جاليليو أن المصابيح في كاتدرائية بيزا تتأرجح بانتظام. وباستخدام نبضه لاحظ أنها تتأرجح إلى الخلف والأمام بإيقاع منتظم- بتردد طبيعي.

هذه الملاحظة البسيطة هي ما كان المجتمع ينتظره كوسيلة لتعيين الوقت. وسرعان ما استخدمت ساعات البندول ولاحقًا ساعات الجيب الأصغر حجمًا، مثل أرنولد، الزنبركات الداخلية لعمل دقات الساعة. لكن صُنع ساعات صغيرة مثل أرنولد لم يكن سهلًا، لأن الزنبرك الداخلي يجب أن يُصنع بشكل موحد ليحدد الوقت بدقة. كان صنع الساعات محبطًا للغاية. انزعج صانع ساعات من القرن الثامن عشر في إنجلترا من ساعاته لدرجة أنه فعل شيئًا حيال ذلك.

ساعات بنجامين هانتسمان:

كان بنجامين هانتسمان منزعجًا من ساعته. ولد في إيبوورث عام 1704، بإنجلترا، وكان معروفًا بأنه صانع ساعات فطن، مُبتكر، مُتمكن من صنعته، يُصلح كل الأشياء الميكانيكية في قريته، من الأقفال إلى الساعات، والأدوات، والشوايات. لكن على الرغم من قدرته الفنية وفِطنته، كان محبطًا من ساعاته. كانت سيئة الأداء في قياس الوقت، لأن الزنبرك المعدني كان رديئًا.

في أعماق الساعات هناك أداة صغيرة تُصدر الدقات (التكات). في بعض الساعات، يتأرجح البندول ذهابًا وإيابًا؛ أما ساعات الجيب الصغيرة فهي مزيج من زنبرك معدني حلزوني، وعجلة اتزان. يتم لف الزنبرك بحيث ينقبض وينبسط، مثل تجويف الصدر، فينتج عنه دقات الساعة. تعطي الساعات ذات الزنبرك الفوّاق وقتًا سريعًا، بينما تعطي الأخرى التي تتنفس بعمق، وقتًا بطيئًا. تتطلب الساعات الدقيقة زنبركات معدنية مرنة، وخالية من العيوب، وتستنشق وتزفر بثبات.

لسوء الحظ، كانت جودة المعادن الموجودة لدى هانتسمان متباينة، لأن مكوناتها لم تكن مختلطة بشكل متجانس. أضف إلى ذلك أن هذه المعادن تحتوي على جزيئات غير مرغوب فيها. لقد تسبب الخلط السيئ للمكونات في جعل الساعات تعمل بشكل غير منتظم، وعليه تسببت الجزيئات في انكسار الزنبركات. وهو ما لم يبشر بالخير في مسألة تعيين الوقت.

أثناء بحثه من أجل صنع زنبركات أفضل لساعاته، حول هانتسمان اهتمامه إلى المواد الأولية؛ إلى معدن يسمى الفولاذ المُنفط. يُصنع الفولاذ المُنفط عن طريق إضافة الكربون إلى الحديد، ويتم ذلك عن طريق وضع ألواح الحديد في الفرن، وتسخينها حتى يصبح لونها أحمر، ثم تُحاط بقطع من الفحم الحجري. بعد خمسة أيام، تتشبع الألواح بالكثير من الكربون الناتج عن الفحم، ولكن يظل معظمه على السطح الخارجي كما هو الحال في شريحة لحم غير مُتبلة جيدًا. لخلط هذه المكونات أكثر، كان على صانعي الفولاذ تسخين المعدن لتليينه، ثم طرقه لجعله مسطحًا، ثم طويه لتختلط مكوناته. كانت هذه الطريقة مفيدة بالتأكيد لإضافة الكربون، لكنها لم تؤتي ثمارها في

التخلص من الجزيئات غير المرغوب فيها. لذا كان على هانتسمان أن يبتكر طريقة أخرى.

ذات يوم أثناء عمله في دونكاستر، كان لدى هانتسمان فكرة بسيطة، لكنها جذرية، ألا وهي صهر المعدن بالكامل. عندما يُصهر المعدن تمتزج مكوناته بشكل أفضل، ويصل إلى مزيج متجانس من الكربون. بالإضافة إلى ذلك، فإن المواد الشائبة، والتي هي أخف من السائل المنصهر، سوف تطفو على السطح، في طبقات منفصلة كالزيت والماء، وبالتالي يتمكن هانتسمان من إزالتها.

بدأ عمله مستعينًا بالكتمان، وقليل من التواصل مع العالم الخارجي، لكنه فشل مئات المرات. على الرغم من حرق سجلات أبحاثه، إلا أن القطع الأثرية لمحاولاته دُفنت خارج مكان عمله في دونكاستر. في هذه التجارب الفاشلة، كان يهدف إلى مزج الكربون، وسعى جاهدًا إلى إزالة تلك الجزيئات الشائبة. بعد عشر سنوات من العمل، حوالي 1740، نجح هانتسمان أخيرًا في إنجاز عمله في الفولاذ. وهكذا، احتفل بإنجازه من خلال صُنع ساعة.

كان السر وراء نجاح هانتسمان هو صُنع بوتقة لوضع المعدن المنصهر. هذه الحاوية، أو البوتقة، تبدو وكأنها مزهرية طويلة وقديمة مصنوعة من السيراميك الذي يمكنه تحمل حرارة المعدن الناري بالإضافة إلى تحمل وزن المعدن الثقيل. لصنع بوتقته، قام بطحن أواني مستوردة من هولندا، وأضاف الجرافيت ونوع خاص من مادة الطفلة من إنجلترا تسمى طفلة ستوربريدج. بعد ذلك، أضاف الماء للخلط، ثم دهس أحد عماله الموثوقين الخليط بقدميه

العاريتين لمدة من ثمان إلى عشر ساعات. أتاحت الأقدام العارية الفرصة للضغط على الجيوب الهوائية واكتشاف الحصى في الطفلة، وكلاهما من شأنه أن يتسبب في تكسير البوتقات وتسرب الفولاذ.

بعد عجن الطفلة وتشكيلها على هيئة بوتقة، وضعت في الفرن لتجفيفها. عندما يتم الانتهاء من عمل هذه البواتق الخزفية، تبدأ صناعة الصلب.

أتم هانتسمان طريقته في أعماله الجديدة بالقرب من مدينة شيفيلد (مركز صناعة الصلب). قام عماله بوضع قطع صغيرة من الفولاذ في بوتقة في الفرن، لمدة خمس ساعات. بعدها أُخرجت البوتقة، وقام عامل بسكب الفولاذ بمهارة في قالب، مع التأكد من تجنب سقوط الطبقة السطحية الشائبة في القالب. عندما اكتمل السكب، كان المعدن في القالب عبارة عن فولاذ البوتقة - معدن مخلوط بشكل متجانس تم استخدامه في صناعة الزنبركات الدقيقة للساعة التي تنقبض وتنبسط بانتظام. استخدم اختراع بنجامين هانتسمان من أجل ساعات أفضل، تلك التي يمكن حملها في الجيب أو تعليقها على الحائط أو حملها في جميع أنحاء لندن لتوفير الوقت، مثل أرنولد روث بيلفيل.

بعد أن حصلت روث بيلفيل على الوقت الدقيق من المرصد الملكي، توجهت هي وأرنولد نحو أحواض لندن، ثم قطعت المدينة نحو أجزاء مختلفة من المجتمع على طول الطريق. بدأت من الشرق لتوفير الوقت للأحواض التي تُعد وكر الرزيلة، ومنبع الرائحة الكريهة. تك. ثم انطلقت إلى الطرف الغربي الأنيق لشوارع أكسفورد، وريجينت، وبوند، حيث المحلات الفاخرة،

وصائغي المجوهرات الثمينة (بما فيهم صائغ المجوهرات الملكية). تك. ثم شمالًا إلى شارع بيكر، حيث المصانع، والمباني التجارية. تك. ثم شقت طريقها جنوبًا حيث الزبائن الأفراد في الضواحي. تك. في وقت لاحق، قدمت الوقت إلى مليونيرين استمتعوا بمكانة رمز توقيت غرينتش في منازلهم. تك. طوال الوقت كانت تقطع وسط لندن لتوفير الوقت للبنوك. تك. وأخيرًا تنهي هذا اليوم الطويل عائدة إلى منزلها في ميدينهيد، لتكرر هذه الدورة مرة أخرى خلال سبعة أيام. توك.

قطعت مسافات طويلة على طرق مرصوفة بالحصى مغطاة بغبار الفحم، ومليئة بروث الأحصنة، حاملة أرنولد في حقيبة يدها. حين يكون لديها من المال ما يكفي، تستخدم وسائل النقل العام، بما في ذلك، الترام، ومترو الأنفاق، والقطار. كانت الحياة في المدينة صعبة، وقذرة، وتتأرجح على حافة الاشتعال. الهواء معبق بالدخان، والضباب. ثمة ضوضاء مستمرة من صراخ البائعين، وطَقطَقة خطوات الأحصنة، وطنين سيارة عرضية بينما هي تمد أحدهم بالوقت. قطعت روث أميالًا عديدة سعيًا وراء كسب العيش. كانت سيدة أعمال في زمن لم تكن فيه المرأة قادرة على الادلاء بصوتها. وُصفت بأنها صادقة وحيوية، قوية عاطفيًا وحازمة، ذات مسحة شعبية لأنها تتجول في مجتمع يهيمن عليه الرجال. كلاهما، روث وأرنولد، كانا من الثوابت الموثوق بهما في لندن.

مع قرب نهاية مسيرة بيلفيل المهنية، صُنعت ساعة أخرى في الولايات المتحدة بدأ الناس يهاجرون إليها. أدارت روث المهمة بمفردها، شقت طريقها صاعدة من التلال شديدة الانحدار، وإلى ضواحي المدينة، كي

تحصل على الوقت الدقيق. على مشارف نهاية حياتها المهنية، توجهت حشود من سكان نيويورك إلى وسط المدينة للحصول على الوقت أيضًا.

في عام 1939، في 195 برودواي، عند ناصية شارع فولتون في مانهاتن، ثُبت نُصب على طراز أرت ديكو في نافذة مقر مركز إيه تي أند تي للمحفوظات والتاريخ. كانت ساعة، ولكنها ليست مجرد ساعة. وُصفت بأنها أدق ساعة عامة في العالم. كل يوم، وخاصة بين الظهر والساعة الثانية بعد الظهر، يقوم مئات المشاة بالحج إلى النافذة، يتوقفون ويمسكون إصبعهم على ساعتهم في انتظار وصول عقرب الثواني الكاسح إلى القمة، حتى يتمكنوا من ضبط ساعاتهم بدقة. ومن غير المعروف لهؤلاء الراغبين في معرفة الوقت أن عالِمًا مغمورًا قد جعل هذه الساعة ممكنة عن طريق استبدال زنبركات بنجامين هانتسمان. تصل الدقات من خلف وجه الساعة الذي يبلغ طوله ثلاثة أقدام تقريبًا بواسطة قطعة من الكوارتز ذات طبيعة خاصة. كان راعي هذا الحجر الكريم (الكوارتز) هو العالم وارن ماريسون.

الأحجار الكريمة المتذبذبة:

كان وارن ماريسون فتى كنديًّا، ذكيًّا، هادئًا، بدا في عشرينيات القرن الماضي خارجًا عن المألوف في محيطه وزمنه. وسيقضي حياته في محاولة تصحيح ذلك. وُلِد عام 1896 في إنفيراري، أونتاريو، كندا، وكان أول إنجاز كبير له هو الهروب من مزرعة نحل والده، حيث كان لديه تطلعات أكبر من كونه نحالًا. حلم وارن في هذه المدينة الصغيرة العتيقة بالكهرباء، وعمل بجد في المدرسة للوصول إلى أمريكا لتحقيق رؤيته المستقبلية. وسيصل إلى مبتغاه.

بحلول عام 1921، انتقل هو وزوجته الجديدة إلى مدينة نيويورك حتى يتمكن من بدء مسيرته المهنية في قسم الهندسة في ويسترن إلكتريك (الذي سمي لاحقًا بمختبرات بيل). مختبرات بيل هي الذراع البحثي لشركة الهاتف. ضمت شركة الهاتف والتلغراف الأمريكية، مختبرات بيل إلى ملكيتها من شركة ويسترن إلكتريك بعد سنوات قليلة من وصول ماريسون. يقع المبنى في 463 ويست ستريت عند زاوية شارع بيثون- وهو مبنى مكون من ثلاثة عشر طابقًا ولا يزال قائمًا حتى اليوم. اخترقت السكة الحديدية المرتفعة، التي لا يزال هيكلها مثل خط سكة حديد هاي لاين، الطابق الثالث بعد عقد من وصول ماريسون، مما تسبب في هزة متكررة للمبنى. كان صرح مختبرات بيل عبارة عن ناطحة سحاب خرسانية تفتقر إلى الجمال المبهر، ولكن لحسن الحظ، ازدهر الإبداع بداخلها.

داخل المبنى كان هناك ضجيج مستمر من النشاط، وعلماء " كخلية النحل" بالبدلات ورابطات العنق، مثل ماريسون. كانت الأرضيات من خشب القيقب الصلب، والجدران عارية، والنوافذ متعددة، مما يوفر الكثير من الضوء لتجنب تكلفة المصابيح الكهربائية. عمل وارن ماريسون في الطابق السابع، حيث امتلأت أركان مختبره بالأدوات المتخصصة والمعدات العلمية التي كشفت عما في أحشائها من أسلاك وإلكترونيات. طُلب من العلماء وضع أسبوع عمل مدته خمسة أيام ونصف، لكن البحث لم يتوقف على مدار الساعة.

مع نمو عائلة ماريسون، انتقلت العائلة في أواخر عشرينيات القرن الماضي إلى منزل في مابل وود بولاية نيوجيرسي. كان يضع العسل في

الشاي ويخبر ابنتيه عن طنين النحل في أيام شبابه في المزرعة. كانت ابتسامته قريبة، وعلى الرغم من قامته الصغيرة نسبيًا، حيث يبلغ طوله 5 أقدام و10 بوصات، كان لديه صوت مزعج. أغلب الأحيان، لم يكن ينتبه لقوة صوته مما تسبب في إحراج ابنته الصغرى عندما كان يشرح لها العلوم في المكتبة. كان من الصعب ترويض حماسته للعلم، مثلما هو الحال مع صوته.

كانت مشاريع ماريسون في مختبرات بيل تتنوع ما بين اختراعات عدة: عمل على إضافة الصوت إلى الأفلام. طور طرقًا لإرسال الصور المتحركة عبر موجات البث لاختراع التلفزيون. ليلًا ونهارًا، كان لا يتوقف عن تدوين الأفكار التي تحتوي على مخططات الدوائر المعقدة التي تسمح للإشارات الكهربائية "بالتحدث" إلى الأجزاء الميكانيكية، في دفتر ملاحظاته المعملية. وسرعان ما أصبح ماريسون مفتونًا باستخدام الكوارتز للساعات.

كان لدى مختبرات بيل واحدة من أوائل محطات الراديو (WEAF)، ومنه جاءت بالفعل فكرة ساعة الكريستال الكوارتز. تُبث المحطات الإذاعية على ترددات محددة تُحددها الأرقام التي تظهر على مؤشر الراديو. ومع ذلك، كان من الصعب على المحطات الإذاعية معرفة ما إذا كانت تُبث بالتردد الصحيح أم لا، وهو أمر ضروري لتجنب التداخل مع المحطات المجاورة. ركز مشروع ماريسون عام 1924 على عمل آلة تُصدر إشارات دقيقة وغير متداخلة تُستخدم كتردد قياسي. قطع ماريسون قطعة صغيرة من حجر كوارتز كبير ثم وصلها بأجهزته الإلكترونية. الكوارتز معدن متواضع ذو سر استثنائي - يتذبذب عندما يتصل بدائرة كهربائية. أعطت شريحة الكوارتز نبضة بمعدل معين، وهو ما أصبح تردد محطة الراديو. كان مولد

التردد لماريسون بمثابة نجم الشمال لأولئك الذين فقدوا في بحر من موجات الراديو.

بعد نجاحه في التردد القياسي لمحطات الراديو، راودته فكرة أخرى. بدلًا من استخدام البلورة المتذبذبة في نقل إشارات دقيقة للراديو، كان يرغب في جعل البلورة تتذبذب، بحيث ينتج عنها عددًا محددًا من الذبذبات في الثانية، وبحساب عدد هذه الذبذبات يُمكن معرفة الوقت. بهذه الطريقة، تصبح عدد الذبذبات "أداة قياس" للوقت. بهذه الفكرة، أقنع ماريسون الكوارتز بأن ينبض. من خلال تشكيل الكريستال على شكل حلوى الدونات، كان قادرًا على جعل الكوارتز يهتز لأعلى ولأسفل مثل رأس الطبلة. دق الكوارتز مائة ألف مرة في الثانية الواحدة وتم حساب تلك الاهتزازات (الدقات) لمعرفة الوقت. كان الكوارتز قادرًا على القيام بذلك بسبب سره المجهول. يتذبذب بالكهرباء بسبب ظاهرة غريبة تسمى بالكهرباء الانضغاطية.

تم اكتشاف الكهرباء الانضغاطية على يد كلٍّ من بيير وجاك كوري عام 1880 في باريس. عندما كانا في أوائل العشرينيات من العمر، أراد هذان الشبان أن يصنعا اسمًا لنفسيهما في مجال علم المعادن المزدحم تمامًا بالعلماء. وقتذاك، قام العديد من العلماء الآخرين بالتنقيب عن الأحجار الكريمة، درسوها وصنفوا لونها، ونقاءها، ومظهرها. أراد الأخان كوري أن يذهبا إلى أبعد من ذلك، ليروا ماذا يُمكن أيضًا للأحجار الكريمة أن تفعل في ظروف مختلفة. كان بيير مفتونًا دائمًا بتناسق الأشكال الهندسية، وخاصة في المعادن. يفتقر الكوارتز إلى التناسق البسيط للأحجار الأخرى، مثل الماس، أو الملح. لم يكن جانبا الكوارتز متطابقين في المظهر، وهو ما يعني أن الذرات

الداخلية ليس لها صورة معكوسة، وأن تلك الخواص الفيزيائية التي عادة ما يتم إلغاؤها بواسطة هذه الصورة المعكوسة، تظهر الآن. من خلال هذه المعرفة، فعلا ما لم يفعله أغلب علماء المعادن: لقد ضغطا الحجر تمامًا ليشاهدا ماذا سيحدث. بعد عدة لفات لمقبض كماشة الضغط، انقبض فكاهما وشاهد بيير وجاك شيئًا غريبًا. المثير للدهشة أن البلورة أصدرت صوتًا وتولد عنها القليل من الكهرباء. وهنا اكتشف الأخوان كوري أن الكوارتز له خاصية الكهرباء الانضغاطية.

بعد عقود، أعاد ماريسون النظر في الكوارتز الملتوي؛ لقد صنعه في لوح صغير على شكل كعكة دونات ووضعه تحت تأثير تيار متردد، مما جعل حجر الكوارتز يهتز بانتظام مثل حلوى الجيلي. هذه الذبذبات يُمكن حسابها لمعرفة الوقت. ولكن مثلما يهتز الوعاء المليء بالجيلي على إيقاعه الخاص، لم يكن إقناع الكوارتز بالاهتزاز بدقة أمرًا يسيرًا.

بحلول عام 1927، كان على ماريسون أن يتعلم كل شيء عن خواص الكوارتز وسلوكه. أعدته جهوده للمرحلة التالية من عمله، لعمل إشارات كهربائية من أجل ترويض الكوارتز ليهتز بانتظام. بينما كانت الاهتزازات تحيط بهاريسون طوال الوقت من صرير القطار المرتفع، وطنين النحل في أيام شبابه، وصوته الصاخب، استغل اهتزازات الكوارتز لعمل شيء آخر - تعيين الوقت. بنهاية عام 1927، كان لماريسون ساعته الكوارتز. استخدمت هذه الساعة حلقة كوارتز بسُمك بوصة واحدة وقطر بضع بوصات. كانت الساعة ناجحة جدًا لدرجة أن سكان نيويورك كانوا يتصلون برقم الهاتف ME7-1212 للحصول على الوقت المضبوط. بعد أكثر من عشر سنوات

بقليل، كان المشاة الباحثون عن الوقت، الذين يقفون بالقرب من بعضهم البعض، ولكن بقليل من التفاعل بينهم، يذهبون إلى شاشة النافذة في زاوية شارع فولتون في مانهاتن للحصول الوقت.

بحلول الوقت الذي شق فيه سكان نيويورك طريقهم إلى ساعة ماريسون، كانت فكرة النوم المتقطع قد باتت ذكرى بعيدة. تحول الناس من تجديد الوقت بواسطة الإشارات الطبيعية والبيولوجية إلى الساعة. قبل أن تتحكم الساعة في الحياة، كان النوم المتقطع نمط حياة في جميع أنحاء العالم، وكان يُمارس في عدة قارات. وعلى الرغم من اختلاف طريقة النوم بين الثقافات، إلا أن النوم المتقطع كان نمطًا عالميًا. ولأن هذا النمط كان واسع الانتشار، فإن ذلك يُلقي الضوء على السؤال التالي: "هل هذا النمط من النوم هو النمط الطبيعي؟". صرح عالم الأنثروبولوجيا ماثيو ولف ماير، مؤلف كتاب الجماهير النائمة، أن البشر "هم النوع الوحيد الذي يبدو أنه يدمج فترات نومه". لقد وجد الباحثون أن الأشخاص الذين يعيشون في الثقافات الصناعية، والذين يستخدمون الساعة في معيشتهم، يمكنهم العودة إلى النوم المتقطع. وفي دراسة للمعهد القومي للصحة، أجراها الطبيب النفسي توماس وير، وُضع سبعة ذكور في الظلام لمدة أربع عشرة ساعة على مدار شهر. بحلول نهاية التجربة، نام المشاركون على فترات لمدة أربع ساعات، تتخللها فترات من النعاس. يعتقد العديد من الباحثين والمؤرخين أن بعض اضطرابات النوم الحديثة، وخاصة الاستيقاظ في منتصف الليل، والصعوبة اللاحقة في العودة إلى النوم، ترجع إلى النوم المتقطع. كما قال أ. روجر إكيرش، أستاذ التاريخ في جامعة فرجينيا للتكنولوجيا ومؤلف كتاب "عند

نهاية اليوم"، أن هذا قد يكون "بقايا صدى قوي جدًّا لهذا النمط القديم من النوم". من الواضح أن الصراع بين الوقت الطبيعي ووقت الساعة يكمن في سباتنا، إذ تختلف ساعات النوم الداخلية لدينا عن الساعات الميكانيكية التي نخضع لها.

من المفترض أن يكون نومنا أفضل من أسلافنا. ولكن يُعاني ما بين 50٪ إلى 70٪ أمريكي من اضطرابات النوم أو الحرمان منه. وتقريبًا يتناول واحد من بين كل ثمانية أمريكيين يعانون من اضطرابات النوم، مستحضرات دوائية للمساعدة على النوم. هذا الرقم هو واحد من كل ستة لمن تم تشخيصهم باضطرابات النوم. لذا، تدعو المؤسسة القومية للنوم إلى الحصول على سبع ساعات من النوم المتواصل بحد أدنى، لكن معظم الأمريكيين يأخذون ست ساعات فقط. إن قلة النوم ليست بسبب أسرّتنا. إذ يعقب في هذا الصدد المؤرخ أ. روجر إكيرش، قائلًا: "لم تكن ظروف نومنا أفضل من أي وقت مضى على مدار التاريخ". إذ يبدو أن قلة النوم هي تكلفة عدم قدرتنا على التخلي عن استخدام الساعة.

لا شك أن النوم ضرورة بيولوجية. وفي عام 1983 فسر العلماء هذه الحقيقة. لقد أثبت عمليًّا الباحث آلان ريختشافن وزملاؤه، آثار الحرمان من النوم على الفئران من خلال تجارب معملية. في هذه الدراسة، لم يكن يُسمح للفئران بالنوم، الأمر الذي تسبب في العديد من المشاكل الطبية، بدءًا من الضعف، إلى فقدان التوازن، مرورًا بفقدان الوزن، وقصور في وظائف الأعضاء. خلال أسبوعين أو ثلاثة أسابيع، ماتت العديد من الفئران. أما في الإنسان، فالحرمان من النوم وثيق الصلة بقصور وظائف المخ، والسمنة،

والاضطرابات النفسية.

وأيضًا، النوم ثقافة. في بعض البلدان، تعتبر القيلولة، واستراحات منتصف النهار، جزءًا من النسيج الاجتماعي. وعلى النقيض من ذلك، فإن الأمريكيين مرهقون، لكنهم غير مستعدين لإضاعة الوقت في القيلولة، وذلك بفضل تراثنا البيوريتاني المتزمت. فالابتعاد عن سطوة الوقت، عن طريق أخذ قيلولة أو استراحة منشطة، أمر يحتاج لبطل مجتمعي يعتنق الفكرة. على الرغم من أن إديسون كان يأخذ قيلولة، وتشرشل، وأينشتاين أيضًا، إلا أن العمال الذين يداعبهم النعاس آثروا الكافيين. والواضح من ذلك، أن أخذ قسطًا من النوم اختيار متعمد، يتطلب فهم جيد لعلاقتنا بالوقت.

لعقود كنا نتطلع إلى صُنع ساعات أفضل، لكننا فقدنا النوم في طريقنا إلى ذلك. فجوهر معضلة نومنا تكمن في نظرتنا وثقافتنا تجاه الوقت. فالساعة مقياس معتمد. وعلى مدى أجيال، كافح المجتمع لصنع ساعات أفضل وأفضل، حتى نتمكن من تنسيق تفاعلاتنا مع الآخرين خلال اليوم. لكن أثناء سعينا وراء ساعات أفضل، نسينا أن ننظر بعين الاعتبار إلى الوقت نفسه. بدأ هذا العمل في فترة روث بيلفيل، في جزء آخر من أوربا، تم وضع المنتج الذي باعته، الوقت، تحت المجهر.

ألبرت ولويس:

لطالما كان تعيين الوقت بشكل منتظم مطلبًا دائمًا للأعمال المكتبية والمهام اليومية، لكنه أصبح حاجة ماسة لأهم وأكبر شأن في اليوم- حركة قطارات السكك الحديدية. باستخدام الساعات المتزامنة، يمكن تشغيل القطارات في

الوقت المحدد، مما يعني أنه سيكون هناك عدد أقل من الحوادث وقد يصل المزيد من الركاب دون أن يصابوا بأذى.

في عام 1905، تلقى مكتب براءات الاختراع في مدينة برن بسويسرا، عددًا وافرًا من المقترحات لابتكار طرق لمزامنة الوقت، وخاصة لقطارات السكك الحديدية. ولجعل مزامنة الساعات حقيقة واقعة، كافح المخترعون المتحمسون حول كيفية ضبط ساعتين بعيدتين على نفس الوقت بالضبط. ربما ستكون حلولهم هي الفارق بين الحياة والموت للمسافرين، وبين الوجود المهمش وجني المخترع للثروة.

للتأكد من مصداقية التصميمات المقدمة، عمل موظف براءات الاختراع المغمور نسبيًّا، والبالغ من العمر ستة وعشرين عامًا كحارس للبوابة، وفحص بإخلاص ما إذا كانت هذه الاختراعات فريدة من نوعها أم مكررة، وما إذا كانت حلولها هي الأكثر ذكاءً أم نمطية، وما إذا كانت قابلة للتطبيق أم مستحيلة. كان من الممكن أن تتلاشى جهود كاتب براءات الاختراع هذا بسهولة في سجلات التاريخ، باستثناء أن اسمه ألبرت أينشتاين.

كان أينشتاين شابًّا متألقًا، ليس لديه ولع بالإدارة أو إطاعة الأوامر. كان يفضل العمل بمفرده، لذلك لم يبلِ بلاء حسنًا في دراسته. بعد تخرجه وحصوله على شهادة في تدريس الرياضيات، حاول الحصول على منصب عضو هيئة تدريس في الجامعة، لكن أفضل وظيفة يمكن أن يحصل عليها ألبرت الشاب كانت في مكتب براءات الاختراع. بالنسبة لأولئك الموجودين في البرج العاجي الأكاديمي، كان مكتب براءات الاختراع مكانًا

لغير المؤهلين علميًا. من بين أقرانه، كان يُنظر إليه على أنه ليس أينشتاين الذي نعرفه.

كان منصبه المتواضع في مكتب براءات الاختراع هبة للتاريخ، إذ منحه مساحة للتفكير. لقد منح لعقله النقدي صالة الألعاب الرياضية لممارسة الرياضة، ودفع عبقريته نحو التحليق. طوال اليوم، كان يعمل على حل مشكلات العالم الواقعي، وفي الليل، يعمل على نظرياته في منزله. أدى هذان النشاطان المتباينان إلى إِصْقَال بعضهما بعضًا وشحذ مهاراته في رؤية الأشياء ببساطة.

لطالما كانت السكك الحديدية هي المحرك الرئيسي لقياس الوقت في العالم، وبحلول عام 1905، عندما تأمل أينشتاين أمرها، أكملت السكة الحديد الخطوة الأخيرة لتحويل العالم من وقت الطبيعة إلى وقت الساعة. حدثت هذه المناسبة في الولايات المتحدة الأمريكية في 18 نوفمبر 1883. قُرعت الأجراس اثنتي عشرة مرة في كنيسة سان بول بالقرب من وول ستريت في مدينة نيويورك. ثم بعد حوالي أربع دقائق، دُقت الأجراس اثنتي عشرة مرة أخرى. يومذاك، كان ميلاد الوقت القياسي، والمناطق الزمنية في الولايات المتحدة الأمريكية، ورُبطت الأوقات بتوقيت غرينتش في إنجلترا. كانت الأجراس إيذانًا بنهاية التوقيت المحلي، وميلاد شبكة زمنية عالمية لجميع التفاعلات بين البشر.

قبل ابتكار الوقت القياسي، كانت المناطق في الولايات المتحدة عبارة عن تكتلات معزولة عن بعضها البعض، لكل منها منطقتها الزمنية. العديد

من المدن لديها وقتها المحلي الذي يعتمد على موقع الشمس عند الظهيرة. حيث يمكن للمسافر أن يجد في ميتشغان سبعًا وعشرين منطقة زمنية، وثلاثًا وعشرين في إنديانا، وتسعًا وثلاثين في ويسكونسن، وسبعًا وعشرين في إلينوي. وعلى جدران بعض محطات القطارات تتلألأ عدة ساعات. ومن أجل الانتظام وتقليل الالتباس، اعتمدت خطوط السكك الحديدية وقتًا قياسيًا يعتمد على توقيت غرينتش في إنجلترا. ارتبطت ثمانية آلاف محطة سكة حديد بما يقرب من ستمائة خط مستقل، وتم تجميع مخططاتهم الزمنية البالغ عددها ثلاثة وخمسين في نظام واحد من أربع مناطق زمنية. لكن أنظمة القطارات، مثل تلك الموجودة في برن، سويسرا، واجهت تحديًا جديدًا متمثل في تعيين الوقت في القطار وإبقائه متزامنًا مع الساعات في المحطة، الأمر الذي شغل أينشتاين في مكتب براءات الاختراع.

تدفقت حلول المخترعين إلى مكتب براءات الاختراع، والعديد منها يقترح إشارة كهربائية أو لاسلكية (الراديو) من أجل إرسال الوقت. لكي تكون الفكرة جديرة ببراءة الاختراع، اعتقد أينشتاين أن أفضل الأفكار يجب أن تحقق معيارًا معينًا: يُمكن تبادل الإشارة بين الساعات إذا أُضيف زمن انتقالها من ساعة إلى أخرى إلى المعادلة. كانت الطريقة البدائية لمزامنة ساعتين ثابتتين بمثابة إطلاق شعلة ضوئية. ولكن لكي يكون هذا حلًّا فعالًا، يجب تضمين الوقت الذي تستغرقه الشعلة للوصول إلى ارتفاع معين. وبالمثل، يمكن أن تستخدم الأساليب الحديثة إشارة كهربائية لتوفير الوقت، ولكن يجب أيضًا حساب الوقت الذي تستغرقه الإلكترونات في رحلتها. كانت هذه الوسائل طرقًا رائعة تمامًا لمزامنة الساعات وتم منح براءات الاختراع

على هذا المنوال.

لكن شيئًا ما حدث. من خلال تأملات أينشتاين، تعقدت مشكلة مزامنة الساعات عندما كانت إحدى الساعات تتحرك، وإشارة الوقت تُرسل بواسطة الضوء. لقد أظهرت تجارب أينشتاين أن لهذه البراءات خللًا أساسيًا ليس فقط في مزامنة الوقت، ولكن في طريقة تفكيرنا في الوقت ذاته. وما اكتشفه سيقلب فهمنا للعالم المادي رأسًا على عقب.

في مكتب براءات الاختراع، حدد أينشتاين كيفية تنسيق ساعة المحطة مع ساعة في القطار من خلال طرح سؤال بسيط: هل من الممكن اعتبار المدة الزمنية بين دقات ساعة في المحطة هي نفسها المدة الزمنية بين دقات ساعة شخص في القطار؟ في عام 1913، وضع مُخططًا لفكرته لنظام الساعة مستخدمًا الضوء. توصل إلى أنه إذا أرسلت إشارة ضوئية من عربة قطار متحرك وارتدت إلى أسفل من مرآة في سقف القطار، فإن الشخص الموجود في القطار المتحرك وشخص آخر في محطة القطار سيرون وميض الضوء بشكل مختلف. يمكن تشبيه ملاحظتهما بكيفية رؤية لاعب كرة السلة للكرة أثناء اللعب وكيف يراها المشجعون في المدرجات. عندما ينزل لاعبو كرة السلة إلى الملعب، فإنهم يرون الكرة تقفز لأعلى ولأسفل بشكل عمودي. والأمر كذلك بالنسبة للأشخاص الموجودين داخل القطار؛ يرون الاشارات الضوئية تتحرك بشكل عمودي لأعلى وأسفل، بينما يرى مشجعو كرة السلة الجالسون في المدرجات الكرة ترتفع وتنزل قطريًا بشكل مائل. وكذلك يمكن لأي شخص في محطة القطار أن يرى إشارة ضوئية في القطار بمسار مشابه لكرة السلة - تصعد من إحدى الزوايا وتهبط في زاوية أخرى.

ومن المعروف أن المسار القطري أطول من المسار العمودي. وهذا ما شعر به أينشتاين حين تحسس لحيته. لم تتغير أبدًا سرعة الضوء، لكن هناك مسار أطول من الآخر. ولضبط وحدة الوقت بين الشخص الموجود في القطار والشخص الموجود في المحطة، كان لا بد من تغيير شيء ما. لحساب الاختلاف، وجد أينشتاين أن الساعة المتحركة أبطأ من الثابتة. فالوقت ليس ثابتًا، وإنما هو قابل للتمدد.

لأجيال، اعتقد العلماء مثل السير إسحق نيوتن أن الوقت ثابت غير قابل للتغير. ينتسب نيوتن للمدرسة القطعية، أما أينشتاين فينتسب إلى المدرسة النسبية. في نظرية النسبية الخاصة بأينشتاين، لم تكن وحدتنا الزمنية الثمينة هي نفسها كل مَرَّة. مدة الثانية تعتمد على سرعة الملاحظ.

لقد آثرت البشرية اليقين في الثقافة والحياة. ومع ذلك، كشف أينشتاين أن الثانية ليست ثانية. فالفترة الزمنية بين دقات الساعة ليست واحدة بين شخصين أحدهما يتحرك والآخر واقف على أرض صلبة. فالزمن شيء مرن. الشيء الذي كان ثمينًا للغاية بالنسبة للمجتمع لم يكن كما كنا نعتقد بالضبط. على مدى أجيال، عملنا على صنع ساعات مُثلى من ظلال الشمس، إلى ساعات البندول، والزنبركات الملتوية، والأحجار المتذبذبة، وفي النهاية إلى الذرات المهتزة في الساعات الذرية، لنجد فقط أن ما كنا نهدف إلى قياسه يعمل مثل الشريط المطاطي.

لقد غير أينشتاين فهمنا للوقت من خلال الفيزياء. ولكن بعد سنوات قليلة، في عام 1920، عدل لويس أرمسترونج تجاربنا مع الوقت بالموسيقى.

بالنسبة للكثيرين، كان أرمسترونج (1901-1971) عازفًا لموسيقى الچاز، مبتسمًا، يحمل منديلًا، أطلق أغنيات "أهلًا دوللي" و"يا له من عالم رائع". لكنه كان أكبر من مجرد شخصية ودودة، إذ ساعدت عبقريته في الإبحار في عصر جيم كرو. لقد كان أرمسترونج مسافرًا عبر الزمن، وكانت مركبته هي موسيقى الچاز.

جاء أمسترونج من العدم. كان حفيدًا لعبد، ووُلد في أفقر الأحياء في نيوأورليانز. ووفقًا لكاتب سيرته الذاتية، "كان عالمه الصغير محاطًا من أركانه الأربعة بالمدرسة، والكنيسة، والحانة السيئة السمعة، والسجن". ولكن، كما تغلب على تلك القيود في حياته، تغلب على حدود النوتة الموسيقية. بالنسبة إلى أرمسترونج، لم تكن كل نغمة ثامنة (ذات السن) بحاجة إلى نفس الإيقاع أو المدة في كل مرة تظهر فيها. لقد عزفها بضع مئات من الملي ثانية أطول، أو أقصر، أو متعجلًا، أو متأخرًا عما هو مكتوب في النوتة. قام بتمديد النغمات أو تقصيرها أو تحويلها، مما منح الموسيقى ثراءً وشعورًا ودفعة للأمام.

كانت وثبة أرمسترونج خروجًا عن نمط الأداء الغربي في عزف الموسيقى. تقوم الموسيقى الغربية على الدقة. لقد ركزت فرق الاستعراض على جعل الموسيقيين يعزفون كالساعة. أحب چون فيليب سوزا، مثل السير إسحاق نيوتن، الدقة. بينما وجد أرمسترونج، مثل أينشتاين، الجمال في غيابها. لم تُعزف النغمة الثامنة تمامًا كما هي مكتوبة ولكنها كانت تتأرجح، أما كيفية عزف النوتة الموسيقية فتُحدد "في لحظة عزفها".

لكل من الموسيقى الغربية وموسيقى الچاز، منهج مختلف مع الوقت،

وهذا الاختلاف نابع من الثقافة التي نشأت فيها كل منهما. في الموسيقى الغربية، تُعتبر النوت الموسيقية عملية متواترة بشكل دائم تُفضي في النهاية إلى نغمات باهرة؛ وبالتالي فهي تركز على المستقبل. أما الجاز، فتركيزها على الحاضر. فالجاز هو طبق أمريكي إفريقي يجمع بين المكونات الأوربية، والكاريبية، والأفرو-إسبانية، والإفريقية. للتقاليد الإفريقية شعور مختلف بالوقت. يجب تذوق الحاضر وتمديده. في الواقع، تحتوي العديد من اللغات الإفريقية على كلمات تشير إلى "الماضي" و"الحاضر" ولكن ليس هناك كلمات تُشير إلى "المستقبل". ومن خلال هذا التراث جعل أرمسترونج كل نغمة تفعل شيئًا ما، مما سمح له بتمديد الحاضر بموسيقاه.

لقد زُرع هذا النهج الإفريقي في العالم الجديد، وترسخت جذوره في تجربة الأفارقة الأمريكان. التقط رالف إيلسون هذه العقلية السمراء جيدًا في روايته "الرجل الخفي" عندما كتب عن عدم تزامن التجربة السوداء، الموجودة خارج - قبل أو بعد - نبض الزمن. من يستمع إلى أعمال أرمسترونج، يمكن أن يسمع ويشعر بهذا الشعور متجسدًا في نوته الموسيقية. ففي أغنية "شيطانان" عام 1928، يتخلف دائمًا عن الإيقاع ويحجبه. فهو يضغط النوت تارة ويؤخرها تارة أخرى مما يُحدث فجوة بينه وبين فرقته. ولكي يعود إلى نفس الإيقاع معهم، يُزيد من سرعته ثم يضرب الجاز.

لم يُطل ويبسط أرمسترونج النوت الموسيقية فقط، وإنما شعور المستمع بالوقت أيضًا. في حين أن الأغاني الموجودة على قرص 78 دورة في الدقيقة، مدتها ثلاث دقائق قصيرة، إلا أنها زاخرة بالمعلومات التي تجعل أدمغتنا تعتقد أن التسجيل أطول من الوقت الذي يتطلبه طهي نودلز الرامين. من

خلال العزف بشكل أبطأ أو أسرع، يفقد جمهور أرمسترونج الشعور بمسار الوقت، فتتسارع اللحظة أو تبطئ حسب التجربة. أثبت أينشتاين أن الوقت نسبي بالنسبة للناظر، وحقق أرمسترونج ذلك للمستمع. أما السؤال حول كيف غير أرمسترونج إحساسنا بالوقت، فقد تأمله الشعراء، وصاغه النقاد، وبحث فيه علماء الموسيقى ومؤرخوها. في حين أن البحث لا يزال في مهده، ربما قد تحصل قدرات أرمسترونج في تغيير الشعور بالوقت على بعض الدعم من العلم.

إن تعيين الوقت موجود دائمًا في عالمنا. والسؤال الذي يتبادر إلى الأذهان هو "هل أثر تعيين الوقت على الدماغ؟" والإجابة ببساطة "نعم، ونحن لا ندرك ذلك". لا نعرف كيف تغير الدماغ حيث تم ترسيخ منظومة قياس الوقت على مدى القرن التاسع عشر، بالإضافة إلى التخلي عن نمط النوم المتقطع. يُعد مجال دراسة الاستجابة الزمنية للدماغ جديدًا نسبيًّا، وهو في الغالب من مجالات القرن الحادي والعشرين. لكن ما نعرفه هو أن الدماغ يحصل على إشارات حول الوقت من بيئته.

لقد أجرى علماء الأعصاب مثل ديفيد إيجلمان دراسات لفحص الساعة الدماغية الداخلية. في إحدى التجارب، يشاهد الأشخاص فيلمًا لفهود سريعة الجري، تنطلق أرجلهم من الأرض، مثل ترينيتي في فيلم الماتريكس. أثناء الفيلم، تومض نقطة حمراء لمدة ثابتة عندما تتعلق الأرجل الأربعة في الهواء. تكررت نفس التجربة مع تطور بسيط. في المرة الثانية، عُرض فيلم الفهد نفسه بالحركة البطيئة، وومضت نفس النقطة الحمراء المزعجة بنفس المدة التي كانت عليها من قبل عندما وثب الفهد في الهواء بالحركة العادية.

بعد مقارنة التجربتين، اعتقد مرتادو السينما أن النقطة الحمراء أثناء الحركة البطيئة كانت أقصر. قال إيجلمان: "يقول عقلك إنه بحاجة إلى تعديل الشعور بالوقت". يحدد دماغنا الوقت بناءً على معرفتنا بقوانين الفيزياء. ويتشكل إدراكنا للوقت من خلال الأحداث التي يستخدمها لقياس الوقت - هبوط مخلب القط البري أو ربما مدة النوتة الثامنة.

على المستوى الشخصي، نحن نهتم دائمًا بمرونة الوقت. فالأوقات السعيدة تبدو قصيرة، والأوقات العصيبة تبدو خالدة. لقد أظهر علماء الأعصاب، في بعض النواحي، أن هذا الشعور واقعي وليس خيالي. يرتبط طول ذكرياتنا بمدى سعادة هذه الأوقات أو تعاستها. ما توصل إليه علماء الأعصاب هو أننا لا ندرك أن الوقت يسير ببطء في الوقت الحالي، لكن تذكرنا للحدث يجعلنا نعتقد أن الوقت قد مضى ببطء. ولنفهم ما يحدث في الدماغ، تخيل أن الدماغ يتصرف كجهاز كمبيوتر يخزن المعلومات على قرص صلب. عندما تكون أحداث الحياة مملة، يُخزن القرص الصلب كمية منتظمة من المعلومات، ومع ذلك، عندما نشعر بالخوف، كما يحدث أثناء وقوع حادث سيارة، تبدأ اللوزة الدماغية - عامل الطوارئ الداخلي لدينا - بالعمل.

تجمع أدمغتنا تفاصيل أدق مثل تشوه غطاء محرك السيارة، وانفصال مرايا الرؤية الجانبية، وتغيير تعبير وجه السائق في السيارة الأخرى. وتزداد التفاصيل التي تم جمعها، كما لو كان هناك قرصان من الصلب يخزنان البيانات. ومن هنا، قال إيجلمان: "أنت تخزن الآن الذكريات على نظام ذاكرة ثانوي، وليس واحدًا فقط".

يتم تخزين المزيد من المعلومات. وعندما يتذكر الدماغ الحدث، فإنه يفسر هذه الكمية الكبيرة من المعلومات على أنها حدث مدته أطول. وبالتالي يصبح شكل الذاكرة هو مقياس الزمن في الدماغ.

يُظهر العلم أن حجم الذاكرة وإدراكنا للوقت يقترنان مثل أسنان التروس في سلسلة الدراجة. إذ تحتوي التجارب الغنية والاستثنائية، مثل ذكريات فصول الصيف في فترة شبابنا، على الكثير من المعلومات الجديدة المرتبطة بها. أثناء هذه الأيام، كنا نتعلم كيف نسبح، أو نسافر إلى أماكن جديدة، أو نتقن قيادة الدراجة بدون عجلات الاتزان المساعدة. لقد مرت الأيام ببطء أثناء تلك المغامرات. ومع ذلك، فإن حياتنا بعد النضوج أقل حداثة وتجديدًا، فهي مليئة بالمهام المتكررة مثل التنقل اليومي أو إرسال بريد إلكتروني أو القيام بالأعمال الورقية. إن المعلومات المرتبطة بهذه الأعمال الرتيبة أصغر، وهناك عدد أقل من اللقطات الجديدة يمكن لجزء الاسترجاع في الدماغ الاستفادة منها. ومن هنا، يفسر دماغنا هذه الأيام المليئة بالأحداث المملة على أنها أقصر، لذا فإن الصيف يمر بسرعة.

وعلى الرغم من رغبتنا في ساعات أفضل، إلا أن مقياس الوقت الخاص بنا غير ثابت. نحن لا نقيس الوقت بالثواني، مثل الساعات، وإنما بتجاربنا. بالنسبة لنا، فالوقت إما يسير بطيئًا، أو يطير بنا.

على مر العصور، كان لدى البشر هوس متزايد بالوقت. فالوقت ساعدنا لكي نفهم العالم، وفي تحديد المواعيد لكي نتفاعل مع بعضنا البعض. وفي خضم سعينا للحصول على ساعات دقيقة، تخلينا عن إشارات الطبيعة

وشروق الشمس وغروبها - وفقدنا النوم - على أمل امتلاك الوقت بدقة كبيرة في قياس الوقت. لكن الوقت ليس شيئًا ماديًا لنملكه. لقد أظهر لنا أينشتاين أن الوقت مرن، وأنه يعتمد على من يسأل. وأظهر أرمسترونج أن أدمغتنا عبارة عن ساعات معيبة، تتسارع وتتباطأ بإشارات خارجية. لكن كلًا من أينشتاين وأرمسترونج، باستخدام العلم والچاز، أظهرا أننا الوقت الذي نُعينه.

لما يقرب من نصف قرن، ثابرت روث بيلفيل ووفرت الوقت للزبائن في لندن. اعتبر عملها عقبة، خاصة من قبل رجال الأعمال الذين حاولوا سرقة عملائها من خلال خدمة ساعة التلغراف. لكن التقنية القديمة لأرنولد كانت دقيقة حتى عُشر ثانية، في حين أن النبضات الإلكترونية كانت دقتها حتى ثانية واحدة. جلبت روث أيضًا شيئًا لعملائها لم تستطع الأسلاك المعدنية للتلغراف إحضاره. مقابل رسم سنوي قدره 4 جنيهات إسترلينية وكوب شاي من حين لآخر، جلبت لمسة إنسانية لأولئك الذين تفاعلت معهم، وشاركت معهم قليلًا من المداعبات والأخبار التي جمعتها في رحلتها. ومع ذلك، في نهاية المطاف، أدت خدمات الوقت التي تستخدم تقنيات التلغراف، واللاسلكي، والراديو، إلى تقليص أعمالها ببطء وتدريجيًا إلى حوالي خمسين عميلًا بعدما كانوا مائة وقت والدتها ومائتين أيام والدها.

بعد عقود من الخدمة في جلب الوقت لسكان لندن، تقاعدت روث. في عام 1943، توفيت روث بيلفيل، سيدة توقيت غرينتش، عن طريق الخطأ أثناء نومها، حيث اختنقت بسبب تسرب غاز أول أكسيد الكربون من مصباح الغاز الخاص بها بعدما انقلب إلى وضعية منخفضة. ظلت أرنولد،

رفيقتها الموثوق بها، رابضة على منضدتها إلا أن توقفت عن النبض هي الأخرى بعد بضعة أيام. كانت وفاتها نهاية خدمة توزيع الوقت لمدة قرن من الزمان. جنبًا إلى جنب مع أرنولد، وفرت روث الوقت، ولكن في النهاية كان لديها القليل منه.

الفصل الثاني

تواصل

كيف ربط الصلب أطراف الدولة معًا من خلال السكك الحديدية، وساعد أيضًا في صنع الثقافة.

المُوصِّل:

في الساعات الأولى من يوم الجمعة، 21 إبريل عام 1865، بدأت الناس تتحرك في شوارع وسط مدينة بالتيمور. بينما ينساب ضوء الشمس بين المطر الخفيف، جعل التجمع الكثيف للبشرية بالقرب من محطة قطار شارع كامدن الطرق غير سالكة. الأعمال متوقفة. المدارس مغلقة. المتاجر فارغة. بكى الناس وهم ينتظرون بفارغ الصبر قدوم القطار.

انطلق هذا القطار المتوقع إلى المحطة التي تحمل رفات الرئيس أبراهام لينكولن. توفي في 15 إبريل، بعد أيام قليلة من نهاية الحرب الأهلية. الآن، داخل هذا القطار، الملقب بـ "لينكولن سبيشيال"، وُضع جسد الرئيس الراحل مرتديًا نفس البدلة التي كان يرتديها قبل ستة أسابيع في حفل تنصيبه الثاني.

توسل الجمهور المفجوع من أجل أن تمتد مراسم جنازة لينكولن إلى خارج واشنطن. في عصر ما قبل التلفزيون أو الراديو، كانت الطريقة

الوحيدة لمن يريد المشاركة في مراسم تأبين الرئيس هي مغادرة مزرعته أو إغلاق متجره والسفر إلى حيث يقع لينكولن في الولاية. سمح قطار جنازة لينكولن للأمة لتتحد في حزنها من خلال إحضاره إليهم بطريقة لا يمكن أن تحققها أي برقية أو صحيفة. على مدار ثلاثة عشر يومًا، أقام القطار مؤقتًا من واشنطن إلى بالتيمور ثم هاريسبرج ثم فيلادلفيا ومنها إلى نيويورك ثم ألباني، وبعدها بوفالو، وكليفلاند، وكولومبوس، وإنديانابوليس، وشيكاغو، توقف عند كل منها، قبل وجهته النهائية سبرينجفيلد، إلينوي، حيث مرقده الأخير.

كان شهر إبريل عام 1865 واحدًا من أكثر الشهور اضطرابًا في تاريخ أمريكا. إذ غمرت البلاد الأخبار السارة التي تزف نبأ نهاية الحرب الأهلية، وغزو يوليس جرانت لريتشموند في 9 إبريل. دُقت أجراس الكنائس، وأُطلقت الألعاب النارية، وهتف المحتفلون. لكن بعد أقل من أسبوع، توقفت تلك الاحتفالات السعيدة بعد أن جاءت الأخبار الحزينة باغتيال الرئيس.

وقعت مسئولية تنسيق انتقالات جنازة لينكولن على عاتق سكرتير الحرب، إدوارد ستانتون. كانت طباعه مختلفة عن لينكولن، لكنه ظل حافظًا للولاء له وهو على فراش الموت، وتولى التحدي المتمثل في إقامة أكبر جنازة شهدتها البلاد على الإطلاق. جعل ستانتون هذا الموكب ممكنًا من خلال تعيين خطوط السكك الحديدية كمجالات عسكرية، لذلك كان على شركات السكك الحديدية التي تدير خطوطًا فردية أن تتعاون بشكل كامل.

كان تنسيق العمل بين الخمسة عشر خطًّا عملًا جبارًا. ولهذا السبب، شكل ستانتون لجنة التجهيزات ومنحها جميع الصلاحيات لجعل هذا الموكب ممكنًا. كان أعضاؤها "منوطون بوضع جدول الأعمال مع الشركات المعنية، وتنظيم وعمل كل الأشياء من أجل انتقالات آمنة ومناسبة". بينما كانت السكك الحديدية هي النظام الدوري للأمة، كانت الأمة مقسمة. تطلبت جدولة مواعيد القطار جدالًا حول مناطق زمنية مختلفة بين المدن والولايات، والتي كانت أكثر عددًا وأقل تنظيمًا مما هي عليه اليوم. قبل بدء الوقت القياسي في عام 1883، كانت أغلب المدن تعين الوقت بميعاد الظهيرة. كان لا بد من زيادة الساعات دقيقة واحدة لكل اثني عشر ميلًا عند التحرك شرقًا لمزامنة الوقت بشكل صحيح. كانت الظهيرة في العاصمة، تكافئ 12:12 في نيويورك، و11:17 في شيكاغو، و12:07 في فيلادلفيا. على هذا النحو، كانت البلاد مكونة من مناطق غير موحدة - ممزقة بسبب الحرب والتوقيت المحلي - وهذا القطار، وحمولته الثمينة، قام بربطها معًا لفترة وجيزة.

كانت عربة جثمان لينكولن ساحرة. جانبا العربة مطليان باللون البني المحمر الزاهي، ومصقولة يدويًّا بعناية، تبدو براقة مشرقة بفعل الزيت وحجر التلميع. كان الداخل مغطى بجدران منجدة من المخمل الأخضر الفخم ومُشكلة ومؤطرة بالجوز الأسود. تتدلى ستائر حريرية خضراء شاحبة على طول النوافذ الزجاجية المحفورة، وثلاثة مصابيح زيتية منارة من العربة في الليل. مع العجلات الست عشر بدلًا من الثمانية، كانت المركبة توازي تلك التي يملكها الملوك الأوربيون. كان لهذه الحافلة الخاصة ثلاث

مقصورات فخمة ووضع تابوت لينكولن في الأخيرة. كسيارة رئاسية، تم تصميمها لتكون طائرة الرئاسة للنكولن. لكنها زُينت بالرايات السوداء، وفي رحلتها الأولى أصبحت عربة نقل نعش لينكولن.

في كل وجهة على طول الطريق، يتوقف القطار ويحمل حرس الشرف، مرتدين الزي الأزرق بلون بيض طائر السمنة جسد لينكولن في مواكب رسمية ضخمة إلى مناطق المشاهدة. فيض من الناس انتظروا لعدة ساعات، وشاهد العديد النعش من النوافذ والأسطح والأشجار. وقف آلاف المعزين في الردهات المتخمة في بعض الأحيان باثني عشر جسدًا، باكين منتظرين إلقاء نظرة على التابوت المفتوح. بالنسبة للكثيرين، كانت هذه هي المرة الأولى التي يرون فيها وجه لينكولن، حيث كانت الصور في الصحف لا تزال نادرة.

مع اقتراب لينكولن من مثواه، ازدادت مشاعر الحزن لدى الأمة. كان عدد المودعين في بعض نقاط التوقف، أكبر من عدد سكان المدينة ذاتها؛ حشود من أولئك الذين لم يتمكنوا من السفر إلى المدن فشقوا طريقهم إلى مسارات القطار.

كان محرك القاطرة، الذي يحمل صورة لينكولن في المقدمة، يتنقل بسرعة عشرين ميلًا في الساعة ويمر بمحطات القطار بسرعة خمسة أميال في الساعة. وكانت هناك تسع عربات؛ ست منها للركاب والأمتعة، وعربة للحراس، وأخرى خاصة تحمل الجثمان، وآخر عربة للعائلة وحرس الشرف.

ركض قطار تجريبي قبل عشر دقائق من قطار الجنازة وأعلن وصول

لينكولن عن طريق دق جرس نصف مكتوم، ذي كاتم جلدي على جزء من مِصفَق (لسان) الجرس لتخفيف حدة الطرق. سمع أولئك الذين كانوا ينتظرون على جانبي القضبان رنينًا إيقاعيًّا لنغمة واضحة يتبعها صدى، وبهذا عرفوا أن الوقت قد حان للاستعداد. في عصر ما قبل أضواء إديسون الكهربائية، كانت النيران تضاء في الليل على طول طريق القطار لإبعاد الظلام.

كان هناك حماس متقد جعل الناس يصطفون على جانبي القضبان ليلًا ونهارًا. وقفوا خلف القطار يتابعونه في الأفق- يلوح بعضهم بالأعلام الصغيرة، ويقف بعضهم صامتًا، ومنهم من يردد الترانيم. ثم، بعد خمس عشرة دقيقة، تبعه قطار آخر. عندما مر هذا القطار، صعدت الحشود إلى القضبان وشاهدته يغادر بعيدًا. ثم مضت تلك اللحظة.

قبل أن يرقد لينكولن في مرقده الأخير، نُقل جثمانه عبر البلاد على قضبان السكك الحديدية لأكثر من ألف وستمائة ميل. ملايين من الشعب شاركوا في هذا الحدث. تقريبًا، يعرف كل أمريكي شخصًا حضر هذا الحدث التذكاري، أو شاهد موكب الجنازة أو القطار الحامل للجثمان. في هذه الأيام التعيسة، رُبطت أوصال الأمة عن طريق القضبان الحديدية. لكن سرعان، ما ستتحول تلك القضبان إلى الصلب – بمجرد أن يُكشف سر صناعة المزيد منه- وسيفعل أكثر من ذلك.

الصلب، السبيكة المعدنية التي توارت في الأفق أمام الجميع، سيكون الرابط العظيم للبلد (أبراهام لنكولن بطريقة ما، ولكن في شكل مادي).

من أجل أن يربط الصلب الولايات المتحدة ببعضها البعض، كان لا بد من التوصل بعد طول تفكير إلى طريقة لصنع أطنان منه بشكل أسرع. سيكون هذا العمل مسعى لمخترع في إنجلترا، لم يستطع التنبؤ بالعادات التي سيستحدثها.

بركان بسمر:

حلم هنري بِسِمِر بالصلب. كان يتوق إلى صُنع إمدادات غير محدودة منه. على الرغم من أنه في عام 1855 لم يكن يعرف الكثير عن علم الصلب أو طرق صناعته، إلا أن ذلك لم يمنعه من المحاولة. لم يبرح التجربة مطلقًا.

كان بِسِمِر مخترعًا إنجليزيًا غزير الإنتاج، في رصيده أكثر من مائة براءة اختراع. أشهر اختراعاته حتى الآن، طلاء ذهبي اللون لا يحتوي على أي ذهب. في أربعينيات القرن التاسع عشر، كان الطلاء المعدني عنصرًا ضروريًا في إنجلترا، وكان يستخدم ليُضفي على الإطارات العادية مظهرا ذهبيًا جذابًا، لتحويلها إلى إطارات مزخرفة. عند شراء هذا الطلاء كهدية لأخته، شعر بالذهول عندما وجد أن سعره يصل إلى أجر العامل اليومي. وهكذا اكتشف كيفية تحويل البرونز إلى مسحوق يتلألأ مثل الذهب بجزء بسيط من تكلفته. عندما أضاف هذا المسحوق إلى الطلاء، صنع بديلًا رخيصًا يمكن لأي شخص شراؤه. وقد أقدم عليه الجميع، فأصبح ثريًا. لكن سرعان ما تحولت أفكار بِسِمِر عن الذهب وبريقه للزينة نحو الصلب وقوته في صنع الأسلحة. لم يكن يعلم أن تخيلاته في صناعة الصلب ستأخذه في رحلة ستغير العالم أيضًا.

في عام 1853، كانت إنجلترا وحلفاؤها (فرنسا، وتركيا، وسردينيا) في حالة حرب في صراع يُعرف اليوم باسم حرب القرم - معركة للسماح للحجاج الكاثوليك بالوصول إلى الأراضي المقدسة. دعم الحلفاء الكاثوليك بينما أراد الروس الحفاظ على الأرض المقدسة للمسيحيين الأرثوذكس. أشعل هذا التوتر القتال وركز العديد من المخترعين، مثل بِسِمِر، على صنع أسلحة أفضل للجيش.

لكي تفوز بالحرب، أرادت إنجلترا الفولاذ، بل والمزيد منه. الفولاذ معدن قوي يُمكن تصنيع المدافع القاهرة منه. ولسوء الحظ، فإن صُنع أنواع معينة منه، مثل الفولاذ المنفط، استمر بوتيرة جليدية، في حين كان من الصعب توسيع نطاق العمليات الأخرى، مثل صناعة فولاذ البوتقة. عام 1855، بعد سنتين من بدء الحروب، بات واضحًا أن المُخترع الذي يتوصل إلى طريقة لصنع فولاذ أسرع وأقل تكلفة، سيصبح ثريًّا. بالنسبة لرواد الأعمال مثل بِسِمِر، يمكن أن يؤدي الفولاذ إلى كيمياء اقتصادية. سيدر الفولاذ الأفضل في صنع المدافع مزيدًا من الذهب في جيوبه.

لم يكن طريق بِسِمِر الذي سلكه ليكون مخترعًا، وليد الصدفة، وإنما رسمه له والده، أنتوني بِسِمِر. كان بِسِمِر الأكبر من لندن يعمل في باريس. مخترع جدير بالاحترام، انتخب في سن الخامسة والعشرين من قبل الأكاديمية الفرنسية للعلوم الذائعة الصيت لأجهزته التنضيدية ولتحسيناته على المجهر البصري. تقاطع طريق أنتوني مع أولئك ممن يعدون من النخبة العلمية أمثال أنطوان لافوازييه، مكتشف غاز الأكسجين، والذي يُدعى عادة أبو الكيمياء الحديثة لجهوده في نظام التسمية الكيميائية. كان لدى أنتوني اللمسة الذهبية

للاختراع، وبدا أنه لم يرتكب أي خطأ. كل ذلك انتهى بالثورة الفرنسية عام 1792. في عهد الإرهاب الدموي، أراد مهندس تلك الحقبة روبسبير بناء جمهورية؛ لم يتسامح مع النظام الملكي أو العلوم وانقض للقضاء عليهما. تحت حكم روبسبير، لم يكن أنتوني وعلماء آخرون في مأمن، لذلك سارع أنتوني للعودة إلى إنجلترا مُفلسًا، وبالكاد هرب من المقصلة - على عكس لافوازييه. استقر أنتوني في بلدة هادئة صغيرة في إنجلترا، وأعاد بناء ورشة التنضيد الخاصة به وركز طاقاته على أفضل اختراع له حتى الآن: ابنه هنري.

ولد هنري بِسِمِر في تشارلتون بإنجلترا عام 1813. تلقى قدرًا بسيطًا من التعليم الرسمي، لكن أُرخي له العنان في ورشة والده. هناك، تلقى الأدوات بدلًا من الألعاب، وتزايدت رغبته في صنع الأشياء. نضج هنري ليصبح رجلًا طويل القامة ذا صدر برميلي[1]، وأنف جريء، وفك لحمي، وسوالف كثيفة تُصرف الانتباه بشكل غير كافٍ عن قلة الشعر في الجزء العلوي من رأسه.

كحال العديد من البارعين، كان بِسِمِر حالة متناقضة. كان في بعض الأحيان ممتعًا وجذابًا، وفي أوقات أخرى صداميًّا. معاند لكنه عفوي، كريم رحب الصدر لكنه مُتَرَفِّع مزهو بنفسه. ثرثار لكنه يفضل الاختلاء بالآلات. حتى مظهره البدني كان متناقضًا: صدره ضخم ورجلاه نحيفتان. وبينما تبدو عيناه أحيانًا حزينتين ومستغرقتين، كان دائمًا يبحث عن فرص جديدة. وهنا،

---

(1) ينطبق مصطلح "الصدر البرميلي" على الصدر الدائري المنتفخ الذي يشبه شكل البرميل. (المترجم)

في مقتبل أربعينياته، حان وقته - مهمة إنتاج الفولاذ بأقل تكلفة، وبوتيرة أسرع، وبوفرة.

خاض بِسِمِر تجربة صناعة الفولاذ، والتي يُمكن تعريفها على أنها مزج الحديد مع قليل من الكربون. لكن هذا التعريف لا يوضح بشكل كافي التحول المذهل الذي يحدث عند خلط الكربون بالحديد. من خلال المقياس المجهري، يتحول جزء من الفولاذ، بشكل تلقائي ومثير للدهشة، إلى مادتين مختلفتين متراصتين في عدة طبقات، مشابهة لطبقات الكيك. إحداهما غنية بالكربون والأخرى لا تحتوي عليه. إحداهما قوية للغاية والأخرى على العكس منها. هذه الطبقات تكمل بعضها بعضًا من حيث الصلابة والمرونة (القدرة على الانثناء). عادة لا تتوفر الصلابة والمرونة في المعدن في الوقت ذاته. تشبه هذه الخصائص في الغالب طرفي الأرجوحة- طرف يعلو والآخر يهبط. لكن في الفولاذ، السمتان موجودتان معًا، لأن الطبقات لها صفات مميزة. هاتان الطبقتان ذوات الخصائص المتباينة تجعل الفولاذ متعدد الاستخدام.

هذا التزاوج المبهم للكربون والحديد منح الفولاذ زيادة في الصلابة، ما جعله من الممكن أن يستخدم في صنع المدافع القوية ذات المتانة. لكن صُنع الفولاذ لم يكن سهلًا بالنسبة لبِسِمِر. كانت إضافة الكمية المثالية من الكربون إلى الحديد عبارة عن صفحة ممزقة من القصة الكلاسيكية "جولديلوكس والدببة الثلاثة". فالقليل جدًّا من الكربون يجعل الفولاذ ناعمًا تمامًا. أما المزيد منه، على سبيل المثال أكثر من 2٪، يجعل الفولاذ يتكسر مثل الطباشير، مما يجعل صناعة المدافع خطرة- ليست على المستهدف بها، وإنما على من

يُطلق القذائف، وذلك لأن المدافع تُصنع من معادن هشة يُمكن أن تنفجر. الفولاذ الذي يُعد "مناسبًا تمامًا" لصنع المدافع، مقصود به أن نسبة معينة من الكربون تضاف إلى الحديد بنسبة 1٪ أو أقل، وهذه العملية يجب أن تتم بشكل صحيح مرارًا وتكرارًا.

لقد فهم بِسِمِر ذلك وكانت المشكلة أكثر تعقيدًا، لأن الحديد النقي لم يكن نقطة البداية. بالإضافة إلى ذلك، فالمعادن الهيكلية التي كانت متاحة بسهولة في ذلك الوقت هي الحديد الزهر والحديد المطاوع. وعلى الرغم من أن أسماءهما تنتسبان إلى الحديد، إلا أن محتوياتهما بها ما يجعلهما غير مناسبين لمتطلبات بِسِمِر. فالحديد الزهر، هو مزيج من الكربون والحديد، ونسبة الكربون به عالية جدًا مما يجعله هشًا. بالإضافة إلى ذلك، لا يمكن أن يُلحم أو يُشكل على هيئة مدفع. من ناحية أخرى، لا يحتوي الحديد المطاوع على أي كربون تقريبًا، لذا يمكن توظيفه - على سبيل المثال، في ألواح هياكل السفن - ولكنه غالبًا ما يكون مليئًا بالشوائب، المعروفة باسم الخبث، والتي تُعرض صلابة المدفع للخطر. وبينما كان على جولديلوكس أن تختار إما الثريد الساخن جدًا وإما البارد تمامًا، فإن خيارات بِسِمِر كانت بين معادن هشة تمامًا وأخرى لينة جدًا.

كان تفكير بِسِمِر هو أنه يمكن تصنيع الفولاذ بطريقة ما عن طريق إزالة الكربون أولًا من الحديد الخام الغني بالكربون. بهذه الطريقة الجديدة، يمكنه أن يقود البشرية نحو عصر جديد من الفولاذ إذا وجد فقط الحيلة لذلك. أثناء محاولاته في ذلك، قام بعمل "العديد من التعديلات والتغييرات" على الفرن ليصل إلى الظروف المناسبة. كان التفرد في حل المشكلات أحد أفضل

سمات بِسِمِر. لقد أصبح مهووسًا بالمعادن، وجاءته فكرة أثناء تعافيه من مرضه الشديد.

كان بِسِمِر رجلًا من الفولاذ، لكن كان لديه أيضًا مادة الكريبتونيت[1]. كان لديه تصور غريب في كونه عرضة لهجمات دوار البحر الحادة. دمرته نوباته لعدة أيام. ذكر في مذكراته: "لقد عانى قلة من الأشخاص أكثر مما عانيت من دوار البحر". بينما كان يتعافى بعد رحلة طويلة على متن السفينة، جاءته لحظة اليوريكا[2]. لكي يحرق الكربون في الحديد، كان بحاجة إلى الهواء - المزيد منه. كتب: "أصبحت مقتنعًا بأنه إذا عُرضت مساحة سطح كافية من الحديد الخام المنصهر (الحديد الغفل) لكمية كافية من الهواء، فمن الممكن أن يتحول سريعًا إلى الحديد المطاوع."

يُعد نفخ الهواء أسلوبًا قديمًا استخدمه خبراء الحفريات، وصانعو الشواء، وأناس عصور ما قبل التاريخ لجعل الحرائق أكثر توهجًا. نقل بِسِمِر هذه الفكرة مضيفًا إليها بعض التغييرات مستخدمًا الهواء لسبب مختلف قليلًا. كانت خطته أن يستخدم الهواء ليتفاعل كيميائيًّا مع الكربون الموجود في الحديد المنصهر كوسيلة لإزالة الكربون الزائد، حتى يتمكن من إضافة كمية دقيقة منه مرة أخرى لصنع الفولاذ. نفخ بِسِمِر الهواء مباشرة في الحديد المنصهر من خلال الأنابيب الموصلة بالقاع، والتي ترجع فكرتها إلى الطريقة

---

(1) الكريبتونيت: مادة خيالية وردت في سوبر مان، وهي مادة بلورية خضراء تُضعف بأشعتها الفريدة سوبرمان. (المترجم)

(2) اليوريكا: كلمة مأخوذة من اللغة اليونانية، وتعني وجدتها، وترجع شهرتها إلى العالم أرشميدس الذي قالها بعد أن توصل إلى مبدأ قانون الطفو الفيزيائي. (المترجم)

التي يؤجج بها البركان. فكرة مجنونة، لكنها آتت ثمارها.

وصف تجربته قائلًا: " كل شيء يتم في غضون عشر دقائق" في بعض الأحيان كان يرى شرارات مشتعلة، لكن ذلك لم يقلقه، إذ كان ذلك متوقعًا عند نفخ الهواء في المعدن المنصهر. توقع أن يكون مرجلًا يتصاعد منه فقاعات من النار والدخان، بيد أن، بعد بضع دقائق تحولت هذه الأدخنة والنيران إلى جحيم. تفاعل غاز الأكسجين الموجود في الهواء كيميائيًا – وبعنف- مع الكربون "ملقيًا تيارًا متزايدًا من الشرر ولهبًا أبيض ضخمًا"، تلتها شحنة من دوي الانفجارات. عندما تفاعل الأكسجين والكربون كيميائيًا، تعرضت أنفه، وعيناه، وأذناه، وجلده لهجوم من قبل أدخنة التفاعل الكثيفة، والفرقعات الرعدية، وألسنة اللهب، والحرارة الحارقة. هذا الوسط الشيطاني الفقاعي للمعدن المنصهر أصبح بركان فيزوف.

على الرغم من أن طريقة وصف بِسِمِر لما حدث كانت خالية من المشاعر، وما هو واضح أن تجربته اندلعت وأحرقت جزءًا من سقف المبنى. لكن، بعد أن خمدت الحرائق وأزيلت الأنقاض، شعر بأنه كان ناجحًا. ما أسعده أن هذا الانفجار الكيميائي أزال الكربون من الحديد، والذي كان قادرًا على إضافته لاحقًا بكميات مرغوبة لصنع الفولاذ.

بعد سنوات من العمل من أجل ضبط وصفته في صنع الفولاذ، حصل بِسِمِر على الفولاذ، لكن الوقت قد تأخر للاستفادة منه في المجال العسكري آنذاك. انتهت الحرب وتلقى الروس ضربة مبرحة بدونه. لكن كونه رائد أعمال مرنًا، اتبع بِسِمِر شعاره الشخصي "إلى الأمام إلى الأبد" ووضع نُصب عينيه سوقًا جديدة واعدة – السكك الحديدية.

رجل الفولاذ الحقيقي:

عندما وصلت أنباء تجربة بِسِمِر، ونفخ الهواء في حوض الحديد المنصهر لصنع الفولاذ إلى الولايات المتحدة الأمريكية خريف عام 1856، ملئت تلك الأخبار الأمة بالبهجة والفرح. إذ يُمكن للفولاذ أن يربط بين طرفي الأمة بالكباري، ويصل بينها بالسكك الحديدية. وعلى الرغم من ذلك، ملئت تلك الأنباء صدر ويليام كيلي بالارتياع والفزع. كان لدى كيلي أيضًا فكرة عن طريقة نفخ الهواء، والتي كانت في تصورها في عقله تشبه تصور بِسِمِر. إذا أراد كيلي ترك بصمته، فسيتعين عليه التغلب على بِسِمِر والتقدم بطلب إلى مكتب براءات الاختراع بسرعة.

كل ما أراده كيلي في حياته هو أن يكون بارزًا مثل والده. كان والده يتمتع بسمعة طيبة، ومن كبار أثرياء مدينة بيتسبرغ، لكن الابن لم يرث هذه الصفات التي تقود للنجاح. ويليام كيلي، مواليد عام 1811، كبر وأصبح رجلًا طويلًا ونحيفًا، لكنه يفتقر إلى الطموح. دخل تجارة الملابس وأصبح بائعًا متجولًا مع شقيقه چون، في شركة تدعى ماكشين وكيلي. كان عملًا جيدًا مكنه من رؤية البلد، وكان شريكًا رئيسيًّا. لكن للقدر خطط أخرى. أحرقت النيران مخزن شركته. في نفس الوقت تقريبًا، التقى ويليام بميلدريد جراسي في بلدة ليست بعيدة عن سينسيناتي تُدعى إديفيل، بولاية كنتاكي، في إحدى رحلاته التجارية العديدة، وانتقل إلى هناك ليكون أقرب إليها.

بدأ كيلي من جديد في أواخر الثلاثينيات من عمره، حيث عاش في مجتمع متماسك كغريب في أرض غريبة تمامًا. ولكسب لقمة العيش في هذه

المدينة الريفية الصغيرة، اشترى مع شقيقه عام 1847، إيديفيل للأعمال الحديدية، وأطلقوا عليها اسم كيلي وشركاه. تزوج ويليام كيلي، ميلدريد، وحصل على دعم مالي إضافي لأعماله الحديدية من والد زوجته الثري. كانت مصانع الحديد تقع على ضفاف نهر كمبر لاند ولديها وحدتا عمليات تفصل بينهما أميال قليلة: فرن سواني ويونيون فورج. يحول الفرن خام الحديد إلى حديد غفل، ثم يحول فرن الحدادة هذا المعدن إلى حديد مطاوع. نظم ويليام عمليات فرن الصهر والحدادة، بينما تولى أخيه الأمور المادية. لم يكن أي من الأخوين لديه خبرة في صناعة الحديد.

كان لدى الشركة كل الأدوات لتحويل الحديد الغفل إلى حديد مطاوع، أي من حديد غني بالكربون إلى آخر به نسبة أقل. فالحديد الذي يحتوي على نسبة كربون منخفضة نسبيًا، على سبيل المثال أقل من 0.4، هو المرغوب لصلابته ولكونه غير معرض للتصدع. من ناحية أخرى، يحتوي الحديد الغفل على نسبة كربون أعلى من 4٪.

كانت مصانع كيلي في وضع يمكنها من العمل بشكل جيد، ولديها وفرة في الموارد للمضي قدمًا، ولا سيما أن لديها مصدرًا جيدًا لخامات الحديد، وحيازات شاسعة من الأخشاب بالقرب منها. سيتم تحويل الخشب إلى فحم يستخدم لإبقاء الأفران مشتعلة. لا شك أن وقود الأفران هو أحد أكبر التكاليف لتشغيل مصانع الحديد، لذلك أراد كيلي أن يجد وسيلة لاستمرار الأعمال بشكل اقتصادي.

تقول الأسطورة إنه ذات يوم في عام 1847، رأى كيلي أحد عماله

في وحدة التنقية ينفخ الهواء على سطح حوض الحديد الخام المنصهر. كملاحظ مبتدئ، توقع أن الهواء سيبرد المعدن، لكن الانفجار الهوائي فعل العكس. الحوض المنصهر أصبح أشد سخونة. إضافة الهواء إلى هذا المعدن المنصهر رفع من درجة حرارته بسبب التفاعل الكيميائي الذي حدث "بعد ملاحظات دقيقة"، كتب كيلي بعد سنوات "توصلت إلى فكرة مفادها أنه بعد انصهار المعدن، تصبح الحاجة إلى الوقود غير ضرورية". لاحظ كيلي أن الانفجار الهوائي سيرفع درجة الحرارة وسيقلل من الحاجة إلى المزيد من الأخشاب لإبقاء الفرن مشتعلًا. ومن هنا، نظر إلى عملية نفخ الهواء على أنها وسيلة لتوفير الوقود.

أما المجهول بالنسبة لكيلي، هو أن إضافة الهواء فعلت أكثر مما ظن. أزالت عملية كيلي لنفخ الهواء، أو كما أطلق عليها العملية الهوائية، الكربون، مما جعل الحديد المنصهر نقطة بداية جيدة لصنع الفولاذ، حيث يمكن أن تتم صناعته بواسطة إضافة نسبة معينة من الكربون إليه مجددًا. لقد ابتكر كيلي شيئًا مهمًا عن طريق نفخ الهواء في المعدن المنصهر، لكنه لم يعرف ما هو، حتى وقتذاك.

تضخمت القصص حول خبر براءة اختراع بِسِمِر الوشيك؛ حيث قُدم طلب براءة اختراعه الأمريكي عام 1856. كان بِسِمِر لديه تصور حول عملية نفخ الهواء في المعدن المنصهر. بدت تلك العملية مشابهة لتصور كيلي، ولكنها تختلف عنها من حيث الدوافع. كان بِسِمِر على دراية بأن نفخ الهواء يُزيل الكربون كيميائيًا من المعدن المنصهر، ثم يعاد إضافته لاحقًا بكميات مناسبة لصنع فولاذ مثالي. أما تصور كيلي، فكان حول أن نفخ الهواء يقلل

الحاجة إلى الوقود.

تقدم كيلي بطلب تدخل في 30 سبتمبر 1856 إلى مكتب براءات الاختراع بالولايات المتحدة، بعد أسابيع قليلة من علمه بعمل بِسِمِر. سعى كيلي للحصول على الأولوية لاختراعه، الذي قام به في عام 1847. وقدم أكثر من اثني عشر شاهدًا، متفوقًا على طلب بِسِمِر.

لكن الفارق بين بِسِمِر وكيلي هو أن بِسِمِر كان لديه عملية ناجحة؛ على عكس كيلي. لم يكن نفخ الهواء هو الإجراء الوحيد المطلوب لتقريب الحديد من صناعة الفولاذ. لقد تعلم بِسِمِر ذلك بصعوبة حيث كانت تجارب بِسِمِر الأولية لإزالة الكربون من الحديد الغفل، مماثلة لعملية كيلي الهوائية. وهي خطوة أولية جيدة لأن النسب العالية من الكربون تجعل الفولاذ هشًّا ينكسر مثل الجزرة النيئة. لكن صنع كميات كبيرة من الفولاذ، يتطلب الاهتمام بمكونات أخرى مثل الفوسفور والمنجنيز. فإذا احتوى الحديد على نسبة عالية من الفسفور، فسيكون هشًّا وبالتالي فإن إزالته أمر جيد. أما المنجنيز، لديه تأثير مختلف؛ فالفولاذ الذي يحتوي على نسبة قليلة منه يصبح هشًّا أيضًا. صنع الفولاذ لا يرحم. إنه أشبه بكيك السوفليه في هيئة معدنية.

أزالت عملية بِسِمِر الأولية المنجنيز عن غير قصد، لكنها لم تُزل الفوسفور. لقد استخدم، دون دراية، الحديد الزهر الذي لا يحتوي على الكثير من الفوسفور في البداية. كان محظوظًا، لكن أولئك الذين حاولوا تكرار تجاربه لم يكونوا محظوظين جدًّا مثله. ما صنعوه كان أقل شأنًا، وعلى خلاف ما أعلن عنه. لذلك، عندما باع بِسِمِر تراخيص براءة الاختراع، جمع

ثروة، ولكن سرعان ما اضطر إلى إعادة كل تلك الأموال ودفع الغرامات عندما تمت مقاضاته.

في نهاية المطاف، اضطر بِسِمِر إلى الجمع بين براءة اختراعه وعمل روبرت موشيت، الذي حصل على براءة اختراع لإضافة المنجنيز، وسيدني توماس، صاحب براءة اختراع إزالة الفوسفور، ونجحت هذه العملية، التي سميت بعملية بِسِمِر. بينما كان هناك جدل حول جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث، لم يكن هناك نقاش حول أن كيلي كان يجهلها. انطلاقًا من شهادة مكتب براءات الاختراع، يبدو أن رجال كيلي فهموا أن نفخ الهواء في المعدن المنصهر، وسيلة لتقليل الوقود وليس طريقة لصنع معدن أعظم.

استمع مكتب براءات الاختراع إلى دعوة كيلي، متجاهلين افتقاره إلى الفهم العلمي، والتناقضات بين ادعاءات براءات الاختراع الخاصة به والأدلة التي قدمها. سمح مكتب براءات الاختراع الأمريكي للمخترع الأمريكي بالحصول على براءة اختراع أمريكية. في يوم 23 يونيو عام 1857، أُصدرت براءة الاختراع رقم 17628#، التي تحدد أن الهواء يزيد من درجة حرارة الانصهار "دون الحاجة لاستخدام مزيد من الوقود". جاء عنوان براءة الاختراع: "تطوير صناعة الحديد"، دون إلاشارة إلى الفولاذ.

على الرغم من امتلاكه لبراءة الاختراع، إلا أن كيلي لم يفعل الكثير بها. هناك القليل من الأدلة على مواصلته العمل في صناعة الصلب ولا توجد إشارة إلى ذلك في رسائله. بعدها، أشهر كيلي إفلاسه. بعد ذُعر عام 1857، وصل الكساد الاقتصادي في بريطانيا إلى البنوك في نيويورك وسرعان ما لحق

ببقية الولايات المتحدة، وقتذاك لم يتمكن كيلي من الحصول على دعم مالي. لذا، كان عليه أن يُغلق المصنع. لن يكون مميزًا أبدًا وسيتعين على الإنتاج الضخم للفولاذ أن ينتظر. بعد ذلك بقي تطوير السكك الحديدية والكباري في يد الرجل المالك لبراءة الاختراع، لكنه لم يبذل إلا القليل من أجل صناعة الفولاذ. هذا الانتظار امتد لسنوات ريثما جدد مكتب براءات الاختراع الأمريكي الطلب المقدم من كيلي، بينما رُفض طلب بِسِمِر مجددًا.

سرعان ما نفد صبر الصناع الأمريكان مع الحاجة المتضخمة إلى الفولاذ مع بداية الحرب الأهلية. تدوم السكك الحديدية التي تُصنع من الحديد فقط لعامين، لذلك تحتاج إلى استبدالها بشكل دوري، أما السكك الفولاذية فتدوم لثمانية عشر عامًا. بحثت الشركات الأمريكية على رخصة لصناعة الفولاذ. وفي النهاية، أبرم اتفاق قانوني، متضمنًا جميع الخطوات اللازمة لصنع الفولاذ بطريقة أسرع. طُبقت عملية إزالة الكربون من خلال نفخ الهواء جنبًا إلى جنب مع خطوات إضافة المنجنيز، وإزالة الفوسفور، ثم تلتها عملية إضافة كميات دقيقة من الكربون مرة أخرى.

قد يقول الكثيرون أن بِسِمِر فاز. وبالفعل فاز. عُرفت عملية صناعة الفولاذ في أنحاء الولايات المتحدة باسم عملية بِسِمِر، وأصبح هنري بِسِمِر أكثر ثراءً. لكن كيلي فاز أيضًا باكتساب الأهمية التي كان يتوق إليها منذ فترة طويلة. في مدينة ليست ببعيدة عن إيديفيل، بولاية كنتاكي، ثمة إشارة تقول: "هنا اكتشف ويليام كيلي (1811-1888) طريقة صنع الفولاذ، والتي عُرفت لاحقًا بعملية بِسِمِر، التي سمحت للبشرية أن تنتقل من عصر الحديد إلى عصر الفولاذ."

عندما أصبح تصنيع الفولاذ حقيقة واقعة، تزايدت هذه المادة العظيمة بأحجام كبيرة لبناء أمة، ولكن أثناء صناعته، تناثرت في وصفته أسطورة أيضًا.

كيف غيرنا الفولاذ:

تستحضر عملية بِسِمِر صورة بركان في مِرجل. إذ تخلق درجات الحرارة المرتفعة بشكل خيالي مزيجًا منصهرًا من الحديد والكربون يتوهج باللون البرتقالي اللامع، والهواء الساخن حوله يُموج الصور القريبة داخل وخارج البؤرة. عند النظر إلى فوهة مرجل الانصهار، ثمة ضباب هادئ قابع على السطح الفقاعي، وأصابع من اللهب تنطلق دون إيقاع أو قصد. إذ تنساب تدفقات من الدخان من على السطح وتتخللها شرارات حادة من الأصفر والبرتقالي. لكن الدخان، وألسنة اللهب، والشرارات هي مجرد بداية. يُدفع الهواء إلى البوتقة لخلق مزيجًا من حرائق الغابات التي تشبه إطلاق احتفالات الرابع من يوليو. يدوي مزيج الفقاعات ويلتهم الانصهار الكربون والهواء. وتُنهك العيون المراقبة لهذا الانصهار بتغيرات اللون من الأحمر إلى البرتقالي إلى الأصفر إلى أبيض ضبابي. لقد تحول المعدن المنصهر وأعلن عن ميلاد الفولاذ والعالم الذي نعرفه.

زاد هذا المعدن المنصهر من القضبان الفولاذية. لقد أصبحت تلك القضبان شبكة ونسيج وصلٍ بين أواصر الدولة. ومن هنا، ظهرت العديد من الظواهر. بقدر ما يُمكن للمرء أن يتخيل، بدأ الناس يهاجرون إلى مناطق أخرى، وبدأت المدن تنمو. على سبيل المثال، محور السكة الحديدية بشيكاغو

والذي كان سببًا في زيادة سكان المدينة. في عام 1850، كانت تحتوي المدينة على 30000 نسمة، وبحلول عام 1890 زادت ثلاثة أضعاف. لم تنمو المدن فقط، وإنما وُلدت مدن أخرى. كثير من المدن الغابرة المنتشرة على طول القضبان، أصبحت في أوج ازدهارها كما نعرفها اليوم. إن المدن الكبرى مثل ألبوكيرك، أتلانتا، بيلينجز، شايان، فريسنو، رينو، ريفرسايد، تاكوما، وتوكسون هي نتاج مثمر للقضبان. كان للقضبان مثل هذه الرؤية في الحياة: إذا كنت مترابطًا مع محيطك، فستزدهر؛ وإن لم تكن، فقد لا تنجو.

كان السفر قبل القضبان أمرًا مبهمًا غامضًا بالنسبة لفكرنا الحديث. نقل يوشيا كوينسي (1772–1864)، الرئيس الخامس عشر لجامعة هارفارد، الشعور بالرحلة بواسطة عربة تجرها الخيول، عندما شارك تفاصيل حول رحلته من بوسطن إلى نيويورك:

"استغرقت الرحلة إلى نيويورك أسبوعًا. كانت العربات قديمة والخيول مكبلة بها، وأغلب السروج مصنوعة من الحبال. زوج من الخيول يجر العربة ثمانية عشر ميلًا. بشكل عام، كنا نصل إلى مكان استراحتنا الليلة، إذا لم يطرأ أي حادث، في الساعة العاشرة. وبعد عشاء مقتصد نذهب إلى الفراش مع العلم بأنه يجب أن نستيقظ في الثالثة صباح اليوم التالي، والذي ثبت عمومًا أنه الساعة الثانية والنصف. بعد ذلك، سواء تساقطت الثلوج أو الأمطار، يجب على المسافر أن ينهض ويستعد بمساعدة مصباح محمول وشمعة ضئيلة، في المضي قدمًا على طرق غير ممهدة، وأحيانًا تظهر بلا شك على السائق أعراض السكر، التي لا يفشل الركاب الطيبون أبدًا في تحسينها في كل نقطة توقف عن طريق حثه على تناول كأس آخر من الخمر. وهكذا

قطعنا مسافة ثمانية عشر ميلًا في كل مرحلة، وفي بعض الأحيان اضطررنا للخروج ومساعدة قائد الفوج في رفع الحافلة من مستنقع أو مجرى، وأخيرًا وصلنا إلى نيويورك بعد أسبوع من السفر الشاق."

كان السفر بالعربة جزءًا منه رحلة استكشافية، وجزءًا كجهاز تنظيف الأحجار الدوار، مما جعل القطار ضيفًا مُرحبًا به. ومع سهولة السفر باستخدام خطوط السكك الحديدية، أصبح من الممكن إعادة رسم الخرائط ذهنيًا. ويمكن رؤية مثال على إعادة صياغة المسافة في أطلس جغرافيا الولايات المتحدة من عام 1932، الذي ينتقي بيانات التعداد حول السكان والتركيبة السكانية، وكذلك المدة التي يستغرقها السفر من نقطة إلى أخرى، أو معدل السفر. (انظر الشكلين 18 و19 للتفاصيل.) لقد مُثلت معدلات السفر على الخرائط بمنحنيات تشبه الخطوط الكنتورية (خطوط المناسيب) الموجودة على الخرائط الهامة لرياضة المشي لمسافات طويلة لإظهار الارتفاع. بدءًا من مدينة نيويورك، تُظهر الخريطة المسافة التي يمكن للمرء أن يقطعها خلال فترات زمنية محددة. كما تظهر أيضًا، أن السفر من نيويورك إلى واشنطن العاصمة في أوائل القرن التاسع عشر كان يستغرق خمسة أيام بواسطة العربة. تتسع الخطوط الكنتورية للرحلات التي تم إجراؤها بعد بضعة عقود فقط. في منتصف القرن التاسع عشر، أصبحت الرحلة من نيويورك إلى واشنطن العاصمة تستغرق يومين فقط بالقطار.

قبل القضبان، كان إذا نقل شخص عائلته النووية[1] على بعد خمسين

(1) يطلق مصطلح الأسرة النووية أو الأسرة النواة على الأسرة المتكونة من الزوج

ميلًا من منزل طفولته، كانت تستغرق هذه الزيارة يومين وستكون غير متكررة؛ أما مع القضبان، كانت نفس الرحلة تستغرق ساعتين وستتمكن الجدات من رؤية أحفادهن. في وجود السكك الحديدية، عاشت الأمة تجربة ما يسميه الجغرافيون ضغط الزمكان[1]. أي، مع تقليل الوقت المستغرق للانتقال من مكان إلى آخر، قلت أهمية المسافة بين هذه النقاط أيضًا. بعبارة أخرى، تقلص العالم.

قبل السكك الحديدية، كان السير من عشرين إلى ثلاثين ميلًا في الساعة سريعًا بشكل مذهل؛ كان هذا أسرع بمرتين إلى ثلاث مرات من سرعة العربة. كحال أي شيء جديد، لا بد من وجود اتجاه معارض له. "لو كان الله قد أراد أن تسير مخلوقاته الذكية بسرعة مخيفة تبلغ 15 ميلًا في الساعة بالبخار (السكك الحديدية)، لكان من الأجدر أن ينبئ بذلك من خلال أنبيائه القديسين." كان هذا هو رأي مجلس مدرسة لانكستر بولاية أوهايو في عام 1828 بشأن قدوم خطوط السكك الحديدية لربط الغرب بنهر المسيسيبي. لكن القطارات جاءت رغم الرفض ومعها جاءت السرعة.

بمجيء القضبان الفولاذية، تغيرت طبيعة التجارة أيضًا. قبل القطارات، كان على المتاجر الصغيرة تخزين كميات هائلة من المنتجات، مما قد يعرضها للتلف أو السرقة. لكن القضبان الحديدية يمكنها جلب مواد

والزوجة وأبنائهما فقط؛ فهي لا تشمل أي أقارب آخرين. (المترجم)

(1) نظرية time-space compression، ويشار بها إلى أي تغيير في صفات الزمان والمكان، ويرجعها البعض إلى نظرية إبادة الزمان بالمكان لكارل ماركس. (المترجم)

جديدة وإمداد المخازن كل عدة أسابيع قليلة، مما يتيح لأصحاب المتاجر العمل بموارد قليلة ومخاطرة أقل. علاوة على ذلك، غيرت أيضًا القضبان من هوية الأعمال الصغيرة. قبل السكك الحديدية، كان التجار على الحدود الغربية يعملون بشكل موسمي. في الصيف، تكون حركة البيع مستقرة، أما في الشتاء، فتتجمد الأنهار والقنوات، مما يعيق الزبائن والمنتجات من الوصول إلى المتاجر. كانت التجارة في ذلك الوقت وليمة تليها مجاعة. لكن السكك الحديدية جلبت تدفقًا مستقرًا من البضائع، حيث لم يعد السفر مرتبطًا بطبيعة الشتاء المتجمدة.

ساعد هذا السائل المنصهر المكون من الحديد والكربون في انتشار المنتجات في جميع أنحاء البلاد بفضل القضبان الفولاذية، ما جعلنا نتجاوز التفكير المنحصر في السلع المتوفرة محليًا فقط. تزايدت القضبان في الولايات المتحدة الأمريكية بمعدل هائل. في عام 1840، قبل عملية بِسِمِر، كان هناك 3326 ميل من القضبان الحديدية. وبحلول عام 1860، بعد عشرين سنة فقط، كان هناك 30600 ميل - أكثر بقليل من المسافة حول خط الاستواء. بحلول عام 1900، كان هناك ما يكفي من القضبان الفولاذية للتنقل حول العالم عشر مرات. وهذا يعني أن أي ركن من أركان الولايات المتحدة أصبح متصلًا الآن، وبهذا التقارب زادت شهية الأمة لمنتجات تلك المناطق.

جعل الفولاذ وقت العشاء أكثر إرضاءً لمختلف الأذواق في البلاد. لتوصيل كميات كبيرة من الطعام للجميع، ربطت القضبان المناطق بإمدادات المنتجات لتلبية احتياجات الأمة. قبل السكك الحديدية، كانت المجتمعات تعتمد حصريًا على عملهم الخاص، حيث كان الشراء والتسوق

محليًا هو نمط الحياة. ثم جاءت القضبان فربطت البلاد بمنتجات أخرى، وبدوره انعكس على تغيير هذا الفكر. كانت مينيابولس غنية بالدقيق، وشيكاغو بالماشية، ولويزيانا بالسكر، وميسوري بالذرة. كانت كل ولاية قادرة على إمداد الولايات الأخرى بمنتجاتها. ولكي يتم تبادل هذه الموارد، كان لا بد من وسيلة نقل قليلة التكلفة، وهو ما تمثل في القضبان الحديدية.

من خلال مزيج من الحديد والكربون، صُنع الفولاذ، وعلى يد القضبان الفولاذية تشابكت أرجاء الدولة، مما ساعد على بناء – وتغذية- الأمة. ومع ذلك، لم يتم تصنيع الفولاذ على نحو تام. لم يحدث بعد.

إجازة مُدمجة:

لم تكن إجازة عيد الميلاد كما نشهدها الآن. لم يظهر سانتا وغزال الرنة بعد عام من ولادة المسيح؛ وإنما تعين على الأطفال الانتظار لأكثر من ثلاثة قرون، على الأقل، حتى يأتي عيد الميلاد في ثوبه الحالي. بحلول القرن التاسع عشر، كان هذا العيد قد جَمَع ودَمَج عناصر مختلفة من التقاليد الدينية والوثنية الأوربية، متخذًا الشكل المعاصر الذي تعرفه أعيننا من خلال نشر تشارلز ديكنز لقصة ترنيمة عيد الميلاد في إنجلترا عام 1843. برواية ديكنز – وشخصياته المعروفة على مدى سنوات طويلة مثل إيبنزر سكورج وتيني تيم – اكتمل الشكل النهائي لتقليد عيد الشتاء.

وعلى الرغم من التحمس لعيد الميلاد في الخارج، لكنه لم يكن شائعًا هكذا حين وصل إلى الولايات المتحدة. " كانوا يحتفلون بالعام الجديد أكثر من عيد الميلاد"، هكذا قالت السيدة چان آن براون، البالغة من العمر مائة

وواحد، في حديثها إلى نيويورك تايمز عام 1894. لقد شهدت السيدة براون تغير طقوس هذا العيد على مدار حياتها. ما رأته كان على عكس اليوم، لم يفكر سكان نيويورك كثيرًا في عيد الميلاد. ولم يكونوا في ذلك وحدهم.

في فيلادلفيا، بدأ عيد الميلاد كعيد تافه، يجوب المحتفلون السكارى فيه الشوارع يتسولون. تُغلق المصانع بسبب فصل الشتاء، فتنفد الأموال لدى العمال، لذلك تستغل هذه النفوس العاطلة عن العمل هذه العطلة لطرق أبواب الأثرياء من أجل التبرعات. في نهاية المطاف، تطورت عادة الغناء من أجل الصدقات إلى فعل أكثر بهجة وهو الترانيم. بعد ذلك، تعالت مكانة عيد الميلاد بشكل عام ليتماشى مع قيم الطبقة الوسطى، وأصبح طقسًا "لتبادل الهدايا، وملء الجوارب، والعشاء العائلي"، كما كتبت الأستاذة سوزان ديفيس.

وما يُثبت تغير طقس عيد الميلاد، عدد الترنيمات التي ظهرت خلال هذه الفترة من الزمن، والتي تتضمن:

- سعادة إلى العالم 1839
- أصغ! الملائكة المبشرون يغنون 1840
- أيتها الليلة المقدسة 1847
- جاء في منتصف ليلة صافية 1850
- نحن ثلاثة ملوك 1857
- جنغل بلز (أجراس الميلاد) 1857
- أيتها المدينة المقدسة الصغيرة بيت لحم 1868

ولكن هناك وجهًا مظلمًا في تحول هذا العِيد أيضًا. تذكر المؤرخة بيني ريستاد أن عيد الميلاد تحول إلى موسم لتبادل الهدايا لدفع حركة الاقتصاد. وكانت أفضل طريقة لنقل المنتجات، والهدايا، ومستلزمات عيد الميلاد هي القضبان الفولاذية.

جُمعت أجزاء طقوس عيد الميلاد معًا في نسيج ضخم. جاءت أولًا شجرة عيد الميلاد، التي أصبح بيعها تجارة رائجة في القرن التاسع عشر. "هناك الآن سوق قيد التقدم حيث المنافسة حادة، والمتاجرة أشبه بما يمكن أن تجدها في أي بورصات تجارية،" هكذا ذكرت النيويورك تايمز عام 1893، "هذا السوق يتاجر فقط في شجر عيد الميلاد". من أول ديسمبر حتى عيد الميلاد، يبيع تجار ولاية مين الشجر في المدن. وعلى الرغم من أن ذلك ليس نادرًا في يومنا هذا، إلا أن بيع أشجار عيد الميلاد كان يستحق النشر وقتذاك. كانت تلك الأشجار تُنقل بالعربات من ولاية مين إلى مدينة نيويورك على القضبان الفولاذية.

وبجانب شجرة عيد الميلاد، جاءت بطاقات المعايدة. "لماذا كانت بطاقات عيد الميلاد، قبل أربعة أعوام، شيئًا نادرًا؟" هذا ما ذكره أحد العاملين في البريد الرسمي. "ثم أصيب العامة بالهوس ويبدو أن هذه التجارة تكبر كل عام." وكانت آخر مكونات وصفة عيد الميلاد، تقليد تبادل الهدايا. إذ ذكرت صحيفة النيويورك تايمز عام 1890: "ثمة وباء يُدعى تبادل الهدايا." لم يكن الجميع سعداء بما كان عليه عيد الميلاد. نشرت صحيفة نيويورك تايمز عام 1880: "يبدو أن الموضة باهظة، ومتهورة بعض الشيء، في الإنفاق، الناس من جميع الطبقات يتنافسون في شراء الهدايا الباهظة الثمن." على

الرغم من هذه المشاعر الفاضلة، انجرف المجتمع إلى الزخم الذي دفعته القطارات المليئة بأشجار، وبطاقات، وهدايا عيد الميلاد التي تتحرك على القضبان الفولاذية.

سوف يزعم بعض العلماء أن الولايات المتحدة كانت مقسمة بعد الحرب الأهلية ووفاة لينكولن، ومن ثم كان هناك حاجة إلى موحد عظيم. وقد استُحدث هذا العيد الشتوي لكي يخدم الدولة ويكون الواصل بين أَوَاصِرها. إن التسوق جزء من الثقافة الأمريكية، وجاءت القضبان الفولاذ لإتاحة فرصة أكبر له. تجلب القطارات البضائع، والناس إلى المتاجر لشرائها ومن هنا نشأ نظام دوري. هكذا، مُنح عيد الميلاد النبضة السريعة.

وُلد عيد الميلاد في قاعات الاجتماعات، وقُمط بالفولاذ. ومن مطالعة ميعاد عيد الشكر في الروزنامة، يتجلى لنا دليل آخر على كيف صنعت التجارة عيد الميلاد. أعلن أبراهام لينكولن عن أن عيد الشكر عيد قومي، وحدد له الخميس الأخير من شهر نوفمبر. بعد عقود، قدم فرانكلين روزفلت، بناءً على دعوة من قادة الأعمال وجماعات الضغط في المتاجر الكبرى، موعد عيد الشكر أسبوعًا آخر ليوافق الخميس الثالث من نوفمبر. هذا التغيير أطال من موسم عيد الميلاد، ومنح الناس وقتًا أطول للتسوق. بجرة قلم رئاسي، مُلئت القطارات عبر القضبان، مزهوة بإحضار هدايا سانتا إلى الفتيات والفتيان الصغار، ومساعدتهم على الاستمتاع بالعيد الذي ساعدوا - والفولاذ - في خلقه.

عام 1884، ذكرت مجلة العلوم أن عملية هنري بِسِمِر "كانت اختراعًا

استطاع، في مدة أقل من ربع قرن، أن يُحدث ثورة في بعض أكبر الصناعات البشرية." بمجرد أن أصبح الفولاذ سائغًا ووفيرًا، استخدم في صنع خطوط القضبان لربط الدولة. احتاجت الدولة إلى موحد عظيم، فتجلى المثال الأول في رجل عظيم يُدعى لينكولن، ومادة تُدعى الفولاذ، ربطت بين أواصر الدولة المتباعدة ولكن بطريقة أخرى. في البداية، قرب مزيج بِسِمِر المنصهر من الحديد والكربون، المسافات. ثم وضع حجر الأساس للعديد من المخلوقات العجيبة، من المدن إلى التجارة إلى عيد الميلاد الذي نعرفه، دافعًا بمجتمعنا في هذا العصر الفريد والمعقد.

الفصل الثالث

نقل

كيف منحت أسلاك التلغراف المصنوعة من الحديد ومؤخرًا النحاس، دفعة لأنماط التواصل السريعة، وكيف شكّلت هذه الأسلاك البيانات – والتعبير عنها.

مع ضوء الفجر المبكر:

في باكورة إحدى صباحات يناير عام 1815، نظر اللواء أندرو جاكسون، عبر منظاره، صوب ساحة القتال في لويزيانا حيث كان يصد ويعيق هجمات القوات الإنجليزية لأسابيع. لم يكن الرجال المجندون في قواته محترفين بأي حال من الأحوال وهم على ضفاف نهر المسيسيبي الموحلة، على بعد ستة أميال فقط جنوب مدينة نيوأورليانز. لقد دُرب جزء ضئيل منهم كجنود، أما الباقون فكانوا من رجال الحدود، والمتطوعين، ورجال الأعمال، والعبيد المحررين، والأمريكيين الأصليين، وعدد قليل من القراصنة. ظل بقاء أمريكا في قبضة أربعة آلاف رجل من غير المتأهبين في مقابل عشرة آلاف من ذوي الكفاءة من الجيش الإنجليزي.

كانت حرب 1812 دائرة منذ ثلاث سنوات، واستغرقت الأخبار المتعلقة بتقدم القوات، سواء بالسفر على ظهر حصان أو بالقارب، أسابيع

للوصول إلى الشعب. وكما هو متوقع، فإن الأمة الأمريكية الجديدة، التي لم تبني جيشًا كبيرًا بعد، لم تكن منتصرة. بالإضافة لذلك، كان هناك صراع خارج الأمة وداخلها. لم تكن الولايات موحدة في الشمال، وكان البريطانيون على يقين من أن توجيه ضربة مباغتة للجنوب في نيوأورليانز سيرتد صداها أيضًا في الغرب، مما يؤدي إلى انهيار هذه الأمة. الشخص الوحيد الذي وقف في طريق تقدمهم كان شخصًا حامي الطباع، مولع بالقتال، يدعى أندرو جاكسون.

كانت المعركة في نيوأورليانز بين أعداء من جهة، وبين طباع من جهة أخرى. كان قائد القوات الإنجليزية، اللواء السير إدوارد باكينهام، رجلًا عسكريًا يبلغ من العمر ستة وثلاثين عامًا، لعائلته صلات بالعائلة الملكية، شابًا، طويلًا قوي البنية، أنيقًا، يُدعى نيد، لسهولة تعامله مع جنوده الذين كانوا يكنون له كل الاحترام. على الجانب الآخر، جاكسون، ذو السبعة والأربعين عامًا، هزيل ومَسلُول بسبب الدوسنطاريا التي أعيت بدنه، والرصاصة التي جلست جوار قلبه واستقرت في صدره من مبارزة بمسدس عام 1805. كان له عند قواته لقب أيضًا، كان يدعونه أولد هيكوري (الجوزية العتيقة)، حيث كان ذلك أصلب نوع من الخشب عرفوه. تلقى جاكسون القليل من التعليم، وكان قائدًا مفتقدًا إلى الخبرة، تعوزه العبقرية العسكرية، لكنه يمتلك شراسة كلاب روت وايلر.

مع ضوء الفجر الباكر، يوم 8 يناير عام 1815، بدأت المحاولة الثالثة للجيش الإنجليزي لسحق القوات الأمريكية. كانت ساحة المعركة بالقرب من نيوأورليانز في حقول مزرعة قصب السكر، محصورة بين مياه المسيسيبي

البنية والمستنقع الأسود. كان خط چاكسون متراسًا به خندق مائي في المقدمة، منيعًا في المنتصف، ضعيفًا في نهايته. وضع العدو خطة لمهاجمة كل جانب، مستغلًا هذا الضعف. كان باكينهام، قائد القوات الإنجليزية، رجلًا مفكرًا استخدم إستراتيچية معقدة تتطلب تنسيقًا دقيقًا للحركات، وتعمل معًا بشكل مثالي مثل أجزاء الساعة. كان هناك أربع دُفعات: واحدة عبر وأعلى نهر المسيسيبي، وواحدة على حافة النهر، وأخرى على حافة المستنقع، وآخر دفعة في المنتصف. رأى باكينهام ساحة المعركة على أنها سباق عقلي على رقعة شطرنج، حيث الفوز متعلق بأسر قطعة واحدة؛ بينما رأى چاكسون أنها لعبة الداما، حيث الفوز بجمع مزيد من القطع على اللوحة.

مع إطلاق الطلقات، قلبت الطبيعة الموازين لصالح القوات الأمريكية. علقت القوارب الإنجليزية المرسلة عبر نهر المسيسيبي في الوحل، وجاء هجومها لقوات چاكسون من الخلف بعد فوات الأوان. لعب الخطأ البشري دورًا أيضًا. كانت الخطة تهدف إلى دفع بريطاني آخر للتقدم سيرًا على الأقدام، حاملين سلالم لتسلق المتراس بالإضافة إلى حزم قصب السكر لملء الخنادق، مما يسمح لهم بالسير فوق الماء. لكنهم نسوا السلالم والحزم. حين أُدرك "هذا الخطأ الجسيم"، عادوا ليجلبوا هذه الأشياء ثم يعودون، مزيد من التأخر في وقت حركات قطع الشطرنج يعطل تزامن الحملة.

عندما أطلقت الصواريخ الحمراء فوق الأمريكيين، أثارت الانفجارات الذعر في أرض المعركة الهادئة. ثبتهم چاكسون مثل الخيول الجامحة بكلمات حازمة مطمئنة وبأسلوب أبوي لتجاوز دوافعهم للفرار. بناءً على أمره، وقبل عصر الأسلحة الآلية، ضغطت أصابع السبابة على زناد المسدس أو

قدح المدفع الأمريكي، فأطلقوا وقذفوا النيران، ثم أطلقوا وقذفوا، وهكذا دواليك، مما تسبب في رعد سريع وقاتل يستهدف ذوي المعاطف الحمراء المتقدمة. هاجم البريطانيون المتراس وأطلقت بنادقهم النار. في أقل من ساعتين، خفت قوتها شيئًا فشيئًا حتى أطلقت بضع ضربات. ثم ساد الصمت.

بينما تصفو السماء من الأدخنة، نظر چاكسون عبر منظاره وشاهد الآلاف من ذوي المعاطف الحمراء على الأرض، متجمدين في أماكنهم يلتقطون أنفاسهم الأخيرة. كان باكينهام ميتًا، شُطر إلى نصفين جراء قذيفة مدفع، بينما كان چاكسون يحدق في ساحة المعركة بتلك الرصاصة القديمة التي استقرت على بُعد بوصات من قلبه. انتهت المعركة، وانتصر الأمريكيون الأقل احتمالًا للنجاح، وبالكاد أوذوا بمقتل مائة شخص فقط.

ومع ذلك، كان النصر عبثًا، هُلك البريطانيون والأمريكيون في سبيل العدم. ما لم يكن اللواء أندرو چاكسون يعرفه هو أن الحرب بين أمريكا وبريطانيا كانت قد انتهت بالفعل، قبل بدء المعركة في نيوأورليانز. كانت اتفاقية السلام قد وُقعت، قبل أسبوعين من قتال چاكسون والقوات الإنجليزية، عشية عيد الميلاد، في 1814 بمدينة غينت في بلچيكا، لإعادة حدود وسياسات الدولتين إلى ما قبل حالة الحرب. ولكن قبل اختراع تلغراف صمويل مورس، الذي جاء بعد ذلك بما يقرب من عقدين من الزمن، كان على رسالة السلام أن تسافر بالقارب مثل الشحنة. لقد استغرقت الرسالة أسابيع للوصول إلى واشنطن، ولم تصل حتى منتصف فبراير، حيث تم التصديق عليها بالإجماع في السادس عشر من الشهر. بحلول الوقت

الذي تلقى فيه جاكسون الأخبار الرسمية بعد أكثر من شهرين، في 6 مارس، بدأت المساحات الخضراء الخصبة في لويزيانا في ابتلاع المعاطف البريطانية الحمراء المقتولة.

في حقول القصب الجنوبية تلك، لقي الرجال حتفهم بلا هدف، لكن تأخر الرسالة كان له تداعيات أكبر.

للحظة وجيزة في التاريخ، وقف جاكسون أمام أفضل ما في أمريكا - جيش من السود والبيض، الأغنياء والفقراء، الجنود المهرة والهواة، الهنود والمستوطنين، وحتى عدد قليل من المجرمين. كانت الاختلافات بينهم عديدة، لكن ما يتشاركونه كان أعظم. جميعهم يتطلعون إلى فرصة كي يواصلوا سعادتهم في تقهقر القوات الإنجليزية. أثناء المعركة، وعد جاكسون السود بأن سيُهتم بشأنهم وسيلقون الاحترام كالبيض. في ساحة المعركة، انغمس جاكسون وسط الأمريكيين الأصليين للقتال ضد البريطانيين. بالقرب من ساحات القتال، جند جاكسون النساء لإعداد الملابس للجنود والضمادات للجرحى. وحد جاكسون أناسًا مختلفين. من رحم الاختلاف، كانوا واحدًا. لكن هذه الوحدة والقيمة التي وضعها جاكسون في هذه الأرواح لم تدم.

بعد انتصاره، زادت شعبيته، واضعة إياه على المسار السريع نحو كرسي الرئاسة. وبهذه الصفة، كان يجتث الشعوب الأصلية من أراضيهم، ويقضي على العديد منهم على طول طريق الدموع[1]. واصل استعباد الأمريكان

---

(1) طريق الدموع: مصطلح يُشار به إلى حملات التهجير القسري للسكان الأصليين

الأفارقه في الدولة، مُكدسًا ثروة طائلة من سواعد العبيد في مزرعته. تجاهل حقوق المرأة، من خلال توسيع نطاق حقوق التصويت لتشمل جميع الرجال البيض، وليس فقط أصحاب الأملاك. أصبح جاكسون معروفًا باسم رئيس الشعب، وهو ما انعكس على تحسين حياة الأشخاص الذين يشبههم. أما جميع الآخرين، فمثل القطع الموجودة في لعبة الداما، تم إرجاعهم أو تقييدهم أو إزالتهم كما في حالة الأمريكيين الأصليين. للحظة وجيزة في ساحة المعركة في نيو أورليانز، قاد جاكسون ووحد السود، والكاجون، والكريول، والهنود، والبيض. حفظ الأمة من العبودية، فأضحى موسى أمريكا، ثم خلف وعوده بعد الحرب، فتحول إلى فرعونها. لو وصلت رسالة السلام المرسلة بتلغراف صمويل موريس قبل هذه المعركة التي لا جدوى لها، لربما أحبط مسعى جاكسون إلى السلطة، ولربما سلكت أمريكا طريقًا مختلفًا.

رسائل بسرعة البرق:

حدَّق صمويل.إف.بي.مورس، من على متن السفينة سولي، نحو الوطن عبر المحيط الأطلسي، حابسًا دموعه. كان يبحر عائدًا إلى مدينة نيويورك على متن سفينة تحمل البريد والبضائع وتتحرك بفعل الرياح، مغادرًا من ميناء لوهافر، فرنسا، حيث يلتقي نهر السين بالقناة الإنجليزية. كان من المقرر أن يغادر مورس في الأول من أكتوبر عام 1832، وهو تاريخ قريب من ذكرى زواجه، تلك المناسبة التي أغرقته على مدى السنوات السبع الماضية في حزنه. في حين أن مورس قد أعلن أن إقامته في الخارج كانت لصقل مهارته الفنية

لأمريكا من مناطق جنوب شرق الولايات المتحدة إلى المناطق الغربية.(المترجم)

في الرسم ولتعزيز حياته المهنية، كان أصدقاؤه المقربون القليلون يهمسون أنه ذهب إلى أوربا لمدة ثلاث سنوات حزنًا على زوجته، لوكريشيا. أفجعته وفاتها بأزمة قلبية عام 1825، وحرمته السنوات التي تلتها من الشعور بالسكينة. لاحقًا، اعترف لأخيه أن "هذا الجرح ينزف يوميًا من جديد". وما فاقم من وطأة حزنه، هو أنه لم يودع محبوبته، وأن عبء الحياة بعدها أصبح ثقيلًا جدًا، لذلك هرب عبر المحيط الأطلنطي إلى أوربا. لقد شكلت أوربا ولندن بشكل خاص شبابه، ومنحته وقتًا للتدريب على الرسم، وأن يجدد عزمه على أن يكون فنانًا. هذه المرة، بصفته رجلًا مكتئبًا ومُعدمًا تقريبًا يبلغ من العمر 41 عامًا، أبحر مورس إلى فرنسا ثم إيطاليا، تاركًا أطفاله الثلاثة معية الأقارب والأصدقاء، على أمل الشفاء الذي يصاحب الزمان والمكان.

منذ أيام دراسته، كان كلما يتجول جوار المباني القديمة ذات الطوب الأحمر في ييل، تطلع إلى أن يصبح رسامًا. لقد نشأ للاستمتاع بما أسماه "الفرع الفكري للفن"، وشغل اللوحات بالجداريات والمشاهد التاريخية على عادة السادة الأوربيون. توقع أن يعيش حياة كريمة من ثمار عمله. لكن، لسوء الحظ، أصبحت هيئته البدنية الممتلئة التي يبلغ طولها ستة أقدام في ريعان شبابه، نحيلة ومسلولة. وما جعل الأمر أسوأ، أن معظم أعماله كانت في رسم اللوحات، وهو ما أحبه الأمريكيون، لكنه اعتبره نمطًا أقل تعبيرًا. ومع ذلك، لكسب لقمة العيش في العشرينيات والثلاثينيات من عمره، سافر مورس إلى مناطق متعددة من نيو إنجلاند، على بعد أيام قليلة فقط بالعربة من منزل والديه، وإلى ساوث كارولينا، حيث عائلة والدته، يرسم لوحات لمن يدفع.

لحسن الحظ، حصل مورس في يناير 1825 على فرصة العمر لدفع عمله إلى الخطوة التالية في عالم الفن. دُعي لرسم صورة كاملة الطول للماركيز دي لافاييت، القائد الفرنسي الذي قاتل جنبًا إلى جنب مع المستعمرين خلال الثورة الأمريكية، والذي كان أحد آخر الأبطال الباقين على قيد الحياة في هذه الحرب. كان تبجيل مورس للافاييت في المرتبة الثانية بعد جورج واشنطن، الذي كان صديقًا لوالد مورس، جديديا مورس، وهو قس بروتستانتي متشدد، وعالم جغرافي أمريكي ذائع الصيت. لم يرد جديديا أن يكون ابنه رسامًا. صمويل مورس، الذي كان يُطلق اسم فينلي على اسمه الأوسط، لم يرغب أبدًا في أن يكون فقيرًا أو أن يكون بعيدًا عن وطنه. حتى عندما كان فتى صغيرًا، هرب من مدرسته الداخلية ليكون معية والديه الصارمين. لذلك عندما تزوج مورس أخيرًا من لوكريشيا، التي التقى بها أثناء رسم لوحات في كونكورد، نيو هامبشاير، حصل أخيرًا على ما كان غائبًا في حياته، ذلك أن رباطهما كان "قوي العاطفة". أصابته وفاة زوجته بِالشَّلَل وأثرت فيه أيضًا الطريقة التي علم بها وفاتها.

في شتاء عام 1825، خلال اليومين الطويلين اللذين جلس فيهما لافاييت لرسم لوحته في واشنطن العاصمة، كتب مورس لزوجته من الفندق الذي يقيم به، عن الاحتفالات التي حضرها في البيت الأبيض. ختم الخطاب بتاريخ الخميس 10 فبراير بعبارة "أتوق إلى سماع أخبارك". أنجبت لوكريشيا طفلها الثالث قبل ثلاثة أسابيع فقط وكانت تقيم مع والدي مورس في نيو هافن، كونيتيكت. كان يُنظر إلى تعافيها على أنه بطيء، لكنه ملموس، وحالتها المزاجية بالتأكيد مبتهجة. حين تنفرد بنفسها في المساء، تتحدث عن

تطلعها إلى التواجد بجانب زوجها في مدينة نيويورك قريبًا.

بعد أيام قليلة من إرسال مورس خطابه لزوجته، تلقى بشكل غير متوقع رسالة يوم السبت من والده وعرف أن هناك شيئًا ما. والده، الذي كان صارمًا، لم يُهدر جهدًا على العواطف، مستهلًا خطابه بـ "ابني الحبيب." وتابعت الرسالة، "قلبي يتألم بحزن عميق" لنبأ "الموت المفاجئ لزوجتك العزيزة والمحبوبة لدينا بجدارة". لم تتلق لوكريشيا أبدًا خطاب مورس لأنه في اليوم الذي وضع فيه القلم على الورق، كانت قد ماتت بالفعل منذ ثلاثة أيام.

كانت لوكريشيا تعاني من مرض عضال "مرض بالقلب"، كما كتب والدها، أنهى حياتها ليلة الاثنين. عند تلقي الأخبار المأساوية، هرع مورس إلى نيو هافن على متن العربة من واشنطن. كان في بالتيمور يوم الأحد، ووصل إلى فيلادلفيا ليلة الاثنين، ثم إلى مدينة نيويورك الثلاثاء، ونيو هافن مساء الأربعاء. بحلول الوقت الذي وصل فيه مورس، كانت لوكريشيا قد دفنت منذ أربعة أيام.

عندما عاد مورس إلى الأستوديو الخاص به في مدينة نيويورك لإكمال لوحة لافاييت، عبرت الغيوم الداكنة على القماش عن الحالة المزاجية لمورس وليس كونها مجرد تقنية فنية لخلق التباين مع وجه القائد العريض. على مدى السنوات القليلة التالية، نفذ مورس الأعمال بشكل سطحي يفتقد الحماس ليضع نفسه في عالم الفن، وساعدت الشهرة التي اكتسبها في ملء الفراغ. لكن حياته بشكل عام كانت سطحية بلا فائدة. بينما تمر السنوات، رفض

الزمن عنده أن يتغير بعد وفاة زوجته لوكريشيا. لقد بغض البطء الذي سافرت به الأنباء إليه. لقد أزعجته من قبل الوتيرة البطيئة التي تتناقل بها الرسائل. قبل عدة سنوات، عندما كان شابًا في لندن، كتب لوالديه: "أتمنى أن أتمكن من إيصال الأنباء في لحظة؛ لكن ثلاثة آلاف ميل لا يُمكن تجاوزها في لحظة". ثم تابع: "علينا أن ننتظر أربعة أسابيع قبل أن نتلقى الرسائل من بعضنا بعضًا". لم تؤدِّ وفاة زوجته إلا إلى تعزيز ذلك التوق إلى المراسلات الأسرع، وأجبرته شدة فجيعته على أن يذهب في رحلة إلى الخارج بحثًا عن عزائه. وبهذا، اتخذ مورس الترتيبات اللازمة لعيش أطفاله الثلاثة مع أقاربهم، وبأسرع ما يمكن توجه إلى أوربا.

أثناء رحلته الطويلة التي استمرت عدة أسابيع على متن سولي عام 1832، تعرَّف مورس، الذي لم يقترب من الشهرة والثروة اللتين كانتا يتطلع إليهما عندما كان في الخارج، على مضض، على رفاقه التسعة عشر راكبًا على متن الباخرة. التقى جميع الضيوف لتناول الوجبات، وخلال الرحلة تفاعلوا أكثر بشأن عمل بعضهم، حيث نشأ مجتمع متقوقع يطفو على المحيط. ذات ليلة أثناء العشاء، تحدث تشارلز ت. چاكسون، طبيب من بوسطن تحول إلى عالم چيولوچيا، عن الطفرة العلمية في الكهرباء التي شاهدها أثناء حضوره لمحاضرات في كلية الطب في باريس. أصبح شغوفًا بالكهرباء والكهرومغناطيسية، حيث تتأثر حدوة حصان محاطة بدائرة كهربية فتصبح أقوى. تحدث الطبيب الشاب باستفاضة عن تجربة سرت فيها الكهرباء عبر أسلاك ملفوفة عدة مرات حول جامعة السوربون دون هدر للوقت. كان على وجوه زملائه الركاب تعابير مفرطة في الشك. لذا ذهب چاكسون

يخبرهم عن البطل الأمريكي بن فرانكلين، الذي طير طائرته الورقية الشهيرة أثناء عاصفة رعدية، لكنه أيضًا نقل الشرارات عبر عدة أميال من الأسلاك، ولاحظ أنه لا يمكن ملاحظة فرق بين وقت اللمس والشرارة الناتجة من الطرف الآخر. ومن هنا، اقترح أحد الأشخاص: سيكون من الرائع أن نرسل الأخبار بهذه الطريقة السريعة. سأل مورس، وهو يخرج من ذهوله، "لماذا لا نفعلها نحن؟"

استمرت المناقشة، ولكن ليس من أجل مورس. ثم ومضت في ذهنه فكرة كالبرق. بعد العشاء، صعد إلى سطح السفينة سولي، يغمره شعور بالراحة، أخرج كراسة الرسم الخاصة به، وأخرج عليها أفكاره. طوال الليل، كان عقله يدور في الهواء البارد حول فكرة استخدام الكهرباء لنقل الرسائل أو "تبادل الأنباء" عبر الأسلاك. خلال أيام دراسته الجامعية في جامعة ييل، تلقى مورس درسًا في الفيزياء مع جيرميا داي، أستاذ الفلسفة الطبيعية، الذي جعل جميع الطلاب يشكلون دائرة ممسكين بأيادي بعضهم البعض. ثم قام البروفيسور بعمل صدمة كهربية لأحد الشباب "شعرت كما لو أن شخصًا ما قد ضربني ضربة طفيفة في ذراعي." غمر ذلك مورس بالدهشة، وانتقلت الصدمة إليهم تلقائيًا. تساءل مورس إذا كان من الممكن أن تنتقل الكهرباء على الفور، هل من الممكن أن يحدث الشيء ذاته مع الرسائل أيضًا؟ يمكن أن يساعد هذا الاختراع تلميذًا في مدرسة داخلية على أن يلتمس الحُب من والديه أو تمكين مراهق أمريكي في لندن من التواصل مع أهله أو السماح للزوج بتوديع زوجته التي تحتضر.

في الصباح التالي، جلس مورس على طاولة الإفطار، مرتديًا ملابس

الأمس ذاتها، تفوح منها رائحة الليل المالحة الكريهة. في مساء ذلك الخريف، وسط المحيط الأطلسي، فكر مورس مليًّا، في تراجعه البحري عن الواقع المنعزل عن حياة المدن، صاغ كيفية التواصل مع العالم. لقد استحوذت عليه فكرته التي أطلق عليها التلغراف الكهرومغناطيسي، وسأل تشارلز. ت. چاكسون في كل فرصة، مدونًا الأفكار في دفتر ملاحظاته، محاولًا ابتكار طرق لإرسال رسائل برقية. ظلت اللوحات في مسكنه غير مكتملة حيث قدمت تأملاته شيئًا جديدًا - اختراعًا. كانت سولي، مثل حوت يونس، وفرت لمورس فرصة للتوقف، والتأمل، والمضي قدمًا في اتجاه جديد بعيدًا عن فنه، نحو الاختراع. بحلول الوقت الذي رست فيه السفينة سولي في ميناء مدينة نيويورك في الخامس عشر من نوفمبر، تبلورت فكرة مورس في ذهنه.

بمجرد أن رسي وقابل أخويه الصغيرين، روبرت وسيدني، كان الشيء الوحيد الذي استطاع أن يتحدث عنه هو فكرته حول آلة تُرسل "الأنباء" باستخدام الكهرباء. كان مورس بالخارج لمدة ثلاث سنوات، سعيًا من أجل تطوير مهاراته الفنية. كان غيابه يعني أن أشقاءه لديهم العديد من القصص عن الأطفال، والعائلة، والبلد. لكن سنواتهم الثلاث الثرية بالأخبار طغت عليها فكرته التي تبلورت خلال الأسابيع الستة الماضية في المحيطات. ركب مورس السفينة، كوعاء فارغ حزينًا محبطًا، لكن المحيط غمره بشغف جديد. حين نزل من السفينة، حصل على قدر جديد من الحياة، لكن أولويته الأولى كانت ليبني نفسه مجددًا، وليجد طريقة لدعم نفسه وأطفاله، الذين يعيشون دائمًا بعيدًا عنه.

في عام 1835، حصل مورس على منصب أستاذ للفن، في جامعة مدينة نيويورك (جامعة نيويورك لاحقًا)، والذي كان له بالغ الأثر في تغذية شعور الأنا بداخله. داخل جدرانها القوطية الآمنة، حاول مرة أخرى في إثراء الفن الراقي، ولمدة عامين سعى من أجل الحصول على تمويل كبير من الحكومة لأعمال التزيين في القاعة المستديرة في مبنى الكابيتول، بدءًا من عام 1834. ولأن أمريكا تحولت من الحلم الثوري إلى أمة عاملة، تطلعت العاصمة إلى أن تكون في مصاف المدن الأوربية، وإلى الحاجة إلى الأعمال الفنية التي تبرز هوية الدولة. بدا من المؤكد أن المهمة ستكون من أجل مورس، ولكن سرعان ما ضاعت تلك الفرصة العظيمة، مما خيب آماله بشكل كبير. وما جعل الأمور أسوأ، أصبح عدد الزبائن الراغبين في شراء لوحاته، يتناقص شيئًا فشيئًا. حمل مورس نفسه كأمير، لكن جيوبه كانت فارغة. شعر بالخيانة من طموحه. عندما تحدث عن الفن قال: "لم أتخلَّ عنه، وإنما تخلى هو عني".

كان عزاؤه متمثلًا في فكرته السرية عن التلغراف. بعد الإلهام الذي هبط عليه على سفينة سولي، وصل مورس منزله بشغفه الذي كان قد فقده بعد موت زوجته. بشعور نابع من الواجب، بدأ في تجميع القطع معًا في آلة بدائية لإرسال إشارات كهربائية عبر الأسلاك - التلغراف الكهرومغناطيسي الخاص به. أطلق عليه هذا الاسم للتفرقة بينه وبين التلغراف البصري (المرئي) الموجود بالفعل، حيث تُصدر عادة أقطاب الإشارة "بأذرعها" الميكانيكية، الموجودة في تلغراف هيل، رسائل من خلال رمز يُسمى سيمافور.[1]

---

(1) سيمافور: هو استخدام جهاز لإنشاء إشارة مرئية تنتقل عبر المسافة، ويسمى

صنع مورس تلغراف كهرومغناطيسي بدائي في الأستوديو الفني الخاص به في مدينته نيويورك، مستخدمًا ما في متناول يده من أدوات. أمسك بإطار خشبي يستخدمه لفرد قماش اللوحة الزيتية، وربطه بطاولة. ثم شطر قلم رصاص إلى نصفين. وساعة قديمة أزال منها الأقراص الداخلية.

تشبه آلة مورس الأدوات الموجودة في رياض الأطفال. إذ كان الإطار مزودًا بأرجوحة صغيرة، في مقعدها قلم رصاص بدلًا من طفل يتأرجح. وبدلًا من أن تدفع الأم الأرجوحة، يوجد مغناطيس على شكل حدوة حصان ملفوف، يُحرك القلم إلى الأمام والخلف، بفعل نبضات الكهرباء في الأسلاك. حيث تدفع تلك النبضات، كإصبع خفي، القلم الرصاص لأعلى وأسفل الورقة، محدثًا خربشات في شكل رقصات متقطعة. يشبه الأثر الناتج، ورقة الخط للصف الثالث مدونًا عليها v، حيث تتداخل الأحرف فيما بينها وتتباعد. النقطة السفلية في الحرف تُمثل وحدة النبضة التلغرافية، والخطين على جانبيها يمثلان الشرطة. نتجت هذه النقاط والشرطات بواسطة الإشارات الكهربية الناتجة من الطرف الآخر لتلغراف مورس الكهرومغناطيسي- آلة الإرسال التلغرافية.

لإرسال هذه الرموز، استعار لعبة أخرى من روضة الأطفال: أرجوحة. عند ارتفاع أحد طرفي الأرجوحة، ينغمس الطرف الآخر، المزود بأسلاك بارزة مثل أنياب الأفعى الجرسية في حوض من الزئبق السائل، لاستكمال الدائرة الكهربية وتوجيه الكهرباء عبر كابل نحاسي إلى جهاز الاستقبال. ومن

بالتلغراف البصري، ويعود اختراعه إلى الفرنسي كلود تشابي. (المترجم)

أجل أن يرسم النقاط والشرطات، صهر جزءًا من الموقد الخاص بشقيقه، وسكب الرصاص السائل منه في قالب، ما أدى إلى حرق جزء من السجادة عن طريق الخطأ، ليصُبّ مسطرة مسطحة. ثم كسر المسطرة إلى قطع قصيرة ذات حواف مدببة، مثل أسنان المنشار، لكن لم تكن كل الأسنان موجودة. حيث تدل المواضع ذات الأسنان على النقطة؛ في حين تمثل المواضع الخالية منها على الشرطة. ومن خلال ملاحظاته على متن سولي، وضع مورس رمزًا من الأرقام قائمًا على مقدار هذه الأسنان والمسافة بينها.

في الأستوديو الخاص به، قام مورس بوضع هذه القطع المعدنية ذات الرموز لتنزلق على الأرجوحة. حين يدفع السن طرف الأرجوحة إلى أعلى، يندفع الجزء الخلفي للأسفل، مطلقًا نبضًا كهربائيًا إلى جهاز الاستقبال. كتب القلم الرصاص حرف V على قطعة الورق، بواسطة أقراص الساعة. ثم ترجم مورس النقاط والشرطات الناتجة إلى أرقام ثم ترجم الأرقام إلى كلمات مدرجة في القاموس الذي أعده.

تطلبت هذه الأدوات الكثير من الجهد لإتقانها، على الرغم من ندرة لمسة الجماليات فيها، على عكس أعمال الرسام الأخرى. بالقليل من المال الذي كان لديه، اشترى مورس الأسلاك لكي يَمُدها عبر شقته لجعل الرسالة تنتقل لمسافات أطول. ذات مرة، عندما أزاح السن الحامل للرسالة، ودفع المُرسِل لإكمال الدائرة، لم يتحرك جهاز الاستقبال الخاص به. حاول عدة مرات، وشدد الأجزاء للتأكد من أن التوصيلات سليمة. لكن لا شيء مبشر حتى الآن.

وصلت معرفته كهاوٍ إلى أقصى حدودها، وأصبح بحاجة إلى الخبرة العملية. في عام 1836، توصل إلى زميل في جامعة نيويورك، البروفيسور ليونارد غيل، خبير الكيمياء الذي اكتشف المشكلة على الفور. كما تحتاج المياه إلى مزيد من الضغط لتنتقل إلى مسافات طويلة، تحتاج الكهرباء أيضًا إلى دفع إضافي لتنتقل بعيدًا. كان لدى مورس بطارية واحدة مثلما تعلم من دروس البروفيسور بنيامين سيليمان في جامعة ييل، لكن غيل اقترح استخدام عدة بطاريات تُوصل على التوالي، مثل صفوف الجنود، كل منها يعطي الكهرباء شدة إضافية. فحص غيل أيضًا مغناطيس حدوة الحصان الملفوف بالأسلاك. كان لدى مورس عدد قليل من الحلقات النحاسية الرخوة حول المغناطيس، لكنه كان بحاجة للعشرات منها إن لم يكن المئات لجعل المغناطيس قويًا بدرجة كافية. قرأ غيل عن هذا في ورقة علمية أعدها الفيزيائي جون هنري عام 1831، الأستاذ في جامعة نيوجيرسي (برينستون لاحقًا). دَون مورس التغييرات المطلوبة للعمل بها.

عمل مورس على اختراعه وفنه، لكنه كان متذبذبًا أيضًا بالسياسة. نشأ بولاء قوي للبروتستانت، كارهًا البابا والكنيسة الكاثوليكية. لم يكن في ذلك وحده. مع تدفق الأعداد الهائلة للمهاجرين، خشي العديد من الأمريكيين من أن يصبح نصيبهم من الكعكة الأمريكية أقل بسبب الوافدين الجدد. كتب مورس: "مؤسساتنا الديمقراطية تعاني، وناشد بوجوب حماية أمريكا من هذه المخاطر التي تهدد المؤسسات الديمقراطية، الناتجة عن تدفق المهاجرين الأجانب الأشرار". تحول غضب مورس والجماهير الغوغائية إلى كراهية كاملة تجاه أشخاص من أصل قومي معين ومذهب ديني بعينه.

أحاط نفسه بجماعة تحمي المواطنين الأصليين، يسمون أنفسهم مواطني أمريكا الأصليين. كُسر قلبه مما شاهده في حياته الشخصية، ومما لاقاه من فنه، فكانت أمريكا حبه الأخير، وكان لديه فكرة قوية حول من يمكن أن يكون مواطنًا ومن لا يصلح، حتى أنه كان يؤمن بأن العبودية ترتيب إلهي للمجتمع. ولكي يحمي هذه الصورة لبلده، ترشح لرئاسة بلدية نيويورك من خلال برنامج معادٍ للمهاجرين والكاثوليك. لقد حقق شهرته التي طال انتظارها، وحصلت الهوية الصعبة الانقياد على شخص بليغ للتحدث نيابة عنها. خسر مورس بشكل رهيب، وسرعان ما عاد هذا الرجل المتقلب المزاج، الذي كان والده دائمًا ما يوجه اللوم له بقوله "من المستحيل أن تتمكن من القيام بأمرين في نفس الوقت بشكل جيد"، إلى اختراعه. لكنه لم يتوقف عن الترويج لأفكاره حول من يُعد أمريكيًّا ومن لا يستحق ذلك.

أثناء عمله على تلغرافه، متواريًا عن الأنظار إلى حد كبير، بدأ مورس في النهاية في عرض اختراعه بشكل خاص لطلاب جامعة نيويورك. نجحت عروضه في أغلب الأوقات، لكنه بدأ يقلق. إذ أعلنت الصحف عن تلغرافات أخرى، وخاصة من النوع البصري (المرئي)، في فرنسا. أصبح تحديد المبتكر الأساسي للتلغراف أكثر صعوبة، لذلك عرض مورس عمله في العلن وجعل الصحافة تكتب عن اختراعه، كطريقة لوضع الأمور في نصابها الصحيح. نجحت جهوده، لكنها جاءت بنتائج عكسية أيضًا. بعد ذلك بوقت قصير، قرأ الدكتور تشارلز ت. چاكسون، المتحمس للكهرباء الذي كان على سولي، مقالًا عن مورس، وأصر على أنه كان شريكًا في الاختراع وأن المقالات المستقبلية يجب أن تقول ذلك. لم يوافق مورس، الذي

سلم كل شرايين حياته إلى التلغراف. نمت الحدة بينهما، ما هدد بالتدخل القانوني، حيث كافح مورس في تحمل عبء الإشارة الكهربائية.

في 2 سبتمبر 1837، عرض مورس تلغرافه البسيط على مجموعة من الأصدقاء والطلاب والأساتذة، مرسلًا بنجاح إشارة كهربائية عبر ثُلث ميل من النحاس. امتدت الأسلاك فوق غرفة طويلة كانت قاعة محاضرات للبروفيسور غيل. وكان أحد المشاهدين ألفريد فيل، طالبًا سابقًا في الثلاثينيات من عمره، يعمل خَرَّاطًا في مصنع الحديد الخاص بوالده في نيوجيرسي. كان فيل مغرمًا بما رآه، وأيضًا بإمكانياته. كانت لديه وجهة نظر مغذية للأشياء البائسة، لأنه كان يتمتع بقلب كاهن بروتستانت، وهو نداء داخلي عمل من أجله، لكن صحته منعته. كان يبحث، بوجهه الصبياني وشعره الداكن وحِلم القديسين، عن رسالة حياته الجديدة. بالنسبة له، بدت آلة مورس بدائية، لكنه كان يعلم أن لديه الأيدي المعالجة، لتحويل هذا الإطار الخشبي إلى آلة معدنية بأجزاء ميكانيكية وكهربائية. لقد أكمل فيل الهادئ الماهر، ومورس المتحمس، بعضهما البعض، لذا تعاونا ليشكلا نسخة عصر چاكسون من ستيف جوبز وستيف وزنياك.

بعد أشهر من الكفاح من أجل تصميم التلغراف الكهرومغناطيسي في حِلته المعدنية والحصول على إشارات لتمديد أطوال أخرى مع ابتكار مغناطيس استقبال (أو مُرحِّل)، بدأ حظهم يتغير. أصدر الكونجرس منشورًا يطلب من المخترعين مشاركة أفضل أفكارهم واختراعاتهم لإرسال رسائل لمسافات طويلة. عندما قرأ مورس الإعلان، كاد أن يتذوق حلاوة النصر. ركز فيل ومورس طاقاتهما على الفوز في هذه المنافسة.

عندما أصبح التلغراف أكثر متانة، تقدم مورس بطلب للحصول على براءة اختراع أولية (طلب إبلاغ) في سبتمبر 1837، لتأمين موطئ قدم داخل الآلية القانونية. بخصوص التجميع، بدأ فيل الاختبار في مصنع سبيدويل لصناعة الحديد التابع لوالده في موريستاون، نيوجيرسي، والذي أتاح مساحة أكبر على أرضياته الخشبية وأدوات تصنيع أفضل من غرف مورس بمدينة نيويورك. في أحد أيام يناير الباردة، الموافق 6 يناير 1838، أجرى فيل الاختبارات بنجاح مستخدمًا ميلين من الأسلاك الممتدة حول الجدران داخل المرأب القديم.

مع ازدياد ثقتهم، بدأ الاثنان في إظهار أجهزتهم علنًا، للتحضير للعرض في واشنطن. في البداية، أرسلا رسائل من الشرارات الكهربائية عبر ميلين من الأسلاك أمام المئات من مواطني موريستاون، ثم أرسلا رسالة عبر عشرة أميال في جامعة نيويورك، ثم في معهد فرانكلين بولاية فيلادلفيا. مع تطور التلغراف، استبعد مورس طريقته المتضخمة لتحويل آلاف الرموز الرقمية إلى كلمات من قاموسه، مستعيضًا برموز بسيطة من النقاط والشرطات ترادف الأحرف والأرقام. وباختبارات ناجحة وأبجدية جديدة، كان مورس مستعدًّا ليُظهر للمسؤولين الحكوميين في واشنطن ما يمكن أن يفعله اختراعه.

في واشنطن العاصمة، بدأ مورس في عرض تلغرافه يوم 15 فبراير، حتى أنه قدمه أمام الرئيس مارتن فان بورين في 21 فبراير. وصلت رسالته بنجاح على مدى عشرة أميال من الأسلاك. السياسيون الذين لا ينضب معين كلماتهم، لم يكن لديهم أي تعليق. قام المنافسون الآخرون الذين

اختبروا أنظمتهم أمام الحكومة بنقل "الرسائل" باستخدام عملية الإشارة البطيئة للسيمافور. كان مورس قادرًا على نقل عشر كلمات في دقيقة واحدة، وهي أسرع وسيلة اتصال شهدتها البشرية على الإطلاق، مما جعل تلك الأساليب الأخرى عاجزة عن الكلام تقريبًا. استحق هذا النصر احتفالًا أكبر. لكن مورس لم يكن قد تغلب بعد على التحدي المتمثل في إيجاد وسيلة لتوفير نفقات التطوير وإطلاق اختراعه الجديد. سيتطلب ذلك حرفيًا إجراءً من الكونغرس بوضع مشروع قانون لتمويل تركيب خطوط التلغراف.

أثناء انتظاره للمشرعين لاستكمال مشروع القانون الخاص به، قطع مورس رحلة طويلة إلى إنجلترا ومراكز أخرى في أوربا في مايو 1838 للحصول على براءات اختراع أجنبية. تقدم بطلب للحصول على براءة اختراع أمريكية في إبريل وشعر بالثقة في أنه سيحصل عليها. مع رائحة النصر اللطيفة التي تنبعث من أنفه في الولايات المتحدة، توجه مورس إلى الخارج صوب أوربا وروسيا ليرى ما المكاسب الأخرى التي قد تكون ممكنة.

حاول مورس أن يحصل على براءة اختراع إنجليزية، لكن المسئولين لم يهتموا حتى بسماع طلبه، حيث كان هناك بالفعل تلغراف إنجليزي. بينما كان مورس يكدح في الولايات المتحدة، كان هناك مخترعان في إنجلترا - تشارلز ويتستون ووليام كوك - يعملان على نسختهما الخاصة من إرسال الرسائل عبر خطوط الكهرباء. حاول مورس أن يظهر تميز وفرادة فكرته، في محاولة لاقتطاع مساحة لبراءة اختراعه. في التلغراف الإنجليزي، جُعلت الرسائل مرئية باستخدام إبر بوصلة منحرفة؛ بينما استخدم مورس مغناطيسًا كهربائيًا لتحريك قلم رصاص على الورق. في النسخة الإنجليزية، يدل

موقع الإبر الخمس على حرف؛ أما مورس، فترجم رمزًا بسيطًا يعتمد على النقاط والشرطات. في التجربة الإنجليزية، تُنقل الإشارات بواسطة ستة أسلاك، بينما يحتاج مورس إلى سلك واحد فقط. إلى جانب ذلك، يكتب تلغراف مورس الرسالة على عجلٍ، بينما لا يقدم الآخر هذه الميزة. بدا الفارق واضحًا بالنسبة له، لكن شوقه إلى تصنيف نفسه على أنه مخترع التلغراف ونشر جهوده في صحافة الولايات المتحدة جاء ضده، حيث إن الإعلانات العامة للاختراعات تلغي فرص الحصول على براءة اختراع في إنجلترا. بالإضافة إلى ذلك، لم يهتم المسؤولون بالنظر في التفاصيل الشيطانية لطلبه. لهذه الأسباب، كانت الرحلة إلى إنجلترا للحصول على براءة اختراع فاشلة. ومن ثم انتقل إلى فرنسا.

لم تكن نتائج زيارته لباريس أفضل. في حين أن تلغرافه كان يلبي معايير منح براءة الاختراع، كان لدى فرنسا شرط إضافي يفيد بأن الاختراع يجب أن يكون قيد الاستخدام في غضون عام. كانت محاولات مورس لتدعيم تلغرافه واعدة في البداية، ولكن بعد ذلك تلاشى هذا الاحتمال. أيضًا لم تقدم روسيا أي عزاء لهذه الخسارة. بعد ما يقرب من عام في الخارج، منفقًا وقتًا ثمينًا لتحسين تلغرافه، عاد مورس إلى الولايات المتحدة في إبريل 1839 خالي الوفاض.

في عام 1840، تم إصدار براءة اختراع مورس الأمريكية في 20 يونيو، لكن تركيب شبكة التلغراف لم يزل بعيد المنال. بعد ذعر الأزمة المالية عام 1837، ألقت سحابة من الكساد بظلالها القاتمة على جميع الأفكار الجديدة في الكونجرس وفي البلاد، مما جعلها في حالة سبات تام. في غضون ذلك، في

إبريل 1841، حول اهتمامه من اكتشافه إلى ترشحه لرئاسة بلدية نيويورك، ومجددًا عاد إلى رسالة المواطنة ومناهضة الكاثوليكية. ومع ذلك خسر مرة أخرى. وبخوضه حملته الانتخابية، ملأ وقت فراغه في كفاحه من أجل تلغرافه. وقتذاك، كان لا يزال هناك تحرك ضئيل للغاية بشأن مشروع القانون، لذا سافر المرشح السياسي السابق إلى واشنطن لجذب الاهتمام. تعثر في طريقه بالتلكؤ البيروقراطي مرة تلو الأخرى. كتب في 23 يناير 1843: "ما زلت أنتظر، وأنتظر". بعد بضعة أيام، كتب أن الإنتِظَار "أصبح أكثر حيرة وألمًا".

عندما ظهر أخيرًا مشروع القانون بعد شهر في 21 فبراير 1843، قوبل بالسخرية. اعتقد أحد النواب المفوهين أن تلغراف مورس هو شيء من عالم آخر. في أربعينيات القرن التاسع عشر، ازداد استخدام المغناطيس في العلاجات الطبية الزائفة، وانحط فهم العامة لعلم المغناطيس. لذا، حين جاء وقت التصويت في 23 فبراير 1843، مُرر مشروع قانون التلغراف لمورس بأغلبية ستة أصوات فقط (89 موافقة، 83 رفضًا، وامتناع 70 عن التصويت).

النصر حلو، بيد أن عمره قصير. لقد قاده إنجازه إلى المهمة التالية المتمثلة في الاستماع إليه في قاعة مجلس الشيوخ. لكن الوقت قد فات. ستنتهي جلسة مجلس الشيوخ سريعًا، وقد تم وضع المئات من مشاريع القوانين قبل جلسته. متفانيًا، ظل مورس يقظًا في مجلس الشيوخ وفي الليلة الماضية، 3 مارس، جلس في معرضه بصحبة مرض معدته المزمن و"جزء ضئيل من الدولار"

في جيبه كان يرافقه. كان قلقًا من أن يصبح مثل سيزيف[1]، إذا لم يتم تمرير مشروع القانون، سيُحكم عليه بدفع صخرة التشريع هذه إلى أعلى التل مرة أخرى – إذا لم يكن قد مات جوعًا أولًا. بالنظر إلى هذا الكم من مشاريع القوانين أمامه، فإن فرص الاستماع إلى مشروع القانون الخاص به لا تبدو مرجحة. لم يستطع تحمل مشاهدة أحد عشر عامًا من العمل محطمة تحت الركام. قبل أن يُطرح مشروع القانون الخاص به على الأرض، رفع نفسه، كما لو كان سيدفع ضريبة للجاذبية الأرضية، وتوجه إلى الفندق المزدحم الذي كان يقيم فيه.

أثناء تناوله الإفطار في صباح اليوم التالي، حيته آني إلسورث، الابنة المراهقة لزميله هنري إلسورث، مفوض مكتب براءات الاختراع بالولايات المتحدة. كانت برؤيتها تُدخل عليه السرور دائمًا، على الرغم من البؤس الذي حل به. جاءت آني لتهنئته. كان مشروع القانون الخاص به قد مر دون معارضة في الساعة الحادية عشرة ووقع عليه الرئيس ليصبح قيد التنفيذ. حصل مورس على 30 ألف دولار (حوالي 0.9 مليون دولار اليوم) لتركيب خط التلغراف من واشنطن إلى بالتيمور، على بعد أكثر من أربعين ميلًا.

نفض مورس عباءة اليأس، وغمره شعور غريب من الفرح عندما سمع هذا الخبر. أسكرته نشوة هذه السعادة الوافدة حديثًا، وقدم هدية إلى الساعية

---

(1) كان أحد أكثر الشخصيات مكرًا في الميثولوجيا الإغريقية، حيث استطاع أن يخدع إله الموت ثاناتوس وتسبب في غضب كبير الآلهة زيوس، فعاقبه بأن يحمل صخرة من أسفل الجبل إلى أعلاه، فإذا وصل القمة تدحرجت إلى الوادي، فيعود إلى رفعها إلى القمة ويظل هكذا إلى الأبد، فأصبح رمزًا للعذاب الأبدي. (المترجم)

الأنثوية. وعد الشابة آني إلسورث، بأنها ستكون أول من يصيغ رسالة بهذا التلغراف. الآن كان عليه أن يصنع طريقًا سلكيًا سريعًا لنقل كلماتها المكونة من الشرارات الكهربائية.

مع جفاف الحبر الموجود على المشروع، أصبح لدى مورس هدف؛ ربط واشنطن العاصمة وبالتيمور بنظام التلغراف الخاص به. بما في حوزته من مال، شكل مورس فريقًا من الرجال، متضمنًا السيد فيل، الذي أشرف على المعدات؛ والبروفيسور غيل الذي قدم الدعم العلمي؛ والوافد الجديد البروفيسور چيمس فيشر، الذي أشرف على السلك وتركيبه. احتفظ مورس بإحصاء الميزانية والجدول الزمني. كانت الخطة تهدف إلى دفن شبكة الأسلاك تحت الأرض، داخل أنابيب واقية من الرصاص. لكن دفن الأنابيب لم يكن سهلًا. بعد إثارة بعض الجدل، وجد مورس صانعًا بارِعًا للرصاص، وقابل أيضًا شابًا يدعى عزرا كورنيل، يمكنه استخدام محراثه الذي يشبه السكين لقطع خندق في الأرض لتثبيت الأنبوب. تقدمت عملية حفر الخنادق، لكنها تخلفت عن جدول مورس.

كان هناك المزيد من السقطات. بحلول ديسمبر 1843، اضطر مورس إلى الاستغناء عن فيشر بسبب الأسلاك المعيبة والأنابيب المُسربة، واضطر غيل إلى الاستقالة بسبب حالته الصحية السيئة، وكان على الشتاء أن يُظهر هيمنته على أي مشروع خارجي. وقف مورس عملية التركيبات ريثما يحين الربيع. لكن أثناء توقفه، وقع في شرك مخطط من قبل سياسي محتال يُدعى فرنسيس سميث، الذي سلب أموالًا من مشروع الحكومة ووضعها في جيوبه. جعلت جهود مورس ليخرج من شرك سميث، التحديات التقنية

الشائكة للتلغراف ممتعة إلى حد ما.

في مارس 1844، استأنف عملية تركيب الأسلاك. لكن هذه المرة، كانت الأمور تسير بشكل مختلف. تم تركيب الأسلاك العلوية وأجرى اختبار الكابلات بشكل متكرر. عندما اقتربت الشبكة من أن ترى النور، توصل مورس وفريقه إلى مخطط لجذب الجمهور إلى ابتكارهم. خطط حزب اليمين، الحزب السياسي المنافس للديمقراطيين، لعقد مؤتمره في بالتيمور، حيث سيعلن عن نائب الرئيس. سال لعاب كلٍّ من الصحفيين والسياسيين على هذه الأنباء، والتي عادة ما تأخذ يومًا أو أكثر لتلقيها، اعتمادًا على مواقعهم.

أراد مورس أن يجلب تلك اللقمة اللذيذة من المعلومات للأرواح الجائعة في العاصمة، في غضون جزء بسيط من الوقت: في بضع دقائق فقط. ومع ذلك، كان خط التلغراف لا يزال على بعد أميال عديدة من بالتيمور. لذا، توصلا مورس وفيل إلى حل. في الأول من مايو 1844، سافر اسم مرشح نائب الرئيس يدويًّا على متن قطار من بالتيمور إلى نقطة نهاية التلغراف، حيث أرسل فيل الأخبار إلى مورس في العاصمة. أعاقت السحب الممطرة القاتمة حمولة الأخبار، حيث انتقل اختراع مورس من لعبة إلى جهاز. عندما وصلت رسالة فيل، جذبت سرعة الرسالة اهتمامًا أكبر من الحماس نحو لائحة المرشحين التي تضم هنري كلاي / تيودور فريلينجهايسن.

مع اكتمال نظام تشغيل التلغراف، حان أخيرًا يوم الإعلان في 24 مايو. أفسحت الطبيعة الأم الطريق لهذا اليوم السعيد من خلال إزالة الغيوم من

السماء، وإزالة الرطوبة الدائمة في العاصمة، ومنح نفحة من الرياح الخفيفة لتهدئة الحاجب العصبي. كانت خطة مورس أن ينقر على النقاط والشرطات، وسيعيد فيل نفس الرمز مرة أخرى. انتظر فيل في بالتيمور رسائل مورس السريعة كالبرق من مكتب المحكمة العليا في واشنطن العاصمة.

وبالفعل كما وعد مورس، جعل آني إلسورث ترسل أول برقية رسمية. ناشدت آني والدتها، وهي امرأة متدينة، أن تأتي باقتباس ينم عن المهابة والعجب من هذا الاختراع، ويعبر أيضًا عن الرهبة التي أثارها. اختارت السيدة إلسورث مقطعًا من الكتاب المقدس (من الأعداد 23:23) وأعطت آني الورقة إلى مورس، الذي حول الكلمات الموجودة على الورق إلى نبضات كهربائية. أدخل الكلمات:

نقطة، شَرطة-شَرطة، مسافة،

نقطة-نقطة-نقطة-نقطة، مسافة،

نقطة-شَرطة، مسافة،

شَرطة، مسافة.

مكتبة
t.me/soramnqraa

من خلال هذه النقاط والشرطات، المصحوبة بالنبضات القصيرة والطويلة المستمرة، حصل فيل على الشفرة في بالتيمور وأعاد نفس الرسالة، إيذانًا بعصر جديد في التواصل من خلال الرسالة التالية: "ما هذا الذي صنعه الله".

كان التلغراف معجزة هندسية، حيث يوفر تبادل الأخبار والمعلومات برسائل سريعة كالبرق، ولكنه سرعان ما أصبح جزءًا من النسيج الاجتماعي

للأمة، وناسجها في آنٍ واحد. سوف تخدم أعجوبة مورس الأمة، وفي غضون بضعة عقود فقط سترسخ أيضًا عادة وطنية جديدة لاستهلاك الأخبار. لقد أصبح هذا واضحًا بشكل خاص خلال الفترة القصيرة لچيمس أ. غار فيلد، الرئيس العشرين المحبوب للولايات المتحدة.

العالم عند فراش الرئيس:

تفصل الرئيس چيمس أ. غارفيلد بضع دقائق قليلة عن بداية إجازته الصيفية من مهام البيت الأبيض. بدءًا من محطة سكة حديد بالتيمور وبوتوماك في صباح يوم السبت، 2 يوليو، 1881، بعد أربعين عامًا تقريبًا من أول تلغراف لمورس، خطط للرجوع إلى مزرعته في مينتور، أوهايو. لكن كان على الرئيس أولًا أن يحضر لقاء الخريجين الخامس والعشرين لدفعته في ويليامز كوليدج، حيث سيلقي خطابًا ويحصل على درجة فخرية. كان غارفيلد سعيدًا أيضًا لأنه سرعان ما سيرى زوجته، لوكريشيا، التي كانت تتعافى من الملاريا بالقرب من المحيط في نيوچيرسي. في غضون ساعات قليلة، سينقله القطار إليها مثل رسالة التلغراف، وسينعمون معًا بالنسيم على شاطئ چيرسي. بالنسبة لغارفيلد، كان هذا اليوم قد تأخر كثيرًا ولم يستطع هو الهرب من مهامه بسرعة كافية، لأن درجات الحرارة الشديدة في عاصمة البلاد بخرته، مثل سرطان البحر في خليج تشيسابيك القريب. عندما خرج غارفيلد من العربة أمام محطة القطار، دفع جسده القوي على الدرجات الحجرية لمدخل شارع ب، متجاوزًا صفوف المقاعد الخشبية في المساحة الأمامية الصغيرة الهادئة لغرفة انتظار السيدات. وبينما يتوجه ناحية القاعة الرئيسية سمع دوي مفرقعات نارية ثم شعر بالمزق الحارق في ذراعه

الأيمن. بينما يفكر فيما إذا كان يجب القتال أم الفرار، توقف هذا النقاش عندما سمع صوت المفرقعة الثانية، وتبع ذلك سيل من الألم في ظهره، ما تسبب في ارتطام جسده وركبتيه أولًا على الأرض الرخامية.

كان چيمس بلين، وزير الخارجية، قد رافق الرئيس إلى محطة القطار ليختلس بضع دقائق أخرى من العمل أثناء ركوب العربة. دخل المحطة هذان الرجلان، ذوا اللحية والكاريزما، متأبطين ذراعيهما، تائهين في محادثة حول كيفية إدخالهما رئاسة غارفيلد الجديدة سجلات التاريخ. ولكن عندما شهد بلين سقوط صديقه على الأرض، انفجرت فقاعة النشوة لمحادثاتهما، وصرخ هذا السياسي والخطيب المخضرم، "يا إلهي، لقد قُتل". كان هناك العديد من الأشياء العظيمة والمهمة لإنجازها عند عودة غارفيلد من إجازته. لكن كل تلك الأحلام والأفكار سقطت على الأرض، جوار جسده.

كانت الدقائق القليلة التالية هي الأطول. عندما نظر غارفيلد إلى أعلى، كانت تحلق فوقه وجوه غير مألوفة، لكنها على علم بما يعانيه. جاء تقريبًا عشرة أطباء إلى جانب الرئيس، استدعوا من المحطة، ومن الشارع، ومن العيادات المجاورة. استنزفه الألم المبرح، جاعلًا عقله ضبابيًّا، زائلًا. واحدًا تلو الآخر، قلب الأطباء غارفيلد لفحص إصابته، وفي كل مرة يهاجم الألم جسده، حيث لوثت جرحه الأصابع والأدوات الجراحية الملوثة. عندما انتهى البؤس الذي تسبب به هؤلاء الأطباء، بذلوا قصارى جهدهم لطمأنته، على الرغم من عدم تأكدهم، بأنه سينجو.

في نهاية المطاف، نُقل غارفيلد إلى البيت الأبيض في عربة إسعاف تجرها

الأحصنة. كل طُوبَة تصطدم بها عجلات العربة تُنبض ألمه، وبدت حياته تنضب بنزيف الدماء الملطخ لبدلته الصيفية الرمادية. في البداية، أقنع الأطباء أنفسهم بأن غارفيلد سيعيش، لكن مع الفحص الدقيق ومزيد من الوقت، أعادوا النظر في رأيهم الطبي. بالإضافة إلى الألم المبرح الذي كان يعاني منه، كان لدى غارفيلد شيء واحد: زوجته. طلب من صديقه العسكري المقرب، الكولونيل ألمون روكويل، أن يرسل إليها رسالة في إلبورن، نيوچيرسي. عندما فتحت لوكريشيا التلغراف غير المتوقع في ذاك اليوم، قرأت "يود الرئيس أن أبلغك بأنه أصيب بجروح خطيرة". انتهت البرقية بـ "هو نفسه يأمل أن تأتي إليه قريبًا. يرسل لكِ خالص حبه". كان على لوكريشيا الضعيفة، الموجودة على بعد ساعات قليلة من زوجها في نيوچيرسي، مهمة واحدة: الوصول إليه بسرعة. كان لدى غارفيلد، المتمركز على حافة الهاوية بين الأحياء والأموات، مهمة واحدة أيضًا: رؤية بزوغ الفجر.

كان چيمس أبراهام غارفيلد، مشهودًا له من كل الذين عرفوه، بطيب القلب، والصدق، وتمتعه بإرادة وفكر عظيمين. نشأ فقيرًا في مزرعة في ولاية أوهايو خارج كليفلاند، وسلك طريقه للخروج من الفقر. كان تألقه عصيًا عن القياس، ولكن من السهل رؤيته. تقول الأسطورة إنه كان بإمكانه ترجمة مقطع من الإنجليزية إلى اليونانية بيد وإلى اللاتينية باليد الأخرى - في نفس الوقت. أصبح غارفيلد مديرًا لمدرسة صغيرة، وچنرالًا في جيش الاتحاد، وممثلًا لمجلس النواب في ولاية أوهايو قبل أن يتولى أعلى منصب في البلاد باعتباره الرئيس العشرين للأمة. في عمر التاسعة والأربعين، قُدر لغارفيلد، قوي البنية ذي العيون الزرقاء، أن يكون واحدًا من أعظم رؤساء الدولة.

مثل لينكولن، كان لديه رؤية مستقبلية في قضية السود، وكحال كينيدي، كان خطيبًا ساحرًا له سيماء النجومية. لكنه أيضًا لاقى، مثلهما، نهايته المدمرة على مسدس قاتل.

أطلق تشارلز.جيه.جيتو، المتشرد البالغ من العمر أربعين عامًا، النار على الرئيس. ارتدى جيتو النحيف الذي يقارب وزنه 120 باوند، في ذلك اليوم الصيفي، بدلة داكنة، وكانت له لحية بنية وبشرة مصابة باليرقان، وعينان رماديتان مُخَلخَلتان. كان بكل المقاييس غير مستقر، فاشلًا بامتياز: فشل في القانون، وفي الترويج التأميني، وفي التبشير بالإنجيل، وبعد ذلك في تأسيس صحيفة.لم يكن لديه القدرة على النجاح في كل شيء يقدم عليه، لكن لم يكن هناك من يقنعه بحقيقة ذلك.

في محطة القطار، كان لدى جيتو رسالة في جيبه يعترف فيها بأنه أطلق النار على الرئيس باعتبار ذلك "ضرورة سياسية"، لذلك يمكن لفصيل آخر من الحزب الجمهوري الذي دعمه جيتو بتعصب، أن يتولى المسؤولية. بدءًا من فريبورت، إلينوي، تجول من شمال نيويورك إلى شيكاغو إلى بوسطن إلى هوبوكين، نيوجيرسي، وغالبًا ما كان يتغافل عن دفع إيجاره في كل جولة. كان يأمل في الحصول على منصب مكتبي ضمن واحد من آلاف الوظائف الشاغرة داخل إدارة غارفيلد الجديدة. شوهد في البيت الأبيض في أكثر من اثنتي عشرة مناسبة، وعيناه ترنو إلى منصب القنصل العام في باريس. وعلى الرغم من نبذه في كل مرة، لم يفهم أبدًا السبب وراء ذلك. في مكان ما على طول الطريق، جاءته فكرة أن يزيل غارفيلد من طريقه. كتب ذات مرة، "إذا تنحى الرئيس بعيدًا عن طريقي، لسار كل شيء على نحو أفضل."

في غضون ساعات من إطلاق الرصاصات في واشنطن العاصمة، عرف كل مواطن في نيويورك بما حدث هنالك. نشرت مكاتب التلغراف والصحف في عام 1881 رسائل من البرقيات على لوحات بحجم لوحات الفصل الدراسي خارج أبوابها، لتنبيه سكان المدينة إلى أحداث اليوم. بالنسبة للمزارعين في الحقول، تجمع الناس حول محطات السكك الحديدية، التي كانت بها خطوط تلغراف إلى جانب قضبانها. اعتاد المجتمع على قراءة المقالات من مناطق أخرى من البلاد في الصحف. بحلول عام 1861، عندما كان لينكولن رئيسًا، كانت الخدمات الإخبارية مثل وكالة أسوشيتيد برس تبث رسائل على طول عشرات الآلاف من الأميال من أسلاك التلغراف المملوكة لشركة ويسترن يونيون التي كانت تنتشر في أنحاء البلاد. منذ الحرب الأهلية، كانت الاتصالات حول المعارك والمَرْوِيَّات من أقاصي الأرض شائعة، حيث كانت تنتقل عبر شبكة من الأسلاك من نيويورك إلى شيكاغو إلى سينسيناتي وسانت لويس ونيوأورليانز وكاليفورنيا وجميع النقاط بينهما. ضَخت الصحف القصص، وشربها الجمهور المتعطش.

عندما حمل أحد عناوين صحيفة نيويورك تايمز "أطلق الرصاص على الرئيس غارفيلد من قبل قاتل"، انتفضت الأمة لأنها كانت تبجل غارفيلد. على الرغم من أن فترة رئاسته لم تكن سوى أربعة أشهر، إلا أنه كان خطيبًا محبوبًا ذا شعبية منذ أيام عمله في الكونغرس. ولنضاله في حياته صلى السود من أجله لإيمانه بالمساواة بين العبيد المحررين. وصلى المهاجرون من أجله على الشاطئ الشرقي، لكونه عصامي بنى نفسه من العدم. وصلى الغرب من أجله، لأنه ابن الرواد، نشأ في مجتمع ويسترن ريزيرف الريفي. والمثير

للدهشة أن الجنوب صلى من أجله أيضًا. على الرغم من أن غارفيلد كان مؤيدًا لإلغاء الاسترقاق واستهداف مصدر رزقهم، كان مؤمنًا بدور التنشئة والمشاريع. لقد وحدت الأخبار المنقولة عن طريق التلغراف عن غارفيلد، هذه المجموعات المختلفة معًا.

في اليوم التالي، وقفت الحشود في مكاتب التلغراف، تموج بالناس، إذ شعروا جميعًا بالارتياح لرؤية الرسالة على اللوحة، "يسود شعور أكثر تفاؤلاً". بالإضافة لذلك، جاء في التقرير: "درجة حرارته وتنفسه الآن في حالة طبيعية". تحسن غارفيلد خلال الليل. انتعشت معنوياته عندما وصلت زوجته ذاك المساء، دافعة القاطرات للوصول إليه.لم تترك لوكريشيا سريره أبدًا، وظلت أيضًا الحشود التي زادت أعدادها جوار لوحة الإعلانات يقظة. من البيت الأبيض، كان السكرتير الخاص لغارفيلد، جوزيف ستانلي براون، البالغ من العمر 23 عامًا، قد تولى مهمة لا يُحسد عليها تتمثل في إرسال نشرات تلغراف إلى الصحافة، وربط الأمة بقائدها. كانت تُعد النشرات ثلاث مرات في اليوم – صباحًا، وظهرًا، ومساءً – لإعطاء تقارير عن حالة الرئيس. لم تكن التفاصيل جافة أو مملة تمامًا. وإنما كانت عن كيف ينام غارفيلد جيدًا، وماذا يأكل، وكيف كانت حالته المزاجية. وبالنسبة للجانب الطبي، كانت التقارير دائمًا ما تحتوي على درجة حرارته، ومعدل نبضاته، وحالة التنفس. أغلب النشرات كانت قصيرة تفيد المواطنين بأن ليس هناك جديد منذ آخر نشرة أو أن حالته مطمئنة.

على مدار الأسابيع القليلة التالية، سادت الأخبار الجيدة. علمت الحشود من النشرات أن الرئيس غارفيلد كان مبتهجًا وسعيدًا (7 يوليو

1881)، تناول الطعام الصلب (17 يوليو)، يشعر بالارتياح والبهجة (29 يوليو)، عندما خضع غارفيلد لعملية جراحية بالقرب من ثقب الرصاصة، أبلغ الأطباء الجمهور في 24 يوليو. اعتقد هؤلاء الأطباء أن الرصاصة كانت مصدرًا رئيسيًّا لمشكلة غارفيلد وكانوا عازمين على العثور عليها. حتى أنهم ذهبوا لأبعد من ذلك، ليلتمسوا مساعدة ألكسندر جراهام بيل، مخترع التليفون، الذي اخترع أيضًا جهازًا للكشف عن المعادن، حيث يحدث ضوضاءً عندما يقترب المعدن منه. ذهب بيل إلى سرير غارفيلد في البيت الأبيض يوم 26 يوليو، يستمع إلى همهمته حيث ينام. لكن رصاصة القاتل في جذع الرئيس لم يتم العثور عليها.

استمر تدفق الأخبار من البيت الأبيض على هيئة نشرات رسمية. في الأول من أغسطس، بعد شهر تقريبًا من محاولة الاغتيال، كان غارفيلد "يشعر بتحسن". بدا أن الرئيس يتعافى، وتنامت آمال الأمة. مرت أسابيع قليلة أوائل أغسطس عندما ذكرت النشرات مرارًا وتكرارًا أن غارفيلد كان "يومه رائعًا" حتى أنه ذكر في أحدها أن غارفيلد "نام بشكل هانئ". تفاجأ الرئيس برد فعل الشعب، فأجاب، "أعتقد أن الناس قد سئموا من التعامل معهم بهذه الطريقة". لكن الواقع كان العكس تمامًا. أرادت الأمة أن تعرف وأن تكون أيضًا على اتصال بقائدها. منذ يوم إطلاق النار عليه، "تدفقت البرقيات من جميع أنحاء البلاد وأوربا إلى البيت الأبيض"، حسبما ذكرت صحيفة نيويورك تايمز. بعد الحرب الأهلية، كانت أمريكا منقسمة، لكن مستجدات حالة غارفيلد المرسلة عبر أسلاك التلغراف أعادت وحدة الأمة معًا.

كان أغسطس عام 1881 قائظًا في العاصمة، وكحال درجة الحرارة المرتفعة، زاد قلق البلاد، على نطاق واسع، على قائدها المصاب من الحرارة الجائرة. إحدى النشرات الصادرة في صباح 25 أغسطس / آب تحدثت مباشرة إلى الأمريكيين، قائلة: "تم النظر بجدية في موضوع عزل الرئيس من واشنطن في الوقت الحالي". أراد أطباء غارفيلد إخراجه من الحرارة القمعية وتهدئة قلق الجمهور أيضًا، لكن الرئيس كان مريضًا جدًّا بحيث لا يستطيع التحرك. كانت الحمى دائمًا قريبة منه، وكان وجهه منتفخًا بعدوى في الغدد اللعابية، ويعاني من "ألم معوي" مستمر. قال غارفيلد، الذي كان جنرالًا خلال الحرب الأهلية، لزوجته، "إن الصراع مع المرض هذا أكثر شراسة من المعركة".

كانت نشرات حالة غارفيلد باعثة على التفاؤل، بيد أن التشخيص الفعلي كان على غير ذلك. كان يُعتقد أن الأطباء كتبوا تقارير إيجابية في النشرات لأن غارفيلد طلب سماعها ولم يرغبوا في إخافته. نظر الرئيس إلى بيانات حالته، قائلًا: "لطالما كنت أقدر بشدة التفاصيل المحددة جيدًا والحقائق المؤكدة". اطلع على حالته كما لو كان لا يعرفها. لكن الكلمات الموجودة على الرسوم البيانية، وفي النشرات، والصحف، كان لها تأثير ضار، إذ جعلت الأمر واضحًا تمامًا في موته الوشيك. ذبل غارفيلد ونقص وزنه من220 باوند إلى ما يقرب من نصف وزنه 130باوند.

في أوائل سبتمبر، طلب غارفيلد أن يُنقل إلى شاطئ نيوجيرسي، بالقرب من البحر. منذ صغره، كان يتمنى أن يصبح بحارًا، لكن ولايته غير الساحلية، أوهايو، مسقط رأسه، لم تقدم له الكثير باستثناء العمل في

القوات. اصطفت الحشود في مسار القطار، وأبقت النشرات الشعب على علم بحالته، أخبرت القراء أنه يأكل جيدًا (11 سبتمبر 1881) وأن سعاله كان أهدأ (12 سبتمبر). بحلول اليوم السادس عشر، تذبذب معدل نبضه في الليل. بحلول الثامن عشر، كان يعاني من "قشعريرة شديدة" استمرت لمدة ساعة، تصبب عرقًا وأصبح "ضعيفًا تمامًا".

في مساء اليوم التالي، وبدون أي تنويه، حملت نشرة اليوم التاسع عشر بتوقيت 11:30 مساءً، عنوانًا: "توفي الرئيس في الساعة 10:35". قبل أسابيع قليلة من عيد ميلاده الخمسين، توفي الرئيس چيمس غارفيلد، بعد أن صارع العدوى من جرحه لمدة ثمانين يومًا. رغبت الحشود بالتأكيد في معرفة كيفية حدوث الوفاة، وحملت النشرة الإجابة: "ألم شديد أعلى قلبه". وبينما هو مستلق على فراشه في المدينة المجاورة للمحيط، جوار البحر الذي أحبه، سمح التلغراف للعالم أن يكون جوار فراش الرئيس.

لم يستمر غارفيلد كرئيس لوقت طويل، لكن تأثيره في التاريخ، وهو ميت، كان عميقًا. شهد ملايين الأمريكان شجاعته، حيث جعلته إذاعة أخباره المنقولة عبر كابلات التلغراف، نجمًا حقيقيًا في العصر الذهبي. قالت صحيفة نيويورك إيفننج ميل "لقد غزا العالم المتحضر بأسره وهو مستلقيًا بصبر على سرير المعاناة." كان غارفيلد يعلم أن الوقت المتبقي له في سبتمبر قصير، وفي إحدى الليالي الصامتة التأملية سأل صديقه المقرب، الكولونيل روكويل، "هل تعتقد أن اسمي سيكون له مكان في تاريخ البشرية؟" أجاب روكويل، "نعم"، مطمئنًا غارفيلد بأنه سيحيا "في قلوب البشر". سيكون لغارفيلد تأثير بالفعل، ولكن على عكس ما توقعه أي من هؤلاء الرجال.

كان الرئيس هو مريض الأمة. بعد وفاته، اعتادت الأمة على تواتر الأخبار وجودتها وسرعتها.

أقر جيتو بإطلاق الرصاص على الرئيس، لكنه قال أيضًا: "توفي الجنرال غارفيلد من سوء الرعاية الطبية." كان كلامه ينطوي على جوهر الحقيقة. لقد فشلت الرصاصة في الوصول إلى ظهر غارفيلد حيث عموده الفقري، وإلى الشرايين الرئيسية، والأعضاء الحيوية، واستقرت بأمان في الأنسجة الدهنية بجوار البنكرياس. لكن عشرات الأصابع غير المعقمة، وأدوات الجراحة الملوثة، على الجرح وحوله، حملت إليه جراثيم معدية. كان من الممكن إنقاذ الرئيس غارفيلد لو تم استخدام مطهر حمض الكربوليك، الذي بشر به الجراح البريطاني جوزيف ليستر. لم تكن رصاصة فقط هي التي قتلت غارفيلد، وإنما الرعاية الطبية السيئة.

كان غارفيلد رئيسًا لمدة مائتي يوم، وقد سُجل في التاريخ على أنه قتل على يد ساعٍ إلى منصب. خلال فترة رئاسته، لم تتسنى له الفرصة لتغيير الأمة، لكنه ربطها ببعضها البعض، عن طريق إجبار الدولة على استهلاك الأخبار. توقع صمويل إف بي مورس، مخترع التلغراف، أن الأسلاك التي تنقل الأنباء عبر الأرض ستجعل "العالم أجمع حيًّا واحدًا" عندما خضع غارفيلد لجراحه، غذت الرسائل المنبعثة من التلغراف الأمة، وجمعت معًا المجتمعات المتباينة التواقة إلى معرفة حال صحة زعيمهم. لقد فهم مورس قوة الاتصال السريع على المستوى العميق وضرورة الرغبة في معرفة ما كان يحدث بشكل متكرر من تجارب حياته الخاصة. قبل أن يَنْقُر مورس رسالته الرسمية "ما هذا الذي صنعه الله"، إيذانًا بعصر جديد، أرسل بشغف عددًا أكبر من التلغرافات

التي كانت أقل شاعرية بكثير، ولكنها حددت أيضًا بداية حقبة. عند إجراء التجارب على التلغراف الخاص به والاعتياد على التبادلات السريعة، غالبًا ما أرسل مورس بعد أن شعر بالملل إلى فيل يسأل، "هل لديك أي أخبار؟"

بعد مرور عقود قليلة على وفاة غارفيلد، لمس التلغراف كل نواحي الحياة والأمة كلها. قام التلغراف بتوجيه الرسائل على طول مسافات طويلة من الحديد ثم النحاس. ولكن سرعان ما سيبدأ التلغراف، مثل وعاء السائل، في تشكيل ما بداخله.

اختصارب:

كان الشاب إرنست همنغواي مراهقًا، طموحًا، قوي البنية، حليق الذقن، من الغرب الأوسط، لكنه ليس من النوع الذي ذهب إلى الجامعة. ولد بعد ما يقرب من سبعين عامًا من التلغراف، في عام 1899، لاحظت والدته منذ نعومة أظفاره أنه "لا يهاب شيئًا"، لذلك بعد تخرجه من المدرسة الثانوية في عام 1917، غادر عالم أوك بارك الهادئ، في ولاية إلينوي، بإيقاعها المعروف بالولادة، ثم المدرسة، ثم الزواج، والأطفال، ثم العمل، ثم الموت، وسافر جنوب الغرب، متوجهًا على بعد خمسمائة ميل عن كل ما يعرفه. مع تذكرته، وحقيبته، وحماسه، وطاقته غير المحدودة، استقل همنغواي الطويل القطار ووصل في 15 أكتوبر إلى محطة الاتحاد الجديدة تمامًا في مدينة كانساس سيتي بولاية ميسوري. بالنسبة للعديد من المسافرين، كان محور السكك الحديدية هذا نقطة انطلاق. لكن بالنسبة لإرنست همنغواي، كانت هذه محطته الأخيرة. لعدة أشهر، جاء للعمل في واحدة من أفضل الصحف في البلاد، كانساس سيتي ستار، والتي وضعته دون قصد على مسار لتغيير

استخدام اللغة الأمريكية بمساعدة التلغراف.

كمراسل حديث العهد في مدينة وعرة الخبرات، شهد همنغواي في غضون بضعة أشهر أكثر مما شهده خلال الثمانية عشر عامًا التي قضاها في المنزل. كانساس سيتي عبارة عن طبق يتألف من كميات هائلة من الجرائم، ومحسنات طعم من الفساد، مع دفقة من موسيقى الچاز. أدت وفرة كل ذلك إلى إجهاد الجميع داخل حدود مدينتها، ولا سيما همنغواي، لأنه كان يزور قاع المدينة بشكل روتيني. باعتباره أدنى مستوى في السلسلة الغذائية لجمع الأخبار، أجرى همنغواي مقابلات في أقسام الشرطة، وفي مسرح الجريمة، وفي غرف الطوارئ. تآلفت مصادره من محترفين من جميع الأنواع، بما في ذلك الأطباء، والمقامرين، ورجال الشرطة، والعاهرات، ومتعهدي دفن الجثث، واللصوص. عند العمل على قصة ما، كان يندفع همنغواي إلى آلة كاتبة في غرفة الأخبار ليكتب الكلمات بسرعة، قبل أن يتم "انتزاع" الصفحة من أصابع عامل النسخ.

بعد سنوات، عندما كان يتذكر وقته في ستار، تذكر أن غرفة التحرير كانت مكانًا شحذ فيه حرفته. هناك، اكتسب، كما قال: "أفضل القواعد التي تعلمتها على الإطلاق في مجال الكتابة." وجد همنغواي مرشدًا له، وهو الصحفي الشهير في مدينة كانساس سيتي، ليونيل مويس، الذي قال له "إن الكتابة الموضوعية البحتة هي الشكل الوحيد لرواية القصص" النصيحة الأخرى التي تلقاها، لم تكن من شخص وإنما من قائمة على ورق الصحف تسمى قائمة تحرير النسخ الخاص بستار، والتي قدمت أكثر من مائة نصيحة حول كيفية الكتابة. منذ البداية، حددت هذه القائمة الإيقاع لما يريده رؤساء

تحرير الصحف. جاء في الاقتراح الأول:

"استخدم جملًا قصيرة. استخدم فقرات أولى قصيرة. استخدم لغة إنجليزية جذابة. كن إيجابيًا وليس سلبيًا."

وبفضل نصيحتها الموجزة، حاكت هذه الصحيفة ما تريده من المراسلين. ذكرت ضمن أعمدتها الثلاثة، قواعد أكثر تحديدًا:

"احذف كل كلمة زائدة عن حاجة النص."

"تجنب استخدام الصفات."

"احترس من العبارات المبتذلة."

كان محررو الأخبار جائعين يشتهون اللغة العجيفة، وقدم لهم همنغواي جملًا هزيلة. تتطلب الصحف، مثل كانساس سيتي ستار، نثرًا اقتصاديًا، لأن تدفق الأخبار كان محدودًا بسبب قلة التكنولوچيا الصحفية. بالإضافة إلى الآلة الكاتبة، والطباعة الليثوغرافية، لذا قُصرت فقرات النثر بواسطة التلغراف.

منذ بداية استخدام التلغراف 1832، قبل عقود من عمل همنغواي في ستار، وبخ صمويل إف بي مورس كثيرًا مساعده الشاب ألفريد فيل أثناء استعدادهما لعرض التلغراف في العاصمة أمام رؤساء الولايات. قال مورس: "اختصر لغتك أكثر، اترك (ال) كلما استطعت." كتبا مورس وفيل أولًا رسائلهما ثم ترجماها إلى نقاط وشرطات قبل كتابتها بالتلغراف. بالنسبة للرسائل الأسرع، اعتقد مورس أن فيل يجب أن يبدأ بنثر أقصر، وطلب منه إزالة الكلمات الحشوية التي لا تضيف إلى المعنى، مثل حروف الجر أو

المفردات التي تحتوي على جماليات. بواسطة تلغرافه، أصبح مورس خزافًا للغة الإنجليزية الأمريكية.

سيكون لتلغراف مورس، في وقت لاحق، تأثير عميق على توزيع الأخبار. قبل اختراعه، أرسلت الصحف من مختلف المدن، مراسلين إلى أرصفة القوارب للحصول على تقارير عبرت المحيط. انتظر هؤلاء المراسلون السفن، وجمعوا الأخبار، ثم نقلوا تقاريرهم إلى المقر عن طريق الحصان أو القطار أو القارب أو الحمام. لكن مع تطور التلغراف، استغرقت الأنباء الوافدة من الأماكن البعيدة، والتي تطلبت ساعات لتلقيها، دقائق فقط. لسوء الحظ، على الرغم من أن هذه التكنولوجيا الحديثة تتميز بسرعة التواصل، إلا أن بها عيبًا جوهريًا. قبل أن يقوم توماس إديسون الذكي بالتمكن من إرسال رسالتين، وأربع رسائل لاحقًا، عبر خط التلغراف، كانت أسلاك التلغراف تُرسل رسالة واحدة فقط في كل مرة. لذلك، عندما كانت تنكشف قصة أو تصل سفينة إخبارية، يهرع المراسلون المتحمسون إلى مكتب التلغراف. مراسل من صحيفة بوسطن، وصحيفة نيويورك، وصحيفة ميسوري، وصحيفة فيرجينيا كان عليهم أن ينتظروا دورهم، كما هو الحال في مكتب فحص المغادرة الفردي، حتى تُلتقط قصصهم ويتم إرسالها. للتخفيف من هذا المأزق في تدفق الأخبار، تم وضع القواعد: حددت إحدى القواعد مقدار الوقت لنقل الرسائل (غالبًا خمس عشرة دقيقة). نصت القاعدة الأخرى على أن الرسائل يجب أن تكون مختصرة.

عندما تشكلت شركات التلغراف، قاموا بوضع هيكل تسعيري، مما حفز العملاء على إبقاء الرسائل قصيرة، والحفاظ على خطوط التلغراف

مجانية. فرضوا سعرًا ثابتًا للكلمات العشر الأولى، ثم كل كلمة إضافية تحسب بعُشر تلك الرسوم. مع نظام التسعير هذا، يمكن لأي شخص إرسال رسالة مكونة من عشر كلمات مقابل عشرة سنتات (بما يعادل 3 دولارات اليوم) من واشنطن العاصمة إلى بالتيمور. زاد هذا المعدل مع المسافات الطويلة، بحيث كانت تكلفة الرسالة نفسها المرسلة من واشنطن العاصمة إلى فيلادلفيا 30 سنتًا (أو 9 دولارات) أو 50 سنتًا (15 دولارًا) إلى مدينة نيويورك. أقنعت مثل هذه الأسعار العملاء بتكثيف اتصالاتهم، وتلقى الشعب على إثرها الرسائل. بحلول عام 1903، كان نصف الرسائل تنطوي على عشر كلمات أو أقل، وكان متوسط الرسالة اثنتي عشرة كلمة. قبل ذلك بسنوات، عام 1844، حين أرسل مورس رسالته الرسمية المكونة من أربع كلمات: "ما هذا الذي صنعه الله"، يبدو أنه لم يكن يعلن فقط عن العصر باسترشاد من الكتاب المقدس، بل وضع أيضًا معيارًا للإيجاز.

استخدمت الشركات التلغراف أكثر من غيرها، لأنها تستطيع تحمل مثل هذه الخدمات. بحلول عام 1887، كان ما يقرب من 90٪ من عوائد التلغراف تأتي من التجارة (من المراسلات التجارية إلى صفقات سوق الأوراق المالية، ورهانات السباق)، وباقي العوائد من الصحف، حيث مثل الاستخدام الشخصي جزءًا ضئيلًا جدًا من العوائد. فقط 2٪ من السكان يستخدمون التلغراف اجتماعيًا للأغراض الأسرية. في الوقت الذي احتضنت فيه الشركات وسوق الأعمال التلغراف، أدار له المجتمع ظهره تمامًا. كانت تكلفة إرسال التلغراف تقريبًا عُشر الأجر الأسبوعي للعامل، لذلك، ما لم تكن هناك حالة طارئة، كانت كتابة الخطابات هي الطريقة المفضلة للبقاء على

اتصال. لهذا السبب، عندما تصل برقية إلى منزل، يتولد معها شعور بالرهبة، لأنها غالبًا ما تحتوي على أخبار سيئة. قد يحصل الأخ الذي يعيش بعيدًا عن المنزل على برقية تقول، "مات الأب، عد إلى المنزل". عُصرت المقدمات الطويلة، مثل برتقالة، مما أدى إلى إفساد المشاعر والعواطف على حساب السرعة. في مثل هذا الظرف المروع، كانت ستفضل العائلات الثكالى المزيد من الكلمات. لكن في حسابات المشاعر على الإيجاز، لم تنتصر المشاعر. لقد نُزع الجانب الإنساني من الرسالة لدعم عدم قدرة التلغراف على نقل المزيد.

بعد كل شيء، توقف تطوير شفرة مورس على فرضية الإيجاز. اختار مورس مجموعة متنوعة من النقاط والشرطات لكل حرف أبجدي بناءً على تردده. قام بحساب عدد الأحرف في مقال صحفي ولاحظ أن الحرف e الأكثر شيوعًا، فقام بتعيين نقطة له. ثم وجد الحرف i هو ثاني أكثر الأحرف شيوعًا، فخصص له نقطتان. تسلل الإيجاز أيضًا إلى المراسلات بين مورس ومساعده فيل، اللذين كانا كلاهما يتبعان أسلوب كتابة الرسائل الطويلة المكتوبة بخط اليد. مع هذه القدرة الجديدة على التواصل السريع، زاد سَأمهم من فك رموز الكلمات التي لا تضيف إلى معنى الجملة. أصبحت رسائلهما فيما بينهما، وكذلك رسائل التلغراف الخاصة بهما، أكثر إيجازًا، وتطور الاختزال بينهما. غالبًا ما أرسل مورس رسائل تحتوي على t اختصارًا لـ "the" وun لـ "understand" وb لـ "be"". كتب مورس إلى فيل، "اختصر كلماتك، ولكن لا تجعلها غامضة"، ثم تابع إنشاء رمز غير قابل للفك تقريبًا، حيث تعني ii "نعم"، وتعني 1 "انتظر لحظة"، وتعني 73 "أطيب التحيات".

بعد مرور بعض الوقت، تم تطوير رموز قياسية لمكاتب التلغراف لزيادة سرعة الاتصال. قدم قاموس مؤلف من آلاف الكلمات، يسمى "المفردات السرية المطابقة"، لائحة مدرجة من بادئة حرف ورقم لكل شكل من أشكال الكلمة، مثل W. 879 تعني "سلك"، و W. 889 تعني "الحكمة"، و W. 899 تعني "التمني". في عام 1879، سرعان ما تم تطوير رمز آخر استخدمته الصحف، وهو رمز فيليبس، الذي جمعه والتر. ب. فيليبس، وهو صحفي، وعامل تلغراف، ثم رئيس يونيتيد برس لاحقًا. أصبح هذا الرمز شائعًا جدًّا في غرف الأخبار لدرجة أن العديد من الاختصارات لا تزال موجودة في المعجم الأمريكي إلى يومنا هذا. نُحتت كلمات مثل POTUS و SCOTUS و OK[1] في جبين اللغة بواسطة التلغراف، وهي ما تعيدنا بالذكرى نحو الزمن الذي كان فيه الإيجاز فضيلة.

نقشت قيود التلغراف لغة الصحافة، واعتمدها همنغواي، الذي أحب هذا النثر الموجز غير المزخرف، واحتضنها على أنها لغته الخاصة. بعد ما يزيد قليلًا عن ستة أشهر بعد بدء عمله في كانساس سيتي ستار، غادر همنغواي. كانت الحرب العظمى دائرة وكان متلهفًا ليكون جزءًا من الحدث. حاول أن يلتحق بالتجنيد، لكن قدرته البصرية الضعيفه لم تؤهله، لذا ذهب إلى إيطاليا ليعمل سائق سيارة إسعاف للصليب الأحمر، آخذًا دروسًا حول الكتابة من كانساس ستار معه. مع مرور الوقت، دفع نجاح كتاباته جمل همنغواي

---

(1) Pouts: كلمة تم استحداثها وقت التلغراف وتعني رئيس الولايات المتحدة. (المترجم)
SCOTUS: تعني المحكمة العليا للولايات المتحدة. (المترجم)

التصريحية القصيرة إلى تبني الأسلوب الأمريكي الجوهري. في الأجيال اللاحقة، شجع معلمو اللغة الإنجليزية والأدب، الطلاب على تبني أسلوب همنغواي، الأمر الذي زاد من انتشار أسلوب التلغراف عن غير قصد.

علاوة على ذلك، تأصل الإيجاز في اللغة الأمريكية نتيجة للتعطش الهائل لدى الولايات المتحدة لتتفرد بهويتها بمنأى عن الهوية الإنجليزية. بعد أن رسمت الحرب الثورية خطًّا على الرمال، فصلت أيضًا أمريكا نفسها من خلال اللغة. وعلى الرغم من أن كلتا الدولتين تتحدثان اللغة الأم نفسها، إلا أن ثمة اختلاف في تهجئة الكلمات مثل:

(tire vs. tyre, center vs. centre, color vs. colour)

إلى جانب ذلك، هناك أيضًا اختلاف في التعبيرات. للتعبير عن الحظ السعيد، يقول الإنجليز "امسك الخشب"، بينما يقول الأمريكان "اطرق على الخشب". هناك اختلاف في النطق أيضًا، في اللهجة البريطانية shed-yule بينما sked-yule في اللهجة الأمريكية، prih-vah-cee في البريطانية، pravah-cee في الأمريكية، وvah البريطانية بينما vayz الأمريكية. (ودعونا لا ننسى الاختلاف في نطق الألمنيوم، حيث ستنتج عن لهجة أهل علم الاتحاد، ضحكة مكتومة من قِبل أهل راية المجد القديم) ومع ذلك، هناك اختلافات مقصودة ومميزة في اللغة الإنجليزية المنطوقة على جانبي الغدير. في حين تتكون اللغة الإنجليزية التي يتحدث بها الإنجليز من عبارات ثرثارة ذات نغمات رخوة، تجد اللغة الإنجليزية الأمريكية أقصر طريقة للتعبير عن ذلك. وبينما يبدو البريطانيون مثقفين ومتعلمين، يبدو

الأمريكيون لطفاء ومريحين.

بعد أربع سنوات فقط من رسالة مورس الأولى من بالتيمور إلى واشنطن العاصمة، في عام 1848، فكر كاتب مجهول في المجلة الديمقراطية في تأثير التلغراف على الأدب، وتمنى أن يجعل التلغراف لغة العصر أكثر إحكامًا. تساءلوا: "هل من المبالغة أن نتوقع أن يكون لهذا الاختراع تأثير على الأدب الأمريكي؟" ما كان واضحًا هو أن هناك ثورة تحدث في أسلوب الكتابة، حيث كانت الجمل الأبسط تحل محل الجمل المعقدة، والتي تم وصفها بأنها "جملة داخل جملة، مسلحة بكل أدوات الفاصلة، والفاصلة المنقوطة، والنقطتين، والشارطة." عُرفت هذه الجمل "بأنها تجرجر أطوالها البطيئة على صفحة كاملة"، إلى أن تضع النقطة الجملة - والقارئ - خارج بؤسها. كان هذا الكاتب يأمل أن يجعل التلغراف أقرب إلى الكمال عن طريق أسلوبه "المقتضب، والمكثف، والتعبيري". لقد رغبوا، في ضوء التعرض للرسائل البرقية في الصحف، أن يتمكن الجمهور من أن يتبنى هذا الأسلوب التلغرافي من خلال "التوجه اليانكي". وبالفعل تحققت هذه الرغبة. وضع التلغراف، إلى جانب عوامل أخرى، حدًّا لتلك الجمل الطويلة، مثل القطارات الطويلة التي حملت همنغواي إلى محطة الاتحاد، واستبدلت بها مركبات فكرية أكثر سرعة. عندما جرت الاستعدادات لعرض التلغراف في واشنطن العاصمة، في مايو 1844، أراد صمويل إف بي مورس الغاضب الحصول على أخبار أكثر من ألفريد فيل. بعد أن أفسده اختراعه، اعتاد مورس على التواصل الفوري الذي أتاحته له بنات أفكاره. كان حرص مورس على التواصل واضحًا. حين لم يكن يسمع من فيل لبضعة أيام، كان يكتب العديد من

رسائل التوبيخ، قائلًا: "أشعر بخيبة أمل إلى حد ما لعدم تلقي رسالة منك." استغرقت الرسائل وقت مورس، عدة أيام، وأحيانًا أسابيع، للانتقال من نقطة إلى أخرى، ولكن أظهر مورس قلقًا لاستقبالها بعد مرور بضعة أيام فقط دون أن يسمع من فيل. اليوم، ينزعج العلماء من قلق مماثل، فضلًا عن العواقب غير المقصودة الناجمة عن سليل اختراع مورس: الرسائل النصية.

كلما كان هناك حديث عن التواصل الفوري، طفا إلى السطح دومًا جدل حوله، وعن الخوف من تغير اللغة إلى الأسوأ. ومن المثير للاهتمام أن علماء اللغة، والباحثين اليوم ليسوا قلقين جدًّا بشأن إيجاز اللغة أو سلامة فاصلة أكسفورد. لقد أظهرت الدراسات أن الطلاب بوسعهم التبديل بين الكتابة على أجهزتهم وكتابة واجباتهم. في حين أن تغيير شكل اللغة لا يزعج أولئك الذين يدرسون اللغة وبنيتها، فإن الكثيرين قلقون بشأن ما يفعله هذا النوع من التواصل على نطاق أوسع. تحذر ناعومي س. بارون، عالمة اللغة والأستاذة في الجامعة الأمريكية، "ثمة شيء مخيف يحدث الآن."

لقد وضعنا صمويل مورس على طريق التواصل الفوري من خلال تلغرافه، الذي يُعد سَلَفًا للبريد الإلكتروني، والرسائل النصية، ووسائل التواصل الاجتماعي كافة. ومع ذلك، هناك جانب سلبي لأجهزتنا. قالت بارون "إن التواصل عبر الإنترنت يقوض بشكل كبير التفاعلات الاجتماعية." حيث إن التواصل بين البشر أعظم في جوهره من الكلمات، والاختصارات الباردة، والصور المتحركة المختارة بذكاء. إن التواصل أكبر من كونه وسيلة للتعبير عن المعنى- وإنما هو ما يمنحنا الشعور بالمعنى. كما أن هذا النمط الفوري من التواصل، إذ نرسل الرسائل ونحن بعيدين عن

بعضنا البعض، قد خلق خطرًا جديدًا. قالت البروفيسورة: "إنه أمر خطير لأننا ننسى كيف نكون بشرًا مع بعضنا البعض".

عندما نتحدث بعضنا مع بعض بشكل شخصي، نحصل على إشارات ودلالات. بينما حين نكون متصلين بالإنترنت، "ننسى أهمية تلك الإشارات التي نقرؤها على وجوه الآخرين لنشعر ما إذا كنا مفهومين أم لا". حينما نتواجد في غرفة واحدة مع شخص آخر ولا نستطيع الحصول على تلك الإشارات الحقيقية، فهذا يعني أننا لا يمكن أن نعرف ما إذا كان متوترًا، أو شارد الذهن، أو يريد مقاطعتنا. لا يمكن للصور المتحركة، والرموز التعبيرية، والإيموچي أن توصل لنا تلك المعلومات. فالأمريكيون، الذين يرسلون رسائل نصية أكثر من بقية العالم، في طريقهم سريعًا لفقدان شيء ما. لقد أقنعنا أنفسنا بأننا نتواصل بشكل جيد بدون تلك الإشارات الحسية. مع هذه الإشارات، قد نكتشف أننا لسنا كذلك. من ناحية أخرى، تسبب الاتصال بالإنترنت في خلق حالة جديدة من التوتر في القرن الحادي والعشرين، مثل تلك التي قدمها مورس عند التحدث مع فيل في القرن التاسع عشر. قالت بارون: "نحن نُفَاقَم مخاوفنا إذا لم نرد على الرسائل على الفور".

قال مسؤول تنفيذي سابق في Facebook ذات مرة، إن الموقع الذي يخدم المليارات يوميًا، كان خطأً كبيرًا. ما برمجه طالب السنة الثانية في جامعة هارفارد في غرفة نومه، ليخلق "جيرة عظيمة" لمورس، هو في الواقع ضار من نواح كثيرة. إننا نفقد مع هذا التواصل الفوري، قدرتنا على قراءة وجوه الآخرين، والتحدث معهم. إن البشر كائنات جماعية بفطرتها، وبالتالي،

فإن المحادثات الحقيقية هي أفضل بالنسبة لنا من المحادثات الافتراضية، والأصدقاء الحقيقيون أثمن من أولئك الذين يربطنا بهم الإنترنت، والتواصل وجهًا لوجه أقرب من التواصل القائم على الشبكة العنكبوتية. تخلق وسائل التواصل الاجتماعي أناسًا غير اجتماعيين، إذ نفقد من خلالها سبل التواصل على جوانب أخرى بخلاف الكلمات. فعلى الرغم من أنه ليس ثمة ما يقلق بشأن فاصلة أكسفورد، إلا أن المجتمع يفقد شيئًا أثمن وأعظم. لقد نزع التواصل من خلال أجهزتنا - مثل آلة الرسائل النصية الأصلية، التلغراف –الأجزاء البشرية الحسية. ولحسن الحظ، أعادت المحادثات الحقيقية ذاك الجزء البشري مرة أخرى. قالت بارون: "إذا كنت لا تتفاعل مع من حولك، فلديك فرصة أقل لتنمية مشاعر التعاطف، وبدونها، على أي شاكلة سنصبح؟"

الفصل الرابع

التقاط وتوجيه

كيف التقطنا ووجهنا المواد الفوتوغرافية بطرق مرئية وغير مرئية.

سؤال عن حصان:

بدا الطلب بسيطًا تمامًا. طلب رجل من مصور أن يلتقط له صورة لحصانه العداء. على الرغم من أن هذا الاقتراح بدا واضحًا، إلا أن الصور الشخصية في سبعينيات القرن التاسع عشر، كانت تتطلب جلسات طويلة في الأستوديو حيث كان الشخص يقف أو يجلس ثابتًا وبدون ابتسامة لمدة ستين ثانية تقريبًا. إذا تحرك المتصور أثناء فتح غطاء العدسة، تتحول هيئته المتماسكة إلى شبح ضبابي داخل إطار. لقد جعلت محدودية المواد الفوتوغرافية المصورين يفزعون حين يأتون الأطفال الرضع إلى الأستوديو، كونهم يعلمون أن حركات الأطفال الملتوية تحولهم إلى ضباب كثيف في حضن أم ذات هيئة صارمة. إذا قام متصور ما بعمل عرض سريع أمام الكاميرا، فمن المؤكد أن صورته ستكون غير مرئية. وهذا هو السبب في أن طلب التقاط صورة لحصان راكض كان غير وارد. ومع ذلك، فإن الرجل الذي قدم هذا الطلب لم يكن أي شخص، وإنما هو ليلند ستانفورد، الذي يمثل النسخة الكاليفورنية لروكفلر، والذي لم يكن معتادًا على سماع كلمة "لا".

أصبح ستانفورد، بعد فترتين من كونه حاكمًا لولاية كاليفورنيا، رئيسًا لخط سكة حديد وسط المحيط الهادئ، حيث شُيدت المسارات المتجهة شرقًا للسكك الحديدية العابرة للقارات، وأدت إلى التواء السياسات والأرباح، وتكديس ثروة كبيرة بطرق سيئة. كان ستانفورد يعتز بخيوله ومنازله التي منحتها إياه ثروته، وكان منزله هو الذي دفعه إلى تقديم هذا الطلب بشأن الحصان. كحال ذلك الوقت، أراد ستانفورد صورًا لقصره الفخم في ساكرامنتو، واستأجر إدوارد مويبريدج، مصورًا من سان فرانسيسكو يبلغ من العمر 42 عامًا، له لحية والت ويتمان البنية اللون. سرعان ما انتقلت كلمات ستانفورد من التصميمات الداخلية لمنزله الفخم إلى الخيول في إسطبله.

افترض ستانفورد أن الحصان حين يركض، تكون هناك لحظة لا تلمس فيها أقدامه الأرض، في حالة تسمى "الانتقال الحر". لكنه كان بحاجة لإثبات ذلك. تقول الأسطورة أن أصدقاء ستانفورد، أصحاب الملايين، سخروا من هذه الفكرة مؤكدين أن الحصان سيسقط بدون قدم على الأرض، وأن هذه السخرية تصاعدت إلى رهان ضخم بقيمة ٢٥٠٠٠ دولار (ما يقرب من نصف مليون دولار اليوم). ولحفظ ماء الوجه، احتاج ستانفورد إلى صورة وأراد أن يلتقطها مويبريدج. على الرغم من أن مويبريدج لم يكن متأكدًا من إمكانية التقاط صورة الحصان الراكض، إلا أنه كان متأكدًا من أن كل فنان بحاجة إلى راعيًا ثريًا، ومشروعًا يدفع بمهنته، وأن كل فنان يُسال لعابه لطعم الشهرة. لقد أتى مويبريدج من إنجلترا إلى الولايات المتحدة ليصنع شيئًا لنفسه، مغيرًا تهجئة اسمه (من إدوارد إلى إدوارد، موغيريدج إلى مويجريدج ثم إلى مويبريدج)، وكذلك وظائفه قبل أن يلتمس طريق التجارة حيث

كان لا مثيل له. كان هذا الطلب أفضل فرصة لهذا المصوِّر. لذلك، وضع مويبريدج يده في قبضة ستانفورد اللحمية، وهو يتمتم بـ"نعم" وهما يهتزان، مشكلين اتحادًا بين عالمين مختلفين.

كان مويبريدج أحد أفضل المصورين في سان فرانسيسكو. شخص لا يعرف الخوف، سافر إلى أماكن نائية، مثل ساحل المحيط الهادي، ويوسمايت، وألاسكا، لالتقاط الصور. كانت طبيعة حرفته تناسبه تمامًا، حيث حمل مويبريدج القوي ذو اللياقة البدنية مئات الأرطال من العتاد. كل ما يحتاجه لالتقاط الصور وتطويرها جاء معه. إلى جانب زجاجات المواد الكيميائية، تضمنت معداته كاميرات خشبية كبيرة، وألواح زجاجية دقيقة، ودلاء للمياه، وخيمة كغرفة مظلمة، وعدسات باهظة الثمن، وحوامل متينة. لقد استمتع مويبريدج، ذاك الرجل الغريب الأطوار ذو اللحية غير المشذبه والعينين الزرقاوين اللطيفتين اللتين تظهران غالبًا في حالة من الصدمة، بالابتعاد عن المدنية بصحبة بغل عربته فقط.

تمنى ستانفورد الحصول على صورة لأحد أسرع خيوله، أوكسيدنت، الحصان الذي أسر خيال الأمة بسرعته. أوكسيدنت، وسباق الخيل بشكل عام، كانا مصدر إلهاء وطني لأمة محطمة أعيد بناؤها في نهاية الحرب الأهلية. كانت الدولة منقسمة بين الشمال والجنوب، وأيضًا بين الشرق القائم والغرب الجديد. قام أوكسيدنت بلصق هذه القطع معًا، مقدمًا قصة سندريلا عن "حصان صغير" كان يجر القاذورات ثم أصبح، ذات مرة، أميرًا رباعي الأرجل يقف على العشب، مما وضع كاليفورنيا على الخريطة.

في عام 1872، نقل مويبريدج معدات الكاميرا الخاصة به إلى إسطبلات ساكرامنتو في ستانفورد على أمل التقاط أوكسيدونت بكامل خطواته. جهز مويبريدج الألواح الزجاجية لجعلها حساسة للضوء وقادرة على التقاط صورة داخل خيمته المظلمة. قام بصب محلول الكولوديون على السطح، وقام بتغطيته بالكامل عن طريق هز اللوح الزجاجي للخلف وللأمام، مثل طاهٍ بيده مقلاة. ثم غمس اللوح المطلي في حمام من نترات الفضة التي تحمل الصورة. بعد ذلك، وضع مويبريدج الزجاج في حامل مقاوم لأشعة الشمس وتوجه إلى كاميرته. كان أوكسيدونت يهرول لمسافة ميل، وينفض أربعين قدمًا من الأتربة في الثانية، مع سائق في عربة ذات عجلتين (أو عربة سولكي) مثبتة على جسده. رفع حوافره في أزواج قطرية، واتجه إلى خط النهاية بسرعة قياسية تبلغ دقيقتين وعشرين ثانية لكل ميل. لالتقاط صورة أوكسيدونت، كان على مويبريدج استخدام الألواح الزجاجية داخل الكاميرا في حالة رطبة، لأنها تفقد قدرتها على الاحتفاظ بالصورة أثناء تجفيفها. عادة ما كان تبخر المواد الكيميائية هو أكثر ما يشغل مويبريدج، لكن سرعة الحصان تجاوزت هذا القلق الآن.

حين التقط مويبريدج صورة للمناظر الطبيعية، جهز الكاميرا عن طريق وضع لوح زجاجي رطب بالداخل، وأزال الغطاء لبضع ثوان. ثم وضع الغطاء مرة أخرى على العدسة. في محاولته الأولى لالتقاط صورة الحصان الراكض، فتح مويبريدج الغطاء وأغلقه كالمعتاد. لكن لم يكن هناك شيء. أما في المحاولة الثانية، فتح الغطاء وأغلقه بشكل أسرع. هذه المرة كان الزجاج به شيء خافت وغامض. بدت هذه النتائج واعدة. إذ شجعت هذه

النتائج ستانفورد على إمكانية الحصول أخيرًا على إجابات لسؤاله المتعلق بالحصان الراكض. ومن ناحية أخرى، دفعت مويبريدج فرصة إقتناء المزيد من قصاصات الصحف التي تحمل اسمه في دفتره الخاص، للمضي قدمًا. لكن الصورة كانت خفيفة للغاية بحيث لا يمكن نشرها وسيتطلب الأمر المزيد من المال والقوة للحصول على صورة مميزة. فتح ستانفورد محفظته، مقترحًا استخدام عدة كاميرات متتالية لتقسيم الحركة في مراحل مختلفة. امتثل مويبريدج وكان مستعدًا لبدء مجموعته التالية من التجارب، حتى توقف عمله.

كانت حياة مويبريدج معقدة. تزوج امرأة ودخل في مثلث حب ليس من صُنعه. خرج من مثلث الحب هذا بقتل الرجل الآخر ودخل السجن أثناء عمله في مشروع صور أوكسيدونت. بعد ثلاثة أيام، صدر الحكم "غير مذنب"، وعلى الفور توجه مويبريدج إلى أمريكا الوسطى لاستئناف العمل في مهمة التصوير الفوتوغرافي التي تم اختياره لها قبل أن يطلق النار على الرجل. بعد عدة سنوات، في صيف عام ١٨٧٧، عاد مويبريدج للعمل على صور الحصان. واصل تجاربه في ساكرامنتو وسان فرانسيسكو ثم توجه إلى مزرعة بالو ألتو ستوك في ستانفورد.

قبل القتل، التقط مويبريدج صورًا للحصان الراكض من خلال فتح غطاء العدسة للحظة، مما أدى إلى ظهور صورة باهتة وغير واضحة. لرؤية الحصان بوضوح وتثبيت حركته على الزجاج، مثل حشرة العنبر، كانت الكاميرا بحاجة إلى وميض أسرع لأخذ لقطة في وقت أقصر. لتحقيق ذلك، ابتكر مويبريدج جهازًا من صندوق سيجار خلع منه لوحين من الخشب.

قام بتثبيت هذه القطع الأفقية على شريحتين صغيرتين من الخشب بواسطة المسامير، بحيث يفصل بينهما مسافة بوصتين، مثل درجات سلم. وُضعت هذه الشرائح بشكل منظم، بحيث يمكن تحريكهم لأعلى ولأسفل، مثل النافذة، مثبتًا إياهم في مواضعهم باستخدام الأربطة المطاطية. بعد ذلك، وضعت هذه الأداة الكاملة أمام الكاميرا، مع الشريحة السفلية التي تغطي عدسة الكاميرا، تمهيدًا لالتقاط الصورة.

عندما مر الحصان، سحب مويبريدج أحد الأربطة مما أطلق هذه الشرائح الخشبية التي سقطت مثل نصل المقصلة. وهكذا تمر الفتحة أمام العدسة، بطريقة خاطفة، حيث تنزلق الشريحة الثانية لتغطي العدسة مرة أخرى، فتسمح للضوء بالنفاذ إلى الكاميرا لفترة وجيزة فقط. باستخدام هذا المصراع (الغالق) الجديد للكاميرا، رأت الكاميرا جزءًا صغيرًا من الحركة، وتجمدت الصورة على اللوح الزجاجي الفوتوغرافي. فورًا بعد فراغه من التقاط الصور، يأخذ مويبريدج هذه الألواح إلى خيمته المظلمة لتحميضها. أعلى رأسه فتحة في الخيمة مُرقعة بقطعة قماش حمراء تُنفذ ضوءًا لا يضر بالصورة.

أثناء مواصلة جهوده لتصوير الحصان، بدأ بكاميرا واحدة ثم استخدم دستة ثم دستتين. وباستخدام تلك المصاريع (الغالق) السريعة، احتاج مويبريدج إلى وفرة من الضوء للنفاذ إلى الكاميرا بطريقة أخرى، بحيث يظهر شكل الحصان *"بشكل أفضل"* على اللوح الزجاجي. لذلك ابتكر نسخة خارجية من الأستوديو على جزء من مسار الحصان، مع وجود الكاميرات على جانب والستائر الخلفية على الجانب الآخر. وللحصول على مزيد من

الضوء في الكاميرا، صَبغ هذه الخلفية الجديدة باللون الأبيض وأمالها بزاوية على منحدر، يشبه سلمًا، لتعكس المزيد من أشعة الشمس في طريق الكاميرا. تغبر المسار بمسحوق أبيض، لجعل سطح الركض أكثر انعكاسًا لدفع المزيد من الضوء إلى العدسة. رقص مويبريدج بالأدوات التي كانت حوله من كيمياء الفضة، وأشعة الشمس، والمصاريع، وقام بتعديلها للحصول على لقطة لحصان راكض. اختبار تلو الآخر، وصلت الأربطة المطاطية سريعًا إلى حدودها القصوى لاستخدامها في المصاريع السريعة للكاميرا، ولكن لحسن الحظ، وجد مويبريدج حلًا من أحدث صَيْحَة تكنولوچية - جرس كهربائي.

من أجل التقاط الحصان في جزء أقل من الثانية، تولدت الحاجة إلى مصاريع أسرع. اتجه مويبريدج إلى الكهرباء لتعويض ما تفتقر إليه الأربطة المطاطية. كانت الأجهزة المنزلية تشق طريقها آنذاك ناحية الحياة اليومية، وكان أحد الاختراعات التي لاقت الشغف في أوربا، الجرس الكهربائي. بضغطة زر، تسري الكهرباء حول مغناطيس كهربائي، يؤدي بدوره إلى سحب الجرس، محدثًا رنينًا. توصل چون د. إيزاكس، مهندس يبلغ من العمر 27 عامًا عمل في شركة السكك الحديدية التابعة ليلاند ستانفورد، إلى طريقة لصنع جرس استدعاء أسرع بناءً على هذه التكنولوچيا الجديدة. باستخدام سرعة البرق للتيار، يسحب مغناطيس كهربائي مزلاجًا يحمل مصراعًا، جاعلًا إنزاله بشكل أسرع من غمضة عين. وبهذا، الآن، أصبحت كاميرات مويبريدج جاهزة.

عبر مسار الحصان، كان لدى مويبريدج دستة من الأسلاك التي يبلغ

ارتفاعها مستوى الصدر فوق الأرض، متصلة بدستة من الكاميرات. كانت كل كاميرا متباعدة بشكل متساوٍ بما يكفي لركض الحصان. عندما دفع صدر الحصان الخيط، مثل شريط الفائز، شُدت الخيوط ساحبة قطعتين من المعدن معًا بالقرب من الكاميرا، ونتج عنه تدفق الكهرباء إلى الدائرة. أدى هذا إلى تشغيل أحد المصاريع، مؤديًا إلى التقاط صورة واحدة. التقط الحصان صورة لنفسه، ثم التقطت الكاميرا التالية المتصلة بخيط آخر. مثل ميدان الرماية المنظم، التقطت سلسلة الكاميرات في جزء من الثانية مقاطع توضيحية لجسم الحصان.

أظهرت مجموعة الألواح الزجاجية المطلية بالفضة معًا كل خطوة من خطوات الحركة. بعد أن حمض مويبريدج الصورة في خيمته المظلمة، اِرْتَسَمت على وجهه الابتسامة: *"لقد حصلت على صورة الحصان وهو يقفز من على الأرض."*

كانت هناك صورة باهتة على الزجاج، قام بتحسينها يدويًّا منتجًا صورًا ظلية بها ملامح للحصان، على خلفية بيضاء مكونة من اثنتي عشر صورة لحصان متحرك. أظهرت الصورة أن الحصان يركض للحظة بأربع أقدام هوائية. لكن محاولة التقاط الحركة على زجاج التصوير كان لها تأثير دائم.

صور مويبريدج لحظة عابرة وتزايد تعطش المجتمع للصور، لالتقاط كل لحظة، حتى بلغ إيفرست من الصور.

بدأ كل هذا بحصان.

بينما كان مويبريدج، وهو شخص غريب عن المجتمع، يحرز تقدمًا

في مجال التصوير الفوتوغرافي على الساحل الغربي، كانت إحدى ركائز المجتمع تخلق أيضًا ابتكارات تصويرية على الساحل الشرقي. سيُسجل اسم مويبريدج في التاريخ، لكن مخترع الساحل الشرقي هذا لم يحصل على حقه أبدًا. كان اسمه القس هانيبال غودوين.

خزن كهنوتي:

حينما كان يتحدث القس هانيبال غودوين، كان أربعمائة من أتباع الكنيسة يحتشدون بالمقاعد الخشبية في كنيسة بيت الصلاة بمدينة نيوآرك بولاية نيوجيرسي. كان غودوين خطيبًا مفوهًا، في ثمانينيات القرن التاسع عشر، يشبه جرس الكنيسة لكونه عريضًا وجَهوَري الصوت. كان هذا الواعظ الشاهق ذو اللحية البيضاء والنظارات ذات المشبك على أنفه يحب رَعِيَّته وكان الشعور متبادلًا. حين تنتهي الخدمات الكنسية، يتباطأ الكثيرون في كنيسته للتحدث معه ليتباركوا به، ولسماع كلمة حكيمة منه. لكن بمرور الوقت، قلت فرص مرافقة الأب غودوين بعد خطبته. بمجرد أن يفرغ منها ينطلق جوار منزله. قوبل انشغال غودوين في الغالب من قبل أبناء رعيته بالتجاهل، حتى لاحظوا يديه الملطخة ببقع برتقالية اللون تتطابق مع البقع في أسفل ثيابه البيضاء. وسرعان ما تضخمت همساتهم إلى ثرثرة كاملة عن كاهنهم الأسقفي ذي السيماء الملكية لأمير كفوفه كالفقير المريض.[1]

كان غودوين يصم أذنيه تجاه الهمهمة المحيطة به، يدفع الباب الأمامي الضخم لمنزله ويصعد درجتين من الدرج الخشبي إلى معمل الكيمياء الخاص

(1) إشارة إلى جوهر قصة الأمير والفقير لمارك توين. (المترجم)

به في الطابق العلوي. كان هذا الفضاء هو مركز كونه. من عام 1868 إلى عام 1887، عاش على بعد عشر خطوات من الكنيسة في بلوم هاوس، على ناصية شارعي برود وستيت. في الطابق العلوي، في عِلِيَّة البَيْت وتحت الأسقف المقببة، كانت الجدران ذات اللون العاجي تحمل بقعًا من نفس لون يدي غودوين. على جانب واحد من الغرفة توجد مدفأة يحيط بها نافذتان. قام غودوين بعمل فتحة في السقف بارتفاع خمسة أقدام للسماح لضوء الشمس بالنفاذ لإجراء تجاربه العلمية أثناء النهار؛ وفي الليل، كان يكدح تحت قناديل الزيت.

كلما نادته زوجته، ريبيكا، من الطابق السفلي، أجابها بالصمت أو بجمل مُقتضبة. حين كان يظهر لتناول الوجبات، كانت تلك المناسبات النادرة هي ما حظيت فيها زوجته وأطفالها بالتبني باهتمامه الثمين. لقد كان رجلًا لديه القليل من المشاعر – الطعام، والله، والرفاهية الدينية للأطفال الصغار في جماعته – يقدم درس الأحد في غرفة المعيشة. لكن ثمة حادث وقع في درس الأحد جعله يقضي كل ساعات يقظته في الطابق العلوي.

أراد غودوين عرض الصور لتتماشى مع قصص الكتاب المقدس التي يعلمها في درس الأحد. لذا، ناشد رعيته والأبرشية لشراء جهاز عرض ضوئي يسمى جهاز عرض الصور. استجيب لصلواته وتمكن من الحصول على بعض الصور التي تعرض مشاهد جديدة للمناظر الطبيعية في أمريكا؛ ومع ذلك، كان هناك عدد قليل جدًّا من الصور التي تصور مشاهد من الكتاب المقدس. لحسن الحظ، كان غودوين، المحب للتصوير الفوتوغرافي، على استعداد تام لعمل صور إنجيلية على شرائح زجاجية لعرضها أمام

مجموعته الصغيرة.

تطلب التصوير الفوتوغرافي، في القرن التاسع عشر، شخصًا بالقوة البدنية التي كان عليها غودوين. تطلبت المعدات الثقيلة قوة الفيل وليس زخرفة العنكبوت، حيث كان المرء ينقل معدات ثقيلة، مع مراعاة الحذر للحفاظ على الشرائح الهشة من التصدع. عندما وجد غودوين مشهدًا لتصويره، أخرج شريحة زجاجية ثقيلة وغمسها في دلو مليء بالمواد الكيميائية الحساسة للضوء، كل ذلك أثناء وجوده داخل خيمة مظلمة. هكذا أعد الزجاج للكاميرا. في بعض الأحيان، مع تطور فن التصوير الفوتوغرافي، كانت تُباع الشرائح الزجاجية مُعدة مسبقًا بمواد كيميائية مكونة طبقة سميكة أعلاها. بمجرد أن تُلتقط الصور، يعالجها غودوين بمواد كيميائية أخرى، لإقناع الصور بألا تتلاشى. بعد كل هذا الكدح والمتاعب، أصبح لديه صور يشاركها مع الأطفال المتلهفين لسماع درس الكتاب المقدس في غرفة معيشته.

مسرورًا بإبداعاته، وجد غودوين، لسوء الحظ، أن الزجاج وأطفال درس الأحد، لا يجتمعان. عندما أدخل مساعدوه هذه الصور الكتابية الهشة في جهاز العرض، غالبًا ما كان يتصدع الزجاج أو ينكسر. بعد العديد من الشرائح المكسورة، وعلى الرغم من اعتذارات طلابه الصادقة، أصبح صبر الأب غودوين هشًّا، وبدأ يعتقد أنه لا بد من وجود طريقة لعمل صور قوية بما يكفي للبقاء على قيد الحياة ضد أفضل النوايا الحسنة.

هذا البحث هو ما دفعه إلى قضاء كل أوقات فراغه في الطابق العلوي.

هذا هو ما جعله غريبًا في عين عائلته، ومجموعته. هو ما جعل يديه، وملابسه ملطخة. كان يحاول عمل فيلم بلاستيكي مرن للتصوير الفوتوغرافي، قادر على حمل صورة دون أن يستسلم للتحطم.

ربما بدا القس الأسقفي المتدين مخترعًا غير محتمل، لكنه كان دائمًا يتمتع بذكاء الذهن وموهبة الإصلاح. ولد هانيبال غودوين في إبريل 1823 في بلدة عوليس الصغيرة بنيويورك، الواقعة على بعد عشرة أميال شمال إيثاكا، وكبر على شواطئ بحيرات فينجر. نشأ في مزرعة وكان مخادعًا عضالًا. كما تقول القصة، خلال واحدة من أكثر مآثر هانيبال المؤذية، قادته نزهة بريئة مع والده إلى مطاردتهما من قبل دب أسود. لم تكن نكات هانيبال العملية بذيئة أبدًا، بل كانت مجرد انشغال لعقل مبدع لم يجد ما يكفي من الأعمال لانشغاله.

كانت جهود غودوين للعثور على رسالته تحاكي مسار الكرة والدبابيس. التحق بكلية الحقوق بجامعة ييل عام 1844، ثم جامعة ويسليان في ميدلتاون، كونيتيكت، قبل أن يستقر في كلية يونيون في شينيكتادي، حيث تلقى مجموعة من فصول الفنون الحرة (من الإنجليزية إلى الكيمياء). عندما أنهى درجة البكالوريوس في عام 1848، التمس الطريق إلى الله، وحضر في مدرسة الاتحاد اللاهوتية في مدينة نيويورك ليصبح واعظًا أسقفيًّا. بعد أن تم ترسيمه، تولى مناصب في بنسلفانيا ونيوجيرسي وبعد ذلك نابا، كاليفورنيا، قبل أن يعود إلى نيوآرك، نيوجيرسي، ليستقر في منصب خامس عميد لكنيسة بيت الصلاة.

في عام 1870، كانت نيوآرك، التي يبلغ عدد سكانها 105000 نسمة،

مركزًا صناعيًّا وموطنًا للصناعيين ذوي الوزن الثقيل. أقام توماس إديسون أولًا في نيوآرك، قبل أن يتوجه إلى منطقة مينلو بارك الهادئة الحبيسة. كانت نيوآرك أيضًا موطنًا لجون ويزلي هايت (1837-1920)، الذي صنع بلاستيك جديدًا يسمى السيلولويد، في شركة السيلولويد. بدأ استخدام السيلولويد كبديل للعاج لصنع كرات البلياردو، والأمشاط، وياقات القمصان، والأصفاد، والأزرار، ومفاتيح البيانو، والألعاب. لذلك اعتقد غودوين أن هذه المادة الشائعة، ربما تكون داعمة لصوره الإنجيلية. باعتها شركة هايت للسلولويد على هيئة ألواح، وقضبان، وأنابيب، وطلاء. كانت شركة هايت، الواقعة في 47 شارع ميكانيك في نيوآرك، على بعد ميل واحد جنوب منزل غودوين، لذا أخذ عربة تجرها الخيول (تُعرف باسم دينكي) للحصول على هذه المادة.

حصل هانيبال غودوين على مواده الكيميائية المختلفة لصنع فيلم فوتوغرافي لصور درس الأحد. كانت رغبته أن يكون سُمك الفيلم في سمك الشعرة. وليتمكن من عمل ذلك، استخدم العلوم. قال غودوين: *"لقد اكتسبت بعض المعرفة الكيميائية القليلة، من خلال دروس المدرسة."*، *"وهكذا شرعت في إجراء التجارب في الظلام تقريبًا، واضعًا المواد الكيميائية، والعضوية معًا في تركيبات جديدة تمامًا."*

أراد غودوين إذابة كتلة من النيتروسليلوز ثم جعله يتساقط في طبقة رقيقة من المحلول مثل سقوط الثلج في لعبة كرة الثلج. أخذ شكله النهائي شكلها بالضبط. قام بخلط النيتروسليلوز مع سائل نيتروبنزول، ما أدى إلى تكون سائل سميك، ثم خفف الخليط بالكحول والماء، وبعدها صبه

على طبق زجاجي حتى يجف. كل مكون من هذه المكونات ساهم في صنع طبقات بلاستيكية رفيعة: تصرف النيتروبنزول والكحول مثل السلحفاة والأرنب الوحشي؛ يتبخر النيتروبنزول بطيئًا، بينما يتبخر الكحول أسرع. سمح مزيج السوائل للنيتروسيليلوز بالانتشار على الزجاج والانسكاب ببطء من المحلول، مغطيًا السطح مثل تساقط ثلوج منتظم الوتيرة.

بعد ما يقرب من عشر سنوات من التجارب، التي كادت أن تؤدي إلى تفجير الطابق العلوي لمنزله ذات مرة، قدم غودوين براءة اختراع لفافة من الفيلم البلاستيكي للصور الفوتوغرافية. كان قد بلغ للتو سن التقاعد للكنيسة وكان يفكر في حياته الجديدة ومستقبله المالي، لأنه نادرًا ما كان يدخر المال – بدلًا من ذلك، كان ينفقه كله على الأسرة، والمحتاجين، والتجارب الكيميائية. لكن الأسقفي كان متأكدًا من أن اختراعه مفيد للمصورين لا سيما بعد قراءة المجلات التي تعلن عن الحاجة إلى فيلم "*خفيف كالورق وشفاف كالزجاج*". استوفى اختراع غودوين هذه المعايير وسمح أيضًا للمصورين بالتقاط الصور بسرعة من خلال لفافة طويلة من الأفلام. كان يعتقد أن إيداع براءة الاختراع سيمهد طريقه نحو مكافأة مالية ضخمة. لم يكن يعلم أن أحد أغنى الرجال في ذلك الوقت - جورج إيستمان مؤسس إيستمان كوداك - كانت تراوده الفكرة ذاتها.

عام 1887، بعد عشرين عامًا من الخدمة، كان القس هانيبال غودوين يستعد لترك منصبه في كنيسة بيت الصلاة. تدهورت صحته فمنعته من أداء واجباته. برفقة مفكرته الواضحة، ظل غودوين قابعًا في طابقه العلوي، يستكمل أفلامه الفوتوغرافية. بمرور الوقت، تمكن من الحصول على

شرائط بلاستيكية بطول عشرة أقدام، وثلاثين قدمًا، وفي النهاية خمسين قدمًا. وسرعان ما أراد التقدم بطلب للحصول على براءة اختراع.

عندما كسر الزعفران آخر قطعة ثلج من العاصفة الثلجية عام 1886، وضع غودوين اللمسات الأخيرة على تحفته - طلب براءة الاختراع الخاص به. في 2 مايو، 1887، قدم إلى مكتب براءات الاختراع *"الطبقة الرقيقة الفوتوغرافية وكيفية اختراعها"*، مقدمًا وصفًا لكل من الطبقة الفوتوغرافية- الطبقة الرقيقة- وكيفية صُنعها. ومع ذلك، فإن قدرة هذا الواعظ على التبشير لم تُترجم جيدًا في هذه الوثيقة القانونية. كانت معظم طلبات التقدم لا تتعدى الخمسين صفحة من الورق البصلي، وتحتوي على لغة متقنة بالغة الدقة. بينما كان طلبه سميكًا مثل الكتاب المقدس وقراءته مثله. وهكذا، انتظر طلبه في صندوق البريد الوارد لفاحص براءات الاختراع.

قام غودوين بالعديد من الرحلات إلى مكتب براءات الاختراع في واشنطن العاصمة للإسراع في تقديم الطلب، لكن مكتب براءات الاختراع، مثل أفلامه التي تجف على الزجاج، لم يكن بالإمكان تسريعها.

أمضى الأب غودوين وقته في العمل على اختراعات أخرى، وكتب أيضًا لجورج إيستمان، صانع الكاميرات وأفلام التصوير، يطلب منه طلاء عينة بطول سبعة عشر قدمًا وجعلها ذا حساسية، حيث اعتقد غودوين أن فكرته محمية من النسخ أو السرقة. قام إيستمان، مفتونًا، بالكتابة إلى الواعظ، حيث طرح عددًا لا يحصى من الأسئلة حول عمله. أخبر الأب الملياردير من أين حصل على المواد الكيميائية الخاصة به، وأرسل إليه أيضًا بعض المواد.

جعلت هذه المراسلات الوقت يمر بسرعة بالنسبة إلى غودوين بينما كان ينتظر ردًّا من مكتب براءات الاختراع، مما جعله يقترب خطوة واحدة من مستقبل مالي آمن.

أثناء مراسلاتهم، بعد عامين من إرسال غودوين، قدم إيستمان براءة اختراع إلى مكتب براءات الاختراع، في 6 إبريل عام 1889، حيث تتناول عملية تدفق سائل كيميائي وتبخيره للحصول على فيلم فوتوغرافي. إلى جانب ذلك، قدم أحد موظفي إيستمان، الكيميائي هنري رايشينباخ، بعد بضعة أيام، في التاسع من إبريل، براءة اختراع للعملية ذاتها. وجد فاحصو الطلبات، ثلاثة طلبات متماثلة؛ من غودوين، إيستمان، رايشينباخ. لذلك بدأت إجراءات الكشف عن المخترع الأصلي. سحب إيستمان طلبه حتى يتمكن رايشنباخ وغودوين من محاربة بعضهما البعض. أثناء الإجراءات، قدم غودوين حُجته وجلب عينات من فيلمه من عام 1887. مع هذا الدليل، أقر مكتب براءات الاختراع أن طلب غودوين كان الأصلي، وعليه مُنح الإذن بمتابعة عمله. شعر غودوين بالنصر، لكنه لم يعِ أن هناك المزيد من الأعمال عليه القيام بها. عندما رضخت شركة إيستمان لأسبقية اختراعه، اعتقد أن "الأمر قد حُسم وانتهى". لكنه كان مخطئًا.

دون علم الأب الصالح غودوين، دخل عن غير قصد في مباراة شطرنج مع واحد من أكبر المحتكرين في العالم. بينما كان غودوين يستمتع بانتصاره، أصبح أصم للاقتراحات التي تلقاها من مفتش براءات الاختراع حول كيفية تحسين براءة الاختراع الخاصة به لضمان إصدارها. قدم موظف براءات الاختراع اقتراحات لرايشنباخ أيضًا. قصر رايشنباخ وصفته في براءة

الاختراع على كمية محددة من النيتروسليلوز والكافور. أما غودوين فلم يجر أية تغييرات.

في العاشر من ديسمبر 1898، رُفض طلب غودوين، بينما حاز رايشينباخ على براءة الاختراع.

حاول القس استعادة ما يعتقد أنه خاص به وقام بالعديد من الزيارات إلى مكتب براءات الاختراع، أنفق المال القليل الذي كان بحوزته، في محاولة للحصول على بعض الوضوح حول كيفية الحصول على براءة اختراع. أراد براءة اختراعه أو تفسيرًا جيدًا. لم يكن لدى مكتب براءات الاختراع أي شيء، لكن فاحص براءات الاختراع قدم له بعض الاقتراحات حول كيفية التقدم مرة أخرى لمنحه فرصة أخرى.

كان الاقتراح المقدم لغودوين، أن تحتوي وصفته على مادة الكافور في طلب براءة الاختراع. لكنه لم يستخدم "ذرة من الكافور" ولم يهتم بـ"البقع" التي صنعها الكافور. لكن، على أمل الحصول على براءة اختراعه، استمع إلى فاحص براءات الاختراع. ثبت أن هذا خطأ. لقد أدى تضمين الكافور في براءة الاختراع إلى فتح صندوق باندورا القانوني.[1]

وقتها، احتاج غودوين إلى إثبات أن اختراعه لم يكن السليلويد الشائع، المصنوع من الكافور والنيتروسليلوز؛ إذ لم يكن من الممكن الحصول على براءة اختراع لشيء موجود مسبقًا. جعلت هذه النكسة غودوين بعيدًا عن

---

(1) صندوق باندورا: هو صندوق في الميثولوجيا الإغريقية، حملته باندورا، ويحتوي على كل شرور البشرية.

مصدر الثروة. بينما كان غودوين يتسلق جبلًا من الأعمال الورقية، كتب إلى صديق، "لم أتقدم في السن فحسب، بل أصبحت أكثر فقرًا."

أصبح الآن غودوين على الجانب الخاسر في معركة براءة الاختراع ضد رايشينباخ، ودخل في حلقة من المراجعة، والرفض، والتكرار. في 1892، 1895، 1897، تقدم بطلب لبراءة الاختراع، ولكن في كل مرة كان المكتب يتجاهل طلبه. بحلول عام 1896، حصل غودوين على تمثيل قانوني جديد، المحامي تشارلز بيل من شركة دريك آند كومباني، الذي قدم استئنافًا وأرسله إلى رئيس فاحصي البراءات في عام 1897. بأعجوبة، تم التوصل إلى بطلان القرارات السابقة في 8 يوليو 1898، مما مهد الطريق لغودوين للحصول على براءة اختراع. تمكن محامو غودوين من إثبات أن جميع التغييرات التي أجراها على الطلب تندرج ضمن الوصف الأصلي لبراءة الاختراع. أيضًا، تمكن من إثبات أنه أنتج فيلمًا عندما قدم طلب براءة الاختراع الخاص به، والذي أظهره في قضية التدخل الأولى. شهد چورچ إيستمان في تلك الحالة الأولى أنه لم يتمكن من الحصول على فيلم مُرضٍ حتى عام 1888.

في صباح يوم الأربعاء، 14 سبتمبر 1898، قام غودوين المريض البالغ من العمر خمسة وسبعين عامًا برحلة أربعة أميال من منزله إلى دريك آند كومباني وألقى كلمة تهنئة إلى بيل ومكتبه للاحتفال ببراءة اختراعه الجديدة. وجد غودوين أنه لا يزال بإمكانه إلقاء خطبة مطولة في أي لحظة. في خطابه، ذكّر العاملين في مكتب المحاماة باعتقاده أنه "على الرغم من أن العدالة قد تأتي متأخرة، إلا أنها آتية في نهاية المطاف لا محالة"

بمجرد حصوله على براءة اختراعه، ركض نحو جالوته؛ إيستمان، مثل داود في الكتاب المقدس، محاولًا هزيمة العملاق بالحجارة. كان إيستمان يصنع أفلامًا استنادًا إلى طريقة غودوين، منتهكًا براءة اختراعه. قدم بيل وفريقه دعوى قضائية ضد الشركة بسبب الانتهاك، مما جعل الواعظ أقرب إلى بيضة مالية يستمتع بها هو وريبيكا في سنواتها الأخيرة. وضع بيل وغودوين قائمة طويلة من الشركات الأخرى التي كانت تستخدم اختراع رول الفيلم، إلى جانب شركة إيستمان، حتى يتمكنوا من التخطيط لهجومهم على قضايا الانتهاك. عندما أوضح بيل إستراتيجيته واقتراحه، أجاب غودوين بشكل قاطع، "أوه، نعم، نعم، نعم."

كانت الخطة تهدف إلى بناء مصنع في نيوآرك يسمى غودوين فيلم آند كاميرا، لتصنيع أفلام التصوير الفوتوغرافي. غير أن صدعًا في الرصيف غير كل ذلك. في صيف عام 1900، نزل غودوين من عربة ترولي بالقرب من منزله الجديد في شارع مونتكلير، فتعثر وسقط. ضرب جسده الكبير الذي يزيد ارتفاعه عن ستة أقدام ووزنه 240 رطلًا، الرصيف بقوة، وكُسرت ساقه اليسرى. لم يتعافَ من السقوط. أصيب بالتهاب رئوي، وبحلول نهاية العام، 31 ديسمبر 1900، توفي.

على الرغم من أنها لا تزال "محطمة روحيًا وصحيًا"، إلا أن ريبيكا زوجة غودوين حملت صليب زوجها، وساعدت في تأسيس الشركة عندما كان هانيبال مريضًا، ودمجتها مع شركة أكبر لتشكيل أنتوني وسكوفيل (لاحقًا أنسكو). واصلت الشركة الجديدة الحرب ضد إيستمان كوداك على خلفية الانتهاك، الذي تم نقله إلى محكمة المقاطعة عام 1902. بعد المزيد

من التأجيل والاستئناف، تمت تسوية القضية لصالح غودوين في 10 مارس 1914، بمبلغ 5 ملايين دولار (أكثر من 120 مليون دولار اليوم) مقسمة بين ورثة غودوين والشركة. لم يكن غودوين موجودًا ليحصل على ما كسبه، وكانت زوجته ريبيكا كبيرة في السن عاجزة عن الاستمتاع به. بعد بضعة أشهر من القرار، ماتت ريبيكا أيضًا.

حارب هانيبال غودوين بجد لجعل صور درس الأحد تنبض بالحياة، واضعًا نهاية للخروج من قصة داود وجالوت. سيجد الواعظ أن التصوير لم يكن عملًا بريئًا لصنع صور للأطفال. الأمر الذي أدى إلى عبء كبير. بعد عقود قليلة فقط من معركة غودوين القانونية، كان التصوير الفوتوغرافي في خضم معركة مرة أخرى، مستوحية من أطفال المدارس، ولكنها هذه المرة معركة ثقافية. في هذه المعركة، لن يكون الافتقار إلى البراءة والصلاح في تجارة التصوير الفوتوغرافي فحسب، بل سيكون غيابهما مُدمجًا في التركيبة الكيميائية.

التعرض الضوئي الناقص:

في الستينيات، لاحظت الأمهات الأمريكيات ذوات الأصل الإفريقي شيئًا خاطئًا في تقليد المدرسة الذي بدا ساذجًا في صورة الفصل. في كل عام، يتم تنظيم الصغار في أفضل حالاتهم يوم الأحد من أجل صورة الفصل المدرسي، التي تلتقط لحظة مميزة في مرحلة الطفولة. لكن هؤلاء الأمهات ذوات البشرة السوداء، رأين شيئًا ما عندما أحضر أطفالهن هذه الصور العزيزة إلى المنزل. بعد أن ألغت المحكمة العليا الفصل بين المدارس

بقرار براون ضد مجلس التعليم عام 1954، لم تُلتقط الصور الملونة لزملاء الدراسة، البيض والسود، الذين يجلسون كتفًا لكتف، بنفس الشكل. هؤلاء الصغار، الذين كانوا يحاولون بكل قوتهم البقاء أمام الكاميرا، تم تغيير شكلهم بواسطة الفيلم. خرج الأطفال البيض كما ينظرون في الحياة اليومية، بينما فقد الأطفال الأمريكيون ذوو الأصول الإفريقية ملامح وجوههم وتحولوا إلى بقع حبر. لا يمكن للفيلم التقاط البشرة الداكنة والفاتحة في نفس الوقت، حيث حمل الفيلم تحيزًا دفينًا في مادته. لعقود من الزمن، ظل هذا الخلل في الفيلم بعيدًا عن الأنظار وقت فصل المدارس وتصوير الأولاد والبنات السود بشكل منفصل عن نظرائهم البيض. لكن مع دمج المدارس، شاهدت الأمهات السود أن الفيلم الملون ترك أطفالهن السود في الظل.

في عام 2015، قام مصوران مقيمان في لندن، وهما آدم برومبيرج وأوليفر شنارين، بالتنقيب في هذا الفيلم الملون القديم لاكتشاف سبب عدم تمكن الفيلم من التقاط صورة مدرسية موحدة للأطفال من جميع الأعراق. قال شنارين عندما اختبر المصوران الفيلم وجدا أن "الفيلم لم يتم معايرته للتعامل مع هذا النوع من التعرض الضوئي". لقد طُور الفيلم للبشرة البيضاء. كانت المواد الكيميائية اللازمة لالتقاط مجموعة من الألوان على النحو الواجب موجودة منذ فترة طويلة، منذ أن أصبح الجدول الدوري للعناصر عنصرًا قياسيًا في معظم كتب الكيمياء. ولكن كان هناك انحياز سري في الجمع بين هذه العناصر المستخدمة في كيمياء الفيلم، لصالح مجموعة من الألوان على حساب أخرى. كان التاريخ المخفي لهذا الفيلم هو السبب وراء التباين في صورة الفصل وظهور وجوه الأطفال بشكل مختلف تمامًا.

لم يكن التقاط الصور في الأيام الأولى أمرًا سهلًا على الإطلاق. إذ كانت الصور الأولية للمناظر الطبيعية تمثل تحديًا ليس فقط بسبب المعدات الثقيلة، ولكن أيضًا لأن معظم المواد الكيميائية والتقنيات كانت محلية الصنع. التقط المصور إدوارد مويبريدج مناظر خلابة لكاليفورنيا مع ملامح السماء والجبال باستخدام المواد الكيميائية التي طلى بها الزجاج لالتقاط الصور بالأبيض والأسود. من خلال تغطية الجزء العلوي من عدسته، يمكن أن تنكشف الغيوم الساطعة لوقت أقل، بحيث لا تنجرف خلف الجبال. بعد جيل، أصبح تصوير الصور بالأبيض والأسود منظمًا عندما صاغ كل من فرد آرتشر (1889-1963) وأنسيل آدامز (1902-1984) تقنية نظام المناطق، عن طريق البطاقات الإحدى عشر التي تحتوي على تدرج من الأبيض إلى الأسود، وتستخدم لتحديد المقدار المناسب من التعرض الضوئي، حيث تُمثل التركيبة التي تحتوي على كل من هذه الظلال، ومزيد من التركيز في المنتصف، توازنًا واعدًا للتعايش السلمي بين البيض الأكثر سطوعًا والسود الأكثر ظُلمة في الصورة. عندما تحول التصوير الفوتوغرافي من الأبيض والأسود البدائي نحو الصور الملونة، أصبح هذا التوازن معقدًا، لأنه كان هناك تلاعب في التباين (بين الأسود والأبيض) وكذلك الأصباغ (ألوان السماوي، والأرجواني، والأصفر). لقد أدى تطويع شيء ما إلى تبديل شيء آخر. وانعكس تبديل شيء واحد على تغيير عنصر ثالث. دفع هذا العبء علماء الألوان إلى ابتكار تقنية جعلت الحياة أبسط للبعض، بيد أنها مزعجة للآخرين.

صمم علماء الألوان ورقة الغش، وهي عبارة عن بطاقة توازن للألوان،

ذات معايير لاستخدامها في الطباعة وفي التلفزيون. باستخدامها، ستبدو الصورة الصغيرة من الكاميرا متشابهة عند طباعتها على لوحة إعلانية أو في مجلة أو على علبة حبوب أو في إعلان تجاري. كانت بطاقة الألوان هذه سمة شائعة، مثل مخطط العين في عيادة الطبيب، في أستوديوهات الفنانين، والمصممين، والمصورين، ومشغلي الكاميرات. أشهر مخططات الألوان هذه كانت تحتوي على امرأة ذات شعر داكن بابتسامة قسرية وعينين زرقاوين، وخلفها مجموعة من الوسائد الملونة. كانت وظيفة الفنان أو المصمم أو المصور أو مشغل الكاميرا هي مطابقة الشكل، الذي يرونه في صورة أو شاشة، باللون الموجود على البطاقة. تم تعديل كل جسيم – كل لون يُعدل – وفقًا لهذه البطاقة القياسية، بما في ذلك لون بشرة المرأة البيضاء. وبهذه البطاقة، التي تسمى "بطاقة شيرلي" نسبة إلى السيدة، تم التحكم في الأزرار لخلق التناغم، وبدورها، جعلت من الصعب تصوير البشرة الأغمق.

من خلال القرار البسيط المتمثل في استخدام بطاقة الألوان القياسية هذه، ظهر لون البشرة المخالف لشيرلي، بأنه لون مختلف، حيث تم تحسين الفيلم ليلائم لون بشرتها. وهذا هو السبب في أن بشرة البحر الأبيض المتوسط أو أمريكا اللاتينية أو الآسيوية، التي تحتوي على لون أخضر أو أحمر أو أصفر أكثر من بشرة شيرلي، تبدو في الصورة الفوتوغرافية وكأنها شيء غريب أو محترق أو مريض. قد يكون للبشرة الداكنة نتائج أكثر تطرفًا، وغالبًا ما يظهر أصحابها في بعض الحالات وكأنهم من عالم آخر؛ وفي حالات أخرى، تسبب الفيلم في تحول البشرة بالكامل إلى بقع سوداء. قال المصور أوليفر شنارين: "لقد جسدت التكنولوجيا هذه الأيديولوجية التي من رحمها خرجت بطرق

خفية" باستخدام بطاقة شيرلي، لم يكن وجهها هو معيار الجمال فحسب، بل لون بشرتها أيضًا، مما جعل الصور الفئوية توفر التشابه والتباين للأطفال البيض والسود.

كانت الصور الداجِيرية المبكرة، على عكس صور المناظر الطبيعية لموبيريدج، أفضل في تقديم صورة الشخص بسبب القدرة على التحكم في ظروف الإضاءة، والمواد الكيميائية المستخدمة، والدقة المتزايدة للألواح الزجاجية الكبيرة. جعل هذا النمط التصوير الفوتوغرافي المبكر وسيلة لتكافؤ الفرص لتصوير المظهر الخارجي للمرء. في التصوير الفوتوغرافي بنمط داجير، كان الطلاء البسيط من يوديد الفضة هو المدخل لالتقاط وجه المرء باللونين الأبيض والأسود إلى الأبد. كانت الفكرة الوحيدة هي أنه كان على المرء أن يقف ساكنًا لفترة طويلة، مما يسمح للضوء المنعكس للجلد بتغيير روابط الفضة على الزجاج. كانت الكيمياء بسيطة وغالبًا ما كانت محلية الصنع، لذلك يمكن لأي شخص التقاط صورة.

تم الترويج للتصوير الفوتوغرافي من قِبل مؤيد إلغاء العبودية والخطيب المفوه فريدريك دوغلاس (1818-1895) كوسيلة ديمقراطية عظيمة، لأنه على عكس الصورة المرسومة، يمكن لأي شخص في أي محطة من الحياة الحصول على صورة لنفسه. كتب دوغلاس: "إن الفتاة الخادمة الأكثر تواضعًا، والتي لا يتعدى دخلها بضعة شلنات في الأسبوع، قد تمتلك الآن صورة بالغة الجمال لنفسها أكثر من السيدات النبيلات وحتى الملكات". في القرن التاسع عشر، أبدى دوغلاس إعجابًا عميقًا بهذه التكنولوجيا الجديدة، مُعلنًا في خطاباته أن "داجير"، كما كتب دوغلاس، "حول الكوكب

إلى معرض للصور". كانت كلمات ف.د.، كما أطلق عليها أصدقاؤه، تنبؤية بشأن عصرنا الموسوم بعصر وسائل التواصل الاجتماعي، لكن ما كان يعرفه في وقته هو أن الصور مهمة.

في حياته، ألقى دوغلاس مئات الخطب في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة حول محنة العبيد، والتي كان يعرفها من خلال تجربته الشخصية. كان يتحدث لساعات وسط حشود كبيرة، مثلما كان شائعًا في عصر ما قبل التلفزيون، وكان الناس يجتمعون في نزهة ويستمعون. كان لا يبدي كللًا أو تعبًا في جهوده، ولكن حين لم تكن لديه ارتباطات بإلقاء خطبه على الناس، كان يذهب كثيرًا إلى أستوديو للتصوير الفوتوغرافي لالتقاط وجهه الوسيم والسماح لصورته بالتحدث نيابة عنه، حيث بيعت صوره وتم توزيعها. لقد ترك صوره تقاوم الصور النمطية للأمريكيين الأفارقة في القرن التاسع عشر.

بحلول منتصف القرن التاسع عشر، كان فريدريك دوغلاس أكثر الكائنات البشرية تصويرًا على هذا الكوكب. كانت هناك صور له أكثر من توين أو جرانت أو حتى لينكولن. استخدم دوغلاس وجهه اللطيف لمواجهة الصور العابسة للأمريكيين السود. في ظل قوانين الأرض التي تنص على أن العبد هو ثلاثة أخماس إنسان، سعى دوغلاس إلى إظهار البشر، البشر السود، في أفضل حالاتهم. كان يأمل أن يرى البيض صورته على أنها انعكاس لهم. على الرغم من أن بشرته سوداء، إلا أن ملامحه كانت أوربية، لأنه مختلط الولادة. سيرى المشاهد أن أنفه أنجلو ساكسوني، يقف ملكًا، ذو مظهر قوي. باستخدام صورته، كان يأمل في إنهاء الوصف الهمجي لهم.

بينما أحب دوغلاس التصوير لأول مرة، حين انتقل فيلم التصوير من مطبخ الكيمياء نحو كتلة منتجات تجارية أنتجها المصنّعون، مثلما كان الوضع في السنوات الأخيرة من حياته، حدث شيء ما في نهاية القرن التاسع عشر. مع انتقال التركيبات القياسية من الشركات بعيدًا عن الكيمياء البسيطة إلى التركيبات المعقدة، ركز الفيلم على مجموعة واحدة من الأشخاص يمكن التقاط صورهم بشكل أفضل، مع تجاهل الآخرين.

في أوائل القرن العشرين، رأى دبليو إي بي دوبوا (1868–1963)، وهو باحث بارز في تاريخ الأمريكيين ذوي الأصول الإفريقية، أن تصوير السود صورًا إيجابية شيء مبشر. دو بوا، المولود بعد خمسين عامًا من دوغلاس، لاحظ في عصره أنه، على عكس تجارب دوغلاس، كان التقاط صور السود أمرًا صعبًا. لقد كتب أن المصورين البيض فعلوا "خطأ جسيم في تصويرهم". في أيام دوبوا، أصبحت الصور المحلية الصنع التي جعلت الجميع على قدم المساواة، أقل من المعتاد. لطالما كانت الأمة مغرمة بالتقاط الصور، ولبت شركات مثل إيستمان هذه الحاجة بأميال من الأفلام بالإضافة إلى خدمات معالجة الأفلام. قدم الفيلم، كمنتج استهلاكي، صورًا للون واحد من المستهلكين بشكل أفضل من الآخرين.

أراد دوغلاس ودوبوا استخدام الصور لمواجهة الصور النمطية السوداء الموجودة في الصحف والمجلات عن ملامح وجه السامبو المبالغ فيها – تلك الرسوم الكاريكاتورية ذات العيون المشرقة الواسعة والبشرة الداكنة التي تعلوها الابتسامات. كانت هناك مدة قصيرة بين هذه الصور المُهينة وقت بزوغ التصوير الفوتوغرافي في القرن التاسع عشر، ومنذ أن صورت الصور

البدائية الأولية بالأبيض والأسود الواقع بوضوح. نظرًا لأن المواد الكيميائية لهذا الفيلم، ولاحقًا الفيلم الملون، تم تطويرها لإتقان تصوير البشرة البيضاء، غير أن الوجوه السوداء قد أصبحت تعاني من التعرض الضوئي الناقص. كانت الملامح الوحيدة التي تظهر للسود هي العيون البيضاء والأسنان اللامعة على شكل أسود خالي من الملامح، وأصبحت عن غير قصد هي الصورة النمطية الضارة التي كرهها دوغلاس ودوبوا. سيُظهر هذا الكاريكاتير السلبي وجهه القبيح مرة أخرى في الجزء الأخير من القرن العشرين في صور أطفال المدارس.

تظهر تقارير في القرن العشرين أن كوداك، المُنتج الرئيسي للفيلم الملون، كانت على علم بعيب فيلمها، لكنها تغاضت عنه. ربما كان النظر في شكاوى الأمهات السود في الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي على بصيرة بالمستقبل، حيث كان ذلك فجر عصر الحقوق المدنية. كان اللون الأسود جميلًا، لكن الوضع الراهن كان على ما هو عليه. ومع ذلك، فقد تغير كل شيء عندما أثارت الشركات الكبرى ضجة حول فيلم كوداك، الذي اشتروه بكميات كبيرة للإعلان. احتج فريق من شركتين غير متوقعتين – صانعو الأثاث والشوكولاتة – على أفلام كوداك بسبب التمييز ضد الألوان الداكنة.

كلتا الصناعتين لا تحتاجان فقط إلى اللون البني الغامق، ولكن حتى تكون التفاصيل واضحة ومعروضة بشكل جميل. يحتاج العميل إلى إثارة إعجابه بشوكولاتة الحليب، أو الشوكولاتة شبه المحلاة، أو الشوكولاتة الداكنة التي كانت مختلفة في الصورة. يحتاج المتزوجون حديثًا إلى إغراء طاولات خشب الدردار أو الجوز أو البلوط التي تظهر بوضوح منزل

أحلامهم. عمل موظفو كوداك بجد لإصلاح الفيلم، صنعوا تركيبات أفلام جديدة واختبروها عن طريق التقاط الصور، وأحيانًا زادت أوزانهم من أثر الشوكولاتة التي صوروها. في حين أن الشكاوى من الأمهات السود لا يمكن أن تغير كوداك، فإن هذه الشركات يمكن أن تغير سلوكها. بحلول أواخر سبعينيات القرن الماضي، كانت هناك تركيبات جديدة - وأكثر شمولًا - للأفلام الملونة قيد العمل، وكان فيلم كوداك الذهبي الجديد والمُحسن متواجدًا في السوق بحلول العقد التالي.

للإعلان عن هذا المنتج الجديد، لم ترغب كوداك في أن تستدعي إلى الأذهان تحيزها ضد السود في فيلمها الأول، لذلك أعلنوا عن أن الفيلم الجديد لديه القدرة على أخذ صورة " لحصان أسود في إضاءة خافتة". لم يكن هذا الوصف الرومانسي إشارة إلى الحصان أوكسيدونت، الذي التقط إدوارد موبيريدج صورته وسط الطريق في القرن التاسع عشر. كانت هذه العبارة الشاعرية رمزًا للإشارة إلى أنه يمكن الآن التقاط بشرة الفرد الداكن اللون على هذا الفيلم الجديد. هذه المرة أزالت كوداك التحيز من تركيبتها الكيميائية، مما جعل من الممكن التقاط صور الأخشاب الداكنة، والشوكولاتة الداكنة، والبشرة السمراء.

التقط الفيلم الصور، والانحياز الثقافي أيضًا. غالبًا ما كان التقاط الصور وقتًا للعِب ولحظة من السعادة. لكن الوقوف أمام الكاميرا لم يكن ممتعًا دائمًا؛ كان في بعض الأحيان قمعيًا. في حين أن العديد من الناس في الولايات المتحدة لم يكونوا على دراية بذلك، فقد استُغلت شركات الأفلام الأمريكية وتقنيات الأفلام التي ابتكروها من قبل مؤسسات أكثر قتامة في

الخارج. ظهر هذا السلوك الشنيع بفضل كيميائية أفلام شابة في سبعينيات القرن الماضي، وستؤدي مواقفها إلى ظهور صورة عالمية أفضل.

مُعتقَل ومُلتقَط:

نظرت كارولين هانتر من مقعدها في المدرسة، محدقة في مدرس مادة التاريخ للصف العاشر، السيد فالدير، مستنشقًا كلماته كالهواء. لأسابيع، تنافس السيد. ف، كما يسميه تلاميذه، على جذب انتباه طلابه خلال العام الدراسي 1962، في محاولة لإيقاظ هؤلاء الشباب من أبناء نيوأورليانز سياسيًّا، من خلال تحديهم ليكونوا أكثر نشاطًا في حركة الحقوق المدنية. لكن دعواته لم تلقَ الاستجابة لتطفله المنفر نوعًا ما في هذا الجزء المعزول من المدينة. من بين الراهبات البيض، والرجال، والنساء السود الذين درسوا في المدرسة الثانوية الكاثوليكية للسود التابعة لجامعة كزافييه التحضيرية، لم يكن فالدير أسود اللون ولا رجل دين. ولكن عندما أعطى درس القراءة، رواية "ابكِ، البلد الحبيب"، والتي تتناول الحياة في جنوب أفريقيا، كان لها صدى لدى الشابة كارولين. لقد حفظت عن ظهر قلب فقرات من الرواية، وكتبتها في كتاب مادة الجبر 2، وسردتها بقلبها. سلطت الرواية الضوء على المصاعب في ظل سياسة الفصل العنصري، وفصل السود عنصريًّا، في مكان يبعد أكثر من ثمانية آلاف ميل. لكن تلك الحقائق تشبه حياتها في وطنها نيوأورليانز عام 1962. عندما كانت تستقل حافلة عامة متوجهة إلى المدرسة، تظهر لها لافتة تخبرها أنها مضطرة للجلوس في مؤخرتها. حين تذهب إلى أحد المتاجر لرؤية فستان يروق لها، تخبرها امرأة بأنها لا تستطيع شراءه. عندما تتوقف عند حافلة طعام تشم رائحة الهامبرغر على الشواية، يخبرها أحد الندلاء أنها

لا تستطيع تناول الطعام على المنضدة. لقد أيقظتها رواية ابكِ، البلد الحبيب واحتفظت بذكرياتها عنها ودروس السيد فالدير لأطول فترة ممكنة، حتى طوتها تقلبات فترة المراهقة.

كواحدة من ستة أطفال، نشأت كارولين على يد أم كاثوليكية قوية رسخت بداخلها أهمية القيام بالشيء الصحيح والحصول على التعليم. كانت كارولين ذكية ومنفتحة، ولديها القدرة على نطق جمل طويلة دون الحاجة إلى الكثير من الأكسچين. بابتسامتها العريضة، وبشرتها البنية الداكنة، وشعرها المجعد القصير، لم تكن كارولين، التي بالكاد يبلغ طولها خمسة أقدام، مولعة بمعظم صورها. التحقت بجامعة كزافييه في لويزيانا، وهي كلية كاثوليكية للسود تاريخيًّا في نيوأورليانز، وتخصصت في الكيمياء. لم يكن لديها وقت للأنشطة الترفيهية، لأنها عملت في المكتبة للمساعدة في دفع الرسوم الدراسية. لذلك عندما جاءتها عروض العمل بعد التخرج، شعرت كارولين بالسعادة للفرار من المكان الذي نشأت فيه. كان لديها خيار العمل في مصفاة نفط في لويزيانا، أو شركة أدوية في نيوچيرسي، أو شركة لتصنيع أفلام التصوير الفوتوغرافي في ماساتشوستس. لذا، توجهت إلى أقصى الشمال قدر استطاعتها، بدءًا من خريف عام 1968، لتعمل كيميائية في مختبر أبحاث التصوير الفوتوغرافي الملون في واحدة من أكثر الشركات المحبوبة في البلاد - شركة بولارويد في كامبريدج، ماساتشوستس.

في الستينيات، كانت بولارويد تعني الابتكار، كما فعلت شركة آبل بعد عقدين من الزمن. كان لكل من هاتين الشركتين قادة ساحرون مثل ستيف جوبز وسلفه مؤسس شركة بولارويد، إدوين لاند، الذي ترددت شائعات

بأنه يبتكر براءات اختراع بمعدل يأتي في المرتبة الثانية بعد إديسون. كانا لاند وجوبز من العباقرة، وكلاهما كانا متسربين من الكلية — جوبز من جامعة ريد، ولاند من جامعة هارفارد. لم يثنِ لاند أبدًا موظفيه المبجلين له عن مناداته بالدكتور لاند، رغم أنه غادر هارفارد بعد سنته الأولى ولم يتخرج فيها أبدًا. قام، هذا العبقري الخجول الذي يدخن الغليون، ببناء بولارويد من الألف إلى الياء، صانعًا أولًا بلاستيك مُستَقطِب له دور في منع الضوء المنبعث من المصابيح الأمامية وحجب الأشعة في النظارات الشمسية، ومن هنا جاء اسم الشركة. كان إنجازه الكبير التالي هو التصوير الفوتوغرافي الفوري، والذي كان يمثل التكنولوچيا التي عملت عليها كارولين.

خلطت كارولين المواد الكيميائية معًا، لتحصل على المنتج الذي سيكون على قائمة عيد الميلاد للجميع – صور فوتوغرافية ملونة فورية. عندما تُلتقط الصورة، تركض بين أسطوانتين أثناء خروجها من الكاميرا. عجينة ناعمة، لها ملمس زبدي، تسمى رسميًا بالمادة اللزجة "جوو"، موجودة في الجزء السفلي من الإطار الأبيض للصورة، تُلفظ على الفيلم الحساس للضوء، منتجة الصورة. أقنعت وصفات كارولين تلك الصور لتظهر بطريقة سحرية في أقل من دقيقة، كما لو كانت من إنتاج عفريت علاء الدين.

بعد ظهر أحد أيام خريف سبتمبر 1970، كانت كارولين ذاهبة لتناول الغداء مع صديقها الجديد، كين ويليامز. كان كين، المصور في بولارويد، رجلًا أمريكيًا طويل القامة، ونحيفًا ذا لحية، يكبرها في السن، من الأمريكيين ذوي الأصول الإفريقية. كان مدربًا ذاتيًا، وأحد أفضل فناني بولارويد، مع حدس لمهنته التي لم يتعلمها في المدارس. كان يعرف كيف يسحب الألوان

ويدفعها للداخل والخارج، عن طريق تسخين عبوة الأفلام تحت ذراعه أو عن طريق تبريدها في الثلج. شق كين طريقه إلى قسم التصوير الفوتوغرافي بضربة حظ، عندما انتشر الخبر في مصنع بولارويد في والثام، ماساتشوستس، حول جامع أفلام الكاميرا الذي اعتاد أن يكون الحارس الذي يلتقط صورًا جميلة. عندما رأى أحد المسؤولين التنفيذيين في الشركة عمل كين، قام بترقيته إلى المقر الرئيسي في كامبريدج. كانت مهمة كين إظهار جمال منتجات الشركة في القسم الفني. في كامبريدج أيضًا التقى كارولين، وأصبحا ثنائي چاك سبرات[1] – طويل القامة بالنسبة لقصرها، عفوي بالنسبة لاتسامها بالحذر، متواضع في ملبسه بالنسبة لأناقتها. وعلى الرغم من اختلاف أعمارهما وقدر تعليمهما، إلا أنهما يكملان بعضهما البعض، مثل بوق الچاز والطبل.

عمل الاثنان في مبنيين منفصلين في الشارع الرئيسي في كامبريدج، تفصلهما ثلاث بنايات بعضهما عن بعض أسفل الطريق من معهد ماساتشوستس للتكنولوچيا، في جزء من المدينة يسمى ميدان كندال. عمل كين في الطابق الأول لمبنى زجاجي مستقبلي بالكامل، وعملت كارولين في الطابق الثاني لمبنى قديم مكون من ثلاثة طوابق من الطوب في زاوية شارع أوزبورن. في الطابق الأول من المبنى كان مكتب الدكتور لاند، حيث كان مَعلمًا تاريخيًّا، منذ أن تلقى توماس أ. واتسون أول مكالمة ثنائية الاتجاه، حين اتصل به ألكسندر جراهام بيل من غرفة في بوسطن. كانت هذه الغرفة

---

(1) مصطلح مقتبس من أغنية چاك سبرات وزوجته للأطفال، ومثل إنجليزي كان يُشار به إلى قصار القامة في القرن السابع عشر. (المترجم)

جديرة بدماغ لاند العبقري.

حين توجهت كارولين لرؤية كين، غمر أنفها الطويل مجموعة من الروائح. كانت تفوح من المختبرات روائح كيميائية جذابة بشكل غريب مثل رائحة محطة وقود. خارج المبنى، غمرتها روائح المصانع المجاورة أيضًا. جلب النسيم الغربي الروائح اللطيفة والسكرية للشوكولاتة أو النعناع أو البيرة الجذرية من مصنع نيكو للحلوى القريب. ومع ذلك، فإن تلك الروائح المبهجة كانت عبارة عن بقايا من المسلخ ومصنع إصلاح الإطارات.

كان مكتب كين عبارة عن وكر للمصورين حيث تناثرت الأقلام الرصاص، والعدسات المكبرة، والأدوات المعدنية على كل سطح مستوٍ. عندما خرج الاثنان من المكتب، ارتدى كين سترته لمواجهة انخفاض درجات الحرارة في نيو إنجلاند، حيث تحولت أوراق الشجر إلى اللون الأصفر. كان المزاح بين الاثنين عند استعدادهما للذهاب أمرًا عاديًا ومهمًا. لكن فجأة انقطعت محادثاتهما عندما رأيا شيئًا غير عادي بالقرب من الباب في لوحة الإعلانات.

كان مثبتًا على الفلين كنموذج لبطاقة الهوية. كان الوجه في الصورة مألوفًا، لكن الكلمات كانت على غير ذلك. قرأ: "إدارة المناجم، جمهورية جنوب أفريقيا". التفت كين إلى كارولين وقال، "لم أكن أعرف أن بولارويد متواجدة في جنوب أفريقيا." أجابت، "كل ما أعرفه أن جنوب إفريقيا مكان سيئ للسود."

عند رؤية كلمات "جنوب أفريقيا"، استحضرت الدروس المستفادة

من فصل التاريخ للصف العاشر للسيد فالدير مثل صورة فورية لفيلم بولارويد، جنبًا إلى جنب مع ذكريات الكتاب التي أثار إعجابها بشدة عندما كانت مراهقة. كانت تعلم أن جنوب أفريقيا بقعة مظلمة للقمع على الكرة الأرضية، وتساءلت عن سبب تعامل شركة بولارويد معها. كانت آخر مرة سمعت فيها الولايات المتحدة عن الوحشية في جنوب إفريقيا عندما أُذيعت مذبحة شاربفيل في عام 1960، قبل عشر سنوات، حين قتلت الشرطة سبعين متظاهرًا. كانت لا تزال الوحشية تخيم على البلاد، لكن الأخبار لم تكن تغطيها كثيرًا. كان أحدث عنوان قصير في العام السابق فقط، في عام 1969، عندما كتبت الأمم المتحدة تقريرًا لاذعًا عن سياسات الفصل العنصري في جنوب إفريقيا، وأوصت الشركات والبلدان "بالكف عن التعاون مع حكومة جنوب أفريقيا".

على الرغم من المثل القائل إن الصورة تساوي ألف كلمة، فإن الصورة الموجودة على لوحة الإعلانات لم توفر ما يكفي لفهم الموضوع، وأثارت المزيد من الأسئلة فقط. بعد فراغهم من الغداء، قررا أنهما بحاجة إلى معرفة المزيد.

لمدة أسبوعين، ذهبت كارولين هانتر بصحبة كين ويليامز إلى المكتبة بعد العمل، والتهما قدر استطاعتهما كل ما يتعلق بجنوب أفريقيا. قامت كارولين، بجانب مهارات المكتبة التي أصقلتها خلال أيام دراستها في الكلية، باستخراج المعلومات من بوصات عديدة من الكتب وأميال من الميكروفيلم في الصحف. وجدا أن جنوب أفريقيا دولة بوليسية وأن دفتر المرور يتحكم في حركة السود هناك. كان الدفتر عبارة عن مستند مؤلف من

عشرين صفحة يحتوي على جميع المعلومات المتعلقة بحامله: أين يعيش، وأين يمكنه العمل، وأين يمكنه الزيارة. إذا لم يكن لدى الشخص دفتره الخاص به، فسيتم تغريمه مبلغًا كبيرًا أو الحكم عليه بالسجن لمدة تصل إلى شهر، مع القيام بالأشغال الشاقة. في قلب الدفتر، كانت هناك صورة التقطتها شركة بولارويد.

لم يراقب دفتر المرور حركة خمسة عشر مليونًا من السود فحسب، بل تحكمت قوانينه، مثل الصنبور، في تدفقهم داخل وخارج المراكز الحضرية البيضاء وفقًا لاحتياجات العمالة. عندما كانت هناك حاجة إلى العمال في المزارع، شُددت قوانين دفتر المرور لإبقائهم مقيدين في الحقول. أما حين تكون الحاجة إليهم في المجهود الحربي، تُخفف القوانين لدفع العمالة إلى مصانع المدينة. ثم إذا ما احتاجتهم مناجم الماس، شُددت القوانين مرة أخرى لإبقائهم عالقين في المحاجر. وحين لم تقضِ الحاجة إليهم، يوقف التدفق ويُعادوا إلى مقاطعتهم المنفصلة، أو ما يعرف بوطن السود، للفصل بينهم وبين البيض.

عام 1966، ابتكرت بولارويد نظام ID-2، وهو نظام تصوير تمكن من إنتاج صورتين ملونتين لبطاقات الهوية والوثائق الرسمية في ستين ثانية، دون الحاجة إلى غرفة مظلمة أو مواد كيميائية. سهَّل هذا النظام، بشكل متنامي، التقاط صورة واحدة لدفتر المرور، وأخرى لملف حكومي. يمكن حمل جهاز ID-2 في حقيبة السفر، حيث يلتقط مئات الصور في الساعة. تستطيع كاميرا واحدة في أي من مراكز إصدار الدفاتر البالغ عددها ثلاثمائة وخمسين مركزًا في جنوب أفريقيا، جنبًا إلى جنب مع الآلاف من صناديق

الأفلام، التقاط صور للخمسة عشر مليون أسود، مما يسمح للحكومة بالحصول على معلومات حول مكان وجود كل فرد، قبل عصر نظام تتبع وتحديد المواقع العالمي (GPS).

بعد قراءة كل ما في وسعهم عن جنوب إفريقيا، التقى كين بمسؤول تنفيذي كان يعرفه في المقر يوم الخميس، 1 أكتوبر 1970، لمشاركة ما عرفه. خلال أسابيع بحثهم، نمت حماسة كارولين وكين إلى درجة الغليان. ومع ذلك، كان رد فعل الإدارة فاترًا، حيث أصروا أولًا على أنهم لم يعرفوا ما إذا كان لديهم وجود في جنوب أفريقيا أم لا، ثم قالوا إن كان هناك وجود فهو بسيط. طلبوا من كين معرفة المزيد وعقد اجتماع آخر لمناقشته. لكن كين سمع بما فيه الكفاية، حيث كان لديه دليل على أنشطة شركة بولارويد هناك. ومن ثم أراد أن يتخذ إجراءً. لقد شعر أن هذه المسألة تتطلب بشكل ملح مزيدًا من المناقشة. تم ترتيب لقاء آخر مع كين في اليوم التالي، لكنه لم يحضر. قرر هو وكارولين أنهما سيفعلان شيئًا حيال ذلك.

في عطلة نهاية الأسبوع، يوم الأحد، 4 أكتوبر، ذهبا الاثنان إلى عمل كارولين، وسجلا الدخول في محطة الحراسة بمختبر شارع أوزبورن التابع لشركة بولارويد، حاملين معهم رزمة من الأوراق. قبل زيارتهما للمختبر، استعارا آلة كاتبة وكتبا نشرة تشرح أنشطة شركة بولارويد في جنوب أفريقيا. ثم قاما بطباعة نسخ باستخدام آلة النسخ في الصحيفة الناشطة، ذا أولد مول، في شارع بروكلين. مع صوت الأزرار، با –دم، با–دم، خرجت الأوراق واحدة تلو الأخرى برائحة الحبر الحلوة. في ذلك الأحد، نشرا منشوراتهما في الشركة على لوحات الإعلانات وخلف أبواب الحمامات. وضعا المنشورات

المتبقية في ساحة وقوف سيارات الموظفين التنفيذيين. بعد ذلك، غادرا، وسجلا الخروج من مكتب الأمن، للاستمتاع بما تبقى من عطلة نهاية الأسبوع والاستعداد للعمل في اليوم التالي.

في صباح يوم الاثنين، عندما كان كين يقود كارولين إلى العمل بعد اصطحابها من شقتها في بروكلين، شاهدا الأضواء الساطعة أمام المبنى الذي تقيم فيه. كانت شرطة كامبريدج وبولارويد في انتظارهما. كانت استجابة التأهب القصوى تعمل بشكل جزئي بسبب حالة الأمة المتصاعدة مع احتجاجات ڤيتنام المنتظمة وإطلاق النار في ولاية كينت في مايو. ولكن أيضًا، لا يمكن تجاهل منشوراتهما، مستخدمين شعار حركة النمور السود، وجملة إضافية كُتبت في اللحظة الأخيرة على رأس الصفحة تقول: "بولارويد تسجن السود في 60 ثانية".

التنفيذيون في شركة بولارويد، مثل الآباء المرتبكين مع المراهقين الجريئين، سمحوا في النهاية لكارولين وكين بالحضور إلى العمل، على أمل أن تختفي نوبة الغضب هذه.

أطلق كارولين هانتر وكين ويليامز، اللذان يطلقان على نفسيهما اسم (حركة العمال الثوريين بولارويد PRWM) بروح إستراتيچيات الحقوق المدنية التي ناقشها السيد فالدير ذات مرة، حملتهما رسميًّا بهدف إخراج شركة بولارويد من جنوب أفريقيا. بالنسبة لهذين الموظفين السود، كان تغيير مسار الشركة مثل دفع ناقلة نفط بزورق. لكن بولارويد كانت تعاني من نقطة ضعف: إجراؤها الوِقَائِي لحماية صورتها المؤسسية، جعلها معركة

للرأي العام.

أقامت الشركة جدارًا مواجهًا للخارج؛ لكن الأمر كان متروكًا للحركة لجعله ينهار مثل أسوار أريحا.

ردت شركة بولاروید بمذكرة إلى جميع الموظفين في اليوم التالي، 6 أكتوبر، تفيد بأنهم لم يبيعوا الكاميرات لحكومة جنوب أفريقيا، مع إصرار الإدارة على أن "ليس لديهم شركة، ولا استثمارات، ولا موظفين" في جنوب أفريقيا. كان هذا صحيحًا بطريقة ما، كان لدى الشركة وكيل في جنوب أفريقيا منذ عام 1959، يُدعى شركة فرانك أند هيرش المسجلة المحدودة، تعمل في عشر مدن. وكانت شركة بولاروید موجودة في جنوب أفريقيا منذ عام 1938، مستفيدة من العمالة الرخيصة في البلاد، ولديها موزع آخر، بولاريزر جنوب أفريقيا، يبيع منتجاتها في وقت سابق. رد كين وكارولين على ادعاءات شركة بولاروید بمنشور آخر.

كانت ضربة حركة بولاروید هي التالية. لكن كين وكارولين، في هجوم مفاجئ، كما تعلما من سون تزو في كتابه فن الحرب، كثفا جهودهما من المنشورات الورقية إلى تجمع سياسي في اليوم التالي، 7 أكتوبر. في الظهيرة، في ساحة المقر الرئيسي لشركة بولاروید في 549 الميدان التكنولوچي، أميدان تك، استمع أكثر من مائتي متفرج تحت أشجار الزيزفون إلى كارولين هانتر، وكين ويليامز، وكريس نتيتا، وهو طالب أسود من جنوب أفريقيا كان يدرس في كلية هارفارد اللاهوتية. قبل ذلك اليوم، أرسلت بولاروید مذكرة لجميع الموظفين، مغيرة من نبرتها قليلًا، قائلة إن ما تم بيعه من كاميرات

ID-2 في جنوب أفريقيا منذ عام 1948، خمسة وستين كاميرا فقط، وكان استخدامهم لأغراض عسكرية. على الرغم من ذلك، كان نتيتا دليلًا حيًّا على أن منتجات بولاروید كانت تُستخدم في جميع أنحاء جنوب أفريقيا لعمل دفاتر المرور، حيث أخبر الجمهور أن تصريحات الشركة المكتوبة كانت "نسيج من الأكاذيب".

على الرغم من أن حركة العمال الثوريين ببولاروید كانت صغيرة العدد، إلا إن ثقلها كان أكبر من مجموع أعضائها، حيث استخدمت شبكة من النشطاء ووسائل الإعلام لنشر رسالتها. كانت الصحف، ووكالات الأنباء، والبرامج الإخبارية التلفزيونية متعطشة لعناوين الأخبار، وكان كلٌّ من كارولين وكين طبقًا فاتحًا للشهية.

في التجمع الجماهيري، قدمت الحركة الثورية مطالبها. وبالاستعانة بورقة عليها شعار شركة بولاروید، موجهة إلى دكتور لاند، شرحت الحركة مطالبها: أن تخرج بولاروید من جنوب أفريقيا، وأن تندد علانية بسياسة الفصل العنصري، والمساهمة بالأرباح المحققة لحركات التحرر في جنوب أفريقيا. باعتراف الجميع، كانت دوافعهم بعيدة المدى وأفعالهم "مسعورة" على ما يبدو، لكن جهودهم لم تكن أكثر تمردًا من حادثة حفل شاي بوسطن الذي كان قبل ما يقرب من مائتي عام. في اجتماع ساخن لمدة ساعتين مع المديرين التنفيذيين لشركة بولاروید في اليوم التالي، 8 أكتوبر، كرر كارولين وكين غضبهما، قاذفين مع مشاعرهما المتزايدة باستمرار حقيقة تلو الأخرى حول آثام صاحب العمل. في اليوم التالي طُرد كين.

لبضعة أشهر، انخرطت كلٌّ من شركة بولاروید والحركة الثورية في مباراة تنس متفاوتة، حيث قام المتفرجون بلف رؤوسهم على الجانبين. بعد أسبوع ونصف، ذهب كين إلى مبنى الكابيتول بالولاية للقاء النائِب تشيستر جي أتكينز لتسليم المنشورات والإبلاغ عن أنشطة أكبر رب عمل في كامبريدج. ربحت الحركة نقطة.

ردت شركة بولاروید ببيان صحفي لوسائل الإعلام في اليوم التالي، 21 أكتوبر، قائلة إن الشركة رفضت العمل مع جنوب أفريقيا منذ عام 1948 وستستكشف كيفية إيقاف بيع فيلمها. نقطة. قدمت الحركة الثورية ورقة الآس الرابحة من خلال إطلاق حملة مقاطعة دولية ضد الشركة، مطالبة الناس بالتوقف عن شراء كاميرات بولاروید والأفلام لموسم عيد الميلاد القادم. نقطة. عادت بولاروید بحملة تسويقية بملايين الدولارات بحلول عيد الشكر لتشرح ما كانت تفعله في جنوب أفريقيا. نقطة. كانت الحركة الثورية غير قادرة على مواجهة الميزانية الكبيرة للشركة، لكنها واصلت إنتاج منشوراتها.

في جولة أخرى، اقتربت بولاروید من الشبكة، وأعلنت في الصحف عن " تجربة في جنوب أفريقيا" في عام 1971، صرحت أنها سترفع أجور الموظفين السود في شركة فرانك & هيرش، وستقدم منحًا دراسية لموظفيها البالغ عددهم 155 موظفًا، بناءً على توصيات من دراسة أجروها في جنوب أفريقيا في الخريف. نقطة. وهنا ضربت الحركة الثورية الكرة فوق رأس بولاروید، من خلال منشورات جديدة، تفيد بأن الدراسة لم تقرأ جيدًا ما يريده مواطنو البلد حقًا، إذ من غير القانوني لشخص أسود التحدث ضد

الفصل العنصري، وهي جريمة يعاقب عليها بالإعدام. نقطة. بالإضافة إلى ذلك، لم تسمح قوانين جنوب أفريقيا للعامل الأسود بالحصول على راتب أكبر من أي شخص أبيض في الشركة، كما أن السود ينظرون إلى نظام التعليم على أنه تلقين للدونية من قبل الحكومة.

في محاولة أخيرة لمعاقبة سلوك كارولين، أوقفتها بولاروید بدون أجر في يوم شتوي ممطر في نيو إنجلاند، 10 فبراير، 1971. بعد أسبوعين، في الثالث والعشرين، فصلوها من العمل، لأنها لم تتزحزح عن موقفها. على الرغم من فقدانها لوظيفتها التي كانت تتقاضى فيها راتبًا شهريًا ثابتًا، 980 دولار، واضطرارها إلى أن تحصل على إعانة البطالة 69 دولارًا شهريًا، إلا أنها استخدمت كل سنت لديها في خدمة القضية. كانت تشتري طوابع بقيمة ستة عشر سنتًا لإرسال رسائل إخبارية إلى منظمات "التفكير الرشيد"، مثل الكنائس واتحادات الكليات، لإعلامهم بكيفية الاحتجاج على بولاروید. وأثناء بحثها عن عمل، كانت هي وكين يرسلان المنشور "في الصباح الباكر وفي وقت متأخر من الليل".

اكتسبت الحركة زخمًا بسبب انضمام العديد من الأصوات، والضغط المتزايد من قبل الكثير من الكيانات. أينما تحل بولاروید وإدوين لاند، تجد الحركة هنالك. عندما دعي لاند لإلقاء خطاب علمي رئيسي في القاعة الكبرى بفندق هيلتون في مدينة نيويورك يوم الثلاثاء، 2 فبراير، في تمام الساعة 2:00 بعد الظهر، أثناء الاجتماع السنوي لجمعية الفيزياء التطبيقية، كانت كارولين هانتر وكين ويليامز حاضرين. بدعوة من الفيزيائيين النشطاء، أعرب الاثنان عن مخاوفهما بشأن تقنيته قبل أن يصعد إلى المسرح. من الواضح أنهما جعلاه

يشعر بالقلق. قال إدوين لاند، الذي صدمه وجودهما "سبب غضبي منهما هو أنهما يتدخلان في أهدافي الشخصية". في اليوم التالي، 3 فبراير، قدمت كارولين هانتر وكين ويليامز عروضًا توضيحية في لجنة الأمم المتحدة الخاصة بسياسات الفصل العنصري. عندما ألقى إدوين لاند حديثًا تقنيًّا عن رؤية الألوان في جامعة هارفارد في 8 مارس، لم يسمح له طلاب رابطة اللبلاب، المُستلهمة بالحركة الثورية، بالتحدث حتى يناقش مشكلة السود في جنوب أفريقيا أولًا.

لم يكن مخ إدوين لاند، الذي كان يفضل أن يكون في مختبره، مغرمًا بسياسات الشركة، ناهيك عن السياسات العالمية. على الرغم من أنه كان، بلا شك، مصدر إلهام في المختبر وصنع نظامًا بيئيًّا كاملًا للابتكار، إلا أن تفكيره حول التكنولوجيا داخل المجتمع أقل إلهامًا. قال لاند، عندما تحدث إلى المساهمين في عام 1971 حول خطة بولارويد الجديدة لاستمرار وجودهم في جنوب أفريقيا، "عليكم القيام بتجارب قليلة". ثم أضاف، لاند العالم بالممارسة "إن وظيفة العلوم الفيزيائية هي تعليم العلوم الاجتماعية كيف تفشل دون الشعور بالذنب". سيتعلم لاند في النهاية أن العلماء لا يمكنهم فصل أبحاثهم عن تطبيقها وأن العلوم الاجتماعية والعلوم الطبيعية، بشكل عام، تؤتي ثمارها بشكل أفضل جنبًا إلى جنب، مثلما تغسل يدٌ الأخرى.

بعد سبع سنوات من نشر المنشور الأول، انسحبت شركة بولارويد من جنوب أفريقيا. لقد أشعلت جهود كارولين هانتر وكين ويليامز هذه الثورة بكونهما حصاة في حذاء عملاق. مارست الجامعات والكنائس ضغوطًا إضافية من خلال سحب حصتها من الأسهم في الولاية وفي الشركة. في عام

1977، كانت القشة الأخيرة التي دفعت بولارويد إلى الانسحاب، عندما تم بيع كاميراتها وأفلامها إلى حكومة جنوب أفريقيا بطريقة ملتوية. كشف الإيصال الذي اكتشفه إندروس نادو الموظف بشركة فرانك& هيرش، أنه تم إرسال صناديق الأفلام، من دون اسم، إلى جنوب أفريقيا، وتم تحرير فواتيرها من خلال صيدلية في چوهانسبرغ تُدعى صيدلية مولر. أيضًا، دخلت الأفلام سرًّا إلى الدولة عبر دول أخرى. بدأ رحيل بولارويد عملية تفكيك نظام الفصل العنصري، مثل النقر بالأصبع على قطعة دومينو، وسيأتي نيلسون مانديلا إلى الولايات المتحدة ليشكر الحركة الثورية على جهودها لمنع المزيد من القبض على السود من جنوب أفريقيا.

إن التقنيات التي نبتكرها ليست مفيدة بشكل كلي، ولا يكون استخدامها دائمًا من أجل الصالح العام. إذ تلتقط التقنيات، مثل أفلام التصوير الفوتوغرافي أيضًا قضايا ومعتقدات وقيم العصر.

لم تقتصر تقلبات فيلم الكاميرا على مُصنع أفلام واحد أيضًا. لم يكن فيلم كوداك قادرًا على التقاط مجموعة من أطفال المدارس، أما بولارويد فقد واجهت تحديًا مشابهًا في فيلمها الفوري. كانت الصور التي تم التقاطها بكاميرا بولارويد ID-2 مظلمة للغاية، لأن الشركة صممت منتجها بشكل أساسي للعملاء البيض من الطبقة المتوسطة. لتعويض النقص في المنتجات، أضافت بولارويد زرًّا لتفتيح الوجه "زر التعزيز" في الجزء الخلفي من الكاميرا. عند دفع الزر، يضيف مزيدًا من الضوء إلى وميض الكاميرا. بدونه يمكن بالكاد إدراك تفاصيل الأشخاص ذوي البشرة الداكنة، باستثناء أسنانهم البيضاء وعيونهم اللامعة. لقد أضافت بولارويد هذا الزر الإضافي

حتى يكون منتجها مربحًا في سوق بطاقات الهوية لدولة إفريقية ذات أغلبية سوداء.

تم استكشاف زر التعزيز أيضًا من قبل المصورين آدم برومبيرج وأوليفر شنارين في لندن في عام 2015. قال برومبيرج: "تمتص البشرة السوداء 42٪ وميضًا أكثر، ويعزز الزر الوميض بنسبة 42٪ بالضبط." يتم اختبار امتصاص الألوان كل صيف، حين يحافظ رواد الشاطئ على خفض درجة حرارة أجسادهم من خلال ارتداء الألوان الفاتحة. أما الألوان الداكنة، فتمتص حرارة أكثر. الشيء نفسه ينطبق على الضوء، ولهذا السبب يبدو أن زر التعزيز يهدف إلى إضاءة البشرة الداكنة للصور الفوتوغرافية.

اليوم، تتردد أصداء هذا التحيز المدمج في التكنولوجيا. إلى يومنا هذا لم يتم تحسين عناصر الصورة (البكسلات) السيليكون في التصوير الرقمي لإدراج البشرة الداكنة جيدًا. بالإضافة إلى ذلك، بعض كاميرات الويب، باتباع الخوارزميات، غير قادرة على التعرف على الوجه الداكن ومتابعته، ولكن تقوم بذلك بسهولة للوجه الأبيض. حتى الأزواج مختلفو الأعراق، الذين قد يعانون من ديناميكيات عائلية محرجة في عيد الشكر، يكافحون من أجل الحصول على صورة رائعة معًا أيضًا. عندما تريد طيور الحب ذات البشرة الفاتحة والداكنة التقاط صورة ذاتية (سيلفي)، ستجد أن أحدهما سيظهر، بينما الآخر سيكون شبحًا؛ أو أن أحدهما سيظهر والآخر ظلًا. قد يكون الحب أعمى، لكن التكنولوجيا لا ينبغي أن تكون كذلك.

ما اختبره صانعو الأفلام والكاميرات والتقنيات الأخرى هو مساهمة

ضمنية في تبني فكرة القياسية. بعبارة أخرى، لقد تبنوا فكرة أن "هذه هي الطريقة التي نفعل بها الأشياء" دون أن يسألوا لماذا. سيصف العلماء هذا النوع من التحيز على أنه غير نقدي، يتبنى المعايير ضمنيًّا، ويهيمن على الهواتف المحمولة في جيوبنا. لكنها ليست غلطة الكاميرات. إنها مرتبطة فقط بما تمليه عليها سطور التعليمات البرمجية التي يكتبها البشر.

تلتقط هذه الأجهزة التحيزات الموجودة في عالمنا، وتتحدث بدورها إلى من يقدر الثقافة. ولأن تقنياتنا أصبحت أكثر انتشارًا في حياتنا، فسيكون الذين تم ابتكارها وتحسينها من أجلهم نقطة نقاش مهمة. إن الهدف هو التأكد من أن التكنولوچيا، للمضي قدمًا، تلتقط ما نريد حقًّا التقاطه عن أنفسنا.

الفصل الخامس

شاهد

كيف دفعت خيوط الكربون الظلام لتساعدنا على الرؤية، وفي الوقت ذاته، حجبت أعيننا عن رؤية تأثير وفرتها الزائدة.

أمسية صيفية ساحرة:

مع غروب الشمس وانتهاء يوم في فصل الصيف، تظهر اليراعات وتعرض مصابيحها الصغيرة. من خلال ومضات بلون الحمضيات الأصفر أو البرتقالي أو الليموني، تشير إلى الأطفال من الساحل الشرقي لجبال روكي، لتخبرهم أن الطقس الصيفي لالتقاط سحر الطبيعة في جِرار ميسون (البرطمان الزجاجي) قد بدأ.

هذه المنارات ذات الأرجل الست هي المُوحِّد الأعظم، حيث تومض في الحدائق، والأفنية الخلفية، والحقول، والساحات الخلفية لأستديوهات التصوير، ساحرةً الناس من جميع المشارب. إن اليراعات هي تجسيد لسحر الطبيعة في جميع أنحاء العالم.

منذ زمن بعيد، اعتقد الناس في اليابان أن أرواح الساموراي تتجلى في أضوائها، ملهمة للكثير من الشعراء، والفنانين. اليوم، في ماليزيا، تقف الجماهير التي تملأ الملاعب في طوابير طويلة للحصول على فرصة لرؤية

اليراعات وهي تومض في انسجامٍ تام، حين تغطي جذوع الأشجار على ضفاف الأنهار. وفي أعماق جبال سموكي، يسافر السائحون بالآلاف مئات الأميال لمشاهدة الشفق القطبي في مستوى الخصر في صورة مصغرة. لقد أضاءت اليراعات بفوانيسها الصغيرة طريقها إلى قلوب الكثيرين. لكن عددهم آخذًا في التناقص، بسبب الأيدي المجهولة للبشر الذين يعشقونهم.

والجناة هم الأضواء الساطعة فوق رؤوسنا.

لم تكن الأمور على هذا النحو دائمًا؛ قبل بضعة عقود قصيرة، وقبل أن تفيض سماء الليل بالكثير من الضوء، كان هناك القليل جدًّا من الأضواء، لذا تولدت الرغبة في الإضاءة الكهربائية. على مدى دهور، كان الظلام وسطًا مثاليًّا لليراعات، لكن الأشخاص الذين كانوا يطاردونهم بجرار ميسون لم يكونوا مغرمين جدًّا به، بل كانوا يتوقون إلى طريقة أخرى للعيش في الليل. في تلك الأيام الخوالي، كان استدعاء الإضاءة الكهربائية النظيفة المستقرة متروكًا لعالم الحالمين. كان توماس إديسون أحد هؤلاء الحالمين — والفاعلين- وغالبًا ما تُختزل قصة اختراع المصباح إلى وميض واحد من الإلهام. مع ذلك، لم يكن إديسون وحده في هذا السعي وراء الأضواء الكهربائية - أو الأول - لقد كان هناك آخرون يكدحون في هذه المشكلة لسنوات. وفي حقيقة الأمر، لم يفكر إديسون بجدية في العمل على الإضاءة الاصطناعية. بيد أن زيارة لمخترع مغمور جذبته إليه، وألهمته لخلق عالم انحسر فيه الظلام.

بحلول الوقت الذي كان فيه توماس إديسون يبلغ من العمر ثلاثين عامًا، جعل العالم يشهد موجة حديثة بالفعل من خلال ابتكارات مثل

الفونوغراف، وشريط مؤشر الأسهم، وجهاز نقل الإشارات باستخدام الهاتف، والتلغراف الذي يوجه أربع رسائل في الوقت ذاته. كانت شهية إديسون النهمة للاختراع أسطورية بامتياز. لقد وعد "باختراع صغير كل عشرة أيام وآخر كبير كل ستة أشهر"، وقد أوفى به. لكن اليراعات الحقيقية التي كان يطاردها كانت فكرته الساطعة التالية. كان العديد من العلماء في جميع أنحاء العالم يتنافسون على صناعة المصابيح الكهربائية، التي تجاهلها إديسون إلى حد كبير أثناء سعيه وراء اختراعات أخرى. لكن زيارة منزل ويليام والاس في أنسونيا، كونيتيكت، غيرت ذلك.

كان ويليام والاس كثيف اللحية، في الخمسينيات من عمره، يترأس مصنع والده للنحاس الأحمر والأصفر، والاس وأبنائه. اشتهر بعمق تفكيره وعيشه بلا تصنع، لم يهتم بالتباهي أو جذب انتباه الآخرين. نشأ في مانشستر، إنجلترا، لكن والديه اقتلعا أطفالهما السبعة للانتقال إلى أمريكا في عام 1832 – وقت أن كان ويليام في السابعة من عمره – لبناء حياة جديدة ومتابعة الفرص الصناعية في منطقة كونيتيكت حيث تُلقب المدن بالمعادن التي تنتجها. في نهاية المطاف، استقرت عائلته في أنسونيا، كونيتيكت – مدينة النحاس. هنا، دخل ويليام بدافع الواجب في تجارة والده وساعد الشركة على النمو. ولكن كان في قلبه رجل علم يأمل في أن يعرفه العالم يومًا ما.

في سبتمبر 1878، تلقى برقية غير متوقعة من توماس إديسون العظيم، داعيًا إياه لزيارته ليرى أحدث اختراعاته. كان إديسون قد سمع عن عمل والاس في رحلته الغربية التي استمرت شهرين إلى منطقة وايومنغ مع صديقهما المشترك، جورج باركر. دعا باركر، أستاذ الفيزياء بجامعة بنسلفانيا،

إديسون للانضمام إلى مجموعة لمشاهدة كسوف الشمس في 29 يوليو 1878. هناك، حث باركر ساحر مينلو بارك[1] على زيارة ولاية كونيتيكت لرؤية اختراع كهربائي جديد يستحق براعته. التقى والاس وإديسون قبل عام مع حشود الزوار المعجبين بمينلو بارك. لكن هذا الموقف كان مختلفًا. هذه المرة كان الشاب إديسون مفتونًا بمقابلته.

في المنزل، قضى والاس كل وقته في الطابق الثالث من منزله الفيكتوري الكبير في مختبر خاص ينافس أفضل أقسام الفيزياء في البلاد في ذلك الوقت. احتوى المختبر على مناظير، ومجاهر، وآلة كهربائية ثابتة. قام بتركيب نظام عرض إضاءة سحري لعرض صور السفر والشرائح الزجاجية. عُلقت على الحائط صورة نادرة للقمر مأخوذة من تلسكوب الفلكي هنري درابر. كان لدى والاس أيضًا توقيع شخصي من بن فرانكلين الذي قام بتجربة إطلاق الطائرة الورقية[2] وصُندُوق أمتعة أبي التلغراف الكهرومغناطيسي، صمويل. إف.بي.مورس. كان هناك الكثير من الأعمال الفنية العلمية لمشاركتها مع السيد إديسون الشاب عندما جاء لزيارته في سبتمبر.

لسنوات، عمل والاس بلا كللٍ على اختراعاته في ساعات الفجر الأولى قبل إلهائه عن العمل. ساعده نجله، ويليام والاس، في إدارة الشركة، بينما كان ويليام الأب يكدح في المختبر. في بعض الأحيان، ساعدته سارة،

---

(1) ساحر مينلو بارك: إشارة إلى إديسون. (المترجم)

(2) تجربة علمية قام بها السياسي والفيزيائي بنيامين فرانكلين لمعرفة طبيعة البرق والكهرباء. (المترجم)

زوجته، في لف أميال من لفائف الأسلاك النحاسية لصنع مولدات أو مغانط كهربائية. باستمرار، قدمت إيلوز ابنة والاس لوحة موجهة للصوت لاستخدامها في نظرياته. في زمن آخر كانت ستصبح مبدعة معترفًا بها في مجال الكهرباء أيضًا، ذلك أنها كانت على دراية بالعمل مثل والدها، وقدمت جولات علمية كلما جاء مخترعون آخرون لزيارتهم. معًا، جعلوا جميعًا هذه اللحظة ممكنة مع إديسون واتخذوا الترتيبات لهذا اليوم السعيد.

في يوم الأحد، 8 سبتمبر 1878، وهو اليوم المميز لزيارة إديسون، انتظر والاس. بعد الكثير من الترقب، دق جرس الباب الميكانيكي أخيرًا. وصل السيد إديسون إلى منزل والاس في شارع ليبرتي مع صديقهما المشترك اللطيف والشجاع چورچ باركر، الذي أطل عليهم بنظارته الأنفية. وما زاد من دهشة والاس كثيرًا، أن هناك آخرين في تجمعهم أيضًا، بدا أنهم يعرفون بعضهم بعضًا جيدًا. كان على والاس الذي علم نفسه ذاتيًا أن يستمتع بعلماء بارزين، من بينهم تشارلز تشاندلر، أستاذ الكيمياء في جامعة كولومبيا. الدكتور هنري دريبر، عالم الفلك الشهير الذي التقط الصورة المعلقة على جدار والاس؛ وتشارلز باتشيلور، كبير مساعدي إديسون؛ ومراسل صحيفة نيويورك صنداي، حيث كانت الصحافة تقتفي باستمرار أثر كل تحركات إديسون.

والاس، الذي كان في العادة رجلًا قليل الكلام، تحدث مع إديسون لساعات. انفصلا عن المجموعة وناقشا آمالهما في صُنع أشكال جديدة من الإضاءة تتجاوز مصابيح الغاز أو الزيت. شرح والاس كيف توصل في عدة سنوات إلى طرق لجلب الضوء إلى العامة وبشغف أظهر إديسون إبداعه.

صعدت المجموعة بأكملها إلى الطابق الثالث للمشاركة. وقفوا على بساط فخم، وشاهدوا والاس يشغل مولدًا متذمرًا وثائرًا. فوق رؤوسهم، على السقف المنحدر، عُلق قوس معدني غريب يحمل لوحين من الكربون مغلفين في وعاء زجاجي دائري. يتدلى سلكان سميكان من الوعاء الزجاجي إلى الأرض. كانت هناك ومضات ثم صفير الإطار ثم تناثر وهج عميق غمر الغرفة بأكملها مثل ضوء الكشاف. صنع والاس الضوء من الكهرباء بمصباح قوسي، فتولدت شرارة هائلة مثل تلك التي تسري في يد المرء حين يلامس مقبض الباب، بعد مشيه على سجادة.

حتى هذه اللحظة، كانت المنازل مضاءة بمصابيح الزيت أو الغاز وأحيانًا الشموع، وكلها كانت خافتة وغير نظيفة، وفي حالة الشموع كانت رائحتها كريهة فوق ذلك. استغل والاس الكهرباء لعمل إضاءة متواصلة بين كتلتين من الكربون، مما يجعل الضوء أكثر إشراقًا وأنظف.

عندما رآها إديسون، ركض نحوها، كما يقول المثل، مثلما ينجذب العث إلى اللهب. بابتهاج طفولي على وجهه الصبياني، لم يستطع السيطرة على فرحته تجاه ما شاهده. قدرت المجموعة ما أنجزه السيد والاس العجوز، لكن إديسون، وحده، رأى المستقبل يتوهج تحت الكرة الزجاجية. نشر إديسون، الذي كان دائمًا أشعث بعض الشيء، المخططات على المنضدة منغمسًا في قراءتها، وقام بإجراء حسابات سريعة في رأسه حول مقدار ضوء الشموع الذي يولده نظام الضوء القوسي هذا. لقد أُسر إديسون بهذه الفكرة.

أخيرًا حانت لحظة والاس. كان في طريقه لدخول مَجْمَع آلهة الكهرباء،

حيث كان إديسون هو زيوس[1] ذلك المَجْمَع. كل تلك السنوات التي أنفقها في عمله العلمي باعتباره هواية ستُترك جانبًا بمجرد ارتباط الفكرة بإديسون. كل السنوات التي قضاها في قفص مُذهَّب غير قادر على متابعة شغفه بالكامل كانت على وشك أن تُمحى. كل سنوات تضحياته ستؤتي ثمارها أخيرًا.

في الوقت الذي كان يشاهد إديسون اختراع والاس، أمتعه صديقه بقصص حول أول ضوء قوسي له مصنوع من كتلتين من الكربون على إطار خشبي. تشكل الضوء الساطع عندما أغلق مزلاج صغير الفجوة الصغيرة بين الكتل التي تم توصيل كل منها بالكهرباء. ذات يوم في عام 1876، طلب والاس من رجل تسلق المدخنة التي يبلغ ارتفاعها 206 قدمًا في مصنع والاس لإرفاق جهازه الغريب.

في ذلك المساء، أشاع الوهج بشكل مشرق لدرجة أن سكان البلدة البعيدين في شارع ديفيجن أفادوا بأنهم يستطيعون قراءة صحيفة على هذه الإضاءة. في مناسبة أخرى، علق والاس صفًّا من عدة مصابيح قوسية في مصنعه، ليحل محل مصابيح الزيت، مما سمح للشركة بإجراء ورديتين: وردية نهارية وأخرى تعمل حتى منتصف الليل. ذكرت صحيفة نيويورك صنداي أن ضوء القوس قدم إضاءة "كل منها يساوي 4000 شمعة".

كاختراع، وُجد المصباح القوسي من قبل، ولكن لم يُؤخذ على محمل الجد كمصدر للضوء. حوالي عام 1802، وجد الكيميائي الشهير همفري ديفي

---

(1) زيوس: يُلقَّب عند الإغريق بـ "أبو الآلهة والبشر". (المترجم)

في المعهد الملكي في لندن، أنه عندما كان التيار متصلًا بقضيبين من الكربون متدليين، ظهرت شرارة ساطعة مثل البرق، تربط بين الطرفين؛ أطلق عليها اسم قوس. ومع ذلك، لم يعتقد ديفي أن ضوء القوس سيكون وسيلة معقولة للإضاءة. لقد كانت مادة جيدة مناسبة لمحاضراته العلمية العامة. عادت أضواء القوس إلى الظهور بعد ما يقرب من سبعين عامًا، في عام 1876. ابتكر مهندس التلغراف الروسي بول جابلوشكوف "شمعة" من قطعتين من الكربون يسري بينهما جهد كهربائي. استقال جابلوشكوف من وظيفته في موسكو وخطط لعرض اختراعه في فيلادلفيا في المعرض المئوي عام 1876، لكنه وصل فقط إلى باريس. أصبحت شمعة جابلوشكوف هي آخِرُ صَيْحَة في مدينة النور. رأى البروفيسور چورچ باركر "شمعة" عندما سافر إلى الخارج وشاركها مع زميله والاس. بمجرد أن سمع والاس عن هذا الاختراع الجديد، دفع بنفسه إلى إتقانه، حيث ابتكر أحد مصابيح القوس الأولى في الولايات المتحدة - وهو بالتأكيد الأول لزواره في ذاك اليوم.

كان سحر وعجائبية الضوء مصدره قدرة والاس على تسخير الطاقة من نهر ناوغاتوك المجاور وتحويلها لطاقة كهربائية لتشغيل المصابيح بمولد صنعه، يسمى تليماكون. في الوقت الذي لا توفر فيه البطاريات طاقة كافية للضوء، كان الانتقال من الطاقة المائية إلى الكهرباء أمرًا أساسيًّا، إذ قالت صحيفة نيويورك صنداي، أنه باستخدام جهاز التليماكون "يمكن أن تنتقل الطاقة من نقطة إلى أخرى كما لو كانت رسالة تلغراف". كان إديسون مفتونًا بما رآه وأمر على الفور بنظام إضاءة كهربائي ومولدين. وامتثل والاس بسعادة. عندما غادروا المختبر، جلسوا جميعًا على مائدة العشاء للاحتفال،

مسك إديسون كأس الماء الخاص به ونقش عليه بقلم التأشير الماسي "توماس أ. إديسون، 8 سبتمبر 1878 تحت الأضواء الكهربائية" للاحتفال بهذا اليوم التاريخي.

بينما يغادر إديسون، التفت إلى والاس وصافحه مصافحة قلبية أشبه بالتهنئة. ثم نطق إديسون بشيء صعق والاس مثل البرق. قال إديسون: "والاس، أعتقد أنني أستطيع هزيمتك في صنع المصباح الكهربائي". "لا أعتقد أنك تعمل في الاتجاه الصحيح" لم يغرِ والاس إديسون بإضاءة مصنوعة من الكهرباء فحسب، بل قدمه إلى عالم يغزوه بشكل مستقل. سرعان ما تلاشى بصيص أمل والاس في المجد المنتظر.

لقد وضعته رحلة إديسون إلى أنسونيا على المسار الصحيح لابتكار مصباح كهربائي. استلهم والاس إبداعه، ولكن تمامًا كما هو الحال مع أي محفز كيميائي[1]، حفز والاس التفاعل بشدة، دون أن يتغير وضعه.

كان من المفترض أن يكون الثامن من سبتمبر عام 1878 أفضل يوم في حياة ويليام والاس. لكنه لم يكن كذلك، بل كان اليوم الذي أظلمت فيه نوره.

فكرة ساحرة براقة:

سارع إديسون إلى المنزل بعد زيارته إلى أنسونيا، وعقله يموج بأفكار

---

(1) الحافز الكيميائي: مادة تساعد على إتمام التفاعل، دون أن تشارك فيه. على سبيل المثال، يمكن إضافة مادة كيميائية إلى وسط التفاعل لمجرد رفع درجة حرارته. (المترجم)

لصنع مصابيح كهربائية. عندما وصل قطار بنسلفانيا للسكك الحديدية أخيرًا إلى المنصة الخشبية الصغيرة في مينلو بارك، اندفع إديسون عبر الطريق الترابي الأحمر الفارغ بشارع كريستي لمسافة ناصيتين، متخطيًا منزله (وعائلته) حتى وصل إلى عاصفة رمادية اللون، حيث مبنى مكون من طابقين على قمة تل قصير. كان هذا المبنى الضيق ذو الألواح الخشبية أطول من عربة القطار ومليئًا بالنشاط ليلًا ونهارًا. كان هذا هو مختبر مينلو بارك، وكان إديسون ساحره. سارع إلى صعود الدرجات الخشبية إلى الطابق الثاني، ووصل إلى غرفة طويلة بها أرفف مليئة بالمواد الكيميائية، ثم طلب من جيش مساعديه أن يوقفوا ما كانوا يفعلونه على الفور. كان على تطويرات الفونوغراف أن تنتظر. لقد كانوا بحاجة إلى التصرف بسرعة.

أثارت الزيارة إلى مختبر ويليام والاس إعجاب إديسون، ولكن ما ألهمه أكثر هو ما لم يره. قال إديسون: "لم يُجزأ الضوء الشديد للدرجة التي يمكن معها توصيله إلى المنازل الخاصة". لقد سطعت أضواء القوس في ولاية كونيتيكت بشكل ساطع للغاية، مثل وميض كاميرا تصوير قديمة، وكان تعتيمها مستحيلًا. كان يهدف إديسون إلى تجزئة الضوء إلى كميات أصغر. وبالتالي، فإن القيام بذلك يتطلب نهجًا مختلفًا.

ما احتاجه إديسون هو مادة تتوهج دون أن تختفي عند تسخينها، مادة تتصرف مثل مسعر نار المدفأة. على مدى أجيال، دفعت الحضارات الظلام من خلال التهام ما يصنع الضوء: المشاعل تحرق الأخشاب، والشموع تحرق مادة الشمع، والمصابيح تحرق الوقود. ما يحتاجه إديسون هو مادة تظل متوهجة.

لم يكن مفهوم الإنارة جديدًا كشكل من أشكال الضوء. بدءًا من عام 1838، كان هناك أكثر من عشرين مخترعًا من بلجيكا، وإنجلترا، وفرنسا، وروسيا، والولايات المتحدة بدءوا هذه الرحلة، قبل وقت طويل من إديسون. ومع ذلك، فشلت معظم تجارب الإضاءة الخاصة بهم. على الرغم من هذا التآخي الكبير في الإخفاق بين الساعين نحو التوهج والإنارة، لم يرتدع إديسون. كان يعتقد أن بإمكانه التعلم من أخطائهم.

بالانتقال مباشرة إلى مشروع الإضاءة الكهربائية الجديد هذا، أسس إديسون شركة جديدة، وقرأ كل ما يمكنه بشأن الاختراعات السابقة، وظف أشخاصًا يتمتعون بالمهارات التي يحتاجها، وقام بتوسيع مختبره، بل وعقد مؤتمرًا صحفيًا. كان لديه وفرة من الأفكار وحث والاس للإسراع من مولدات التليمكون. في غضون أسبوع من عودته من أنسونيا، قال لصحيفة نيويورك صن، "لدي هذا." لكن الحقيقة كانت غير ذلك. ظن إديسون أن الأمر لن يستغرق سوى أسابيع أو شهور لانشطار الضوء؛ براعته لا يضاهيها سوى استعراضه.

قبل زيارة والاس في ولاية كونيتيكت خريف عام 1878، فكر توماس إديسون لفترة وجيزة في فكرة المصابيح الكهربائية. كان يعبث مفتقرًا إلى الحماسة بفتائل الكربون. حين كان جالسًا على طاولة، قام بعمل كربنة للورق (جففه بالتسخين لجعله كربونًا خالصًا) ووصله بدائرة كهربائية، ثم عرضه لصدمة، مستخدمًا مضخة يدوية لسحب بعض الهواء. عندما رفع التيار، توهج الكربون باللون الأحمر ثم تلاشى، ولم يستمر الضوء سوى بضع دقائق. كان السلك الكهربائي عداءً لمسافات قصيرة، وليس متسابق

ماراثون، إذ كان يتحد كيميائيًا مع الأكسجين المتبقي في الجرة (البرطمان) ويحترق. لم ير إديسون حلًا لمنع الكربون من الاحتراق، لذلك انتقل سريعًا إلى مشاريع أخرى وتوقف عن الإضاءة المتوهجة. عند عودته من أنسونيا، شرع في مهمة جديدة لجلب الضوء الكهربائي إلى الجماهير.

في البداية، اختبر العديد من المعادن التي تتوهج بالكهرباء، لكن مطاردته عثرت في النهاية على البلاتين. كان البلاتين واعدًا: فهو لا يحترق مثل الكربون ولا يتأكسد. لكن هذا المعدن الجديد كان لديه نقطة ضعف. عندما يسخن سلك بلاتيني إلى درجة حرارة عالية جدًا، يذوب مثل الزبدة قبل أن ينكسر وينطفئ. لعدة أشهر، حاول إديسون منع ارتفاع درجة حرارة البلاتين عن طريق تسريب بعض الكهرباء بعيدًا عنه بدوائر كهربائية معقدة. لكن البلاتين لم يتغير.

بدت الأسلاك المتوهجة في المصابيح الزجاجية التي ملئت مختبر إديسون، مثل اليراعات في جرار ميسون. حتى بعد شهور من الجهود المبذولة، لم تنجح أسلاك البلاتين. لم يستطع إديسون الاعتماد على البلاتين للتوهج الساطع، والسبب يتعلق بطبيعة هذا المعدن. يتوهج السلك لأن ذراته تقاوم تدفقات الكهرباء عبره، وهذا العائق أو المقاومة يُسخن الفتيل مثل أسلاك محمصة الخبز الكهربائية. إن المادة التي تعيق سريان التيار الكهربائي تحدث توهجًا أشد من المادة التي تسمح بسريانه بسهولة. ولسوء الحظ، كان التيار يسري خلال البلاتين دون صعوبة. ما أراده إديسون حقًا، هو فتيل من مادة أخرى. على مضض، تخلى إديسون عن البلاتين.

ذات يوم في أكتوبر 1878، تأرجح إديسون للخلف صوب مادة الكربون، العنصر المطوي في فتيل القطن الذي جربه، مستخدمًا المادة التي رفضها في البداية. وعلى عكس ما حدث في البلاتين، كانت الكهرباء تسري بصعوبة في مادة الكربون، حيث كلما كان فتيل الكربون أقل سمكًا كان أصعب على التيار الكهربائي أن يسري خلاله، حتى إن الضوء المنبعث كان أكثر من البلاتين. تعلم إديسون، من خلال تجاربه التي استغرقت عامًا القليل من الأمور لتحسين كفاءة المواد المستخدمة، ألا وهي؛ أهمية تفريغ الهواء. حيث ساعد التفريغ الفائق فتيل الكربون على أن يبقى على قيد الحياة دون أن يتفاعل مع الأكسجين كما حدث من قبل.

شرع إديسون في مجموعة جديدة من التجارب، مستخدمًا القطن عالي الجودة ليتمكن من الحصول على أفضل فتائل منه. في أواخر أكتوبر 1879، أضاء عدة مصابيح كهربائية في الوقت ذاته، ليرى أيًا منها سيعمل على نحو أفضل. بعض المصابيح كانت قوية، وبعضها أظهر بقعًا ساطعة، وبعضها تسرب إليه الهواء، وبعضها فشل لأسباب غير معروفة. مصباح واحد ظل متوهجًا لساعة كاملة، ثم امتدت لساعتين، ثم لثلاث ساعات، وأخيرًا لأربع ساعات. وقفت آنذاك مدينة مينلو بارك جميعها تشاهد ما يُثبت أن ذلك ميلاد المصابيح الكهربائية. وقريبًا، لن يكون هناك ركن مظلم على وجه الأرض مرة أخرى، مما سيغير كل شيء.

كانت المصابيح الكهربائية نتيجة لسلسلة من المحاولات السابقة. رأى المخترعون المشكلة – الظلام- وعملوا بقلق شديد على إيجاد طريقة لإصلاحه. حل اكتشافهم مشكلة واحدة وساعد على تقدم البشرية بطرق

غير قابلة للقياس الكمي. لكن المصابيح فرضت سيطرتها أيضًا على الحياة بطرق لم يتمكن المخترعون من توقعها. لقد غيرت الإضاءة الصناعية مسار الطريقة التي نتصل بها مع الآخرين ومع أنفسنا. ولقد غيرت أيضًا طبيعة أجسادنا ذاتها وطبيعة الأجناس الأخرى. ذلك أن الأشعة الضوئية المنبعثة من تلك المصابيح نقلتنا عبر طرق مرئية وغير مرئية.

اليد الخفية لضوء النهار:

ربما يندهش المرضى أثناء الفحص الطبي، عندما يسألهم الأطباء سؤالًا جديدًا بجانب الأسئلة الاعتيادية، مثل إذا ما كانوا يدخنون، يشربون الخمور، يمارسون الرياضة. هذا السؤال هو "هل تحصل على النوع الجيد من الضوء؟". هذه ليست زيارة إلى ممارس من الهيبيز[1] في هايت آشبوري أو نيو إيدج في سيدونا. وإنما يحدث هذا التحول في نمط الأسئلة داخل عيادات طبية ذات فكر تطلعي في الوقت الحالي. اليوم، نشهد مجموعة من الأمراض سببها قلة التمارين الرياضية، وسوء التغذية، وعدم أخذ قسط كافٍ من النوم، وانتشار التلوث، والچينات السيئة. ولكن يوجد سبب آخر - المصباح الكهربائي.

لقد أظهرت الأبحاث أن الحيوانات المعرضة للإضاءة الصناعية عُرضة لمجموعة من الأمراض، متضمنًا "زيادة في نسبة الإصابة بالسرطان، وأمراض القلب، والأوعية الدموية، والسكري، والسمنة" هكذا قالت

---

(1) الهيبيز: ظاهرة اجتماعية كانت بالأصل حركة شبابية نشأت في الستينيات والسبعينيات في الولايات المتحدة، ثم انتشرت في باقي الدول الغربية. (المترجم)

البروفيسورة ماريانا فيجويرو، مديرة مركز أبحاث الضوء بمعهد رينسيلار للعلوم التطبيقية. ليس هذا متعلقًا بالحيوانات فقط.

لقد كشف الخبراء عن أن العاملين بنظام الورديات – الذين يشغلون ملايين الوظائف بداية من أفراد الحراسة إلى الجراحين، العاملين خارج المواعيد المألوفة من التاسعة صباحًا حتى الخامسة عصرًا – هم أكثر عُرضة للإصابة بالسرطان وأمراض القلب. من خلال إعدام رزم من البيانات حول الأمراض وربطها بحيث يعيش حاملوها، وماذا يعملون، ومن هم، وجد الباحثون دليلًا وبائيًا دامغًا. بغض النظر عن كل العوامل الطبية الأخرى، ثِمة سبب واحد لكل تلك المصائب، ألا وهو الضوء الساطع المنبعث فوق رؤوسهم، حيث تُحدث الأضواء خللًا في الساعة البيولوچية، جالبة معها كل هذه المشكلات الصحية.

في عصرنا الحديث، وبالأضواء الساطعة، نفقد على طول الطريق رفيقًا قديمًا – الظلام. كثقافة، نحن نشبه الأطفال الصغار، في خوفها من الظلام، ونفعل كل ما في وسعنا لمحوه من حياتنا. لقد بات لدينا مصابيح إنارة في الشوارع، والمداخل، والإنارة الليلية، وضوء الخزانة، والثلاجة، والفرن. ثِمة ممرات مضيئة، وإشارات ضوئية، وأجراس أبواب مضيئة، بالإضافة إلى أحذية رياضية، وأغطية إطارات، وحتى مقاعد مرحاض مضيئة. وفي حالة فقدان الطاقة الكهربائية، تزهو الأضواء داخل هواتفنا. فعندما يتعلق الأمر بالإضاءة، فنحن لسنا بعيدين عنها أبدًا.

لكن العلماء الآن يقولون إننا لدينا الكثير جدًّا من الإضاءة. على وجه

التحديد، نحن نجرب في وقتنا هذا الكثير جدًّا من الأنواع السلبية للإضاءة في الجزء الخطأ من اليوم، وهذه الأنواع تؤثر في صحتنا. والأسباب في ذلك ترجع إلى طبيعتنا التشريحية.

كحال أغلب الجالسين في دروس مادة الأحياء المملة في المدرسة الثانوية، اعتقد العلماء أن كل ما يمكن معرفته عن العين على مدار المائة والخمسين عامًا الماضية، كان لا يخفى على أحد، إذ كان من المعروف بشكل عام، أن الضوء ينتقل إلى الجزء الخلفي من العين- الشبكية. ثم تحول الشبكية هذا الضوء إلى نبضات كهربائية تُرسل إلى المخ، الذي يقوم بتجميع هذه النبضات معًا مكونًا ما يُعرف بالرؤية. بيد أن في عام 2002، تغير بشكل جذري فهمنا لوظيفة العين من خلال اكتشاف قام به ديفيد بيرسون في جامعة براون.

لقد وجد بيرسون أن ثمة كاشف استثنائي للضوء، مستقبل ضوئي فريد من نوعه، في العين (الشبكية)، لا يساهم في عملية الإبصار. هذا الجزء يتصرف مثل بول ريفير. فبدلًا من ترجمة الرسالة إلى "واحد إذا جاءوا برًّا، اثنان إذا جاءوا بحرًا"، يُنبه هذا المستقبل الضوئي الجسم إذا ما كان الوقت نهارًا أم ليلًا. ومثلما حذر بول ريفير القوات في الثورة الأمريكية ليكونوا على أهبة الاستعداد برًّا أو بحرًا، ينبه أيضًا هذا الجزء من العين جسم الإنسان ليستعد للنهار أو الليل. فعندما يستشعر هذا المُستشعر الضوء – كونه أكثر حساسية لضوء السماء الأزرق- تنطلق رسالة من العين إلى المخ ثم إلى بقية الجسم لتُعلمه بأنه في وضح النهار. لا سيما أن هذه الرسالة تدفع العصب البصري في مؤخرة العين إلى جزء في منطقة تحت المهاد بالدماغ تسمى النواة فوق التصالبية (SCN). تُبرق هذه النواة رسالة لجزء صغير في حجم حبة

البازلاء في المخ، الغدة النخامية، لتوقف إفراز الميلاتونين، تلك المادة التي تُنبه جسم الإنسان إلى أن الوقت قد حان ليلًا.

الميلاتونين هو هرمون قديم يُفرز في أوقات الليل فقط، وهو المسؤول عن إبلاغ أجسادنا بأن المساء قد حل. "مادة كيميائية تتطور معنا" هكذا قال توماس فير، العالم الفخري بالمعهد الوطني للصحة العقلية. يحتاج الجسم إلى مثل هذه الإشارة لأن البشر في الأساس يشهدون نوعين من التغير- نوع في النهار وآخر في الليل. كطريقة لحفظ الطاقة، تمتلك أجسادنا أوقات "تشغيل"، "إيقاف". وتتغير الحالة التي نكون عليها من خلال الضوء الذي يحيطنا وبالتالي يشير الميلاتونين الي الوقت الذي نشهده. طوال اليوم، ترتفع درجة حرارتنا، ومعدل تمثيلنا الغذائي، ونسبة هرمون النمو في أجسامنا. بينما تقل تلك الأشياء في الليل، حين نكون خارج نطاق التشغيل. لكن، في ظل المصابيح الصناعية، لا تدخل أجسامنا في هذا الوضع المريح والضروري لنا.

منذ دهور، قبل عصر الكهرباء، كنا نعيش نهارًا على ضوء الشمس وليلًا على ضوء الشموع. عندما يقترب الغسق، تتهيأ أجسادنا اليقظة إلى الليل وتبدأ الدخول في وقت المساء، حيث تتبدل الإضاءة من ضوء الشمس إلى الشموع. وبالتالي عندما تبدأ الشمس غروبها، تبدأ نسبة الميلاتونين في الزيادة. لكن اليوم، نحن نسبح على غير طبيعتنا، في نفس النوع من الضوء طوال الوقت، كما أن إغراقنا بالمصابيح الكهربائية يضعنا في نمط نهاري ثابت. والتأثيرات بالفعل يمكن ملاحظتها: "فالبشر المعاصرون أطول من أسلافهم. وهذا الأمر يرتبط جزئيًا بالتغذية وعوامل أخرى، لكنه أيضًا يرجع إلى المصابيح الصناعية." هكذا قال توماس فير.

قبل المصابيح الصناعية، كانت الفسيولوچيا البشرية مرتبطة بفصول السنة. كانت كثير من النساء تحمل في أواخر فصل الربيع وفصل الصيف. وكانت أجسادنا تتعقب فصول السنة من خلال متابعة التغير في مدة ضوء النهار بين الشفق والغسق. بحلول الأيام الطويلة نهارًا في فصل الصيف، تنتج أجسادنا نسبة ميلاتونين أقل من فصل الشتاء ويقابل هذا النقصان زيادة في هرمون النمو وفرصة أكبر فيه. لكن اليوم، تكاد المصابيح الصناعية تُعمي أجسادنا من استشعار تبدل فصول العام. يقول توماس فير " لقد محونا تقريبًا التغير الموسمي في معدل الحمل". " إن أكثر التجارب نجاحًا في التسميد المختبري، تكون في أواخر الربيع وفصل الصيف، وذلك لأن النهار يكون أطول ومن ثم تزداد نسبة هرمون النمو."

بالنسبة للبشر، فتعرضنا لمصابيح إديسون الكهربائية يضعنا في نمط أزلي لتوقيت الصيف مع مضاعفة نسب هرمون النمو عن مستوياتها في أمسيات الشتاء. وبالتالي فإن الجسم كله يسبح في هرمون النمو في ظل هذا النمط الثابت، وتكون كل خلية معرضة ومستجابة لهذا التنبيه المفرط. يقول توماس فير "إذا كنت تتعرض للقصف، بشكل مستمر، بهذه المستويات الصيفية لهرمون النمو، فأنت إذن معرض للإصابة بالسرطان."

السرطان هو مرض عصرنا ومناقشته أمر صعب، لأنه يأتي وسط العديد من الشكوك. بالنسبة للجزء الأغلب، يعتقد العديد من الباحثين أن السرطان يبدأ في خلية واحدة؛ وتكون الطفرة التي تحدث للخلية "مجرد عشوائية، تحدث بالصدفة" هكذا قال ريتشارد ستيفنز، عالم أوبئة السرطان بجامعة كونتيكت.

ولكن، ما علاقة ذلك بالمصابيح الكهربائية؟

حسنًا، لقد توصل عزيز سنكار الحائز على جائزة نوبل في بحثه الأخير أن "النظام البيولوچي يؤثر في العمليات التي نعلم أنها جزء من أسباب الإصابة بالسرطان."، وفقًا لما قاله ستيفنز. "ثمة علاقة للساعة البيولوچية بكيفية إصلاح خلايانا التالفة في الحمض النووي." وعلى الرغم من أن التفاصيل بشأن ما يحدث في هذه العملية غير كاملة، إلا أن هذا البحث يؤكد أن أجسادنا لديها نمط نُموي وآخر استشفائي، ونحن بحاجة إلى الاستشفاء الذي يجلبه لنا الظلام.

إن العديد من العوامل تساهم في الإصابة بالسرطان، ومن ثم فإن البحث في هذا المجال واحد من أكثر مساعي عصرنا هذا أهمية. فعندما نتحدث عن صحة المرأة، فالمصابيح الكهربائية غالبًا ما تكون العامل الذي نتجاهله في أسباب الإصابة بسرطان الثدي. وفقًا لستيفنز لقد طرح هذا الأمر فكرة أن جائحة سرطان الثدي، يمكن تفسيرها من خلال استخدام المصابيح الكهربائية. لذلك، هناك حاجة إلى المزيد من الدراسات لفهم ماذا يحدث، لكن فئة واحدة تخبر العلماء بأنهم يتوجهون في المسار الصحيح. يقول ستيفنز "إن النساء الكفيفات هن أقل عرضة للإصابة بسرطان الثدي، وذلك لأنهن لا يُدركن ضوء النهار." كما أن الضوء لا يسيطر على الجانب الفسيولوچي لهن. ذلك أن العديد من التقارير الطبية تُظهر أن النساء الكفيفات في منأى عن سرطان الثدي، لكننا في حاجة إلى المزيد من البحث لفهم كيفية تأثير المصابيح الكهربائية على النساء.

يقول الشعراء إن العين هي نافذة الروح، بينما يود العلماء أن يقولوا إنها كالساعة أو بالأحرى، زر إعادة ضبط الساعة. إذ تحتوي أجسامنا على إيقاع جوهري، حيث نتوقع بداية اليوم بينما تتأخر ساعات أجسادنا حوالي اثنتي عشرة دقيقة. ينقضي اليوم في أربعة وعشرين ساعة، لكن في ساعتنا الداخلية ينقضي في 24.2 ساعة. فإذا وُضعنا في كهف مظلم من غير دلالات بصرية، فسنتخلف عن التوقيت الشمسي، مثل الساعات البطيئة القديمة، ولكن عندما نرى ضوء الصباح، وبالتحديد ضوء السماء الزرقاء، فإن ساعتنا البيولوچية تتزامن مع الأرض مرة أخرى.

إن اختيار مستقبِل الضوء الذي يشبه بول ريفير للون السماء الأزرق، هو اختيار ذكي من الطبيعة وذو معنى من الناحية البيولوچية. إن أفضل وسيلة لإعلام الجسم بأننا في وقت النهار، هو تناغم جزء من العين مع هذا اللون الأيقوني، مثلما تضبط محطة راديو معينة. كان من الممكن للطبيعة الأم أن تستخدم كل ألوان الضوء الأبيض المتألف من ألوان قوس قزح (الأحمر، البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، النيلي، البنفسجي). وبالتالي، كان من الممكن توجيهه أسلافنا عن طريق الصدفة من الوضع النهاري إلى الوضع الليلي بفعل عاصفة رعدية ذات صواعق برقية.

ولكن لسوء الحظ، فإن المصابيح الصناعية لا تُحاكي بشكل تام ضوء الطبيعة، والضوء المنبعث من الشمس. إذ تضم الشمس الرائعة في ضوئها كل ألوان قوس قزح، أما المصابيح الصناعية تحتوي فقط على جزء من الطيف، فالمصابيح المتوهجة أكثر حُمرة، أما المصابيح الفلورية المدمجة والمصابيح الدايود أكثر زرقة. لذا، كيف يستطيع الانسان المعاصر العيش

تحت توهج الإضاءة الصناعية ويصحح المسار المرسوم من قِبل إديسون؟ الطريقة بسيطة. وفقًا لعالم أوبئة السرطان ريتشارد ستيفنز، نحن بحاجة إلى "أمسيات مظلمة، وصباحات مشرقة". لا بد أن يبدأ اليوم بالضوء الأزرق الذي يُعيد ضبط ساعة الجسم في الصباح. يقول ستيفنز "أن تتمشى هذا أفضل شيء؛ فمن خلال ذلك تقوم بتمارين رياضية، وتأخذ جرعة من الضوء الأزرق البراق." أما بالنسبة لأولئك المتواجدين في الأماكن المغطاة، فإن مصابيح الدايود والمصابيح الفلورية المدمجة الساطعة قوية جدًّا أيضًا في مدى الضوء الأزرق.

إن الحصول على المزيد من الضوء الأزرق على مدار اليوم هو شيء جيد. لكن نوع الضوء لا بد أن يتغير على مدار اليوم. "للضوء الأزرق في الصباح تأثير واحد في الجسم. أما إذا حصلنا عليه في المساء أو منتصف الليل، سيكون له تأثير سلبي." هكذا تقول البروفيسورة ماريانا فيجويرو مديرة مركز أبحاث الضوء بمعهد رينسيلار. وهذا هو سبب تغير لون ضوء النهار مع تقدم ساعات اليوم.

نحن بحاجة إلى الضوء الأكثر حُمرة في المساء، وهذا يشمل تقليل نسب الضوء الأزرق المنبعث من شاشات الكمبيوتر، والتلفاز، والهواتف. إذ يقول ستيفنز "عند بداية الغسق، قم بإطفاء الأضواء الزرقاء، واحصل على مصدر للإضاءة المتوهجة."

ربما نجد في التكنولوجيا الحديثة ما يخفف عنا وطأة هذا البحر الحديث من الأضواء. وربما يتحقق ذلك عن طريق المصابيح الذكية المتوفرة في

السوق والتي تستطيع أن تكون أكثر حمرة أو زرقة وفقًا لعقرب الساعة. إضافة إلى ذلك، التقنيات القابلة للارتداء، مثل تلك التي طورتها ماريانا في معملها بمركز أبحاث الضوء بمعهد رينسيلار، والتي سوف تُخبرنا بأي نوع من الضوء نحتاج وتمكننا من ضبط "إضاءتنا البيولوچية" عن طريق تعقب الإضاءة. بواسطة هذا النظام سيقدم التطبيق خيارات مثل "احصل على مزيد من الضوء، أو قم بإزالة الضوء الأزرق، أو قم بالخروج إلى الأماكن غير المغطاة." هكذا تقول ماريانا فيجويرو.

من ناحية أخرى، يقدم العلماء بعض النصائح لأولئك الذين يستيقظون في منتصف الليل. وفقًا لستيفنز "من الأفضل أن تظل في مكان مظلم، لتستحضر النوم بسهولة." هذه الحكمة كانت مألوفة منذ مئات السنين، لكن لم يعرفها أحد. عندما كان أسلافنا يستيقظون في منتصف الليل، كانوا يقومون بعمل أشياء مثل الأكل، والصلاة، والقراءة، أو الأعمال المنزلية، في ضوء الشموع. ما نعلمه الآن، هو أنه على الرغم من استيقاظهم إلا أن أجسامهم كانت لا تزال في النمط الليلي، حيث إن إضاءة الشموع خافتة وضوءها محمر لا يُحفز زيادة نسبة الميلاتونين. لكن عندما تقوم بتشغيل المصباح الكهربائي الساطع في منتصف الليل، فإن نسبة الميلاتونين تنخفض على الفور. يقول ستيفنز "إذا أغلقت الإضاءة مرة أخرى في غضون خمس دقائق، سيعود الهرمون إلى الانتعاش مجددًا، أما إذا استمر الضوء أكثر من 20 دقيقة، فأنت بذلك تُستنزف."

لتحسين صحة الإنسان، يحتاج المرء إلى الحصول على النوع المناسب من الضوء في الوقت المناسب من اليوم. هذا ليس طلبًا مبهمًا، وإنما حقيقة علمية.

تقول فيجويرو "إن الضوء هو قائد ساعتك البيولوچية، وهو المحرك لكل شيء في جسمك" ولهذا علينا ألا ننظر إلى المصابيح الضوئية على أنها أشياء حميدة تتوهج في الخلفية، وإنما على أنها محرك أساسي لصحة الإنسان.

لقد أعلن إديسون عن عصر الأضواء، لكن ما يحتاجه المجتمع هو معاودة التواصل مع الظلام- لأسباب بعيدة عن صحتنا. لقد كانت النجوم لوقت طويل رفقاء للبشرية، إذ ساعدت البحارة والمستكشفين على الإبحار.

لقرون رأى البشر الآلاف من النجوم. أما اليوم، يستطيع سكان المدينة رؤية حوالي خمسين نجمًا، والسبب في ذلك يُعزى إلى أن أغلب الأمريكيين يتعرضون لإضاءة صناعية أكثر بريقًا من الأضواء السماوية الطبيعية.

لقد تغير سواد الليل خلال عدة عقود قليلة. عندما كان أجدادنا في شبابهم، كانت الليالي الضبابية وغير المقمرة هي أكثر ليالي الشهر كلها ظُلمة. اليوم، الليالي الملبدة بالغيوم والغائب فيها القمر هي من أكثر الليالي سطوعًا، حيث ترتد قطرات الماء والغبار داخل السحب عاكسة الضوء، مثل كرة الديسكو.

فوقنا وبدون علمنا مشهد خلاب. لكن وهج السماء الذي صنعته الأضواء، أعاق رؤيتنا لهذا الفيلم السماوي فوق رؤوسنا. قال عالم الفلك فابيو فالتشي: "الأمر أشبه بكونك في السينما، وصالة العرض مضاءة". على هذا النحو لا يمكننا رؤية تفاصيل الفيلم لأننا "نفقد تباين الشاشة".

لقد باتت حقيقة أن سماء الليل النقية غريبة بالنسبة لنا، واضحة تمامًا في عام 1994. عندما ضرب زلزال نورثريدج لوس أنجلوس في صباح

أحد أيام يناير، كان هناك تعتيم كامل في ذلك المساء، حاجبًا التوهج المنبعث من الأضواء. رأى العديد من سكان لوس أنجلوس المتوترين شيئًا غريبًا في السماء، واتصلوا بالرقم 9-1-1 للإبلاغ عن "سحابة رمادية فضية". ما شاهدوه سكان جنوب كاليفورنيا هو مجرة درب التبانة. تقول التقارير أن اثنين من كل ثلاثة أشخاص في الولايات المتحدة لا يمكنهم رؤية هذا التكون بعدها.

إن السماء الليلة التي نعرفها اليوم مختلفة تمامًا عما كانت عليه وقت أجدادنا وأجدادهم. على الرغم من أن سهولة الإضاءة تعود علينا بمنافع، إلا أنها تسلب منا أشياء أخرى أيضًا. قال بول بوجارد، مؤلف كتاب "نهاية الليل: البحث عن الظلام الطبيعي في عصر الضوء الاصطناعي": "يفقد المرء التجربة التي ألهمتنا على مدار التاريخ البشري بالكامل". معظمنا لا يرى السماء ليلًا بكل مجدها لأن أضواء الشوارع تضع حجابًا على أعيننا. إن سماء الليل الحقيقية هي تجربة ثلاثية الأبعاد مذهلة، مع نجوم ذات سطوع وألوان مختلفة، مثل لوحة ليلة النجوم لفان جوخ. قال بوجارد، الذي زار بعضًا من أحلك الأماكن على هذا الكوكب عند تأليف كتابه، عندما نرى السماء ليلًا بكل مجدها "نخطو خارج بابنا ليلًا ونواجه الكون وجهًا لوجه".

لقد جاء الشعور بالأهمية الذاتية مع تركيب المزيد من الأضواء. يُضيف بوجارد عندما تواجه الكون وجهًا لوجه "تدرك أنك صغير حقًا". لقد سلب الضوء الاصطناعي تلك الرهبة بعيدًا. مع اعتبار الكون الآن غير مرئي لنا، فمن السهل احتضان الغطرسة تحت هذه الأضواء. لقد اعتادت السماء المظلمة أن تكون نافذة. أما اليوم فهي مرآة.

لقد بدأت صديقاتنا اليراعات بنا هذه الرحلة. اليراعات، التي تسمى أيضًا حشرات البرق، هي في حقيقتها ليست طائرة ولا حشرة. إنها خنافس، وإلى جانب كونها وجبة لذيذة لبعض الطيور والعناكب، فهي لا تؤدي وظيفة لا غنى عنها لكل الطبيعة، مثل عملية تلقيح النباتات التي يقوم بها النحل أو تهوية التربة مثل النمل. في حين أن دورها قد يكون محدودًا، إلا أنه مع وجود الآلاف من الأنواع منها، فقد احتكرت السوق بشكل مذهل. باعتبارها فوانيس الطبيعة السحرية، فهي ساحرة ليس فقط لضوئها، الذي كان معجزة قبل إديسون، ولكن في عصرنا الحديث، لقدرتها على جذبنا بعيدًا عن مشتاتنا.

تتحدث اليراعات بومضات شفرة مورس- مثل التواصل في المعسكر الصيفي بعد حظر التجوال. إذ تتوهج بواسطة تفاعل كيميائي يسمى تلألؤًا بيولوچيًا. ذلك المصباح الجزيئي الناتج عن المزيج الكيميائي للأكسچين، وحزمة الطاقة الجزيئية المسماة بالأدينوسين ثلاثي الفوسفات، ومركب لوسيفيرين الذي يوفر الضوء، وإنزيم لوسيفيراز. لكن، هذه الرسائل اليراعية، ليست بريئة؛ وإنما هي رسائل حب. تحلق اليراع فوق العشب حتى الركبة، وتعلن الذكور عن نفسها برسالة وامضة، محددة جنسها وأنواعها. في حين أنه لا يوجد إنسان يتقن لغة اليراع، فإن أفضل تخمين هو ربما تقول شيئًا مثل "أنا ذكر ذو فوتونات ضوئية خضراء"، كما أوضحت سارة لويس، أستاذة علم الأحياء في جامعة تافتس ومؤلفة الشرر الصامت: عالم اليراعات الساحر.

في غضون ذلك، تنظر أنثى اليراع التي تطفو على ورقة العشب أو شجيرة، إلى شرر الذكر. إذا أعجبت بما تراه، فسوف ترد بخفة مع ومضات مترجمة بكل حرية قائلة "أنا معجبة بك". وبمجرد أن يتلقى الذكر "الضوء الأخضر" الذي يعبر عن إعجابها به، يتوقف الذكر الطائر في الجو، ويسقط مثل وايل إي. كايوتي[1]، ثم يلتقيان، وتبدأ الألعاب النارية حقًّا.

تعتمد هذه المغازلة الصريحة على القدرة على رؤية بعضنا البعض. عندما تتوهج الأضواء الاصطناعية عاليًا، فإنها تلمع بشكل ساطع لدرجة أن أنثى اليراع لا تستطيع رؤية الذكر وهو يومض. سوف يُومض الذكر لها، ولكن بسبب الإضاءة، لن تعرف كيف تسترجع وميضها وقد لا يلتقي العشاق المحتملون أبدًا. بالإضافة إلى ذلك، فإن الأضواء تزيد من حدة المنافسة، حيث تفضل الإناث الذكور ذوي الإضاءة الساطعة البراقة، التي تظهر أن لديهم قدرة ذكورية، ويتمتعون بصحة وجينات جيدة. لكن، تلك الأضواء الخارجية في الخلفية تجعل منارة الذكر تبدو باهتة أكثر مما هي عليه في الواقع، مما يجعل الأنثى غير مهتمة. لذا، فهي لا تُرمش مرة أخرى له.

تخفي المصابيح الساطعة للعالم البشري إشارات التزاوج الأساسية لليراعات وتتسبب في فشل التواصل. إذ يمكن أن تومض ذكور اليراعات بشكل أكثر إشراقًا للعثور على رفيقة وجذبها، لكنها تستهلك طاقتها الثمينة للقيام بذلك. ذلك أن عمر اليراعات لا يزيد في مرحلة البلوغ عن أربعة عشر يومًا. بالنسبة لبعض الأنواع، يقضون عامين تحت الأرض في شكل

---

(1) شخصية خيالية كانت تُقدم في أفلام الرسوم المتحركة. (المترجم)

يرقات، يأكلون وينمون، ويأكلون وينمون، ويخزنون الطاقة، التي تمكنهم من التوهج، حيث ينتج جزيئًا واحدًا من الأدينوسين ثلاثي الفوسفات فوتونًا واحدًا من الضوء. تعيش اليراعات البالغة على احتياطي طاقتها، ونادرًا ما يأكلون، لأن لديهم وقتًا قصيرًا جدًّا ليروا شريكهم ويراهم ويعثروا على الحب.

إن اليراعات ليست فقط المخلوقات الوحيدة التي تأمل أن نخفض الأضواء حولها. تعد الطيور والحشرات والسلاحف البحرية من بين العديد والعديد من الحيوانات التي تتمنى ذلك أيضًا. قال بول بوجارد، مؤلف كتاب نهاية الظلام، إن ما لا يعرفه معظم الناس أن "ما يقرب من ثلثي الحشرات ليلية" تتغير جميع أنشطتهم بالأضواء الاصطناعية. بالنسبة لبعض الحشرات، مثل القمل، فإن الانجذاب إلى اللهب ليس شاعريًا، بل هو عقاب. إذ يدور القمل حول مصدر الضوء ويموت منه بسبب الإرهاق. أيضًا، تسحر الأضواء الوامضة على أبراج الاتصالات الطيور، لأسباب لا تزال مجهولة، مما يتسبب في تحليق الطيور حولها ثم تلقى مصير القمل. قال عالم البيئة وأستاذ جامعة جنوب كاليفورنيا ترافيس لونجكور: "يموت حوالي 6.8 مليون طائر سنويًا في الولايات المتحدة وكندا بهذه الطريقة". وبالنسبة للحشرات فإن هذه النسبة مقدرة بالمليارات. هذه الخسارة لها آثار على النظام البيئي بأكمله. لا شك أن الحشرات تُغذي الأنواع الأخرى في أعلى السلسلة الغذائية. السلسلة قوية بقدر قوة أضعف حلقاتها وأضواؤنا الكهربائية تضعف تلك القوى لدى جميع الحيوانات.

يمكن أن تتسبب الأضواء الاصطناعية في اتخاذ صغار السلاحف

البحرية خيارًا مدمرًا. حين يخرجون من أصدافهم على شاطئ البحر مساءً، يكون أمامهم لحظات قليلة لمعرفة اتجاه المياه التي توفر لهم الملاذ من الحيوانات المفترسة والحماية من الجفاف. غريزيًا، يعرفون أن يتجهوا حيث يوجد معظم الضوء. لأجيال، كان هذا الاتجاه هو الماء مع ضوء القمر المتلألئ على سطحه. أما اليوم، فإن الاتجاه الأكثر سطوعًا يكون غالبًا بعيدًا عن البحر وباتجاه توهج المدينة.

على الرغم من هذه النبوءة المحزنة، يمكن بسهولة إنقاذ اليراعات والحياة البرية الأخرى. وفقًا لبعض علماء الفلك الصوتي والجمعية الدولية للسماء المظلمة، كل ما يتطلبه الأمر هو أن تكون مدركًا للأضواء من خلال وضع غطاء حول التركيبات بحيث يتجه الضوء لأسفل، وعن طريق إضاءة مناطق محددة عند المستويات المطلوبة بالفعل، وباستخدامها عند الحاجة بواسطة لمبات أكثر ذكاءً.

يمكن تشغيل الضوء عند الحاجة دون التضحية بالكفاءة أو التصميم مع توفير إضاءة كافية للرؤية. يصعد سكان نيويورك السلالم، حين يتنزهون على ممر هاي لاين المرتفع، وبالكاد يلاحظون أن الدرابزين له وظيفتان إضافيتان: يخفي الأضواء التي تضيء الدرج، ويمنع الضوء من المساهمة في توهج السماء من خلال توجيهه لأسفل. يتعمد المبدعون عميقو التفكير إلقاء نظرة أخرى على التصميمات لإنقاذ سماء الليل. بالإضافة إلى ذلك، يقوم بعض المصممين بجعل أضواء موقف السيارات في نظام ضبط خافت عندما لا تكون قيد الاستخدام وآخر ساطع يتم تنشيطه على الفور عند استشعار الحركة. وبالمثل قد تحذو حذوها نظم الإنارة في الشوارع المهجورة. من

خلال ذلك يمكن توفير جزء صغير من الليل، وسيكون التوفير في التكاليف هائلًا. وفقًا للمؤلف بول بوجارد، يمكن أن يؤدي تقليل الإضاءة الخارجية إلى "توفير 100 مليار دولار في جميع أنحاء العالم".

على الرغم من أن محطات الوقود أكثر سطوعًا عشر مرات مما كانت عليه قبل عشرين عامًا، إلا أن البشر لا يحتاجون إلى أضواء ساطعة لرؤيتها. إذ تتكيف العين مع أكثر الأشياء سطوعًا، وتعمل بشكل رائع مع الإضاءة المنخفضة. والسبب في ذلك يكمن في طبيعة العين. إذ يوجد داخل أعيننا قضبان ومخاريط تستشعر الضوء في شبكية العين. القضبان هي نظاراتنا الفائقة للرؤية الليلية التي تصور العالم باللونين الأبيض والأسود. أما المخاريط فتنشط في الضوء الساطع وترى العالم بتقنية ألوان كاملة. في ظل وجود ستة ملايين من المخاريط في العين، هناك 120 مليون قضيب لمساعدتنا في تكوين الأشكال والصور في الظلام. يعيش معظمنا في عالم نادرًا ما نستخدم فيه قضبان أعيننا في الليل، ولكننا نحتاج فقط إلى المخاريط الأقل حساسية بدلًا من ذلك.

نحن ككائنات نخاف بشدة من الظلام، وهو ما يُغذى إدماننا لأضواء أكبر، أكثر إشراقًا وجرأة. ولكن نتيجة لذلك، فإننا نؤذي مملكة الحيوان، ونؤذي أنفسنا أيضًا. مع تقدمنا في العمر، لا نرى الضوء بنفس الطريقة. لقد أظهر العلماء أن عدسات أعيننا أقل قدرة على نقل الضوء الأزرق من خلالها مع تقدم العمر.

تسمح عيون الشاب البالغ من العمر خمسة وعشرين عامًا بدخول كل

الضوء الأزرق تقريبًا؛ بينما سيصل نصف هذا الضوء الأزرق فقط إلى شبكية شخص يبلغ من العمر خمسة وستين عامًا. ويمكن أن يخلق الضوء المتبقي الوهج. قال فابيو فالشي، عالم الفلك والخبير في سطوع سماء الليل الحديثة، "إذا وضعنا الكثير من الضوء الأزرق في أضواء الشوارع لدينا، فهذا ليس إيجابيًا بالنسبة إلى الأمان إذا فكرت في كيفية تقدم السكان في السن." بينما تنفجر المدن بعدد مصابيح الشوارع الدايود، التي تنتج الكثير من الضوء الأزرق، فإن هذه الأضواء في الواقع تعيق كبار السائقين، باستخدام جزء من طيف الضوء الذي هم أقل حساسية تجاهه.

سوف يدعي الكثيرون أن كثرة الأضواء تؤدي إلى جرائم أقل. بينما يبدو هذا صحيحًا، استنادًا إلى الروايات، إلا أن القليل من النتائج الواقعية تدعم هذا القول. في عام 2008، وجدت شركة الطاقة بي جي أند إي في سان فرانسسكو، "عدم وجود صلة بين الإضاءة والجريمة"، كما ورد في كتاب نهاية الظلام لبول بوجارد. ووجدوا أنه إذا كان هناك أي روابط، فهي "دقيقة للغاية ومعقدة بحيث لا يمكن أن تكون واضحة في البيانات". قد يمنع مستوى معين من الضوء الجريمة، ولكن في النهاية هناك نقطة تحول عندما يؤدي الكثير منه إلى زيادة التوهج، مما يزيد من صعوبة رؤية الضحية المحتملة للمهاجم.

نحن بحاجة لأن نكون أذكياء في كيفية استخدامنا للأضواء من خلال جعلها أقل توهجًا، وعن طريق حجب الضوء المنبعث مكونًا الظل، واستخدامها فقط في الأماكن التي نحتاجها، على النحو الموصى به من قبل الجمعية الدولية للسماء المظلمة، وعن طريق إزالة الضوء الأزرق الذي

تنتجه، على النحو الموصى به من قبل الجمعية الطبية الأمريكية.

يحتوي ضوء الشمس على جميع ألوان قوس قزح، بينما المصابيح الدايود فهي غنية باللون الأزرق. من وجهة نظر المجتمع الطبي، فالمصابيح بشكل عام ليست سيئة؛ ولكن الضارة منها هي ما تحتوي على الكثير من الضوء الأزرق. اعتبارًا من عام 2016، تم تحويل 10 في المائة من مصابيح شوارع المدينة إلى مصابيح دايود غنية باللون الأزرق، وتسارعت الجهود للتغيير إلى هذه المصابيح. من المفهوم أن مصابيح الدايود هي الملصق الأساسي لجهود خفض التكلفة في المدينة، ذلك أنها تتمتع بكفاءة أكبر وتوفر مزيدًا من الإضاءة ولديها عمر أطول للمصباح. إن التوفير في التكلفة هو أمر هام؛ بيد أن مصابيح الدايود التي يتم تركيبها ليست هي الأنسب لصحة الإنسان. لقد طورت الشركات المصنعة لمصابيح الدايود لمبات ذات لون أزرق أقل، ولكنها ليست موجودة في أضواء المدينة اليوم.

للحد من التلوث الضوئي، سيستغرق الأمر جهود المصممين، ورجال الأعمال، والمواطنين، والمدن، لإجراء تغييرات وللمساعدة في غرس عادة وطنية جديدة، ولتوعية المجتمع عن الابتعاد عن الأضواء الأكبر والأكثر توهجًا والانتقال نحو تلك الأكثر صحية. يمكن تشبيه حماسنا لتركيب لمبات الدايود، دون مراعاة لتأثيرها، بتطوير سيارة جديدة. قال عالم الفلك فابيو فالتشي، إن التركيز ينصب على "امتلاك محرك يمنحك أميالًا إضافية لكل جالون، لذلك نزيد من كفاءة المحرك، على حساب التلوث الزائد".

إن المشكلة تكمن في أن تأثير الأضواء، بالإضافة إلى افتتاننا بها، غير

مرئي لمعظم الناس، ولهذا السبب قام العلماء، مثل عالم الفلك فابيو فالتشي وزملاؤه، برسم التلوث الضوئي ليراه الجميع. باستخدام الصور الملتقطة بالقمر الصناعي، وجدوا أن 99 في المائة من الناس في الولايات المتحدة المتاخمة يعيشون في مناطق ملوثة بالضوء، وهذا الضوء ينتشر على نطاق أوسع.

قال فالتشي: "يمكن للمرء أن يرى ضوء شيكاغو ممتدًّا إلى منطقة البحيرات العظمى". كما أن الخرائط تكشف عن بعض المفاجئات. قال "إن البحر بين اليابان وكوريا الجنوبية هو أحد ألمع البقع على وجه الأرض، لأن الأضواء تستخدم لجذب الحبار." قد يتطلب الأمر، حرفيًّا، إجراءً من الكونجرس لتقليل الإضاءة الزرقاء وخفت الأضواء. ولكن مع تغيير المزيد من المدن والولايات لممارساتها، فإن التشريعات الفيدرالية ليست مستحيلة. لقد حدث ذلك من قبل: في عام 1978، حين تمت إزالة الرصاص الكيميائي من مواد الطلاء، لأنه سم عصبي مرتبط بمشاكل النمو لدى الأطفال. من الممكن تثبيت أضواء أقل توهجًا وزرقة من خلال وعي وجهد وتعليم مماثل لما حدث في حالة الرصاص. وفي ضوء هذه التوجهات المنسقة، سيكون مستقبلنا أكثر إشراقًا – وإنما بالطريقة الصحيحة.

الفصل السادس

شارك

كيف أتاحت الأجزاء الفناطيسية الحاملة للبيانات إمكانية مشاركتها فيما بيننا، وجعلت أيضًا من الصعب التحكم فيما يتم معرفته عنا.

ألبوم ناسا المبهر الحامل لتسجيلات العالم:

عام 1977، وبينما يضع ستيفن سبيلرج لمساته الأخيرة على فيلمه "لقاءات قريبة من النوع الثالث"، الذي يستخدم البشر فيه النوت الموسيقية للتواصل مع الغرباء، كانت وكالة ناسا تحضر لإرسال رسالتها للكائنات الفضائية أيضًا. هذا العام، حظيت وكالة الفضاء على فرصة العمر لإطلاق مركبتي فضاء فوياجير حيث ستكونان قادرتين على السفر أسرع وأبعد مما كان متصورًا في البداية.

في حدث يحدث مرة واحدة كل 176 عامًا، كانت الكواكب مصطفة بشكل هندسي فريد، وفي هذا الوضع، يمكن لكوكب أن يقذف مركبة فضائية إلى الكوكب التالي، ثم إلى الذي يليه، مثل البطاطس الساخنة. باستخدام جاذبية الكواكب، يمكن لهذه المركبات الفضائية أن تنطلق عبر النظام الشمسي، مستخدمة وقودًا أقل ومكتسبة سرعات أكبر، تمكنها من الوصول إلى أبعد المسافات وربما إلى عوالم غريبة.

قد يكون تَلازُم مركبتي فوياجير الفضائية بمثابة رسالة، ولكنها ليست مجرد رسالة عادية. سيكون المحتوى تاريخي، يمثل ثقافة مثل خريطة قديمة أو نحت على جدار كهف. كان حجم الرسالة كبيرًا لأن هناك حسابات أظهرت أن مركبات فوياجير ستكون قادرة على السفر دون عوائق لمليارات السنين، بل وتعيش أكثر من الأرض نفسها، بينما توقعت حسابات أخرى أن تبتلعها الشمس في أقل من ذلك الوقت. مع ذلك، ارتقت هاتان المركبتان فوياجير من كونهما مركبتي فضاء إلى كونهما آخر القطع الأثرية للحياة البشرية، التي تحمل جزءًا من آخر بيانات الأرض.

بلغت فكرة الرسالة الفضائية ذروتها قبل عام، أي عام 1976، عندما تواصل جون كاساني، مدير مشروع مهمة فوياجير مع أستاذ علم الفلك في جامعة كورنيل، كارل ساجان حول عيد الشكر وطلب منه أن يأتي بنوع من الرسائل لإرفاقها بالمركبات الفضائية. رد ساجان "بالتأكيد."

قرر ساجان إرسال أسطوانة. على عكس أسطوانة الفينيل، التي كانت أَدَاة تسجيل شائعَة على الأرض في السبعينيات، كانت هذه الأسطوانة عبارة عن قرص نحاسي مقاس 12 بوصة مطلي بالذهب. يحتوي القرص الذهبي، كما أُطلق عليه، لكل مركبتين توأمين، على تحيات، وصور، وأصوات، وموسيقى من الأرض. جمع ساجان الأصدقاء معًا لتشكيل لجنة تسجيلات فوياجير، والتي ضمت زوجته ليندا سالزمان ساجان؛ جون لومبيرج، رسام كتب ساجان؛ تيموثي فيريس كاتب في مجلة رولينج ستون. وآن درويان، الروائية وخطيبة فيريس. عمل كل عضو على أجزاء مختلفة من محتويات القرص، لكنهم ساهموا جميعًا في الموسيقى.

كان اختيار تسعين دقيقة من الموسيقى لوضعها ضمن وقت التشغيل المخصص لتمثيل الأرض بأكملها يواجه تحديات تقنية بالإضافة إلى تحديات بشرية. قبل عصر الملفات الرقمية، كانت الموسيقى مسجلة على أقراص مادية وأشرطة كاسيت، والتي كان يجب أن تكون موجودة في حاويات متاجر تاور ريكوردز ومتاجر الموسيقى الأخرى ثم يتم نقلها يدويًا إلى الأستوديو لتشغيلها. بالإضافة إلى هذه الصعوبات التقنية، كان التحدي متمثلًا فيما يتم اختياره لإرساله إلى الفضاء. لمست اختيارات الموسيقى الأذواق الشخصية، بحيث أصبح للذوق الفردي قوة توجيهية، على عكس الرياضيات المجرَّدة من الأهواء، والتي جعلت مسارات الفضاء ممكنة. بالنسبة لأعضاء لجنة تسجيلات فوياجير، فإن كونهم بمثابة النبي نوح صاحب السفينة، قد لعب على وتر بشري حساس. دون قصد منهم، كان اختيارهم للمقتطفات الموسيقية يُخيم عليه التحيز أيضًا.

كان تحديد الموسيقى المراد إرسالها من الأرض تجربة فكرية سبق وأن أخذت في الاعتبار بالفعل في أحد الكتب الأكثر مبيعًا. قبل سنوات، في عام 1974، اقترح عالم مُوَقَّر يدعى لويس توماس في كتابه حيوات الخلايا، "سأصوت لباخ، فكل أعماله تتدفق إلى صدر الفضاء، مرارًا وتكرارًا". كتب توماس: "نرغب في أن نتفاخر بالطبع، ولكن بالتأكيد سنتعذر في أن نضع أفضل وجه ممكن في بداية مثل هذا التعارف بين الأرض والفضاء". "يمكننا أن ننقل الحقائق الأصعب للفضاء لاحقًا."

لقد عكست التحديدات الأصلية للقرص الذهبي عقلية هذا الكتاب الأكثر مبيعًا، والتي بالكاد تمثل الكوكب بأكمله. كانت معظم الأغاني عبارة

عن موسيقى كلاسيكية، وهو النوع الذي كان ساجان معجبًا به، ولكن خرجت هذه الموسيقى من منطقة صغيرة من أوربا، وليس من البقعة الزرقاء الباهتة بأكملها، كما أحب ساجان أن يطلق على الأرض. ومع ذلك، ببطء، بدأت الاختيارات تشمل موسيقى من ثقافات أخرى. بتشجيع من الأعضاء الأصغر سنًّا في الفريق، واقتراحات من عالم الأنثروبولوچيا، وتوبيخ وحث صائد الأغاني الأسطوري آلان لوماكس، خضعت العقول وبدأت قائمة الأغاني تعكس الكوكب بأكمله. سرعان، ما كان القرص الذهبي عينة فعلية تعبر عن المكان الذي أتت منه. كانت السيمفونية الخامسة لبيتهوڤن، بنغمتها الأولى البارزة التي تكسر صمت الفضاء، مصحوبة أيضًا بإيقاع سنغالي، ومزامير أذربيجانية، وتراتيل محمية نافاجو، وفلوت الغاب لشعب ميلانيزيا، وموسيقى الچاز الأمريكية الإفريقية.

مع انطلاق قرص ذهبي أول من الأرض في 20 أغسطس وآخر في الخامس من سبتمبر من عام 1977، بدأت رحلاتهم الطويلة كأشرطة منوعة تعبر عن الأرض. كان الهدف الأولي لمهمة وكالة ناسا هو جمع البيانات حول الفضاء، لكنها أرسلت أيضًا بيانات - موسيقى العالم.

أصبح هذا الحدث عام 1977 ممكنًا بفضل اختراع تم إنشاؤه قبل مائة عام بالضبط - الفونوغراف. في عام 1877، ابتكر توماس إديسون، على سبيل الصدفة، أداة غريبة من شأنها أن تكون مهمة للمجتمع، لأنها لم تسمح فقط بتخزين الموسيقى، ولكن أيضًا مهدت الطريق لمشاركتها. استغل إديسون حب وتقليد قديم، حيث كون الموسيقى مهمة لمعظم الثقافات.

اليوم، لا يمكن لأحاسيسنا المعاصرة أن تتخيل عالم بلا موسيقى، لكن الأمر لم يكن كذلك في السابق. لكي تكون الموسيقى سهلة المنال، كان عليها أن تمر بعملية تحول أيام إديسون. كان عليها أن تغير شكلها، بحيث تصبح شيئًا ماديًا. كان عليها أن تكون على هيئة بيانات.

قبل عام 1877، لم تكن هناك آلة تستطيع تسجيل وإعادة تشغيل صوت إنسان. على هذا النحو، كانت نغمة وإيقاع أي شخص مات قبل ابتكار إديسون غير معروفين. لن تعرف الأجيال أبدًا صوت كونفوشيوس أو شكسبير، ولن تسمع أبدًا صوت أبراهام لينكولن أو فريدريك دوغلاس، ولا كيف كان يقرأ بو أو ديكنسون أعمالهم بالفعل. حتى نطق اللغات القديمة، مثل اللغة المنطوقة التي تمثلها الهيروغليفية المصرية، ستظل تراوغ العلماء إلى الأبد. كان التقاط الصوت قبل القرن التاسع عشر مهمة شاقة، حُلمًا موازيًا لفكرة التحكم في انتشار أشعة الضوء، أو الرغبة في تعبئة النسيم. تنبأ الشاعر رالف والدو إيمرسون بتكنولوجيا إديسون، عندما كتب، "سننظم صدى الصوت". لكن في عام 1877، قام إديسون بأكثر من مجرد تنظيم للصدى. لقد جعله ملموسًا ومحمولًا وقابلًا للتشغيل.

حلم إديسون الصوتي:

في صيف عام 1877، كان توماس إديسون البالغ من العمر واحدًا وثلاثين عامًا ينقل تقنيات القرن التاسع عشر إلى المستقبل موجهًا عينه صوب اختراعين. في معمله وتأملاته، أراد إيجاد طريقة لكتابة رسائل التلغراف تلقائيًا من خلال اختراع صمويل مورس، وإصلاح عيب في هاتف ألكسندر

جراهام بيل. كان إديسون بارعًا في تنقيح الاختراعات الحالية ولم يكن غريبًا عليه التوفيق بين عدة أفكار في آنٍ واحد. أثناء العمل على الهاتف والتلغراف في يوم عادي 17 يوليو 1877، خطرت له فكرة الجمع بينهما، مثل زبدة الفول السوداني والشوكولاتة. من خلال دمج القدرة على الكتابة بواسطة التلغراف والقدرة على استقبال الصوت من الهاتف، ابتكر إديسون ما أسماه لاحقًا ابتكاره المفضل، آلة لها القدرة على كتابة الصوت. أطلق عليها اسم الفونوغراف.

كانت أشهر صيف عام 1877 عصيبة حيث حاول إديسون صنع هاتف أفضل لمواكبة منتج بيل الشهير الذي اخترعه العام السابق، بالإضافة إلى مواكبة تدفق الأفكار من رأسه. احتوى أحد أقسام مختبره ذو الغرفة الطويلة، على طاولات مليئة بالزنبركات، والرافعات، وحواف حادة لصنع آلة تقوم بوخز النقاط والشرطات في شرائط من الورق بطبقات معينة كوسيلة لتسجيل الرسائل من تلغراف مورس. في جزء آخر من الغرفة، كان إديسون يقوم أيضًا بتجربة الهاتف. على الرغم من أن ألكسندر جراهام بيل قد هزمه، إلا أن تصميم بيل واجه مشكلة. كلما نُطقت الكلمات التي تحتوي على الحروف الساكنة من t وp وv وc، تُصدر أصوات هسهسة؛ إلى جانب أن الأصوات "s" و" "th" و"sh " كانت غير مسموعة. كل يوم، يجده عماله يصرخ في بوق مخروطي الشكل وأصابعه خلف البوق، مستشعرًا الاهتزازات في المادة الرقيقة فوق الجزء الضيق من المخروط، والتي تسمى طبلة الهاتف (الغشاء). اختبر إديسون عدة مواد ليجد أيًا منها يهتز بدقة محدثًا صوتًا بشريًا. تضخمت دفاتر ملاحظاته بالرسومات، حيث تأرجحت كلماته

بين الهاتف والتلغراف. خلال هذه الأيام الحارة الرطبة، محاطًا بأجزاء تثقب الورق وشرائح من الشظايا الرنانة، ظهرت فكرته كثمرة لتفكيره المكثف.

أثناء عشاء منتصف الليل المألوف، حين توقف النشاط في خلية نحل مختبر إديسون مؤقتًا، كان ساحر مينلو بارك بشعره الأشعث المنتشر في جميع الاتجاهات، لا يزال يعمل على مواد يختبر اهتزازها. مفكرًا بصوت عالٍ نقل فكرته إلى مساعده الرئيسي، تشارلز باتشلور، بثقته الأسطورية المفرطة. قال: "إذا وضعنا علامة في وسط هذا الغشاء وتحدثنا إليها حين نضع ورقة الشمع تحتها، فسوف يرتد الصوت إلينا عندما نسحب الورقة في المرة الثانية." صعقت فكرته الجميع في المختبر مثل قصف الرعد. كان التقاط الصوت البشري ثم الاستماع إليه اقتراحًا مثيرًا لأنه لم يكن هناك شيء من هذا القبيل من قبل. بمجرد سماع كلمات إديسون، بدأ التنظيف السريع للأجزاء لصنع الحاكي (الفونوغراف) كما لو كان كلامه مسدس إطلاق طلقة البدء وأذانهم في مرمى السمع. على الفور، اقتُنصت الأدوات الموجودة على الطاولة الخشبية من بعض مشاريع إديسون السابقة لإعادة استخدامها. قام أحد الأشخاص بقطع الطرف الحاد لإبرة ولحمه بغشاء دائري، وقام آخر بتثبيت الغشاء والبوق على حامل خشبي. بعد ذلك، قام بقطع شريط من الورق المطلي بالشمع ووضعه تحت إبرة الغشاء. في أقل من ساعة، ظهر جهاز أمام الساحر. هدأت الغرفة عندما جلس إديسون، وانحنى بجسده البدين إلى الأمام، وتداخلت شفتاه في البوق. ثم صاح "هالو"، بينما كان مساعده، باتشلور، يسحب شريط الورق الشمعي تحته ببطء وبشكل متساوٍ، مثل صنارة الصيد في بركة. حين توقف إديسون عن الصياح في البوق، نظر هو

وباتشلور إلى الورقة ولاحظا أن الخط كان عريضًا ثم ضيقًا، مثل شكل دودة الأرض الهاضمة. أعاد الاثنان الورقة إلى حيث كانت، وسحباها أسفل الغشاء مرة أخرى. قال إديسون: "لقد سمعت بصعوبة". قال: "لقد سمعنا صوتًا مميزًا، وربما يكون الخيال القوي قد ترجمه إلى هالو". سمع إديسون الأَصم تقريبًا، لكن باتشلور كان متشككًا.

لقد زُرعت بذور تطوير آلة ناطقة، الفونوغراف، ولكن كان عليها الانتظار حتى تُنبت. سُحب إديسون مرة أخرى إلى مشاريع الهاتف والتلغراف الخاصة به، وبدأ النظر في شكل جديد من الإضاءة في المصابيح الكهربائية. مرت الأشهر، وعلى الرغم من أن إديسون لم يتمكن من العودة إلى الفونوغراف، إلا أنه استمر في رسم التصاميم في دفتر ملاحظاته. في نهاية شهر نوفمبر، وجد وقتًا للتفكير في آليته، واتخاذ قرار باستخدام أسطوانة لتخزين الصوت بعد التفكير في كلٍّ من القرص والشريط الورقي الطويل. كانت عبقرية تصميمه تكمن في بساطته: يجمع البوق الموجات الصوتية، التي تدفع الغشاء (الطبلة)، مثل الترامبولين، مُحركة الطرف الحاد المتصل به لأعلى ولأسفل، مشكلًا النقرات على ورق قصدير ملفوف على طول أسطوانة. بعد الكثير من التفكير وبعض التكرارات المختلفة، رسم إديسون في يوم الخميس التالي لعيد الشكر، تصميمه ومرره إلى الميكانيكي الموثوق به، جون كروسي، وأخبره عن نيته في صنع آلة ناطقة. نظر إليه كروسي بعيون يملؤها الشك.

أمضى كروسي، في ماراثون التشغيل الميكانيكي، الأيام الستة الأولى من ديسمبر في صنع الفونوغراف. أثناء منح الحياة لفكرة إديسون، نقش كروسي

أخدودًا حلزونيًّا على طول الأسطوانة النحاسية، مثل شرائط الحلوى، لتوفير مسار لتوجيه الإبرة أثناء تحركها، وكذلك لعمل موطئ قدم لأرجل الطرف الحاد لدفع رقاقة القصدير. قام، جنبًا إلى جنب مع تشارلز باتشلور، بلصق وتثبيت رقاقة القصدير بالأسطوانة، قبل تمريرها إلى رئيسهم للاختبار في 6 ديسمبر. ثم حرك الساحر شفتيه فوق البوق واستعد لإعطاء كلماته الأولى من بنات أفكاره. تحدث إديسون بما كان يقوله كثيرًا لأطفاله الصغار، الملقبون بـ "النقطة" و"الشارطة"، صاح "ماري لديها حَمَل صَغِير". في حين أن بيت الشعر الطفولي هذا لم يكن يحمل بشارة مثل جملة مورس "ما هذا الذي صنعه الله" في عام 1844، إلا أنه كان بالتأكيد مقصودًا أكثر من جملة "واتسون! تعال الى هنا. أحتاجك" التي كتبها ألكسندر جراهام بيل، قبل ذلك بعام في عام 1876.

عندما قام بتوصيل مخروط مكبر صوت آخر وأدار الكرنك (ذراع الفونوغراف)، خرجت كلماته بصوت خافت، ولكن لا يمكن إنكارها. قال: "لم أتفاجأ أبدًا في حياتي هكذا".

باعتراف الجميع، كان اختراعه معيبًا. خرجت جملة "ماري لديها حمل صغير" مثل "آري يها مل ير" في المحاولة الأولى، أضف إلى ذلك، سعة الفونوغراف في تسجيل مدة أقل من الدقيقة من الصوت، مقيدًا بطول الأخدود الحلزوني على الأسطوانة؛ ونعومة القصدير التي جعلت تشغيل الرسالة قاصرة على مرتين أو ثلاث مرات قبل أن يتشوه المعدن ويؤدي إلى تآكل الصوت فوق النقطة الحاملة لشفرة البيانات. ومع ذلك، لم يتضاءل حماس إديسون أبدًا حيث كان يكدح مع رجاله طوال الليل لجعل

الفونوغراف واضحًا قدر الإمكان. لقد أرادوا إظهار إبداعهم للعالم في اليوم التالي.

في 7 ديسمبر 1877، استقل إديسون وباتشيلور القطار من الرصيف الخشبي الصغير في مينلو بارك، نيوجيرسي، للتوجه إلى مدينة نيويورك وانضم إليهما إدوارد جونسون، شريك أعمال إديسون، لزيارة مكاتب سيانتيفيك أمريكان، المصدر الأول لأخبار العلوم. هناك، وضعوا الفونوغراف على مكتب المحرر وسط تجمع عدد قليل من المتفرجين. أدار إديسون الذراع، وسمع الحشد المتزايد الذين جعلوا الأرض تحدث صريرًا، "صباح الخير. كيف أحوالكم؟ ما رأيكم في الفونوغراف؟" ثم منح الفونوغراف لهم ليلة سعيدة. فعلت سيانتيفيك أمريكان شيئًا نادرًا ما فعلته. لقد أوقفت المطابع في ذلك اليوم لتنبه البشرية جمعاء إلى أن الحياة قد تغيرت. قالوا: "لقد أصبح الكلام خالدًا".

ابتكر إديسون طريقة جديدة لتمثيل البيانات إلى جانب اللغة المكتوبة. ذلك أن الكلمات الموجودة على الصفحة لها حياتان - وجود منطوق وآخر مكتوب. لكن الصوت كان له حياة واحدة فقط ليعيشها. كان الصوت محصورًا لفترة زمنية قصيرة وكان موطنه بين شفاه شخص وآذان شخص آخر. خارج هذه الحدود، الصوت مثل ندفة الثلج لم يترك أي بصمة.

لهذه الأسباب، عندما تحدث إديسون "ماري لديها حَمَل صغير" في فونوغرافه، كانت كلماته علامة بارزة في التقدم البشري مثل تجربة نيل أرمسترونغ أثناء صعوده إلى القمر، التي تعادل "خطوة صغيرة واحدة

للإنسان، وقفزة عملاقة للبشرية". باستخدام الفونوغراف، يمكن سماع الكلام، مثل الكلمات الأولى للطفل، وبحميمية في أي وقت. لكن بدون أن يدرك إديسون - أو الإنسانية - ذلك، غير هو شكل البيانات. لقد خضعت البيانات لعملية تحول من الشخبطة على الورق البرشمان والكلمات المدموغة على الورق بواسطة مطبعة جوتنبرج إلى نقرات إديسون على القصدير.

كان لدى ساحر مينلو بارك رؤية تجاه اختراعه المفضل وبعد بضعة أشهر من تنفيذه، قام بعمل قائمة من التنبؤات لاستخدامات من بنات أفكاره. تضمنت هذه القائمة الكتب الصوتية، والدروس التعليمية، والتوصيات والشهادات، والموسيقى، والألعاب، وأجهزة الرد على المكالمات، والتي بين أيدينا الكثير منها اليوم. إذ يعتقد إديسون أيضًا أن الاستخدام الأساسي لاختراعه سيكون للأعمال التجارية. وفي ذلك، كان مخطئًا، حيث سيدمغ عالم الموسيقى بأثره الأبدي.

قبل الفونوغراف كان سماع الأغاني متاحًا عن طريق الغناء المباشر للفرق الموسيقية الجوالة أو من خلال النوت الموسيقية التي تعزفها المواهب المحلية. لكن الفونوغراف حرق إبداع الأمة وعما قريب سيصل إلى أبعد حدود الحضارة، من أفخم صالات الاستقبال في منازل الأثرياء إلى أكثر البيوت تهالكًا للفلاحين الفقراء— إنه تحقيق ديمقراطية سماع الأغاني. كان حلم إديسون أن يستطيع أي فرد من أي طبقة أن يستمع إلى أغنية، وبالفعل بفضل اختراعه، حقق ذلك.

جلب الساحر الموسيقى إلى حياة الناس، وقبل فترة طويلة رأينا كيف

تغير المجتمع بتجربة سماع الموسيقى من خلال الفونوغراف. أثناء الغناء المباشر- كانت الموسيقى تُسمع كحدث تفاعلي مشترك في قاعات الحفلات أو الحدائق أو الحانات التي تتيح التفاعل المشترك بين المؤدين والمتفرجين، وبين المتفرجين وبعضهم البعض. أما من خلال الفونوغراف، فإن التجربة الموسيقية التراكمية انكمشت من القاعات الكبيرة إلى غرف المعيشة، ولكن في المقابل أصبحت الموسيقى قريبة المنال يمكن تشغيلها في أي وقت. كان الفونوغراف واحدًا من اختراعات إديسون المفضلة، بيد أنه لم ينل إعجاب الجميع.

رأى چون فيليب سوسا الراعي لفرق الموسيقى الجوالة أن الفونوغراف سوف يجلب "دمار جلي للموسيقى الأمريكية والتذوق الموسيقي." وعلى الرغم من ذلك، زادت مبيعات الفونوغراف. بحلول عام 1906، وبعد مرور ثلاثين عامًا على اكتشاف إديسون، بيعت أكثر من ستة وعشرين مليون أسطوانة. ثم بعد خمسين عامًا، بحلول عام 1927، بلغت مبيعات الأسطوانات المائة مليون.

وجد الناس أن موسيقى الفونوغراف لا تُقاوم لكنهم غفلوا عن أن هذا الاختراع كان يؤطر ويُشكل الموسيقى التي تمتعوا بسماعها. تمامًا كما لم يتمكن هاتف ألكسندر جراهام بيل المبكر من التقاط الأصوات مثل "س"، "ش"، كان الفونوغراف الخاص بإديسون ذا إمكانيات محدودة بالمثل.

أصدر التشيلو، والكمان، والقيثارات نغمات ناعمة جدًّا ومن ثم تعذر على الفونوغراف البدائي التقاطها، لذلك أصبحت الآلات ذات الصوت

العالي مثل البيانو، والبانجو، والزيلوفون، والتوبا، والأبواق، والترومبون، مفضلة لتسجيلات الموسيقى. بالإضافة إلى ذلك، ساعد الفونوغراف على تصميم أنماط موسيقية في أمة كانت شديدة التمييز. لم يتواصل السود والبيض اجتماعيًا، لكن أسطوانات الفونوغراف تجاوزت هذه الانقسامات العرقية، مما مكن الموسيقيين البيض والسود من سماع واستعارة الأنماط من بعضهم البعض. كانت أجهزة الفونوغراف عبارة عن رسائل ثقافية؛ إذ ساعدت مشاركة الموسيقى بين هؤلاء الموسيقيين في تصميم موسيقى الجاز والبلوز ثم موسيقى الروك أند رول لاحقًا، مما خلق تماسكًا في المجتمع لم يكن بإمكان إديسون توقعه.

بعد مائة عام من ميلاد الفونوغراف، في عام 1977، كان نسل اختراع إديسون يتطور باستمرار. أنتج فرع من شجرة العائلة الأسطوانة ذات الأخاديد المتماثلة لحفظ البيانات؛ وأنتج فرع آخر شريط الكاسيت، باستخدام قطع مغناطيسية لتسجيل الموسيقى. ولكل منهما أوجه قصور. كانت الأسطوانات كبيرة الحجم، لكن يمكن للمستمع الوصول إلى أغنية دون تأخير، وكانت جودة الاستنساخ الموسيقي عالية. أما شرائط الكاسيت، فكانت بحجم الجيب، لكن الوصول إلى أغنية يتطلب الصبر، وكانت جودة الصوت بها محدودة نسبيًا. مثل جميع أبناء العمومة، يبدون مختلفين تمامًا بعضهم عن بعض وعن سلفهم المشترك، ولكن سمة العائلة المتمثلة في كونها وسيلة لمشاركة الموسيقى ونشرها، تظل تجمعهما.

لقد أتاح صنع إديسون للفونوغراف في عام 1877 إمكانية تداول الموسيقى في المتاجر. بحلول عام 1977، زادت شرائط الكاسيت من

هَوَس شراء الموسيقى، واستعارتها، واستهلاكها، وجمعها. لكن هذا النسل سيكون له سمة عائلية جديدة. ذلك أن وجود مقدار ضئيل من الغطاء المغناطيسي عالق على شريط بلاستيكي داخل أشرطة الكاسيت لا يجعل من الممكن للشخص سماع الألحان فحسب، بل تمنحهم أيضًا القدرة على نسخ الأصوات بأنفسهم. لقد مكَّنت ميزة التسجيل هذه المستمعين من حرية جمع الموسيقى بناءً على تفضيلاتهم الشخصية، وقد أدت هذه الميزة المتمثلة في جمع الموسيقى ونسخها وتنظيمها إلى ظهور شريط الأغاني المتنوعة cocktail (النواة لما يسمى حاليًا بقائمة التشغيل playlist).

سمح شريط الأغاني للمستمعين بإضفاء الطابع الشخصي على الأصوات. حيث تُحدد محتويات الشريط المتنوع الذي انتشر في أواخر السبعينيات، عندما كانت السراويل المصنوعة من البوليستر رائجة، مزاج الشخص، وأفكاره، ومخاوفه، وموقفه. منذ سبعينيات القرن الماضي، أصبح الشريط المتنوع رمزًا للعاطفة، وهدية الصداقة، وعلامة الحب. إذ تمثل الموسيقى أفضل ما يقدمه المانحون، أو ما يطمحون إليه. من خلال هذه القوة الخارقة الجديدة في اختيار وتنظيم الموسيقى التي كانت ذات مغزى للمستمع، أصبح الشريط المتنوع، بطريقة ما، تجسيدًا صوتيًا لهم. بل أصبح هم.

لقد ساعدت الأشرطة ذات المحتوى المتنوع والمسجلة مسبقًا على انتشار الموسيقى ومشاركتها بعدة طرق، حيث يشارك شريط كاسيت في المُسجل الموسيقى مع أي شخص في نطاق سمعه. أعطى شريط الكاسيت الموسيقيين وسيلة لمشاركة موسيقاهم خارج قنوات التوزيع المعمول بها في

صناعة الموسيقى من خلال الشريط التجريبي.

لقد منح شريط الكاسيت في جهاز والواكمان سوني، أي بود الثمانينيات، المستمعين القدرة على مشاركة الموسيقى مع أنفسهم في فقاعة موسيقية وقائية خاصة بهم. وأدى تنسيق القطع المغناطيسية الحديدية في أكثر من 130 مليون شريط كاسيت تم بيعه في عام 1977، عام الأسطوانات الذهبي، إلى مزيد من تحقيق الديمقراطية للموسيقى كما فعل الفونوغراف لإديسون قبل مائة عام.

ولأن المجتمع شارك الموسيقى والأشرطة المختلطة بانغماس تام، فإن ما لم يلاحظه أحد في القفزة من فونوغراف إديسون إلى شريط الكاسيت المغناطيسي هو أن شكل البيانات تغير أيضًا. إذ تحتوي أسطوانة الفونوغراف، وأقراص التسجيل اللاحقة، على أسطح مغطاة بأخاديد تبدو مثل التلال والوديان، بما يتوافق مع قوة الموجات الصوتية التي تحدثها. في التسجيلات الرقمية، تُرجمت الموجة الصوتية إلى كهرباء لإقناع البُقع المغناطيسية الموجودة على الشريط بأن تكون مغناطيسًا ضعيفًا أو قويًّا، متحدثًا لغة ثنائية من الآحاد والأصفار. وهكذا انتقل المجتمع من الأخاديد التناظرية في الرقائق والشمع إلى القطع المغناطيسية الرقمية. بينما كان الناس منشغلين بنسخ الأصوات من الراديو ومن ألبوماتهم المفضلة، كان العالم يدخل عصر اللغة الثنائية، حيث تغير شكل البيانات.

كانت هذه الخطوة علامة بارزة لأن الثنائية هي لغة الكمبيوتر. ولأن المزيد من الأجهزة تتحدث اللغة الثنائية، فقد جلبت إلى الواقع المزيد من

الآلات التي تتحدث مع بعضها بعضًا وجعلت هناك إمكانية أكبر لعالم تتحول فيه الأجهزة إلى التشغيل الآلي، مما سمح لأجهزة الكمبيوتر في النهاية أن تفكر.

تبدو الثنائية مفهومًا حديثًا؛ ومع ذلك، قبل عشرين عامًا من عمل إديسون على الفونوغراف التناظري الخاص به في عام 1877، قام عالم الرياضيات جورج بول بزرع بذور العالم الرقمي في أيرلندا. في عام 1854، وجد بول، الذي أحب اللغات، أنه يمكن تمثيل عبارات المنطق البسيطة برمز، ويمكن إثبات علاقتها بعضها ببعض بقيمة صحيحة وخاطئة. بعد ثمانين عامًا، قام طالب دراسات عليا في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا يُدعى كلود شانون بتطبيق نظرية بول في الرياضيات التي لا يفهمها إلا نخبة هذا العلم، على مفاتيح الدوائر التي بها نظام تشغيل وإغلاق، مما يمنح الجهاز القدرة على الإحصاء والتفكير. أنشأ كلود لغة لأجهزة الكمبيوتر، ولكي تعمل الآلات معًا، يجب اختزال جميع المعلومات إلى هذه الوحدات الأساسية أو ما يسمى بـ "بتات" من "1" أو "0"، بما في ذلك المعلومات التي كانت عبارة عن موسيقى. وبمجرد أن أصبح الجهاز رقميًا، أصبحت الحاجة إلى البشر أقل أهمية، حيث يمكن للآلة القيام بالمهمة من تلقاء نفسها.

في حين أن القليل من الكتب أو الصحف تذكر ذلك، فإن تحويل البيانات إلى شكل مغناطيسي كان علامة فارقة، لأنه أشبع الرغبة القديمة في تخزين المزيد من المعلومات في مساحة أصغر. بالإضافة إلى ذلك، أدى التحول إلى البيانات المغناطيسية، إلى تقليل الحاجة إلى البشر، حيث كانت البيانات قابلة للمعالجة بواسطة أجهزة الكمبيوتر ذات النظام الثنائي. بشكل

مجهول، أتاح النموذج الرقمي أيضًا للبيانات، مثل الموسيقى، أن تكون قادرة على الخروج من صناديقها المادية ليتم بثها من خلال أجهزتنا.

لا تأتي الموسيقى التي نستمع إليها من مواقع البث المباشر ومواقع الويب ذات الواجهة الجميلة على شاشاتنا، ولكن تأتي من المباني غير الجذابة أو مراكز البيانات المليئة بالأقراص الصلبة. إن بياناتنا ليست نتيجة ضغطة زر فقط، بل نتيجة عمل بتات[1] مغناطيسية. قبل أن تكون مخازن البيانات الكبيرة هذه - وموسيقانا - ممكنة، كان لا بد من ميلاد القرص الصلب. لذا تطلبت تلك الولادة إقناع الطبقة المغناطيسية بأن تؤدي وظيفتها.

أولاد الساحل الغربي:

في صيف عام 1952، كان جاكوب (جيك) هاكوبيان، مهندس نحيف، وحيوي، حسن المظهر، من أصل أرمني، هو الموظف الثالث والثلاثون الذي تم تعيينه للانضمام إلى مختبر الساحل الغربي لشركة أي.بي.إم (IBM) في سان خوسيه، كاليفورنيا. تقدم بطلب للحصول على وظيفة جديدة رآها في صحيفة محلية تروج لـ "فرصة استثنائية"، لكن العمل الذي كان ينوي القيام به لم يكن واضحًا. أرادت شركة أي.بي.إم مهندسين من كاليفورنيا، لكن الطقس البارد لمقرها الرئيسي على الساحل الشرقي لم يكن جذابًا، لذلك كانت شركة بيج بلو، كما كان يُطلق عليها من قِبل أي بي إم، تنشئ مؤسسة للاستفادة من المواهب الإبداعية في الغرب. أصبح هاكوبيان الآن أحد

---

(1) البت أو الثُّنَائِيَّة: تخزن المعلومات في الكمبيوتر على شكل بتات، وهو أصغر وحدة حاملة أو ناقلة للبيانات. (المترجم)

العاملين في شركة أي.بي.إم، وتم تعيينه كمهندس استشاري، مما سمح له، مثل رجال المينيتمان[1]، بالعمل على حل المشكلات الأكثر إلحاحًا. كان هذا مناسبًا له تمامًا، لخبرته الهندسية المتميزة، ولموهبته في تقسيم المشكلات إلى أجزاء مفهومة. وكانت هذه السمات بالضبط هي ما يحتاجه رئيسه الجديد.

كان رئيس هاكوبيان هو رينولد (راي) چونسون، رجل طويل القامة، أحمر الرأس، تربى في مزرعة، ينحدر من أصول سويدية، تبتلع يداه أيادي الآخرين عند مصافحتهم. كان جونسون قد دخل في مشروع الساحل الغربي هذا قبل أشهر قليلة فقط. بعد ظهر أحد أيام الشتاء في كانون الثاني (يناير) 1952، طلبت إدارة شركة أي.بي.إم من جونسون الانتقال من مقر إنديكوت التابع للشركة في نيويورك إلى كاليفورنيا والانتقال بعائلته بأكملها. كان جونسون على مدى عقد من الزمان خجولًا من الانضمام إلى نادي كوارتر سينشري كلوب التابع لشركة آي بي إم، لمدة خمسة وعشرين عامًا من الخدمة، والتَرويح عن نفسه بوتيرة أبطأ في الراحة من منزله المريح في شمال ولاية نيويورك. لكن، رئيسه كان لديه خطط أخرى.

كان لدى آي بي إم مشكلة، إذ كانت الشركة تنتج، في السنة الواحدة، ستة عشر مليار بطاقة مُثَقَّبَة. لم يكن هذا النمو بشكل مستدام، حيث أصبح من الصعب جدًّا تخزين كل هذه البطاقات وفرزها وإدارتها. نشأت البطاقات المُثَقَّبَة من الحاجة إلى إحصاء ملايين المواطنين في إطار التعداد السكاني،

---

(1) المينيتمان: مصطلح يرجع إلى جماعات مدنية أثناء الحرب الثورية الأمريكية، كانت معروفة بقدرتها على الاستعداد في غضون دقيقة، ومن هنا جاء الاسم. (المترجم)

والذي تم جدولته في الأصل يدويًا. لقد ابتكر هيرمان هوليريث البطاقة المُثَقَّبَة عن طريق وضع ثقوب في مناطق معينة من البطاقة لتوفير البيانات. حصل على الفكرة من مكانين. في نهاية القرن التاسع عشر، قام كمسارية القطارات بثقب التذاكر التي تصف السمات الجسدية للراكب؛ فاقترض هوليريث هذه الفكرة. أيضًا، في القرن التاسع عشر، اخترع جوزيف ماري جاكارد نولًا لصنع أنماط نسج معقدة بواسطة إرشادات على بطاقات سميكة مُثَقَّبَة. سمحت هذه الثقوب لخطافات النسج الطويلة المتصلة بالخيوط، أن تسقط على الألياف المسطحة، لخياطة طبقات الشكل النسيجي. تمر الخيوط في المواضع المُثَقَّبَة، ولا تنفذ عبر غيرها. كان استخدام الثقوب لتقديم البيانات هو لب اختراع هوليريث، وبواسطتها، تحولت البيانات من كلمات إلى ثقوب.

قبل اختراع هوليريث، استغرق تعداد عام 1880 ما يقرب من سبع سنوات ونصف. أما بفضل هذا النظام الذي أحصى الثقوب، استغرق سكان الولايات المتحدة البالغ عددهم خمسة وستين مليونًا شهرين لعمل الإحصاء مرتين في عام 1890. إن السهولة التي جلبها الشكل الجديد للبيانات لا يمكن إنكارها. بمجرد الانتهاء من التعداد، يمكن مشاركة البيانات لمساعدة الحكومة على معرفة نفسها - من هم مواطنيها، وما هي مواردها، وما هي الاحتياجات، والتحديات. مع تعداد المزيد من الدول، أرادت دول أخرى أن تجري تعدادًا لسكانها. قدم التعداد للأمة مرآة. سيتم شراء أعمال هوليريث ودمجها في شركة تم تشكيلها حديثًا، تسمى آلات الأعمال الدولية (أي.بي.إم)، حيث تنقل بطاقاته المُثَقَّبَة إلى كل ركن من أركان العالم.

لكن البطاقة المُثَقَّبَة أصبحت ضحية لنجاحها مع تزايد أعدادها. الآن لدى الشركة الكثير منها.

جلب هذا الكم من البطاقات المُثَقَّبَة الذي يضاهي قمة إيفرست، راي جونسون إلى كاليفورنيا. كانت هناك مشكلة يجب حلها، ولكن كانت هناك أيضًا فرصة للقيام بالأشياء بطريقة جديدة. احتاجت شركة أي.بي.إم إلى تخزين البيانات بشكل مضغوط، وهو ما لم يكن متوفرًا في ظل هذه الأكوام من البطاقات المُثَقَّبَة، وذلك من أجل الوصول إلى تلك البيانات في الوقت الفعلي، تلقائيًا وفوريًا، وهو ما لم توفره أيضًا قارئات البطاقات المُثَقَّبَة.

داخل مختبر أبحاث الساحل الغربي الجديد لشركة أي.بي.إم في 99 شارع نوتردام، كان لا يزال جونسون يقرر الاتجاه الذي يجب اتخاذه لصنع وسيلة لتخزين البيانات، لكنه كان يكتسب وضوحًا بشأن الاحتياجات التي ينطوي عليها هذا التخزين. قالت الشكاوى المقدمة من عملاء أي.بي.إم أنهم يريدون طريقة لإجراء العملية بشكل تحكمي دون المرور بجميع البطاقات. في 16 يناير 1953، دعا جونسون إلى اجتماع فريق عمل صغير للمهندسين لإصلاح مشكلة البطاقات المُثَقَّبَة. لكن الاجتماع كان أعمق من ذلك. هؤلاء الرجال، بقمصانهم البيضاء، وواقيات جيوبهم، ونظاراتهم، كانوا بصدد اتباع طريق إديسون لتغير شكل البيانات.

أثناء الاجتماع، أعرب الكثيرون عن آراء قوية حول كيفية تخزين المعلومات. اقترح أحد الأشخاص استخدام أسطوانة مغناطيسية كبيرة، مستعيرًا إياها من فكرة توماس إديسون للفونوغراف، حيث خرجت مقولة

إديسون "ماري لديها حمل صغير" من إبرة تمرر فوق أسطوانة مغطاة برقائق القصدير. في النسخة المغناطيسية، حلت طبقة من الحديد المغناطيسي محل القصدير ووقف مغناطيس صغير يحوم فوق الإبرة. اقترح شخص آخر استخدام شريط مغناطيسي. واقترح آخرون استخدام المغناطيس على شكل صفائح وقضبان وحتى أسلاك. لساعات، جلس الموظفون على طاولة طويلة من الفولاذ يتداولون حول شكل البيانات، حتى اقترح صوت واحد قرصًا، يشبه أسطوانة من أسطوانات الموسيقى. لقد غير ذلك كل شيء.

كانت هذه الفكرة عميقة، فعلى الرغم من أن القرص بسيط هندسيًا، إلا إنه يوفر ميزة هندسية. تقدم الأقراص مساحة أكبر للموسيقى على الجانب أ والجانب ب، مما يسمح بتخزين المزيد من البيانات في مساحة أصغر. نفس الشيء ينطبق على القرص الصلب.

قرر فريق الساحل الغربي التابع لجونسون أن الأقراص الأولى يجب أن تكون بعرض قدمين، مثل البيتزا الكبيرة، ومعدل دوران 1200 مرة في الدقيقة، أي ما يقرب من ضعف سرعة إلقاء كرة القدم بشكل حلزوني. واتفقوا أيضًا على أن الآلية يجب أن تشبه الصندوق الموسيقي، مع وجود أقراص مكدسة رأسيًا، مثل الكتب على الأرفف. الآن هم بحاجة إلى القيام بذلك؛ ومن هنا توجهوا إلى ساحة الخردة.

كان إديسون يقول دائمًا أن المخترع بحاجة إلى فكرة وأكوام كبيرة من الخردة، وهما ما أصبحا الآن بين أيادي مهندسي شركة أي.بي.إم. في أكوام الخردة، وجدوا عوارض معدنية لدعم الأقراص الدوارة، والتي كانت ثقيلة

بما يكفي لمنع القرص الصلب من التحرك عبر الغرفة، مثل غسالة ملابس محملة بشكل سيئ. ووجدوا محركًا لتدوير القرص. كما عثروا على لوح من الألومنيوم. عندما قطع اللوح، تشوه مثل رقائق البطاطس، فقاموا بتسويتها بشكل مسطح بحجر شاهد القبر من المقبرة.

علاوة على ذلك أُستلهمت آلية القرص الصلب من الصندوق الموسيقي ومشغل الأسطوانات. في مشغل الأسطوانات، تسلك الإبرة أخاديد الأسطوانة، التي هي بمثابة البيانات التي تتحول إلى صوت. أما على القرص الصلب، تُستخدم طبقة مغناطيسية كوسط لحفظ الصوت أو أي بيانات أخرى. حلت الطبقة المغناطيسية التي تحلق فوق القرص الصلب محل الإبرة، مستشعرة المناطق المغناطيسية، والتي يمكن تفسيرها على أنها آحاد وأصفار - الوحدات الأساسية للغة أجهزة الكمبيوتر. كانت مهمة جيك هاكوبيان هي إيجاد طريقة لتغليف القرص بالجسيمات المغناطيسية.

لم يكن طلاء القرص بالأمر اليسير، حيث يجب أن يكون سمكه متماثلاً خلال مساحة كبيرة. حاول هاكوبيان غمس قرص بحجم البيتزا في وعاء من الطلاء، لكن السطح الناتج كان خشنًا، ثم حاول عمل الطلاء باستخدام الطباعة الحريرية، لكنه كان مليئًا بالتعرجات، ثم حاول الطلاء بالرش، لكنه كان غير مستوٍ. في أحد الأيام، أثناء زيارته لمصنع طباعة، رأى أسطوانات آلية مغطاة بالحبر تدور بسرعة لإزالة الفائض. هذا الأمر وضع البذرة في ذهنه. في 10 نوفمبر 1953، عاد هاكوبيان إلى المختبر، والتقط قرصًا بحجم 12 بوصة، وبعض الطلاء، وكأس، وتوجه إلى ورشة الآلات. هناك قام بتوصيل القرص بالمثقاب الدوار لتدويره وصب بعض الطلاء من الكأس

في دائرة في المنتصف. عندما بدأ التجربة، تطاير الطلاء في جميع الاتجاهات، مثل فن الرسم الدوار، ولطخ صحيفة هاكوبيان الموضوعة بجانبه. عندما جف، رأى أنه أفضل طلاء أنتجه على الإطلاق - رقيق وموحد وخالي من العيوب تقريبًا. لإزالة الكتل الموجودة في الطلاء، قام بتصفية الطلاء من خلال الجوارب الحريرية القديمة لزوجته. وسرعان ما أصبح الطلاء الدوار هو الطريقة الرسمية لتغطية العديد من الأقراص القديمة.

بعد ذلك، كان على هاكوبيان أن يكتشف الجسيمات المغناطيسية التي يجب وضعها في طلاء القرص الصلب الذي سيحتفظ بالبيانات. أولًا، اشترى دلوًا من مادة أكسيد الحديد المغناطيسي من شركة مينيسوتا للتعدين والتصنيع (ثري إم) بتكلفة عالية تبلغ 90 دولارًا للغالون. خلط المسحوق المغناطيسي مع ورنيش شفاف ثم استخدمه في الطلاء الدوار لقرص أسطواني. كان أداء منتج (ثري إم) ضعيفًا وكُشط الطلاء بسهولة بظفر الإصبع. وبالتالي لم ينجح هذا النوع.

بحث هاكوبيان عن وسيلة لجعل الطلاء أكثر صلابة. ذات يوم، رأى إعلانًا في مجلة لايف عن شكل جديد من أطقم آنية العشاء يُسمى ملميك. صُنع الملميك من بلاستيك مقوى يسمى الميلامين، وقامت بصناعته شركة أمريكان سيناميد في شكل مسحوق. جلب هاكوبيان هذا البلاستيك ليجعل من مادة طلائه المغناطيسي اللينة، مادة صلبة، متينة، وناعمة. وبالفعل حقق ذلك، لكن سرعان ما دخل في أمر فاق قدراته، لذا كان بحاجة إلى المساعدة.

كان هاكوبيان في حاجة إلى مواد مغناطيسية، وتوصل بالفعل إلى

الشركات التي تستخدم هذه المواد لأغراض أخرى مختلفة عما يهدف إليه. تواصل مع شركة كاليفورنيا للأحبار، في سان فرانسيسكو، والتي كانت لديها حبر مغناطيسي يتم استخدامه في الأرقام الموجودة أسفل الشيكات المصرفية بحيث يمكن إجراء المعاملة دون صراف. ثم تواصل مع شركة فيرو للطلاء بالمينا، مُصنعة السيراميك في أوكلاند، والتي تستخدم المواد المغناطيسية لإضافة ألوان بنية وسوداء إلى الخزفيات المصقولة. بعد ذلك تواصل مع شركة الأفلام ريفير ساوند كرافت، في مدينة نيويورك، والتي باعت أكاسيد الحديد الخاصة بها إلى أستوديوهات الأفلام لتطبيقها على إطار الفيلم كموسيقي تصويرية. في النهاية، كتب إلى شركة الدهانات دبليو. بي. فولر وشركاه، جنوب سان فرانسيسكو، والتي كانت تستخدم أكاسيد الحديد كمادة ملونة لإنتاج الألوان البرتقالية والمائلة إلى الحمرة، المستخدمة في الملاعب وكباري منطقة خليج سان فرانسيسكو. وهكذا حصل هاكوبيان على معلومات ثمينة.

كانت شركة فولر للدهانات على استعداد لمساعدة هاكوبيان وعمل التركيبات له في معاملهم عن طريق إضافة الميلامين لتحسين الصلابة والبولي فينيل لجعل طلاء أكسيد الحديد الأحمر مرنًا. قاموا بذلك نظير مبلغ 16 دولار للغالون، وهو ما كان صفقة رابحة بالمقارنة بمبلغ شركة ثري إم 90 دولار للغالون. في النهاية، أتى هذا الطلاء ثماره.

اتضح أن فولر أيضًا صنع الطلاء البرتقالي الأيقوني لجسر البوابة الذهبية. ولكونه شخصًا فضوليًّا، طلب هاكوبيان بعضًا من الطلاء، لكن المجال المغناطيسي له كان ضعيفًا جدًّا لتخزين البيانات. أضاف اختبار

دهان جسر البوابة الذهبية بعض المرح إلى عمل هاكوبيان الشاق. لقد شارك مع زملاء عمله تجاربه مع طلاء جسر البوابة الذهبية، لكنه سيعيش ليندم على ذلك فيما بعد. سرعان ما انتشرت الشائعة عن أن طبقة بيانات القرص الصلب جاءت من طلاء جسر البوابة الذهبية. قال هاكوبيان معلقًا: "أعترض على هذا الكلام لأنه يُنَقِّه من عملي". هذه الشائعة الخاطئة، إلى جانب جهود هاكوبيان، جنبًا إلى جنب مع عوامل أخرى، سوف تؤدي إلى القرص الصلب في أجهزة الكمبيوتر وقريبًا مراكز البيانات الكبيرة التي تحتوي على الإنترنت.

من خلال عمل جميع المهندسين على مر السنين، اتحدت جميع القطع معًا لصنع أول قرص ثابت تجاري لشركة أي.بي.إم، وهو الراماك RAMAC - طريقة وصول عشوائي للمحاسبة والتحكم. كان حجم ذاكرة الوصول العشوائي RAMAC في حجم ثلاجتين، ووزنها أكثر من طن، وتحتوي على خمسة ملايين بت من البيانات، أو خمسة ميغا بت (تساوي تقريبًا صورة واحدة اليوم).

كان الـ RAMAC عملاق الحجم لكنه لا يحمل الكثير من البيانات. سرعان ما تتبعت صناعة تخزين البيانات التي ساعدت شركة أي.بي.إم على ابتكارها، المبدأ التوجيهي المتمثل في تخزين المزيد من البيانات في مساحة أقل. في الوقت الذي تتبعت شرائح السيليكون قانون مور، ضاعف ذلك صناعة البيانات، حيث لكل بت على سطح القرص الصلب، تولدت الرغبة في بيتات أصغر من البيانات لشغل هذا الحيز من السطح. ستحمل المساحات الصغيرة الكثير من البيانات، وسرعان ما سيشهد المجتمع حالة من الجوع

تجاه بيانات أكثر. هذا الجوع تغذى بواسطة سعة تخزين أكبر للملفات، والتطبيقات، والألعاب، والصور، والموسيقى، واعتياد المستهلكين على مشاركة المزيد.

لقد تطور تخزين الموسيقى من الأسطوانة ذات اللفافة الرقيقة المعدنية إلى المسجل القرصي ثم إلى التخزين المغناطيسي. لكن سرعان ما انسلخت الموسيقى من شرنقتها، مثل الفراشة، ورفرفت عبر فضاء الإنترنت كملف رقمي مستقر في قرص صلب للكمبيوتر أو مشغل الوسائط أو في مراكز تخزين البيانات التي تُعرف بالسحابة. عندما خرجت الموسيقى من محارتها وأصبحت ملفًا رقميًا، استفاد المستمعون من كونها متاحة في جميع الأوقات. ومع ذلك، تغير شكل البيانات. لقد انتقلت البيانات من الكلمات المطبوعة إلى نقرات على ورق القصدير ثم إلى النتوءات في السجلات ثم إلى الثقوب ثم إلى القطع المغناطيسية ثم إلى شكلها غير المجسم، ولم يتوقف التطور عند هذا الحد. لقد أتاح انتشار البيانات في كل مكان وصغر حجمها على الأقراص الصلبة الضخمة، جمع كميات هائلة منها حول الأشخاص. اعتادت الموسيقى أن تكون هي البيانات التي نجمعها، لكن الآن أصبحنا نحن البيانات.

لقد غير النمط غير المادي (السماوي) الجديد للموسيقى، الطريقة التي كنا نتعامل معها بها. لقد جلبت المواقع بداية من نابستر إلى يوتيوب مؤخرًا، وخدمات التدفق، والبث الموسيقي، ومنصات التواصل الاجتماعي، وآي تيونز، الموسيقى إلى كل مكان ولأي فرد، مع كميات من التحميلات فاقت توقعات إديسون.

لقد غير النمط الرقمي ليس فقط الطريقة التي كنا نتلقى بها الموسيقى ولكن أيضًا ما نشاركه منها. إذ تبث الخدمات الإعلامية الموسيقى إلي المستمعين، حيث كونها بيانات، ولكن في الوقت نفسه تجمع بيانات المتلقين أيضًا. هذه الخدمات تعرف أي أغنية يختارها المستمع، وكم مرة تم تشغيلها، ومدة التشغيل، وفي الوقت ذاته توفر بيانات ثمينة عن موقع المستمعين، ومكانهم، ومن حولهم. تشارك هذه المواقع، وجهات الأعمال، في المقابل، هذه البيانات التي جمعتها عنا مع جهات أعمال، ووكالات، ومروجين آخرين، كل هذا ونحن نستمتع بكل بساطة بالموسيقى من خلال قوائم التشغيل الخاصة بنا.

من خلال فونوغراف إديسون، أصبحت الموسيقى هي البيانات التي تُجمع، أما من خلال تكنولوجيا اليوم، أصبح الإنسان هو البيانات. لقد أصبحنا الخطوة الأخيرة في عملية تطور البيانات، بداية من تسجيل إديسون للنوتات الموسيقية كنقرات على لفافات القصدير، إلى تعقب كل حركة. ومثلما عمل إديسون جاهدًا لالتقاط الموسيقى، يجب علينا أن نعمل جاهدين على التحكم في بياناتنا وحمايتها.

عندما اخترع إديسون فونوغرافه، كان يتطلع إلى اليوم الذي يمكن فيه مشاركة الموسيقى. وبالفعل هذا ما يحدث الآن. لقد أدت القدرة على كتابة الصوت وتخزين البيانات إلى توسيع خيالنا بشأن ما يمكننا مشاركته ومع من نشاركه، حتى مع الحياة الفضائية. لكننا في هذه الأيام لا نُمنح الموسيقى فقط للاستمتاع بها من المنصات؛ بل يتم أخذ المعلومات المتعلقة بنا، وتدفقها من أجهزتنا، ثم بيعها إلى كيانات أخرى. لقد تغير تعريف المشاركة. إذ نحصل

ولكننا أيضًا نمنح ما هو أبعد. أصبح كل هذا الوضع ممكنًا مع تحول البيانات وتصغيرها. إن تقنياتنا تعكس اليوم توقعات إديسون، لكن عصرنا الحديث قد لا يكون بالضبط ما كان إديسون يأمل فيه أو يحلم به.

الفصل السابع

اكتشف

كيف ساعدتنا الأدوات الزجاجية العلمية على اكتشاف أدوية جديدة، وعلى اكتشاف عصرنا الإلكتروني.

غنائم العلوم:

تواجد ألكسندر فلمنج في مختبره بالطابق الثاني في مستشفى سانت ماري في لندن، ونظر في المجهر متأملًا طرق مكافحة الأمراض، قابعًا فوق شارع برَيد المزدحم في خريف عام 1928، محاطًا بالزجاج في مختبره الصغير. كانت حوله ماصات، وقوارير، وأطباق بتري[1] على مكتب محاط بألواح النوافذ.

غالبًا ما كان فلمنج يسترجع صور الحرب العظمى، هنا، بعيدًا في هذا المبنى المبنى من الطوب الأحمر. خلال فترة عمله، قبل عشر سنوات، رأى عشرات الرجال ينجون من الخنادق، فقط ليقاتلوا شيئًا آخر: العدوى على أسرة المستشفى. شاهد فلمنج أن المعركة ضد البكتيريا داخل الجسم كانت عدوًّا قاتلًا لا تقل ضراوة عن الغزاة البشريين في ميدان القتال، لأن الحرق

---

(1) طبق أو علبة أسطوانية الشكل ذات غطاء تُستخدم في المعامل لزراعة البكتيريا. (المترجم)

الشديد أو الجرح الإنتاني غالبًا ما يكون حُكمًا بالإعدام. حينما أُعلن السلام ولم يعد هناك حاجة إلى الرعاية الطارئة، كرس عمله لمساعدة الجسم البشري على الفوز في مبارزة ضد الكائنات الحية الدقيقة. كان هذا النضال ضد العدوى حربًا قديمة، حيث كانت المخطوطات القديمة تصف علاجات بدائية لمحاربة ما سيطلق عليه لاحقًا الجراثيم. حاول فلمنج المساهمة في هذه الحملة الطبية الطويلة، مسلحًا بأدواته الزجاجية العلمية. كان عمله صلبًا، لكنه غير مُبْهِر، إلى أن غيرت ذرة من الغبار كل شيء.

بعيونه الزرقاء الفاتنة، وشعره الرمادي، وأنفه الكبير، كان من الممكن أن يكون عالم البكتيريا الأسكتلندي القصير، الضعيف البنية، اللين الكلام، مخطئًا بالنسبة لكونه ساحرًا. في حين أن السحر لم يكن مهنته، إلا أنه كان لديه نزعة خفية من التلاعب والمناورة. في بعض الأحيان، كان يصنع تماثيل الحيوانات للأطفال من الأنابيب الزجاجية في مختبره. وفي أوقات أخرى، رسم فلمنج صورًا في أطباق بتري الزجاجية مستخدمًا البكتيريا لصبغاته. بالإضافة إلى كونه بيكاسو الجراثيم، كان معروفًا أيضًا بين أقرانه بأنه كسول عن النظافة بعض الشيء. بينما يقوم زملاؤه بتنظيف وتعقيم أطباق بتري بعد فراغهم من إجراء التجربة، يترك هو أكوامًا منها تتسكع على منضدة العمل لأسابيع.

بعد عودته من إجازته الصيفية التي استغرقت ستة أسابيع في الرِيف، واجه فلمنج أبراجًا من أطباق بتري، بدأ في تنظيفها، وتعقيمها، وحفظها. وقتها، لاحظ شيئًا ما في إحداها. في أحد الأطباق، كانت بكتيريا المكورات العنقودية موجودة في كل مكان، باستثناء مكان نمو العفن. لم تهتم البكتيريا

بهذا الدخيل. كان وجود مادة ملوثة مثل بقعة من الغبار أو بوغ من العفن مصدر إزعاج شائع في المختبر. لكن في هذه الحالة، لم ينزعج فلمنج، بل حدق في الطبق لفترة طويلة وقال، "هذا مضحك".

بعد إزالة العفن وزراعة المزيد منه، حدده تحت المجهر على أنه البنسلين ووضعه في مشاجرات بكتيرية مع جراثيم ضارة تحت الزجاج. لاحظ أن البنسلين تخلص من المكورات العقدية، والعنقودية، والسيلان، والتهاب السحائي، لكنه لم يستطع التغلب على حمى التيفويد أو الدوسنطاريا. بدا البنسلين قويًا، ولكن لجعله مفيدًا للبشرية، كانت هناك حاجة إلى المزيد، وهو ما يتجاوز طبيعة فلمنج أو تدريبه.

كتب فلمنج النتائج التي توصل إليها في ورقة علمية عام 1929 على أمل أن يصل عمله، مثل رسالة في زجاجة، إلى شاطئ مُلائِم. بعد ما يقرب من عشر سنوات، في عام 1938، لاحظ الباحث في أكسفورد، إرنست تشين، بحث فلمنج. قام تشين، جنبًا إلى جنب مع رئيسه هوارد فلوري وزميله نورمان هيتلي، بتحويل مختبرهم إلى مصنع للبنسلين، لجلب كميات هائلة من هذا الإكسير إلى المسرح العالمي. لقد أنقذ البنسلين ملايين وملايين من الأرواح. لكن كل هذا لم يكن ليحدث لو لم تُلاحظ ذرة الغبار الغريبة في الطبق الزجاجي.

الزجاج مادة قديمة ذات سمات متعارضة. يمكن أن يكون قويًا مثل الزجاج الأمامي للسيارة أو هشًا مثل زينة عيد الميلاد. ما هو واضح بشأن الزجاج هو أنه صديق قديم للحضارة؛ استخدمه المصريون لصنع الأواني

والزخارف الجميلة التي تتطلب مستوى عاليًا من المهارة. واليوم تحمل الألياف الضوئية المصنوعة من الزجاج المعلومات من الإنترنت. لقد أثر الزجاج المصنوع من رمال الشاطئ في الجنس البشري، في معظم جوانب الحياة. بفضله، قمنا بتزيين الكنائس، والمصابيح الكهربائية الواقية، وناطحات السحاب المغطاة، وحتى رأينا انعكاسنا.

لعب الزجاج أيضًا دورًا مهمًّا في الاكتشافات. استُخدم لرؤية عوالم أخرى أكبر من عوالمنا باستخدام التلسكوبات، وأصغر من عوالمنا باستخدام المجاهر. إن عبارة "الرؤية خَير دليل" هي جوهر العلم. والزجاج هو جوهر هذه الطريقة العلمية.

اليوم، لن يكتمل أي مختبر حديث بدون أنابيب الاختبار، والكاسات، والمخابير المدرجة، والقوارير، التي تنتظر بإخلاص استخدامها في إجراء التجارب. بواسطتهم، اكتشف العلماء والباحثون أصول وعلاجات الجمرة الخبيثة، والسل، والملاريا، وحتى إسهال المسافرين (انتقام مونتيزوما). على الرغم من أهمية الزجاج للعلم، فقد نظرنا من خلاله، لكننا نادرًا ما ننظر إليه. ذلك أن الزجاج نفسه نادرًا ما يكون تحت المجهر. إذا وضعنا الزجاج في بؤرة تركيزنا، تمامًا كما هو الحال مع العديد من الاكتشافات التي أصبحت ممكنة بفضله، فسنكتشف شيئًا جديدًا.

من خلال الزجاج، بشكل مظلم:

كان لدى أوتو شوت أحلام باكتشاف أشياء جديدة في المساحة النظيفة المرتبة داخل معمل كيميائي. ولكن لسوء حظه، ولد في ويتن، ألمانيا، عام

1851 لعائلة من صناع الزجاج، يعملون وسط الحرارة، والتعرق، وغبار الورش. على مدى أجيال، كان كلا الجانبين من عائلته يكدحان في هذه التجارة الشاقة الراكدة، وكان هناك توقع ضمني؛ أنه سينضم إلى والده في مصنع زجاج النوافذ. لكن أوتو شوت كان لديه خطط أخرى. لقد تلقى كل ما استطاع من دروس الكيمياء، بدءًا من المدرسة الثانوية، وصولاً إلى التحضير لنيل درجة الدكتوراه في الكيمياء العضوية. أراد شوت، القصير النحيف ذو الشارب المقوس، أن يترك بصماته باستخدام دماغه لفهم المواد، وليس عضلاته لتشكيلها.

كانت الكيمياء في ألمانيا في سبعينيات القرن التاسع عشر، هي الطريق نحو العديد من الاختراعات المثيرة، وخاصة في مجال الأدوية، والأسمدة، والمواد المفرقعة. كان الكيميائيون المتخصصون في الكيمياء العضوية مفتونين بالقدرة على استنساخ المواد الطبيعية، مثل نكهة الڤانيليا وتكرارها بشكل مصطنع في المختبر. لم تتخلَّ الطبيعة عن أسرارها بسهولة، ولكن عندما فُكت شفرتها أصبحت هذه الجزيئات منتجات جديدة، تُصنع بالطن. كان أحد الانتصارات الكيميائية التي أثارت اهتمام شوت هو صنع صبغة أرجوانية عام 1856، تسمى اللون البنفسجي، حين حول ويليام بيركنز قطران الفحم إلى اللون الذي أصبح صيحة الموضة. عندما كان شوت صبيًّا صغيرًا، كانت المنسوجات تحتوي على لوحة محدودة من الأسود، والأحمر، والأزرق، وكلها مشتقة من النباتات، والمعادن، والحيوانات. أما البنفسجي، الذي صُنع في المختبر، جعل من الممكن استحداث ألوان أكثر جرأة، من خلال دمجها بأصباغ أخرى دون زوال الكائنات الحية. لقد أصبحت ألمانيا

أكبر منتج لهذه الصبغة، حيث احتكرتها وقدمت الكثير من بنفسجي بيركنز، كما أطلق عليه تشارلز ديكنز، لإمتاع الجمهور. كان العالم مغرمًا بما يمكن أن يفعله الكيميائيون المتخصصون في الكيمياء العضوية، بما في ذلك أوتو شوت.

بدافع رؤى الجزيئات التي ترقص في رأسه، تقدم شوت لشغل منصب بحثي في جامعة لايبزيغ للحصول على درجة الدكتوراه في الكيمياء العضوية. لكن لم يكن هناك مقعد شاغر له. شعر بخيبة أمل لكنه لم ييأس، ثم حاول دخول مجال الكيمياء العضوية بشكل جانبي، من خلال الدراسات العليا في الكيمياء الزراعية. لم يكن مستمتعًا بهذا المجال فتركه. عاد خائب الأمل إلى الزجاج، ولكن هذه المرة ليكمل دراسته لنيل درجة الدكتوراه في جامعة ييتا (jena) عام 1875، تلك الجامعة التي كان من بين طلابها كارل ماركس.

كان عنوان أطروحة شوت "مساهمات في الجانب النظري والعملي لتصنيع الزجاج"، ذلك المجال الذي يعرفه جيدًا منذ أن كان صبيًّا. بعد دراساته العليا، ذهب ليعمل في مصنع زجاج، ونشر أبحاثًا عن انصهار الزجاج، وصلابته، والعناصر الكيميائية المكونة له. بعدها، عاد شوت إلى مسقط رأسه في ويتن عام 1878، وقام بتجربة الزجاج بشكل مطرد على أرض المصنع. لم يبهر عمله العالم، ولكن باستخدام النار والمكونات الكيميائية كان يأمل في سبر أغوار هذه المادة القديمة وجعلها جديدة.

على بعد حوالي 250 ميلاً ناحية الغرب من أوتو شوت الحزين، شعر البروفيسور أرنست آبي بالإحباط في مختبر في مدينة ييتا الجامعية. لقد حذر

بشكل متنامي، أستاذ الفيزياء الموقر ومدير مرصد التلسكوب، البروفيسور آبي، من العدسات الزجاجية في مجاهره وتلسكوباته. إذ لاحظ البروفيسور، عالم الرياضيات، بشعره الممشط بأصابعه، ولحيته الرمادية الشعثاء، ونظارته التي تطفو على نهاية أنفه _ أن هناك العديد من العيوب في عدساته العلمية، مما يجعل من الصعب رؤية أي شيء بوضوح. في بعض الأحيان كان الزجاج يحتوي على فقاعات، أو خدوش، أو خطوط - تسمى علامات تمدد - تبدو وكأنها أثر مخر السفينة الضيق في البحر. أحيانًا يكون الزجاج غائمًا أو ضبابيًّا أو ذا شكل ملتوٍ، مع أجزاء غير متجانسة داخل المزيج مثل كعكة رخامية. قبل كل شيء، كان الزجاج نفسه أقل شأنًا لأن الألوان، مثل الأزرق والأحمر، تنفصل داخل الصورة كما لو كانت تُرى من خلال نظارات ثلاثية الأبعاد حديثة. من خلال هذه المواد الرهيبة، كانت فرصة الاكتشافات العلمية الحديثة شبه مستحيلة، لأن الزجاج كان في قلب هذه الأدوات. بدون زجاج جيد، كان العلم أعمى.

للتنفيس عن إحباطه بسبب نقص الأبحاث في مجال الزجاج، قام الأستاذ الرشيد آبي بما سيفعله أي رجل علم. كتب تقريرًا عام 1876 يفيد بأن مستقبل الأدوات البصرية الدقيقة للعلماء الذين يرتدون بدلة التويد مثل المجاهر والتلسكوبات كان في أيدي صانعي الزجاج الذين يرتدون ملابس سميكة وخشنة. تطلب صنع أقدم أنواع الزجاج تسخين وخلط مكونات كربونات الصوديوم (أو الصودا) والحجر الجيري (الطباشير) والسليكا (الرمل)، منتجًا زجاج التاج، الذي كان يستخدم في النوافذ والزجاجيات. ثم أدى استبدال الطباشير بمركبات الرصاص إلى خلق زجاج صوان

أكثر زخرفة، يُطلق عليه أيضًا بلورة الرصاص (الكريستال). كانتا هاتان العائلتان من الزجاج هما الوحيدتان لعدة قرون، ثم أعلن آبي أن هناك ندرة في الدراسات التي استكشفت إضافات جديدة لصنع زجاج بخصائص بصرية محسنة.

في تقريره، حدد آبي اتجاهًا بحثيًّا جديدًا، مشيرًا إلى أن "تطوير أنواع جديدة من الزجاج البصري بخصائص موحدة، وقابلة للحساب، ويمكن التنبؤ بها أمر مطلوب". أراد آبي أن يعرف طريقة تفاعل الزجاج مع الضوء لمعرفة كيفية طبخه.

تمامًا كما يغير الخباز كمية الدقيق، والماء، والخميرة، وصودا الخبز، لتعديل قوام الخبز ومضغه، أراد آبي أن يعرف كيف غيَّرت المكونات الكيميائية قدرة الزجاج على إخراج الضوء الأبيض إلى ألوان قوس قزح، أو قدرته على ثني الضوء بالطريقة التي تبدو بها القشة مكسورة في المشروبات. أراد البروفيسور أن تُقلب هذه السمات لأعلى أو لأسفل بطريقة منتظمة وقابلة للتكرار، بحيث تكون العناصر الكيميائية التي يتكون منها الزجاج هي رمانة الميزان. وضح تقريره قلة ما تم إنجازه في دراسة الزجاج لعقود من الزمن، وذكر بصراحة ما يعرفه الكثيرون ولكنهم كانوا مهذبين للغاية بحيث كانوا يترفعون عن ذكره، لا سيما أن صناعة الزجاج كانت مبنية على الوصفات التقليدية وليس على المعرفة التقنية، وبدون هذه المعرفة، لا يمكن للعلم أن يذهب إلى أي مكان.

حصل أوتو شوت على هذا التقرير بعد ثلاث سنوات، وكتب رسالة إلى

البروفيسور في عام 1879، تطوع فيها بإمداده بمجموعة من أنواع مختلفة من الزجاج، على أمل الهروب من الحرارة الشديدة ووحل أرضية المصنع. كان شوت يعمل بشكل منهجي على صنع أكواب من مكونات كيميائية مختلفة وبكميات متباينة، لكنه كان يفتقر إلى إمكانية الوصول إلى المختبر لإجراء القياسات العلمية لمعرفة ما يمكن أن تقدمه عدساته. تمكن آبي من الوصول إلى تلك الأدوات، لكن لم يكن لديه القدرة على صنع عدسات جديدة. معًا، كان هذان الرجلان يمثلان اليين واليانغ[1] لبعضهم البعض. كان البروفيسور آبي على استعداد للتعاون مع شخص مغمور علميًا، لأنه لم يكن لديه ما يخسره. وكان أوتو حريصًا على القيام بعمل إضافي، لأنه كان أمامه كل شيء ليكسبه. وبالتالي كانت هذه الفرصة ضربة لصالح أوتو شوت.

أرسل شوت عينات من الزجاج إلى آبي، لكنها لم تكن بالمواصفات التي تلبي رغبات البروفيسور. ومع ذلك، أجرى الاثنان مراسلات لأكثر من عام ونصف، واستمر شوت في صنع أكواب من تركيبات مختلفة من المواد الكيميائية وبكميات متباينة. كان شوت قادرًا على اتخاذ خيارات أفضل من علماء الماضي لأنه قبل عشرين عامًا قام العالم السيبيري، ديمتري مينديليف، بقلب مجال الكيمياء رأسًا على عقب من خلال اختراقه للجدول الدوري، حيث كانت المكونات المعروفة للعالم – العناصر الكيميائية — على ارتباط منهجي بعضها مع بعض على مخطط، بحيث تتصرف العناصر القريبة من

(1) اليين واليانغ: فلسفة صينية قديمة، وهي المبدأ الأساسي الذي تقوم عليه الكثير من جوانب ومجالات الحياة في دول شرق أسيا. وتعتمد على المتضادات الكثيرة التي تحيط بالإنسان، وأصبح هذا المصطلح يُشار به إلى الطاقات المختلفة. (المترجم)

بعضها على هذا المخطط مثل أبناء العمومة. باستخدام الجدول الدوري الجديد، بدأ شوت في اتباع طريقة منهجية لاستكشاف كيفية عمل تركيبات مختلفة من الزجاج. لقد سمحت الصيغ الكيميائية الجديدة تحت إشراف هذا الجدول لشوت بعمل تخمينات مدروسة بشكل أفضل.

في عام 1880 وضع شوت خططًا لعمل خلطات زجاجية جديدة، والتعامل مع الجدول الدوري مثل قائمة الطعام، محددًا الخيارات من أعمدة مختلفة، وأحيانًا من نفس العمود، لمعرفة ما هو الأفضل. بدأ جهوده بإضافة عنصري الفوسفور والبورون. في خريف عام 1881 ركز على البورون، الذي يأتي من البوراكس (مادة تضاف للمنظفات)، واكتشف شيئًا واعدًا تمامًا. نتج عن إضافة حمض البوريك إلى الزجاج، نوع جديد منه يسمى بورو سيليكات الزجاج، والذي بدا أنه خاليًا من العيوب. أرسل شوت الزجاج الجديد إلى البروفيسور آبي لفحصه، متطلعًا إلى النتيجة. ذات يوم، تلقى شوت رسالة تهنئة من آبي. في رسالة مؤرخة في 7 أكتوبر 1881، كتب آبي "تم حل المشكلة". رد البروفيسور على ذلك الخطاب بدعوة شوت لزيارة يينا لمطالعة زجاجه الجديد.

مع التحسينات المستمرة خلال العام التالي، حصل أوتو شوت على رغبته الدفينة. كتب آبي أنه يعتقد أن من الأفضل لشوت ألا يواصل عمله في مصنع زجاج، وأصر على أن يتم ذلك في مختبر كيميائي في يينا. وهنا، اتخذ شوت الترتيبات اللازمة للمغادرة.

في عام 1882، انتقل أوتو شوت إلى مدينة يينا لإدارة عملية صغيرة،

بالشراكة مع البروفيسور آبي وكارل زايس (صانع مجاهر) والذي تربطه علاقة عمل طويلة الأمد بآبي. لم تعد تجارب شوت محصورة في الأفران الصغيرة حيث يمكنه صنع عينات لا يزيد حجمها عن كوب من السكر. كانت عيناته الآن عبارة عن رقاقات جليدية ضخمة يبلغ قطرها كرات البولينج. في عام 1884 أطلق شوت شركة مختبر شوت وشركاه لتكنولوچيا الزجاج، لتصنيع وبيع الزجاج المتخصص. كان الكتالوج الأول، الذي نشرته الشركة عام 1886، يحتوي على أربعة وأربعين كأسًا مختلفة؛ بحلول عام 1892 أصبحت ستة وسبعين.

لقد ابتكر شوت وصفات جديدة لعدسات بصرية أفضل، ولاحقًا لمقاييس الحرارة أيضًا. في أواخر القرن التاسع عشر كانت مقاييس الحرارة إحدى الأدوات القليلة التي كان العلماء يستخدمونها لاستكشاف التفاعل الكيميائي. في ذلك الوقت، كانت الكيمياء مقتصرة على معرفة مدى حرارة الأشياء (درجة الحرارة)، ومقدار وزنها (الكتلة)، ومقدار المساحة التي تشغلها (الحجم)، ومقدار الضغط على جدران الحاوية (الضغط). لاحظ العديد من العلماء أن قراءات مقاييس درجة الحرارة أعلى من الطبيعي، وأنها لا تعود إلى درجتها الأولية بمجرد تبريدها. لقد أدت عمليات التسخين والتبريد المتعددة إلى تغيير شكل اللب الداخلي المحتوي على الزئبق (بُصيلة الترمومتر)، مما تسبب في ارتفاع الزئبق. مما يفسر أن درجة الحرارة اللاحقة لن تكون محل ثقة. من خلال تحضير كمية من البورون، كان شوت قادرًا على صنع زجاج غير قابل للتغيير عند التسخين، مما سمح للمقاييس بأن توفر القراءات المناسبة.

سرعان ما أنتج أوتو شوت نكهات متعددة من الزجاج بالتعاون مع آبي. أحدها كان نوعًا من الزجاج لا يتغير بالحرارة، مما يتيح الفرصة لمقاييس درجة الحرارة من تسجيل قراءات دقيقة. ونوع آخر ذو قدرة بصرية أفضل للمجاهر والمناظير (التلسكوبات والميكروسكوبات) العلمية. والنوع الأخير كان مقاومًا للذوبان في الماء، أو الحمض، أو أي مادة سائلة، مما جعله مناسبًا للتجارب المعملية. كان البورون في قلب تلك الاختراعات الجديدة، حيث لعب أدوارًا مختلفة في كل زجاجيات شوت الجديدة. تحتوي زجاجيات شوت على وصفات متعددة؛ إذ تحتوي على كميات صغيرة، ومتوسطة، وكبيرة من البورون، وفقًا للطريقة التي يستطيع بها الطاهي إعداد صلصة بمستويات مختلفة من التوابل – غير حار أو متوسط أو حار – بناءً على كمية الفلفل الموجودة فيها. بالنسبة لعينات الزجاج ذات الخصائص البصرية المحسَّنة، أُضيف جزء صغير من البورون إلى زجاج النوافذ، فاكتسب الزجاج قدرة أفضل على إمكانية حَيْد الضوء (انحناء أشعة الضوء). أما بالنسبة للعينات التي لا تتمدد بالحرارة، أضاف كميات كبيرة من البورون، حيث يمسك البورون الذرات الأخرى بإحكام بروابط قوية، مثل الزنبرك القوي، مما يجعل الزجاج الناتج يقاوم التمدد عندما يتعرض للتسخين، على عكس الزجاج الآخر. أخيرًا، لكي تكون الزجاجيات قادرة على تحمل المواد الكيميائية الخطرة مثل الأحماض، قُللت كمية البورون إلى مستوى متوسط. يفضل البورون الارتباط بالذرات الأخرى، لكن روابطه ضعيفة في الأحماض. لذلك استُبعد بعض البورون بعيدًا عن الأذى وتم استبداله بمركبات أخرى. عملت كل هذه المكونات معًا على استقرار الزجاج في هذه

البيئات القاسية.

سرعان ما أصبح الزجاج المصنع على يد شوت أكثر الأنواع طلبًا في المجال العلمي على وجه الأرض، وأصبحت ألمانيا المصدر الرئيسي لجميع الزجاج المستخدم للمجاهر والمناظير والأدوات المعملية (الكؤوس، والقوارير، وأنابيب الاختبار). كان كل عالم بحاجة إلى أجهزة بصرية موسومة باسم بينا. بالنسبة إلى صانعي الزجاج الآخرين، بدا اختراق سوق الزجاج هذا مستحيلًا. ومن هنا أدركت إحدى الشركات في شمال ولاية نيويورك أن فرصتها الوحيدة هي استخدام العلم.

في مطلع القرن العشرين، رغب المصنعون الأمريكيون في تطوير بديل لزجاج بينا الألماني. على الرغم من أن فك شفرة زجاج البورو سيليكات التابع لبينا لم يكن سهلاً. علم المصنعون أن مفتاح السر يكمن في عنصر البورون، أما بقية الوصفة ظلت يكتنفها الغموض. وضح أوتو شوت في أبحاثه العالية التقنية العوامل التي سمحت للزجاج بتحمل درجات الحرارة العالية والاختلافات الكبيرة فيها، ولكن القليل من عمال الزجاج استطاعوا ترجمة أبحاثه إلى ممارسة فعلية على أرض الواقع في المصنع. لكي تنجح التجربة، عرفت إحدى الشركات الأمريكية، كورنينغ لصناعة الزجاج في نيويورك، أن عمالها الذين يرتدون المآزر سيحتاجون إلى بعض المساعدة من الأكاديميين.

كانت شركة كورنينغ لصناعة الزجاج، شركة عائلية انتقلت من بروكلين بنيويورك، إلى كورنينغ في عام 1868 مع وعد بنقل القناة للمنتجات والفحم

من ولاية بنسلفانيا للحفاظ على أفران الشركة ساخنة. صنعت كورنينغ، في الغالب، الزجاج وأدوات المائدة المزخرفة، وسرعان ما صنعت الزجاج المشكل بالنفخ يدويًّا لمصابيح إديسون الكهربائية، إذا أرادوا منافسة زجاج بينا، فهم يعلمون أنهم بحاجة إلى مزيد من العلوم لعمل تجارب جديدة. بدأت كورنينغ في الابتعاد عن استخدام وصفات الزجاج التي تنتقل من جيل إلى جيل وبدأت في تطبيق الطريقة العلمية. من أول الأشياء التي فعلتها إدارة كورنينغ أنها طلبت من عمالها تدوين ما أضافوه إلى الزجاج المصهور، بحيث يمكن تكرار تشغيله مرة أخرى إذا لزم الأمر. بدأت كورنينغ أيضًا ممارسة تقليد خارج عن المألوف لمصنع زجاج في ذلك الوقت: لقد وظفوا علماء.

ابتداءً من عام 1908، كان الكيميائيون على كشوف رواتب كورنينغ وكان الاستثمار ذا بصيرة نافذة. لتمييز نفسها عن شركات الزجاج الأخرى وللمنافسة مع المنتجات الألمانية، احتاجت كورنينغ إلى موظفين تقنيين. عرف العلماء في كورنينغ، أن البورون كان مكونًا رئيسيًّا في هذه الزجاجيات الجديدة، وفي النهاية، عن طريق التجربة والخطأ، ابتكروا نسخة من زجاج البورسيليكات يسمى Nonex (اختصار للزجاج غير المتمدد). لسوء الحظ، لم تتمكن كورنينغ من اختراق سوق الأدوات المعملية من خلال هذا النوع. لم يكن زجاجها الحديث منافسًا لزجاج بينا، الذي كان له ما يقرب من خمسة عشر عامًا. بالإضافة إلى ذلك، تمتع الزجاج الألماني بتعريفات جمركية منخفضة لكونه منتجًا تعليميًّا. لذا لم ير العملاء أي سبب لشراء زجاج أمريكي الصنع، لا سيما أن سعر الزجاج الألماني المتفوق عليه ليس باهظًا.

كان على إدارة كورنينغ أن تجد سوقًا محليًا لزجاج البورسيليكات الخاص بها وتواصلت مع أكثر الأعمال المربحة في البلاد للمساعدة في انتشار الشركة: استفادت كورنينغ من صناعة السكك الحديدية العملاقة.

في أوائل القرن العشرين، وصلت مخالب خطوط السكك الحديدية إلى بعض أبعد أركان البلاد. بالإضافة إلى تقليل المسافات، ضغطت السكك الحديدية أيضًا الوقت بسرعتها. لكن هذه السرعة كانت لها تكلفة. عندما أصبحت القطارات أسرع، وقعت العديد من الحوادث والتصادمات الكارثية، لذلك ظهرت الحاجة إلى إشارات أفضل لحفظ السلامة. كانت الإشارات الموجودة على سكك القطارات تخبر بعدم المضي قدمًا، مع تحذيرات من الأضواء القوسية الساخنة ذات الأغطية الزجاجية الحمراء. ومع ذلك، تحدث الحوادث بشكل متكرر في الأيام الممطرة أو الثلجية. إلى جانب سوء الأحوال الجوية، كان هناك سبب آخر لزيادة الحوادث وهو هشاشة الزجاج.

كان زجاج إشارات القطار بين المطرقة والسندان، في الأيام التي يسودها الطقس السيئ. يتم تسخين الجزء الداخلي للإشارة الزجاجية بواسطة ضوء القوس الساخن، مما يتسبب في تمددها؛ وفي المقابل، يُبرد الجزء الخارجي بشكل كبير بسبب المطر أو الثلج، مما يتسبب في انكماشه. لقد تسببت هذه الرسائل المتضاربة داخل الزجاج في ضغوط مكبوتة؛ وعندما تتكاثر هذه الضغوط تؤدي إلى كسر الزجاج. ينبه الزجاج الأحمر القطار للتوقف، لكن الزجاج المكسور لم يعد أحمر وبالتالي يخبر قائد القطار بالمضي قدمًا، ويعطي رسالة خاطئة - وربما قاتلة - مفادها أن الطريق آمن، مما قد يتسبب في

حدوث تصادم مروع. وكما لو أن الطقس لم يكن كافيًا لكي يكافح ضده الزجاج، استخدم الأولاد المشاغبون إشارات القطار للتدريب على تصويب بندقية ضغط الهواء، حيث يحطمون الزجاج الأحمر إلى قطع حبيبة متناثرة. لقد احتاج خط السكة الحديد إلى زجاج أفضل للتخفيف من حدة أثر الطقس والمنحرفين، وبدوره أخذ زجاج كورنينغ المقوى المهمة على عاتقه.

نادرًا ما فشل زجاج كورنينغ. لكن سرعان ما أصبحت الشركة ضحية لنجاحها. عندما اعتمدت السكك الحديدية زجاج كورنينغ، كان هناك ازدهار في المبيعات، ولكن مقاومة الزجاج للتهشم تعني أنه بمجرد أن اشترت خطوط السكك الحديدية زجاجها المقوى مرة واحدة، فلم تكن بحاجة إلى بدائل منه بسبب طول عمره الافتراضي. لهذا أعقب الزيادة النيزكية في المبيعات انخفاض حاد. أدى غياب سياسة التقادم المدمج[1]، أو القيود التي كانت من الممكن أن تؤدي لمبيعات إضافية، إلى اندفاع الشركة نحو أسواق زجاج جديدة. ستأتي المساعدة، من جميع الأماكن، من كعكة.

بعد ظهر أحد أيام صيف عام 1913، جاء جيسي تالبوت ليتلتون، الفيزيائي وأحد أحدث علماء شركة كورنينغ لصناعة الزجاج، للعمل وبحوزته كعكة إسفنجية خبزتها زوجته بيسي.جيه.تي.، كما فضل جيسي أن يطلق عليها. كانا من الجنوب؛ هو من ولاية ألاباما وهي من ولاية مسيسيبي.

---

(1) التقادم المخطط، في علم الاقتصاد والتصميم الصناعي: هو سياسة تصميم سلع ومنتجات ذات عمر محدود عن قصد وبتخطيط.ومنطق هذه الإستراتيجية هو زيادة حجم المبيعات على المدى الطويل عن طريق تقليل الوقت بين عمليات الشراء المتكررة. (المترجم)

لقد انتقلا إلى كورنينغ من آن أربور، ميتشجان، حيث كان جيه. تي أستاذ للفيزياء قبل عام واحد، وكانا يحاولان معًا التعود على منزلهم الجديد في يانكي في كورنينغ، نيويورك. بروح الضيافة الجنوبية، أحضر جيه.تي ليتلتون كعكة. لم تكن الكعكة مجرد طقس اجتماعي، وإنما كانت تجربة علمية.

على مدار الأسبوعين الماضيين، حاول جيه. تي إقناع زملائه بفوائد الطهي باستخدام وعاء زجاجي، لكنهم سخروا من هذه الفكرة. لأجيال، طُلب من الناس إبعاد الزجاج عن الحرارة. لذا فإن الخَبز باستخدام الزجاج بدا سخيفًا. لم يعلموا أن ليتلتون لم يكن فتى جنوبيًّا فحسب، بل كان أيضًا رجلًا زجاجيًّا.

كان ليتلتون مهووسًا بالزجاج. كان يتحدث عنه على مائدة العشاء. عندما يحضر حلوى الچيلي، كان يقطعها ببطء ويظهر لأطفاله كيف تنكسر مثل الزجاج. ذهب به الهوس إلى حد أنه كان يأمل في أن يُدفن في تابوت زجاجي. ما جعله متأكدًا جدًّا من مزاعمه حول قدرة الزجاج على صناعة أواني الطهو هو أنه قدم أطروحته عام 1911 في جامعة ويسكونسن حول خصائص تسخين الزجاج. بالنسبة لبقية العلماء، الذين كانوا كيميائيين، كان تسخين الزجاج أمرًا مبهمًا. لقد افترض هؤلاء العلماء أن الجدران السميكة للزجاج ستمنع الطعام من الطهي بالتساوي وأن الحرارة لن تنتشر كما لو كانت في وعاء معدني رفيع. أما عالم الفيزياء جيه.تي ليتلتون كان يعرف خلاف ذلك. حين لم يستمع زملاؤه إلى كلماته، لم تتسامح حساسيته الجنوبية مع السخرية، لذلك قرر أن يتابعهم بالعمل، وحصل على بعض المساعدة من بيسي.

أحبت بيسي ليتلتون الشركة. لقد نشأت في مزرعة نائية في مسيسيبي حيث كان الزوار قليلين. في منزلها الجديد في شمال ولاية نيويورك، طلبت من جيه. تي. أن يدعو زملاءه في العمل لتناول العشاء. كان طولها بالكاد خمسة أقدام، وشعرها الداكن مصففًا بطريقة مستديرة منتفخة، كانت نحيلة، وثرثارة، ومتزمتة. مع بيسي يجب أن تكون الأمور على النحو الصحيح، ذلك أن لديها قواعد صارمة للغاية كان على جيه تي اتباعها: ممنوع الكذب أو شرب الخمور؛ ممنوع السجائر أو السيجار؛ لا وجود لأشخاص متلونين أو لعوبين على طاولتها. امتثل جيه.تي الطويل النحيف، بقامته الطويلة، ونظارته، وعينيه الجادتين، وعبوسه الدائم، ورشاقته المتدنية، من خلال إحضار زميل عالِم؛ إتش فيلبس غيج. طوال المساء كانت توبخ بيسي غيج، الذي كان عازبًا، ليتزوج. بينما كان الرجال يتحدثون عن الزجاج بعد العشاء، كان لدى بيسي جمهور أسير بسبب شيء كان يزعجها.

قبل أيام قليلة، كُسر طاجن غيرنسي الجديد الذي استخدمته بيسي مرة واحدة فقط في وقت آخر. تحدث الرجال طوال الليل عن عدم قابلية الزجاج للتلف وأصرت على أن هذه الكتل الذكية يجب أن تصنع أواني طهي مقاومة للكسر. في اليوم التالي، حصل جيه.تي على برطمانين زجاجيين أسطوانيين من نونكس، بعرض كرة السلة تقريبًا، وقطع الجزء السفلي لعمل أطباق مستديرة، ثم أحضرها إلى منزل بيسي.

لم تكن بيسي تطبخ. كان لديها خدم للقيام بذلك. حين كانت طفلة في الجنوب، تم تحرير خدمها من العبيد السود الذين لم يتمكنوا من الهروب من قبضة المزرعة. وعندما كبرت في الشمال، استأجرت فتيات مهاجرات بيض

أتت عائلاتهن إلى ولاية نيويورك للعمل. على الرغم من أن بيسي لم تكن طاهية ماهرة، فقد هيمنت على خَبزها. بمجرد أن أعطاها جيه تي طبقًا زجاجيًا غير قابل للكسر، وصلت على الفور إلى مهمة مطبخها المفضلة وحولت السكر، والبيض، والدقيق، والزبدة، والحليب، والفانيليا، ومسحوق الخَبز إلى كعكة بيضاء. باستخدام كل وعاء وإناء في المطبخ، سكبت الخليط في طبقها الجديد وخَبزته. ما خرج من الفرن كان كعكة بُنية متساوية بلون يفوق اللون الذي توفره الآنية المعدنية.

في اليوم التالي، أحضر جيه.تي ليتلتون الكعكة إلى العمل وأفاد الجميع، الذين لا يعرفون عن تجربة الخَبز، أنها كانت جيدة. أخبرهم ليتلتون بعد ذلك أن هذه الكعكة خُبزت في الزجاج، ما تسبب في حك العلماء رؤوسهم، وفرك أعضاء الإدارة أذقانهم.

وجد هؤلاء العلماء أن الكعكة مخبوزة جيدًا بالفعل مع لون بني جذاب. نقل ليتلتون لزملائه مدى سهولة استخراج الكعكة من إناء الخَبز الزجاجي المسطح الأملس، على عكس آنية الكيك المعدنية. لم يعتقد زملاؤه في العلم أن الزجاج، إذا نجا، يمكن أن يصنع كعكة لذيذة مثل تلك التي أحضرها جيسي، وبطريقة ما أكلوا كلماتهم السابقة.

طلبوا من بيسي تجربة الأطعمة الأخرى وإفادتهم بأداء الإناء الزجاجي. لذلك، كان لدى بيسي، بصفتها عالمة محلية مقيمة، بعض العناصر المطبوخة، من البطاطس المقلية إلى شرائح اللحم إلى الكاكاو، على الرغم من ميلها للأطباق الجنوبية المكونة من الفريك وخبز الذرة والكرنب. كان أداء الإناء

المسطح جيدًا، ولم يلتصق الطعام به، ولم يحتفظ بنكهته كما هو الحال مع الآنية المعدنية.

عند سماعها عن نجاح هذا الزجاج في طهو الطعام، رأتها إدارة كورنينغ فكرة واعدة. لكن كان عليهم إجراء بعض التغييرات وتعلم المزيد من الأشياء. أولًا، كان لا بد من تغيير تركيبة نونكس، لأنها تحتوي على الرصاص، لذا صنع العلماء زجاج بوروسيليكات لهذا الطهو بدون الرصاص. بعد ذلك، كان عليهم اختبار قوة الزجاج، وإلقاء وزن ثقيل مثل علبة الحساء على أنواع مختلفة من الأطباق ليروا كيف تنجوا من قسوة المطبخ. بينما تشققت الأواني الفخارية مع سقوط وزن بمقدار ست بوصات وانكسرت بمقدار عشر بوصات، فقد سخر زجاج البوروسيليكات من التأثير، غير متأثر، حتى عندما سقط الوزن من ارتفاع في مستوى الخصر. بعد اختبارات المتانة، كان على الفريق معرفة كيفية طهي الزجاج للطعام. أفاد بيسي أن الطعام يُطهى بشكل أسرع من الطهي المعدني، وهو عكس ما اعتقدوا أنه سيحدث. لقد وصلوا إلى جوهر ذلك من خلال تجربة.

قام أحد العلماء بغمس إناء نونكس في حمام كيميائي سائل مليء بجزيئات دقيقة من الفضة. استقرت الفضة على السطح الخارجي، وطلته بطبقة رقيقة، ومنحته لمسة نهائية كالمرآة. بعد ذلك، قاموا بخَبز كعكتين: واحدة في صينية نونكس العادية، والأخرى في الصينية العاكسة. بعد الخَبز، لاحظوا أن الكعكة المخبوزة في الصينية المطلية بالفضة لم تنضج جيدًا. ما لاحظوه هو أن الحرارة المنبعثة من جدران الفرن، مثل أشعة الشمس، تنتقل عبر الزجاج الشفاف لخبز الكعكة، بينما يعكس السطح العاكس تلك الحرارة مرة أخرى.

أظهر لهم هذا أن الصينية الزجاجية خَبزت بشكل مختلف عن المعدنية، إذ يتم تسخين الكعكة في الصينية المعدنية من الهواء الساخن، والحرارة المنبعثة من رف الفرن. في غضون ذلك، كان الزجاج يسمح للحرارة بالدخول إلى الكعكة بطريقة ثالثة، من أشعة الحرارة غير المرئية، مثل الشمس، التي تحمر جلودنا وسطح رغيف الخبز.

لتسويق هذا الزجاج لغرض جديد، احتاجوا إلى اسم يخبر المستهلكين، ومعظمهم من النساء، بما فعله هذا الزجاج الجديد. كانت أول قطعة تجارية في السوق عبارة عن قالب دائري، أطلق عليه في البداية "بايرايت". في عام 1915، تم تغيير اسمها إلى بايريكس، ليرتبط بالمنتج السابق نونكس، ولتبدو أكثر استشرافًا للمستقبل ولإضفاء صبغة طبية، مثل لاتكس أو كيوتكس. كانت مبيعات البايركس ثابتة في البداية، ولكن بعد أن استمعت الشركة واستجابت لاحتياجات العملاء، على سبيل المثال، تقليل وزن آنية الفرن، سرعان ما أصبحت عنصرًا قياسيًّا في المنازل. بحلول عام 1919، بيعت أكثر من 4.5 مليون قطعة من آنية الفرن. لتشجيع المزيد من المبيعات ابتكرت كورنينغ العديد من الأشكال والأحجام والألوان، وتعلمت الدرس من حلقة زجاج السكك الحديدية، مما جعل بايريكس هدية عيد الميلاد المثالية. ومع ذلك، كانت كورنينغ لا تزال تضع عينيها على الزجاج لصنع أدوات المختبر. إن فرصة دخول هذا السوق ستكون هدية الحرب لها.

عام 1915، وبالتزامن مع دخول أمريكا المحتمل في الحرب، أصبح من الواضح للحكومة الأمريكية أنها بحاجة إلى القدرة على صنع الزجاج للتطبيقات العسكرية. كان زجاج بينا يعتبر الأفضل في العالم، لكن الواردات

الألمانية كانت تتضاءل. شُجعت الشركات الأمريكية، مثل كورنينغ لصناعة الزجاج قبل سنوات على إنشاء بديل للزجاج الألماني. تقول الأسطورة إن الرئيس وودرو ويلسون طلب من إدارة كورنينغ تطوير بديل للمنتجات الألمانية التي كانت قيد التحضير. سيتم استخدام هذه العدسات من قبل الجنود الأمريكيين في أجهزة تسديد البنادق، والمناظير بواسطة البحارة في السداسيات، ومناظير الأفق بواسطة الطيارين للكاميرات الجوية، وأجهزة ضبط المسافة بواسطة أطباء الجيش لمقاييس الحرارة وزجاجات الأدوية، وفي المختبر بواسطة الكيميائيين لتركيب المتفجرات.

في الوقت الذي كانت فيه أمريكا على شفا الدخول في هوة الحرب، كان لدى كورنينغ زجاج البوروسيليكات، حيث كانت تركيبات بينا المثالية لا تزال محجوزة في براءات الاختراع الألمانية. تمنت كورنينغ والعديد من الشركات الأخرى أن يتمكنوا من الحصول على هذه الوصفات.

ما قد لا تعرفه الشركات الأمريكية هو أن قوانين وقت السلم لا تنطبق أثناء الحرب. حين دخلت الولايات المتحدة الحرب، صادرت آلاف براءات الاختراع الألمانية (ما يقرب من 20000) كجزء من غنائمها الحربية. تم تفجير الاحتكارات الألمانية التي لا يمكن اختراقها والتي تحميها براءات الاختراع للأصباغ مثل اللون البنفسجي والأدوية مثل الأسبرين، بأحد الأسلحة السرية الأمريكية. لم يكن هذا السلاح قائمًا على الإحراق، بل على تشريع قانون التجارة مع العدو. مع ذلك، أصبح العلم الألماني، علم العدو، لعبة عادلة للأمريكيين والشركات الأمريكية، وكان من بين تلك البراءات الدفينة، وصفات لعدسات مميزة.

بعد الحرب، قدمت كورنينغ كمًّا من منتجات البيريكس الجديدة لتسد النقص في الواردات الألمانية. في المختبرات، توجد الآن أطباق بتري من نوع بيريكس، وأنابيب اختبار وقوارير. في المنازل، هناك أطباق طهي بيريكس، ونوافذ لأبواب الفرن، وأغطية غلايات القهوة. في السيارات، ثمة مصابيح أمامية من بيريكس، وبرطمانات البطاريات، وأغطية مؤشر الضغط.

دخلت أمريكا دون قصد عصر الزجاج، حيث أنشأت كورنينغ صناعة أمريكية جديدة للزجاج العلمي والمتخصص. للحفاظ على هذه الوسادة المريحة التي وفرتها غياب المنافسة تجاه سلعهم الاستهلاكية، دفعت كورنينغ جهودها من أجل التشريع، وهي أداة نما وعيها بها، لمنع تدفق الزجاج الألماني إلى الأسواق الأمريكية بعد الحرب. تم فرض رسوم جمركية ضخمة على الزجاج الألماني، مما منع ألمانيا من احتكار هذه الأسواق كما فعلت في الماضي.

كانت هذه الإجراءات بعيدة عن نظر معظم الأمريكيين والعلماء الذين استخدموا زجاج بايريكس من خلال أطباق بتري الزجاجية لمعرفة أسباب الأمراض، وطوروا عقاقير لمكافحتها في أنابيب اختبار زجاجية. ما لم يعرفه المواطنون والعلماء هو أن الزجاج قدم أيضًا آنية طُبخت بها قصة جديدة للابتكار الأمريكي وبراعته العلمية. لم يكن هناك شك في أن أمريكا كانت قوة علمية عظمى، لكن ما لم يكن معروفًا في ذلك الوقت هو أن الولايات المتحدة لديها الآن اليد العليا، لا سيما في الزجاج، بفضل مزيج غريب من الحرب والكعك.

لا يخلو مختبر علمي من الزجاج. بفضل استخدامنا له، عرفنا كيف

تعمل أجسادنا، وكيف تتحرك السماء، وكيف توجد عوالم أخرى في قطرة ماء. لقد ساعدنا الزجاج على تغيير منظورنا للأمور.

وعلى الرغم من أن الزجاج ساعد في تنظيم حياتنا، إلا أن شفافيته تتجسد بفعل الفوضى التي تسود بين ذراته الداخلية. ليس لدى الذرات الموجودة في الزجاج وقت كافٍ للاصطفاف مثل الجنود، لذا فهي تجلس مجمدة في مكانها في حالة من الفوضى، كما هو الحال في لقطة لأطفال الروضة خلال فترة الاستراحة. إن الزجاج مليء بالفوضى، لكن وضوحه ساعدنا في فهم العالم من خلال العدسات والأكواب والقوارير التي صنعها. منذ العصور القديمة، كان الزجاج موضع تقدير لجماله، لكنه مهد الطريق أيضًا لصناعة الأدوية، والتركيبات الطبية، والعقاقير الجديدة. في نهاية القرن التاسع عشر، ساعد أيضًا عالِمًا لم يكن صديقًا للزجاج على اكتشاف المستقبل.

مُطلق الأشعة الخاص بـ جيه. جيه:

عام 1895، وقبل وقت طويل من الحرب العظمى، كان من الصعب الفصل بين العلم والسحر. في ذلك العام، التقط فيلهلم رونتجن صورة طيفية ليد زوجته باستخدام أشعة غامضة أظهرت عظامها. هذه الأشعة غير المرئية، التي سميت فيما بعد بالأشعة السينية، أطلقت من أداة مصنوعة من المعدن والزجاج بدت وكأنها شيء من مختبر الدكتور فرانكشتاين. ملأت الصحف صفحاتها بصور تلتقط داخل جسم الشخص من الخارج، واقتنى القراء نسخًا منها. كان العلماء أيضًا مفتونين بالأشعة السينية. أراد بعضهم أن يعرف ماذا يمكنهم أن يفعلوا أيضًا، وتساءل آخرون من أين أتوا بهذا

الاختراع. فهم كل هؤلاء العلماء أن بطارية متصلة بجسم دائري زجاجي ممتد تولد تيارًا متوهجًا يسمى شعاع الكاثود، وعندما اصطدمت هذه الأشعة بقطعة من المعدن داخل الجسم الكروي، انبعثت الأشعة السينية. كان تفكيرهم أنه يجب أن يكون هناك المزيد من أشعة الكاثود. لذلك بينما كان العالم كله مبهورًا بالأشعة السينية، كان عدد قليل من العلماء يأملون في العثور على الشيء العظيم التالي في أشعة الكاثود. لم يعلموا أن هذا التيار المشرق سوف يفسر طبيعة العالم من حولنا.

كانت أشعة الكاثود معروفة منذ عقود، ولكن كان هناك إجماع ضئيل حول أصلها، وفي النهاية قتلت بحثًا. مع الاهتمام المتجدد بها، استحوذ العلماء على كل حركة لأشعة الكاثود، وشرعوا في كتابة مقالات وتقارير عن سلوكها، على الرغم من عدم معرفتهم بعد أن أشعة الكاثود تحمل بين طياتها مفتاحًا لفهمهم العلمي. كان الانكفاء على تلك الأشعة الكاثودية سمة شائعة في جميع التفاعلات الكيميائية، وكان هذا الانكفاء هو الإجابة على الأسئلة العلمية بدءًا من كيفية عمل المحمصات إلى كيفية نشأة الكواكب.

كانت أشعة الكاثود بمثابة القطرات التي غذت نهرًا من التقنيات الحديثة بدءًا من أجهزة التلفزيون مرورًا بأجهزة الكمبيوتر ثم إلى الهواتف المحمولة. لم يكن هؤلاء العلماء الأوائل على علم بأن داخل شعاع الكاثود جزءًا من الذرة لا يعلمون بوجوده - الإلكترون. لكن فك رموز لغز أشعة الكاثود تطلب الكشف عن أدلة، تمامًا مثلما استخدم الشخصية الشهيرة شيرلوك هولمز عقله وعدسته المكبرة لحل الألغاز، كان على العلماء أيضًا مراقبة أشعة الكاثود تحت الزجاج. بالنسبة لبعض العلماء، كان هذا اللغز

ممتعًا جدًّا بحيث لا يمكن رفضه، وكان چوزيف چون طومسون واحدًا منهم. كان هذا الرجل القصير من القرن التاسع عشر هو الذي سيحقق القفزة العملاقة التي جعلت تقنيات القرنين العشرين والحادي والعشرين ممكنة.

بدت قدرة طومسون في الإجابة على أحد أكبر الأسئلة في عصره مشكوكًا فيها عندما كان يبلغ من العمر أربعة عشر عامًا عام 1870. كل ما أراده هو أن يكون عالم نباتات. كطفل صغير نشأ بالقرب من مدينة مانشستر بإنجلترا، كان ينفق كل مصروفه على مجلات البستنة الأسبوعية. أراد والده، بائع الكتب المتواضع، أن تكون له مهنة مستقرة كمهندس. كان العمل كمهندس جيدًا، حيث حولت مصانع النسيج في مانشستر القطن الأمريكي إلى سلع. لإرضاء والده، التحق جيه.جيه كما كان يُلقب چوزيف چون طومسون، بكلية أوين في مانشستر عام 1870. ولكن عندما توفي والده، سارع للبقاء في المدرسة من خلال الفوز بالمنح الدراسية. التحق بكلية ترينيتي في كامبريدج لدراسة الرياضيات، واختار جمال الأرقام، بدلًا من فائدتها، كما هو الحال في الهندسة. كان السير على الأرض المقدسة التي كان يمشي عليها السير إسحاق نيوتن إنجازًا لأي شخص ابن بائع كتب. لكن جيه.جيه لم يناسبه هذا أبدًا.

ربما لم يجد جيه. جيه نفسه في هذه الجامعة القديمة، لكن عبقريته كانت بالتأكيد في مكانها المناسب هنالك. بحلول عام 1895، كان طومسون رئيسًا لمختبر كافنديش في جامعة كامبريدج في التاسعة والثلاثين من العمر، وارتقى ليصبح أستاذًا للرياضيات شارد الذهن. كانت نظارته في وضعين - أحدهما

على أنفه، حين يفكّر، والآخر على جبهته، حين يفكّر أكثر. لم يزعج دماغه بالقلق من مظهره لذلك كان شعره طويلًا وشاربه كثًّا وذقنه حليقة بشكل سيئ. كان دماغه مزدحمًا بالأفكار المجردة، لذا فإن بحثه الجديد عن أشعة الكاثود يعني أنه سيكون هناك مساحة أقل للقلق بشأن الأشياء العادية.

كان الكشف عن أصل أشعة الكاثود لغزًا مثاليًّا لـ جيه.جيه لأنه تحداه بربط الأفكار المجردة بأحداث يمكن ملاحظتها. تُطلق أشعة الكاثود من وصلة كهربائية إلى أخرى داخل أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء، وكان هناك اعتقادان متناقضان بين العلماء حول كيفية تحرك أشعة الكاثود في العالم. اعتقدت إحدى المجموعات أن أشعة الكاثود عبارة عن موجة مجعدة في الأثير. وخلص آخرون إلى أن الحزمة تتكون من أجزاء صغيرة من الجسيمات تعمل معًا، مثل سرب من الطيور المهاجرة. قال جيه جيه: "لم يكن أي من الجانبين محقًّا تمامًا ولا مخطئًا بشكل قطعي"، كان هناك دليل يدعم كلا الفكرتين، لكن شعاع الكاثود لا يمكن أن يكون أحدهما.

كانت إحدى الطرق المحددة لمعرفة ما إذا كان شعاع الكاثود عبارة عن موجة أم جسيم هو مراقبة حركته تحت تأثير المغناطيس. كانت هناك نظرية قديمة تقول إذا كانت أشعة الكاثود تطير دون أن يزعجها المغناطيس، فإنها تكون موجة؛ وإذا انحرف المغناطيس عن الشعاع، فهي مكونة من جزيئات. أراد جيه.جيه اختبار هذه النظرية وعلم أنه قبل بضع سنوات، عام 1883، أجرى عالم آخر نفس التجربة. لم تتحرك أشعة الكاثود عندما كان المغناطيس قريبًا، مما دعم حُجة الموجة، لكنه اعتقد أن هناك خطأ ما في تلك المحاولة السابقة. لقد تطورت الأدوات العلمية منذ ذلك الحين، وأصبح يمكنها

سحب المزيد من الهواء من الأنبوب الزجاجي لخلق فراغ أفضل. كان الفراغ ذو الهواء الأقل هو الموطن الذي تزدهر فيه أشعة الكاثود بشكل أفضل. لذا، أراد جيه.جيه، الذي كان يعتقد أن أشعة الكاثود مليئة بالجسيمات، تكرار هذه التجربة القديمة باستخدام أنبوب زجاجي ذي هواء أقل، والذي أصبح متوفرًا بفضل الفراغ المُطَّور.

لسوء الحظ، لم تُترجم عبقرية جيه. جيه الرياضية إلى براعة يدوية. فهذا الرجل الصغير كانت تعوزه اللباقة والبراعة في موقف يقتضيهما، كالثور في متجر خزفيات. عندما زار طلابه في المختبر، شعروا بالذهول عندما عرض عليهم المساعدة، وسرعان ما حاولوا إبعاد الأشياء الهشة عن طريقه. ثم أخذوا نفسًا عميقًا عندما جلس على كرسي المختبر للتحدث. لم تكن الحياة أفضل في المنزل؛ إذ لم تسمح له زوجته باستخدام مطرقة فيه.

احتاج جيه.جيه إلى المساعدة في تجاربه وحصل عليها من مساعد كيمياء سابق؛ إيبينزر إيفيرت. في حين أن اسم إيبينزر يستحضر صورة بخيلة، كان إيفيرت رجلًا محطمًا ذا شارب ومظهر جيد يشبه رعاة البقر، مع انحناءة بسيطة ليبدو أقصر طولًا. لا يُعرف سوى القليل عن إيفيرت هذا، باستثناء أنه كان صبورًا وموهوبًا في صنع الأواني الزجاجية للمختبر، بداية من زجاج جير الصودا العادي إلى أعمال فنية تُرضي صانع زجاج مورانو[1]. كانت موائد المختبر مليئة بالتركيبات الزجاجية لإيفيرت، ومثبتة في مكانها بأقواس

(1) مورانو هي إحدى جزر مدينة البندقية الإيطالية، وتشتهر بصناعة أفضل أنواع الزجاج. (المترجم)

خشبية، ومزودة بأسلاك على كل سطح ومعلقة في الهواء. كان إيفيرت القوة العلمية لدماغ جيه.جيه.

ابتداءً من أواخر عام 1896، أراد جيه.جيه أن يضع مضمارًا حاجزًا لأشعة الكاثود لحسم هذا الجدل حول الموجة/ الجسيمات. صنع إيفيرت مصباحًا زجاجيًّا متطورًا بداخله قطع، تذكرنا بنموذج سفينة في زجاجة. على أحد طرفي الزجاج، علق دبابيس معدنية مثبتة بأطراف بطارية لإنتاج أشعة الكاثود. داخل الزجاج، انتشرت أشعة الكاثود في اتجاهات عديدة مثل خروج الماء من الخرطوم وتم تركيزها في مجرى ضيق، مع شقين يعملان مثل فوهة. ثم اصطدم هذا الشعاع بالسطح الداخلي لمصباح مستدير، باعثًا توهجًا أخضر.

تتطلب أشعة الكاثود وجود القليل جدًّا من الهواء داخل الأنبوب الزجاجي. قال جيه.جيه: "كان قول ذلك أسهل من فعله". لإزالة الهواء، صب إيفيرت الزئبق السائل في وعاء قائم، وربطه بمصباحه الزجاجي عن طريق جسر زجاجي. عندما سقط السائل الثقيل، امتص الهواء عبر الجسر من المصباح الزجاجي، مما أدى إلى حدوث فراغ. استغرقت إزالة الهواء في بعض الأحيان معظم اليوم، لذلك بدأ إيفيرت في الصباح قبل إعصار قدوم جيه.جيه طومسون إلى المختبر في فترة ما بعد الظهيرة.

إن الزجاج وحده هو ما يصلح لهذه التجارب. لن ينجح النحاس، ولا أي معدن لهذا الأمر، لأنه سيدفن أشعة الكاثود. ولن يجدي الخشب أو الطين نفعًا أيضًا، لأنهما لا يستطيعان شغل الفراغ. ولم يكن اختراع

البلاستيك الشفاف قد خرج للنور بعد. كان الزجاج أفضل حافظ للفراغ؛ شفاف، وغير موصل للكهرباء، ومرن لخيال المخترع. لكن، في الغالب، كان الزجاج حيويًا في العلوم لأنه سمح للعلماء بالقيام بما يفعلونه بشكل أفضل، وهو استخدام قوتهم في الملاحظة - وهذا ما برع فيه جيه.جيه.

في بعض الأحيان، اشتكى جيه.جيه إلى زملائه بشأن الأواني الزجاجية الخاصة به. قال: "اعتقدت أن كل الزجاج في المكان مسحور". الوصفات القياسية للزجاج لم تكن قد وضعت بعد. كانت بعض أجزاء الأنبوب الزجاجي أكثر ثراءً في المكونات الرئيسية من غيرها. يتطلب البناء بالزجاج أن تكون المكونات متجانسة، بحيث تذوب عند نفس درجة الحرارة. وبعد مرور عدة ساعات من العمل، كشفت قطعة زجاجية عن مدى جودة التماسك المحقق. في بعض الأحيان كان الزجاج يهمس مع تسرب هواء صغير أن هناك شيئًا ما خطأ، وفي أحيان أخرى كان يصرخ منفجرًا. كان الزجاج مزاجيًا، وكان على إيفيرت الاعتناء به مثل الأطفال حديثي الولادة.

في صيف عام 1897، أكمل إيفيريت مضمار حاجز جيه. جيه طومسون لاختبار أشعة الكاثود. أدخل لوحين معدنيين إضافيين ووصلهما ببطارية أخرى، محدثًا مجالًا كهربائيًا، كوسيلة لدفع الأشعة. عندما شغَّل إيفيرت الأداة الغريبة الشكل، رأى ج.ج أن شعاع الكاثود يتحرك لأسفل ناحية اللوحة المعدنية المتصلة بالطرف الموجب للبطارية. وهذا ما أخبره أن الأشعة تحمل شحنة سالبة. ثم وضع إيفيرت مغناطيسًا ضخمًا على شكل حدوة حصان حول مركز الأنبوب الزجاجي، وعندما قام بتشغيله، رأى ج.ج أن شعاع الكاثود قد تحرك لأعلى، مثل الطيور المهاجرة التي اجتاحتها

رياح قوية. من حسابات ج.ج الرياضية، المكتوبة على ظهر قصاصات عشوائية من الورق، كان قادرًا على استنتاج أن شعاع الكاثود مصنوع من أجزاء صغيرة مشحونة كهربائيًّا بشحنات سالبة. توصل إلى أنها أصغر حجمًا من الذرة، وبالتالي فهي أصغر جزء من المادة تم اكتشافه حتى الآن. وعندما كرر هو وإيفيرت هذه التجارب باستخدام صفائح معدنية مختلفة وبغازات مختلفة داخل الأنبوب، رأى ج.ج أن هذه الشحنات السالبة الصغيرة نفسها موجودة في جميع المواد. أطلق على هذه الجزيئات الصغيرة جسيمات، لكنها عُرفت فيما بعد باسم الإلكترونات.

غيَّر اكتشاف ج.ج العالم، لكنه لم يستطع التنبؤ بحدوث ذلك. وجد هذا الرجل الصغير الغريب الإلكترون الذي يشبهه، وفتح بابًا في العلم للتوسع في فهم المادة. لقد منحنا اكتشاف الإلكترون أدلة حول كيفية تشكل المجرات، والنجوم، والذرات، وتفسير تبادل الإلكترونات بين الذرات في الروابط الكيميائية، كيف أصبحت الغازات الساخنة المتولدة من الانفجار العظيم في النهاية نحن. كشف هذا الاكتشاف أيضًا عن اللبنة الأساسية للتكنولوجيا. بواسطة الإلكترون، سيصل العلماء إلى فهم طريقة عمل الدوائر الكهربية، والكهرباء الساكنة، والبطاريات، والكهرباء الانضغاطية، والمغناطيس، والمولدات، والترانزستورات. لقد ازدهر والمجتمع والتكنولوجيا بفضل سبر أغوار الإلكترونات.

عندما نشأ طومسون، لم تكن هناك العديد من الاختراعات التي نستهين بها الآن. لم يكن هناك سيارة ولا طائرة ولا ضوء كهربائي ولا هاتف ولا راديو. لكن الإلكترونات الموجودة في زجاجه، والتي تتكون من الكهرباء،

ستعمل على تشغيل كل هذه الآلات بالإضافة إلى التطورات اللاحقة مثل أجهزة الكمبيوتر، والهواتف المحمولة، والإنترنت. على الرغم من ذكاء ج.ج لم يكن بإمكانه أبدًا أن يتنبأ بأن هذا العلم المجرد سيكون له آثار عملية. لكنه حدث، وكان لديه الكثير. بواسطة اكتشافه، دُفعت الإنسانية إلى عصر جديد - عصر إلكتروني. ومع ذلك، لم تكن أي من هذه التقنيات لتحدث لولا القدرة على رؤية الإلكترونات وهي تعمل. لقد أصبح عالمنا الحديث ممكنًا بفضل مادة الزجاج القديمة العتيقة.

الفصل الثامن

فكر

كيف أدى ابتكار مفاتيح الهاتف البدائية الى ظهور رقائق السيليكون المستخدمة في أجهزة الكمبيوتر، ومن ناحية أخرى أعادت تشكيل أدمغتنا.

البحث في جوجل:

كان من المتوقع أن يكون فينياس غيج قد مات. بعد ظهر يوم 13 سبتمبر 1848، وقع حادث مروع يوم أربعاء معتاد في موقع بناء ليس ببعيد عن الجبال الخضراء في فيرمونت. كان غيج، رئيس عمال سكة حديد، وسيم يبلغ من العمر 25 عامًا، وضع البارود في حفرة، كما فعل مئات المرات لتركيز الانفجار، مستخدمًا الطرف المسطح لقضيب "الدك". لكنه لم يكن منتبهًا في هذا الوقت المشؤوم. كان القضيب الذي يأخذ شكل إبرة خياطة عملاقة في قبضته عندما كشط حجرًا، محدثًا شرارة. دفع البارود المشتعل القضيب البالغ طوله ثلاثة أقدام وسبع بوصات إلى وجهه، وانزلق تحت خده الأيسر أسفل عينه اليسرى، ثم على دماغه، متجاوزًا منبت شعره، محدثًا قعقعة لمسافة عشرين ياردة خلفه. ثلاثة عشر رطلًا من الحديد، ذات طرف عريض مثل قلم رصاص وقاعدة بعرض الدولار الفضي، قفزت إلى أعلى، وسقط غيج على الأرض. بعد لحظات قليلة، اِسْتَعَادَ جسد غيج نَشَاطَهُ، مثل لعازر،

وسرعان ما وصف ما حدث حتى أنه ساعد نفسه على العَربة للحصول على رعاية طبية بينما يتدفق الدم من الجروح في رأسه ووجهه.

سيعيش غيج إحدى عشر سنة أخرى؛ قال طبيبه إن لديه "إرادة حديدية وجسد حديدي". على الرغم من أن جسده كان سليمًا إلى حد ما، إلا أن عقله لم يكن هكذا. قبل الحادث، كان غيج ذو الشعر الطويل الداكن، شابًا ودودًا، ذكيًّا، محل ثقة، ومفضلًا لدى عماله؛ بعد الحادث، أصبح سريع الغضب، وغير منتظم، وشبيهًا بالأطفال، كان بغيضًا بشدة. قال العديد من أصدقائه أن غيج بعد الحادث لم يعد كما كان قبله. لقد أظهر تحول السيد جيكل والدكتور هايد للأطباء الأوائل كيف يمكن للمخ أن يتغير. أما اليوم، اكتشف علماء الأعصاب المزيد عن الدماغ وتعلموا أنه يمكن تعديله بطرق كبيرة وصغيرة. إذ يمكن للدماغ أن يتغير في الواقع من خلال بيئته. بالنسبة لـغيج، غيَّر القضيب الحديدي شخصيته بشكل ملحوظ وعلى الفور؛ وبالنسبة لنا، ببطء، تتحول أدمغتنا، وبشكل خفي بواسطة أجهزة الكمبيوتر، والإنترنت.

في حين أن الدماغ لا يزال لغزًا، إلا أننا نفهم الكثير عن كيفية عمله منذ أن قام أطباء الولاية بفحص غيج. لا يخفى على العلماء أن مناطق معينة من الدماغ لها وظائف محددة؛ لقد أصيب دماغ غيج في الجزء الأمامي من رأسه، وهناك يكمن سبب تغير سلوكه.

يمكن تشبيه شكل الدماغ بنصف حبة عنب على عصاة، مع غصن من الزينة على الجانب الخلفي السفلي. العنب هو المخ. العصا هي جذع الدماغ.

والزينة هي المُخيخ. ينظم جذع الدماغ الوظائف التلقائية (مثل التنفس، ونبض القلب)، ويتحكم المخيخ في التوازن والتنسيق، لكن المخ هو ما يجعلنا على ما نبدو عليه. إن المخ ببساطة هو المكان الذي نفكر، نشعر، نتذكر، نتحدث، نبتكر من خلاله. ويتحكم الجزء الأمامي من الدماغ، المسمى بالفص الأمامي، في الوظائف التنفيذية مثل الانتباه والتركيز والتنظيم والتحكم في الانفعالات؛ وكان هذا الجزء من دماغ غيج هو الذي دفعه القضيب الحديدي، وهو ما يفسر سبب تشتت انتباهه، وكونه غير جدير بالثقة، ومتشنجًا، ويتحدث وكأنه بلا دين. كان ذلك الجزء من دماغ غيج مصدر قلق وقتذاك، ولكن أجزاء الدماغ التي تعالج وتخزن المعلومات هي مصدر قلق لنا اليوم، حيث يتم تغيير وظائفها بواسطة أجهزتنا.

على مدى أجيال، ساد اعتقاد مفاده أن بعد مرحلة معينة من الحياة، يصبح الدماغ ثابتًا إلى الأبد. كان العلماء في ذلك الوقت مقتنعين بأن ليس ثمة طريقة لإنشاء روابط أو تعلم أشياء أو اكتساب مهارات جديدة. بمعنى آخر، كان الدماغ يعتبر كلبًا عجوزًا لا يمكنه تعلم حيل جديدة. هذا يعني أنه لا يمكن للمرء أبدًا تعلم تحدث اللغة الإسبانية، أو العزف على الجيتار، أو تعلم طهي المأكولات الجنوبية عندما يكبر في السن. لكن الآن للعلماء رأي مختلف. إذ يمكن للدماغ أن يتعلم أشياء جديدة؛ إنه قابل للتشكيل، ويمكنه إعادة خلق مسارات. لذا يطلق العلماء عليه الدماغ البلاستيكي.

لقد كان تشكيل دماغنا جزءًا من تطورنا. إن أدمغتنا هي في الأصل أدمغة الجنس البشري، التي خُلقت منذ ما يقرب من 200000 عام، من سلالة نشأت في إفريقيا. أدمغتنا هي أدمغة العصر الحجري، لكن تقنياتنا

عززتها. لقد سمحت أداة النار البسيطة لأدمغة الإنسان المنتصب القديم بالنمو. فمن خلال تقليل الطاقة اللازمة لمضغ الطعام النيء وهضمه، أدى الطهي إلى تحرير موارد الجسم، مما ساعد في بناء أدمغة كبيرة. في وقت لاحق، سمحت لنا المطبعة بمشاركة الأفكار من خلال انطباعات منقولة ومطبوعة على الصفحات. ومن خلال نشر المعلومات على نطاق واسع، وسع الكتاب مداركنا بفرص أكبر للتفكير. لم ينته تكيف دماغنا عند هذا الحد، وإنما استمر حتى القرن الماضي، حيث يمتلك الجيل الذي نشأ على الاستماع إلى الراديو مهارات سمعية وخيالية مختلفة عن الأجيال التي نشأت مع المهارات البصرية التي عززها التلفزيون. إن وسائل الإنترنت، وأجهزة الكمبيوتر التي تمكننا من ذلك، هي التكنولوجيا القادمة لتمديد أدمغتنا البلاستيكية.

لا يستغرق تغيير أدمغتنا الكثير من الوقت، بل يحدث على مدار العمر. لقد تحقق العلماء - وأثبتوا - مرونة أدمغتنا، باستخدام كاميرات خاصة، مستخدمين تقنية تسمى التصوير بالرنين المغناطيسي، والتي يمكنها النظر في الدماغ الحي ومشاهدة عمله. لقد وجد الباحثون أن الموسيقيين المهرة لديهم جزء من الدماغ (في القشرة الدماغية) أكبر من غيرهم. كما أن سائقي سيارات الأجرة في لندن، بمعرفتهم للشوارع عن ظهر قلب، عززوا من مراكز الذاكرة في أدمغتهم؛ حتى الأشخاص الذين تعلموا كيفية التوفيق في دراسة علمية استمرت عدة أسابيع قاموا بتمديد جزء من الفص الجداري في أدمغتهم. لقد أوضحت هذه والعديد من الدراسات الأخرى أنه يمكننا تعديل أدمغتنا. لكن هذا الخبر رائع ومقلق في ذات الوقت. إن مرونة الدماغ هبة، قوة خارقة من المرونة لأعجوبة تزن ثلاثة أرطال في رؤوسنا. لكن هذه

القدرة تعني أيضًا أن أدمغتنا يمكن أن تتغير بفعلنا أو بدونه. في عصرنا الحالي، يعد استخدام الإنترنت مستمرًا، ومنتشرًا، وحاضرًا دائمًا. وهذا يعني أن شبكة الويب لا توسع فقط نطاق ما يمكننا القيام به، بل تغير طريقة تفكيرنا.

هناك العديد من أوجه التشابه بين أدمغتنا وأجهزة الكمبيوتر الخاصة بنا. يتكون الدماغ من مسارات معقدة مع وسائل لإرسال المعلومات إلى أجزاء أخرى، ومعالجتها وتخزينها. ويحتوي أيضًا الكمبيوتر على دوائر كهربائية لإرسال المعلومات عبر أسلاك معدنية دقيقة؛ ومع ذلك، فإن معالجة المعلومات، ومخاطبة أجزاء أخرى من الكمبيوتر، تتطلب عقولًا بشرية لتطوير مكون آخر، الأمر الذي قد استغرق بضعة قرون حتى تصبح أجهزة الكمبيوتر كما نعرفها.

إن نضج أجهزة الكمبيوتر الحديثة يتوقف على إنشاء ترانزستور السيليكون، والذي يمكنه بدء وإيقاف تدفق الكهرباء، مثل الصنبور. وببساطة مثل إيقاف التيار وتشغيله، كانت هذه القدرة كافية لإنشاء لغة لأجهزة الكمبيوتر بناءً على هاتين الحالتين الثنائيتين "تشغيل" و"إيقاف"، مما سمح للترانزستورات بالتحدث بعضها مع بعض. معًا، وجنبًا إلى جنب، جعلت الترانزستورات نفسها مع كودها الثنائي أكبر من مجموع أجزائها. داخل أجهزة الكمبيوتر، ترسل الترانزستورات رسالة إلى ترانزستورات أخرى لمعالجة أو حساب أو تنفيذ عمليات منطقية، مما مكن الكمبيوتر بأكمله من التفكير. لكن كل هذه الأجزاء لم تتحد حتى القرن العشرين. بدأ المسار في القرن التاسع عشر، مع سلف ترانزستور السيليكون، مفتاح

الكهرباء العادي.

نشأ ترانزستور السيليكون الموجود داخل أجهزة الكمبيوتر الأكثر تطورًا لدينا من الرغبة في التبديل الكهربائي. هذه الترانزستورات، التي يتم تصنيعها اليوم كل عام بأرقام فلكية، أدت إلى تطور الكمبيوتر، وإلى تطور دماغنا في نهاية المطاف. لقد أظهر التأرجح بين الدماغ البشري وعقل السيليكون كيف يتم إعادة صنع المبتكر بواسطة ابتكاره. لكن أولًا، قبل أن يصبح الكمبيوتر مجرد فكرة، أعطت الرغبة المتواضعة في التواصل مع بعضنا بعضًا عبر أسلاك الهاتف، متعهد دفن الموتى الذي تحول إلى مخترع، فكرة غيرت مسار القرنين التاليين للبشرية. بدأت هذه الرحلة إلى الترانزستور مساء أحد أيام الجمعة في نيو هافن، كونيتيكت، في عام 1877.

مقابض إبريق الشاي وأسلاك الملابس الداخلية:

في 27 إبريل 1877، اصطف الناس لدفع 75 سنتًا لدار أوبرا سكييف في نيو هافن، كونيتيكت لحضور "حفلة الهاتف" مساء الجمعة من قبل ألكسندر جراهام بيل البالغ من العمر ثلاثين عامًا. اخترع بيل الهاتف عام 1875 وأحدث ضجة في المعرض المئوي لعام 1876 في فيلادلفيا، حيث كان اللورد كلفن مفتونًا بـ"الشيء الرائع" الذي اخترعه بيل لدرجة أنه كان لا بد من جعله يحرز تقدمًا. على خشبة مسرح نيو إنجلاند العارية، وقف بيل جوار طاولة صغيرة بهاتفه المتكون من صندوق خشبي مستطيل، طويل بما يكفي لحمل حذاء، مع فوهة في نهايته، وصندوق آخر مثله معلق من السقف وآخر في مؤخرة الصالة. تحدث بيل في الفوهة، وخرج صوت بلا جسد.

عند سماع الصوت، رد 300 شخص من الجمهور، بشكل عفوي، برعد من التصفيق.

كان منشئ الصوت توماس إيه واتسون، مساعد بيل البالغ من العمر 23 عامًا، والذي سمع قبل عام بيل يدعوه عندما كان واتسون في غرفة مجاورة أعلى مبنى في بوسطن. الآن، على بعد ثلاثين ميلًا من واتسون في ميدلتاون، كونيتيكت، كانت أسلاك التلغراف تنقل أصواتهم من وإلى هواتفهم. انبهر جمهور نيو هافن عندما استرقوا السمع لهذه المحادثة الهاتفية.

"أداء أكثر مثير للاهتمام، لم يتم تقديمه في هذه المدينة أبدًا"، كما جاء في سجل نيو هافن المسائي. بعد العرض، شرح بيل كيف يوظف الهاتف الاهتزازات. وتحدث عن كيف ستكون أداته في كل منزل متصلة بمكتب مركزي. تجذرت هذه الفكرة في أحد أفراد الجمهور. كان اسمه چورچ. دبليو. كوي.

بعد المحاضرة مباشرة، تحدث كوي مع البروفيسور بيل على أمل توصيل الهواتف إلى ولاية كونيتيكت. كوي، بشاربه الكث الذي يجعل وجهه الصبياني يبدو أكبر سنًّا، كان من قدامى المحاربين في الحرب الأهلية الذين فقدوا استخدام يدهم اليسرى، لكن هذا لم يمنعه من أن يكون مجتهدًا. عمل كمدير محلي في شركة أتلانتيك أند باسيف تلغراف لمدة ثماني سنوات وبدا وكأنه عمل بها لفترة طويلة. بعد التعرف على الهاتف، قال كوي، "لقد بدأت على الفور" في صنع نظام بدالة الهاتف. منحه بيل الحق ليؤسس امتياز هاتف في 3 نوفمبر 1877، وبعد بضعة أشهر، افتتح كوي شركة هاتف

مقاطعة نيو هافن، حيث يمكن توصيل الهواتف، التي تعتبر " أعظم اختراع في السنوات الأخيرة"، بلوحة كوي للمفاتيح المبتكرة.

حصل كوي على واحد وعشرين مشتركًا من الجزارين، والصيادلة، والمنازل، وصانعي العربات، الأمر الذي مكنه من بدء عمله رسميًا في يوم شتوي غائم وثلجي في 28 يناير 1878. يقع مكتبه المركزي في الطابق الأرضي من مبنى بوردمان المكون من ستة طوابق في نيو هافن، في ركن مزدحم بوسط المدينة في 219 شارع تشابل. تم تزيين هذا المكتب الضيق القصير ذي الواجهة الأمامية، على نحو طفيف، على شكل عربة سكة حديد، وبجواره صندوق استخدمه كمنضدة استقبال وصندوق صابون ككرسي. قُدم الأثاث الحقيقي الوحيد، المتمثل في كرسي بذراعين جيد الاستخدام، للعملاء. مُستَنِدًا إلى طاولة، متكئًا إلى الحائط، جلس على لوح خشبي بحجم ممسحة الأرجل، حوالي قدمين في ثلاثة أقدام. كانت هذه هي تذكرة كوي إلى المستقبل وقلب عمليته - مركز خُطُوط الْهَاتِف.

قام كوي بالتقاط المواد المتاحة له بسهولة من مدينته ومنزله، ثم قام بإدخال مسمار ربط مربع الرقبة في اللوحة السوداء المصنوعة من خشب الجوز، والتي كانت بمثابة نقاط النهاية لخطوط الهاتف الخاصة بالعميل. رُبطت المسامير بمقابض رافعة، وأخرى مأخوذة من أقداح الشاي، وعلى الجانب الخلفي، رُبطت المسامير ببعضها بعضًا بأسلاك من الملابس الداخلية للسيدة كوي. خرجت من اللوحة أسلاك التلغراف السميكة، ثم خرجت من النافذة الخلفية وواصلت مسيرتها على الأسطح وقمم الأشجار، حتى وصلت في النهاية إلى منازل زبائنه.

يتطلب توصيل شخصين على جهاز كوي الغريب تلقي مكالمة أحد المشتركين وتحريك إشارته الكهربائية عبر لوحة التبديل بسلسلة من المفاتيح، إلى الوجهة النهائية للمكالمة، بالطريقة التي يتحرك بها حَجَرُ الشطرَنْج على الرقعة. العديد من الخطوات مطلوبة للقيام بذلك. أولًا، يضغط المتصل في المنزل على زر يرن الجرس في المكتب المركزي، لطلب مساعدة عامل التشغيل. ثم يقوم المُشغل بتحريك مفتاح للاتصال بالخط. كليك. لسماع المُتصل من خلال سماعة الرأس، يقوم العامل بتحريك مفتاح آخر. كليك. بعد معرفة الشخص الذي يريد المتصل الوصول إليه، يضع المشغل المتصل قيد الانتظار، ويقوم بإيقاف تشغيل سماعة الرأس الخاصة به. كليك. ثم يجري المشغل اتصالًا جديدًا مع خط آخر، إلى طرف آخر، بمحول آخر. كليك. للاتصال بهذا الشخص، يقوم المشغل بتوصيل جرس بهذا الخط بواسطة مفتاح. كليك. ثم يعاود العامل تشغيل سماعة الرأس الخاصة به وينتظر. كليك. عندما يتواصل ذلك الشخص الآخر أخيرًا، يوقف العامل تشغيل سماعة الرأس الخاصة به. كليك. بعد ذلك، تبدأ المحادثة، التي أصبحت ممكنة من خلال سلسلة من النقرات على المفاتيح.

بقدر ما كانت لوحة التبديل هذه بدائية، كانت قادرة على التعامل مع محادثتين فقط في وقت واحد، فقد ساعدت على تحقيق توقع ألكسندر جراهام بيل بأن أسلاك الهاتف ستصل إلى المنزل، "تمامًا كإمدادات الغاز والماء"، وأن المواطنين سيرون الهاتف على أنه "ليس من الكماليات بل من الضروريات." لجعل أسلاك الهاتف الكهربائية ممكنة مثل إمدادات الغاز والمياه، كانت هناك حاجة إلى وسيلة لتشغيل وإيقاف الإشارات الكهربائية. الماء له صنابير،

والغاز لديه صمامات، والإشارات الكهربائية للمكالمات الهاتفية تحتوي الآن على مفاتيح، والتي كانت صميم اختراع كوي.

سرعان ما استحوذ الهاتف على خيال الجمهور ونمَّى المكتب المركزي لوحة مفاتيح التبديل لتلبية الطلبات. عندما بدأت لوحات المفاتيح، كان الأولاد الصغار يتولون العمل عليها. في ذروتها، كانت لوحات مفاتيح تبديلات الهاتف يعمل عليها العشرات والعشرات من النساء، اللائي كن أكثر تهذيبًا وأفضل سلوكًا من الأولاد. أدى نمو عدد الهواتف إلى ظهور المزيد من المفاتيح، والمزيد من الفتيات، والمزيد من المفاتيح، والمزيد من الفتيات، وهكذا دواليك. ولأن لوحة التبديل أصبحت أبسط، أضحت مهمة المشغل أكثر تعقيدًا، من خلال استكشاف الأخطاء وإصلاحها واتخاذ القرارات نيابة عن العميل. في الأساس، أصبحت عاملة الهاتف، أو " فتاة تحويل المكالمات"، هي المفتاح. وفي النهاية، أطلق الهاتف ترابطًا بين آلة الهاتف والفتيات، وسيظل هذا التعايش قائمًا إلى أن يأتي متعهد الجثث المزاجي من مدينة كانساس سيتي.

تعهد سري:

أغلق ألمون ستروجر الباب خلف مصلح الهاتف. كان هذا طقسًا أسبوعيًّا لمتعهد دفن الموتى صعب المراس، الوافد من مدينة كانساس سيتي بولاية ميسوري. ابتداءً من عام 1888، سن ستروجر عادة الاتصال والشكوى والسب في المكتب المركزي لشركة هاتف ميسوري وكانساس، معتقدًا أن هاتفه لا يعمل. في زيارة نموذجية، قطع عامل الإصلاح الذي لا

لوم عليه مسافة عشر دقائق سيرًا على الأقدام إلى شركة متعهد دفن الموتى، في شارع ويست ناينث، للبحث عن سبب مشاكل ستروجر. قام المصلح بتنفيذ خطوات فحص الخط، عن طريق تدوير كرنك الهاتف لدق الجرس في لوحة التبديل الرئيسية. عندما ردت عاملة الهاتف، نجحت في إجراء المكالمات من خط ستروجر ثم إليه. كل شيء يعمل بشكل جيد، ثم أشار المصلح في تقريره إلى أنه لا يمكنه العثور على المشكلة. على الرغم من ذلك، لم يكن ستروجر راضيًا. كان مقتنعًا بأنه يخسر عمله بسبب المكالمات المفقودة، ويشتبه في أن "فتيات تحويل المكالمات[1]"، أو مشغلي الهاتف، هم الجناة. أقسم ستروجر على أنه سيتخذ إجراءً حيالهم.

كان ألمون براون ستروجر (1839-1902) رجلًا قصير القامة سريع الغضب. وُلد بعد سنوات قليلة من ولادة التلغراف، ونشأ في بينفيلد، نيويورك، في ضواحي مدينة روتشستر، حيث استقر أجداده قبل جيلين. على الرغم من جذوره العائلية المتجذرة في هذه المدينة، عانى ستروجر من حب التجوال، وفي عيد ميلاده الثاني والعشرين تم تجنيده في الحرب الأهلية، وانضم إلى الفرقة أ من فوج الفرسان الثامن بنيويورك. بـ 110 أرطال فقط، عوض ستروجر، بلحيته الكاملة ونظرته الصارمة، أي عيوب كونه محبًّا للشجار وشجاعته كعازف بوق في الخطوط الأمامية، موجهًا تصرفات القوات بأصواته. أصيب في وينشستر، وأصبح ملازمًا ثانيًا، ثم مُنح إعفاء

---

(1) فتيات تحويل المكالمات: اشتهر في بدايات عصر الهاتف هذا المصطلح وكانت تلك الفتيات تحمل لقب Hello girls.(المترجم)

مشرف في 8 ديسمبر 1864. لكن الحرب لم تتركه أبدًا. كان معروفًا أنه غريب الأطوار، وسريع الغضب، ومتصلب الرأي.

بعد الحرب الأهلية، ارتد ستروجر إلى ولايات مختلفة، بما في ذلك أوهايو، وإلينوي وكانساس، حيث قام بالتدريس والزراعة في كل منها. عندما وصل إلى توبيكا، كانساس عام 1882، مع زوجته الثانية وفتاتيه، قرر أن يكون له مهنة مميزة. ولأن التدريب من أجل أن يصبح طبيبًا أو طبيب أسنان يستغرق وقتًا ومالًا، فقد تلقى دروسًا في تعهد دفن الموتى.

في عام 1882، اشترى ستروجر عيادة ويليام ماكبراتني في شمال توبيكا، للعثور على عمل مستقر. أراد أن يطور أعماله، رغم ذلك، كان بحاجة للانتقال إلى مدينة أكثر كثافة سكانية. بحلول عام 1887، انتقل إلى كانساس سيتي بولاية ميسوري واشترى مشروعًا آخر للقيام بذلك. ولكن سرعان ما بدأت مشاكله مع شركة الهاتف.

ذات يوم، عندما جاء ستروجر إلى مكتبه، نزع معطفه الداكن، وجلس على مكتبه يقرأ الصحيفة. أثناء مطالعته قسم النعي، رأى أن صديقًا له قد مات وأن الجثة قد أعدها أحد المنافسين. ليس واضحًا ما الذي أزعج ستروجر أكثر عندما دخل في إحدى نوبات غضبه الملحمية، أهو فقدان الصديق أم خسارة العميل. من الواضح أن ستروجر توقع أن عامل الهاتف كان يوجه الأعمال بعيدًا عنه.

طار ستروجر في نوبة إبداعية. قفز على كرسي مكتبه، وفتح درج المكتب، وجد صندوقًا دائريًا مليئًا بأوراق ياقات القمصان، أفرغه في سلة

المهملات حتى يتمكن من استخدامه. بعد ذلك، حصل على دبابيس طويلة مستقيمة ودفعها في جانب الصندوق، عشرة أعلى وعشرة أسفل. تخيل أن المائة دبوس هذه كانت متصلة بأسلاك مائة هاتف، ثم قام بتدوير قلم رصاص في المنتصف، مثل عقرب دقائق على رقعة الساعة، ملامسًا كل رأس من الدبوس على التوالي. قلم رصاص متصل بقضيب، يتحرك لأعلى ولأسفل مثل المصعد، يمكن أن يصل إلى كل دبوس، حيث يتم تشغيل الحركة بواسطة بطارية. تخيل أنه إذا أراد المتصل الاتصال بالهاتف رقم 67، فيمكن إجراء اتصال عن طريق تحريك ست درجات لأعلى وسبع درجات بجانبه. لقد تخيل مفتاحًا تدريجيًا واعتقد أنه في وجود مجموعة سليمة من المغناطيسات، والمحركات، والقضبان، والتروس، يمكن للقلم الرصاص الاتصال بدبوس وإجراء مكالمة دون الحاجة إلى عامل بشري. الفكرة أن أيام " فتيات تحويل المكالمات" المعدودة رفعت معنوياته.

ذات يوم، بينما كان يشتكي من هاتفه إلى المكتب المركزي، وصل إلى المدير هيرمان دبليو ريترهوف، الذي قام بزيارته وأبلغه غضبه. كان ريترهوف، وهو رجل طيب المزاج معروف بضحكته القلبية، قادرًا على تهدئة ستروجر عندما اكتشف سبب مشكلاته الهاتفية. كانت اللافتة الخارجية تلامس أسلاك الهاتف، مسببة قصور في الدائرة الكهربائية للخط، مما يمنع المكالمات من الوصول. جعلت هذه الملاحظة ستروجر مبتهجًا لدرجة أنه شعر بضرورة مشاركة شيء ما مع صديقه الجديد. أظهر ستروجر لريتيرهوف رسمًا تخطيطيًا أوليًا لآلته لتحل محل "فتيات تحويل المكالمات". رآه ريترهوف، ولم يفكر فيه كثيرًا، ثم ضحك، وغادر.

دون علم ريترهوف، كان ستروجر في الواقع يعمل على شيء ما، حيث يقوم بابتكار آلة لتوصيل المكالمات، أو إجراء تبادل هاتفي تلقائي. كانت الخطوة التالية لتحقيق خدمات الهاتف بشكل كامل على نطاق واسع من خلال إنشاء مفتاح ذاتي التشغيل (الأتوماتيكي).

ترك ستروجر مدينة كانساس 1891 لتأسيس شركة في شيكاغو أسماها ستروجر للتبديل الهاتفي الأتوماتيكي، والتي صنعت المعدات بناءً على تصميم ورق الياقة، والدبوس، والقلم الرصاص. في 3 نوفمبر 1892، افتتح أول نظام له في مدينة لابورت بولاية إنديانا. داخل مكتب الصرافة، كانت الجدران مليئة بالأرفف من أعلى إلى أسفل مع عشرات من مفاتيح ستروجر، ووصلات التنصت على الهاتف، وأزرار النقر الشبيهة بنقار الخشب.

في منزل العميل، كان للهاتف المثبت على الحائط خمسة مقابض للتحكم تشبه ألواح الغوص. في نهاية كل لوحة كان هناك ملصق: "0" و"10" و"100" و"1000" و" "R يجري العميل مكالمة عن طريق الضغط على هذه المقابض. إذا أراد العميل الاتصال برقم هاتف، مثل 73، يتم دفع المفتاح "10" سبع مرات، والمفتاح "0" ثلاث مرات. عند انتهاء المكالمة، يتم تحريرها بالضغط على R.

بالعودة إلى المكتب المركزي، كان فريق من أجهزة ستروجر يقوم بعمله السحري بواسطة النبضات الكهربائية الناتجة عن ضغطات العميل.

تحركت الماسحات القضيبية، والقلم الرصاص السابق، عموديًا سبع

مرات، ثم أفقيًا ثلاث مرات، وفقًا لأمر العميل. في اختراع ستروجر، كانت الماسحات التي تعمل بالطاقة الكهربائية تتحرك لأعلى ولأسفل، وتنقر وتدور، وتقوم بإجراء الاتصالات بخطوط الهاتف. مع زيادة عدد العملاء، صارت أرقام الهواتف طويلة، وتوسعت التبديلات الهاتفية. معًا تعمل مفاتيح ستروجرعلى تلقي المكالمة، كليك، ثم تحولها إلى قسم من المدينة، كليك، ثم إلى الشارع، كليك، وأخيرًا إلى المنزل، كليك. تم إجراء هذا المفتاح التلقائي لإخراج الإنسان من شبكة الهاتف، ولكن هذا الاختراع سيخرج الإنسان بطرق أخرى لم يتم تصميمها عن قصد.

خلال جيل واحد، وضع كوي المفاتيح على لوحات الهاتف وقام ستروجر بجعل هذه المفاتيح أتوماتيكية التشغيل. سرعان ما أصبح واضحًا لإدارة شركات الهاتف أنه لن يكون هناك عدد كافٍ من الفتيات أو مفاتيح جديرة بالثقة للتعامل مع زيادة العملاء. ما كان مطلوبًا هو مفتاح صغير جدًّا.

بعد عدة عقود من اختراع ستروجر، جاءت هذه الإجابة في عام 1947 مع أداة غريبة بدت وكأن مشروعًا لمعرض العلوم قد فشل. كانت هذه الأداة بشعة، لوح رفيع من حجر فضي، ومثلث بلاستيكي، وشريط ذهبي، وكلها مثبتة في مكانها بمشبك ورق. لكن بالنسبة للفيزيائيين، كان هذا شيئًا جميلًا: الترانزستور. لقد كان تحولًا في المنمنمات. لكن هذا التحول كان أكبر من ذلك. لقد أصبحت الترانزستورات فيما بعد قلب أجهزة الكمبيوتر الحديثة، باستخدام لغة ثنائية، وتمكين الآلة من التفكير.

تتحكم الترانزستورات في حركة الكهرباء. وبدونها، لكانت الكهرباء عصية على السيطرة، مثل فرس الموستان؛ ولكن بواسطتها، لا يمكن توجيه الكهرباء فحسب، بل يمكن تشغيلها، مثل حيوان البغل. خدمت مفاتيح ستروجر والأنابيب المفرغة، التي تبدو وكأنها مصابيح كهربائية أكثر تعقيدًا، شركة الهاتف. أما مفاتيح ستروجر فقد تبلدت والأنابيب المفرغة انكسرت بسهولة واحترقت واستهلكت الكثير من الطاقة.

كان الترانزستور أقل هشاشة ويحتاج إلى كهرباء أقل للعمل، وكان اكتشافه إيذانًا بعصر جديد - عصر إلكتروني. بواسطة الترانزستورات، يمكن أن تصبح الآلات الميكانيكية الكبيرة صغيرة؛ ويمكن للحيز الصغير أن يحتوي على مزيد من الدوائر، حيث أراد كل عالم أن يكون جزءًا من صناعة الترانزستور. سيتعين على أحدهم أن يسلك الطريق الطويل، بدءًا من تكساس.

غوردون تيل:

في عام 1930، عندما وصل غوردون تيل إلى معامل بيل، بعد أن شارف على الحصول على درجة الدكتوراه في الكيمياء، كان مستعدًّا ليكون أحد نجومها الساطعة. لسوء الحظ، أراد الجميع في معامل بيل نفس الشيء. لقد وجد تيل أن المعامل كان لها تسلسل هرمي: بينما حلق الفيزيائيون حول طبقة الستراتوسفير، وكتبوا صيغًا نظرية على السبورات، وعلماء المعادن فوق قمم الأشجار، مطبقين المعرفة العملية على طاولات العمل؛ عاش الكيميائيون تحت سطح الأرض، يصنعون ما يحلم به الآخرون في الأواني الزجاجية. أن

تكون كيميائيًا فهذا يعني أن يسند لك دورًا ثانويًا، وليس دور البطولة. يبدو أن الكيميائيين الآخرين من حوله كانوا سعداء جدًا بهذا الترتيب، ولكن تمامًا مثل السوائل التي تغلي في معمله، كان تيل في حالة ثَوَران ليقدم المزيد.

كان غوردون تيل أذكى فتى رأته السهول الوسطى لتكساس منذ فترة. وقد عرف ذلك. ولد في دالاس عام 1907، ونشأ محبًا لكل الأشياء العلمية، ولم تكن هيئته النحيفة بعيدة عن كونها كتابًا غامضًا. لقد جسَّد المثل القديم القائل بأن المياه الهادئة عميقة الغور. كان يجمع بين التواضع الجنوبي والشراسة الصامتة، وكل ذلك وراء وجه خالٍ من التعبيرات. كان خجولًا، رقيق الصوت معسول اللسان من تكساس، دعت والدته، أزاليا، أن يكون متفوقًا ومُعَمَّدًا جيدًا.

ذهب تيل إلى المدرسة في بايلور، ليس بعيدًا عن منزله، ثم اتجه شرقًا للدراسات العليا في مدرسة براون المعمدانية، كما كانت تفضل والدته. أثناء وجوده في براون، بدأت علاقة حب تيل بعنصر الجرمانيوم. عندما درسه، كان الجرمانيوم بالنسبة له مجرد فضول علمي لعنصر له استخدامات عملية قليلة جدًا، ثم أخضعه تيل لتجارب وحلول كيميائية مختلفة. كان هذا المزيج، الرجل والمادة، كلاهما مغموطان ومُساءٌ فهمهما. أخفى الرجل حماسه والجرمانيوم سمته الكيميائية. كان تيل مكرسًا للجرمانيوم وجلب معه اهتمامه وخبرته في جميع الأشياء المتعلقة به إلى معامل بيل. لكنه لم يستطع الحصول على قوة دفع كبيرة في استخدام هذا العنصر هناك.

في عام 1947، تغيرت الحياة في مختبرات بيل. في شهر ديسمبر من ذلك

العام، وجد العالمان چون باردين ووالتر براتين الوحدة الأساسية لأجهزة الكمبيوتر الحديثة، وهي الترانزستور، وهو اختراع كان رئيسهم، ويليام شوكلي، يحاول أيضًا ابتكاره.

يمكن تضخيم الإشارات الكهربائية الصغيرة داخل الترانزستور. ولتنفيذه، قام براتين بربط قطعة كبيرة من الجرمانيوم بسلكين، مع وضع الجرمانيوم على قاعدة نحاسية متصلة بدائرة كهربائية أخرى ذات جهد مطبق. ما وجداه هو أن إشارة ضعيفة تدخل في أحد الأسلاك ثم تخرج كإشارة أقوى بكثير من السلك الثاني؛ جاءت الإشارة بصوت هامس، لكنها خرجت كصرخة. أيضًا، وجدا أن الكهرباء التي تمر عبر الجرمانيوم يمكن أيضًا تشغيلها أو إيقافها، مثل صنبور، أو مثل مفتاح كهربائي.

كانت معامل بيل تبحث عن طريقة جديدة للاتصال وتوجيه المكالمات الهاتفية، لتحل محل المئات من النساء العاملات على لوحة المفاتيح. في ظل معدل زيادة المكالمات الهاتفية في الولايات المتحدة، قال كبار مختبرات بيل مازحين إنهم سيحتاجون إلى توظيف نصف "الفتيات" في البلاد للعمل على لوحات التبديل. بالإضافة إلى ذلك، أرادت المعامل جهازًا لا يتآكل مثل جهاز ستروجر الغريب. وهكذا، يمكن أن يعمل الترانزستور الآن كمفتاح لذلك.

بالإضافة إلى المفتاح الجديد، كانت مختبرات بيل في حاجة لتضخيم إشارات المكالمات الهاتفية. عندما كان تيل صبيًّا، لم تكن المكالمات الهاتفية من تكساس إلى نيويورك ممكنة، حيث ضعفت إشارة الهاتف أثناء انتقالها

عبر الأسلاك النحاسية. بفضل إدخال الأنابيب المفرغة، التي تشبه المصابيح الكهربائية والمزودة بداخلها بأجزاء إضافية، أصبحت الإشارات الضعيفة أقوى وباتت المكالمات البعيدة المدى ممكنة. من خلالها، يمكن لـتيل الاتصال بوالدته في منزلها في تكساس. ومع ذلك، كانت الأنابيب المفرغة غير فعالة؛ ذلك لكونها ضخمة، وساخنة، واستولت على الكثير من الطاقة، ثم انفجرت. أما الترانزستور قام بتضخيم الإشارة، وكان في حجم حبة البازلاء، وظل باردًا، واستخدم طاقة أقل، ونسبة فشل أقل من المعتاد. كان الترانزستور هو الكأس المقدسة للعصر الإلكتروني، وعثرت عليه مختبرات بيل. وفي قلب الترانزستور كان الجرمانيوم، العنصر المفضل لدى تيل.

كانت القدرة على تبديل الكهرباء في الإلكترونيات ضرورية في عالم العلوم؛ وعرفها علماء مثل تيل وآخرون. أراد كل شخص داخل مختبرات بيل وخارج جدرانه المبنية من الطوب البيج أن يكون جزءًا من هذا المشروع. أصبح العلم الحديث والاختراعات والأعمال التجارية الجديدة ممكنة الآن. طالب كل عالم بالمشاركة، لكن هذا البحث كان من اختصاص الفيزيائيين وعلماء المعادن. كانت هذه المجموعات موجودة داخل متاهة الممرات في أروقة حرم موراي هيل التابع لشركة مختبرات بيل في طوابق مختلفة في مبانٍ منفصلة عن قسم تيل. في مخطط مختبر البحث هذا، كان عمل الترانزستور بعيدًا عن تيل.

حاول تيل الانضمام إلى هذه المجموعة، حيث لم يقدم فقط فوائد الجرمانيوم، ولكن أيضًا المزايا التي لا تشوبها شائبة – بلورة أحادية. تحتوي البلورات التي تكونت من أكثر من بلورة واحدة، أو متعددة البلورات،

على أسطح بداخلها، تسمى حدود حبيبية، تبدو وكأنها زجاج أمامي مكسور. تصرفت هذه الحدود مثل مطبات السرعة، حيث أبطأت من تدفق التيار الكهربائي وتسببت في أن يكون سلوك الترانزستورات مختلفًا عن الآخر. ستتحرك الكهرباء بشكل أسرع داخل بلورة أحادية وستعمل الترانزستورات بشكل مماثل. ومع ذلك، فإن الفيزيائيين، ولا سيما رئيس المجموعة التي صنعت الترانزستور، ويليام شوكلي، لم يشعروا بالحاجة إلى بلورات تيل الأحادية. حاول شوكلي، قائد مجموعة فيزياء الحالة الصلبة للمواد التي تضم كل من باردين وبراتين، التحكم في جميع جوانب المشروع. مثل الحاكم الروماني بيلاطس البنطي؛ حدد شوكلي مصير أي اقتراح جديد، وحكم بصلب فكرة تيل.

في أحد أيام الخريف، أواخر سبتمبر 1948، في مناسبة نادرة توجه تيل إلى المنزل في الوقت المناسب لتناول العشاء، سار من معمله في مختبرات بيل ونزل في ممر لانهائي على ما يبدو إلى المدخل الرئيسي للحاق بالحافلة إلى محطة القطار في سوميت، نيوجيرسي. كانت آخر حافلة موعدها الساعة 5:50 مساءً، وأوصلته إلى المحطة بحلول الساعة 6:07 مساءً، حيث كان منزله على مسافة خمس عشرة دقيقة من هناك. كان خط حافلات سوميت آند نيوبروفيدنس، الذي يديره مايكل دي كورسو، خدمة موثوقة لموظفي مختبرات بيل. في عالم دماغي من المعامل البحثية، سمحت البنية التحتية الموثوقة، مثل النقل برعاية صاحب العمل، للعقول اللامعة بالازدهار دون القلق بشأن كيفية العودة إلى المنزل. مع وجود بضع مئات من الدراجين فقط يوميًّا، لم تكن أعمال النقل هذه تدر ربحًا. لكن خط الحافلات هذا أخذ إلى

المنزل، على مقاعده المنجدة ذات اللون الأخضر اليشمي، بعضًا من أذكى الناس على هذا الكوكب. هذه العربة ذات محرك عام 1940، التي صنعها وايت وشُكلت مثل رغيف الخبز، قطعت ثلاثة أميال للغالون الواحد ونقلت العلماء من عالم معامل بيل إلى ما يسمى بالعالم الحقيقي. بالنسبة للكثيرين، مثل تيل، تحركت أجسادهم ولكن عقولهم ظلت دائمًا خلف واجهة موراي هيل المبنية من الطوب البيج.

أثناء انتظار الحافلة في ذلك المساء، وقف تيل الأربعيني، وقد أصبح بخصر أكبر وشعر أقل، بجانب زميله چون ليتل، المهندس الميكانيكي. بينما كان الكيميائيون، بما في ذلك تيل، في مرتبة منخفضة في معامل بيل، كان المهندسون في مرتبة أقل. لكن چون ليتل كان مطلعًا على مشروع الترانزستور. ليتل، الذي كان يعمل بدوام جزئي في موراي هيل، نيوچيرسي، وفي مدينة نيويورك، أعرب عن أسفه أثناء صعود الدرجات الثلاث ودخول هيكل الأكوامارين في الحافلة بشأن حاجته إلى قطعة صغيرة من الجرمانيوم من أجل مشروع الترانزستور الخاص به. في تلك اللحظة، عندما وضع كلاهما حقائبهما على رف الأمتعة وركلا بسرعة في مقاعدهما خلف مسند الذراع، حان وقت تيل. بأسلوبه الهادئ البسيط قال لليتل، "يمكنني أن أصنع لك قضيبًا من الجرمانيوم." وأضاف إلى ذلك، "ستكون بلورة أحادية أيضًا". وسيكون الجرمانيوم بلا شائبة.

في تلك الرحلة القصيرة بالحافلة التي تبلغ أربعة أميال، توقف الوقت لهذين الرجلين. بدءًا من شارع ماونتن، كتبا هذان الرجلان المختلفان خططًا على قطع صغيرة من الورق البالي من جيوبهما، والمشهد من حولهما غير

واضح. وضعا تصميمًا لكيفية صنع بلورة الجرمانيوم لمشروع الترانزستور.

قررا تكوين بلورة عن طريق سحبها في صورة سائلة من المعدن، مثل حلوى سكر النبات على خيط في ماء مُحلى. بعد يومين، في الأول من أكتوبر عام 1948، كان تيل، متجاهلًا عمله المخصص له، في مدينة نيويورك في الطابق الأول من 463 ويست ستريت في مختبر ليتل، واضعين معًا المعدات الشاهقة. لإنجاح التجربة، احتاجا إلى تسخين الجرمانيوم إلى أقصى حد ممكن، لذلك استخدما ملفات تسخين من مختبر ليتل. احتاجا أيضًا إلى تفريغ كل الهواء من الوسط المحيط، فاستعانا بنظام تفريغ لسحبه بالكامل. وكانا بحاجة إلى وقف التفاعلات مع الجرمانيوم، فوصلا خزان غاز من الهيدروچين للتدفق فوق البلورة. ولسحب البلورة ببطء وبرفق خارج السائل المنصهر، فككا ساعة للحصول على محركها.

كانت طريقتهما تقوم على غمس بذرة جرمانيوم صغيرة في حوض بحجم راحة اليد من الجرمانيوم المنصهر. عندما يلامس الجزء السفلي من البذرة الباردة سطح السائل الساخن، يلتصق بعضها مع بعض مثلما يضع شخص لسانه على سارية علم مكسوة بالثلج. حين سحب تيل البذرة لأعلى ببطء، تجمدت قشرة رقيقة من السائل على جانبها السفلي، ما أدى إلى نمو الطبقة البلورية الطويلة طبقة على أخرى. وخرج من هذا السائل عصا طويلة فضية اللون معقودة مثل شجرة في بعض الأجزاء، ورقيقة مثل الخيوط في أجزاء أخرى. أتقن تيل لعبة شد الحبل بين السائل والصلب، وسحب بلورة الجرمانيوم من الذوبان، وامتثل لأوامره الجرمانيوم، رفيقه منذ فترة طويلة.

تم العثور على فكرة سحب الكريستال عن طريق الصدفة قبل سنوات من الحرب العالمية الأولى. في عام 1916، كان العالم البولندي يان تشوخرالسكي ينهي يومه وملاحظاته المعملية بقلم حبر خاص به. بذهول، أدخل قلمه في قدر من القصدير المذاب بالقرب منه بدلًا من المحبرة. عندما نظر تشوخرالسكي، وجد خيطًا رفيعًا من المعدن يتدلى من طرف القلم. اكتشف طريقة سريعة وسهلة وغير مكلفة لصنع قطع معدنية مثالية، واستمر ليصبح أحد أعظم العلماء في بولندا جنبًا إلى جنب مع ماري كوري ونيكولاس كوبرنيكوس. لم تعبر شهرته المحيط الأطلسي أبدًا، لكن عمله عبر.

بالسير على منهج تشوخرالسكي، والعمل بدون موافقة الإدارة، ابتكر تيل وليتل شظايا طويلة من المعدن بطول اليد. كانت بلورات الجرمانيوم خالية من العيوب الداخلية، لكنها قبيحة من الخارج، وتبدو مثل فروع الأشجار المعقدة. في الداخل، كانت بلورات الجرمانيوم التي ابتكرها تيل مثالية، والتي كانت على عكس رد فعل الإدارة. عندما لفتت هذه الجواهر انتباه الفيزيائيين، رفضوها. ترددت أصداء كلمات شوكلي بأن بلورات الجرمانيوم الأحادية غير ضرورية في قاعات مختبرات بيل. علم تيل أن شوكلي قد يكون "مجنونًا". قال تيل لاحقًا: "اعتقدت أن ذلك كان أمرًا سخيفًا"، لأنه بدون بلورات أحادية كان هناك "افتقار تام للتحكم"

من خلال التحايل على فكرة شوكلي بحث تيل عن طرق لإدراجها في مشروع الترانزستور من الخارج. أولًا، عمل مع چون ليتل. بعد ذلك، نظر إلى ما وراء إدارته، إلى چاك مورتون، رئيس تطوير الترانزستور

والمسؤول عن تصنيعه. أكد تيل لمورتون أنه إذا كان من المقرر أن يكون الترانزستور منتجًا تجاريًّا كمفتاح حقيقي ومضخم للإشارة، فيجب إزالة عيوب الطبيعة. على وجه الخصوص، سمح النقاء والكمال العاليان بتصنيع الأجهزة بمزيد من التحكم كما سُمح لهذا العلم الجديد المتعلق بالجرمانيوم وعناصر أخرى مثله، تسمى أشباه الموصلات، بأن يكون قابلًا لإدراجه في جَدْوَل بَيَانِي. كانت رابطة الفيزيائيين تفكر على المدى القصير - كدليل لمرة واحدة، وكتَصْوِيب نحو هدف جائزة نوبل. أما تيل كان يفكر على المدى الطويل - الإنتاج الضخم للمفاتيح، ومضخمات الصوت التي كانت قابلة للتكرار ويمكن الاعتماد عليها. كان مورتون مقتنعًا ومَوَّلَ جهود تيل، لكن لا يزال يتعين على تيل القيام بعمله اليومي في إدارته.

أغلب عام 1949، كان يوم غوردون تيل يبدأ مرتين. خلال النهار، يعمل على كربيد السيليكون لسماعات الرأس الجديدة لشركة مختبرات بيل في مختبره في الطابق الثالث من المبنى 1؛ وبدءًا من الساعة 4:30 مساءً، يذهب إلى الطابق السفلي إلى مختبر المعادن في الطابق الأول ليعمل على الجرمانيوم. عندما يرجع فنيو قسم المعادن إلى منازلهم، يخرج تيل معداته المخزنة في خزانة ملابسهم، ويوصل مقابس كهربائية ضخمة لتشغيل ساحب الكريستال، وغاز النيتروجين، والهيدروجين، والمياه، وخطوط التفريغ بالنظام. كان البرج، الذي يبلغ عرضه قدمين وارتفاعه ما يقرب من سبعة أقدام، أطول من قامة تيل البالغة خمسة أقدام وإحدى عشر بوصة، مما جعلها مناورة حمقاء.

طوال الليل، كان يتوصل إلى شروط صنع بلورات أطول، وخالية من العيوب، وكبيرة الحجم. قبل أن تشرق الشمس، كان يكتب ملاحظاته،

ويعكس جميع توصيلات المعدات، ويعيدها إلى الخزانة. سيعود الفنيون بعد بضع ساعات غير مدركين أن مختبرهم كان لا يزال يعمل بينما هم نائمون.

كانت زوجة تيل، ليدا، داعمة لساعات عمل زوجها الطويلة، لكنها لم تكن سعيدة. كان العمل في ساعات الصباح الأولى رومانسيًّا عندما كانا في العشرينيات من العمر. وقتذاك، عندما كان تيل يعمل في مدينة نيويورك، كانت تسير على موعد وجبات الطعام من شقتهم الصغيرة في منطقة تيهان لتناول الطعام في المختبر، ثم تنام على طاولة العمل، بينما يكدح هو إلى وقت متأخر من الليل. لقد أحبا ذلك الوقت. ولكن الآن، كان لدى عائلة تيل ثلاثة صبيان لم يروا والدهم قط. قال بعد سنوات: "شعرت عائلتي نوعًا ما أنهم فقدوني". حينما كان يلتقي بأبنائه، لم يكن يتحدث عن لعبة البيسبول. وإنما كان يتحدث عن الجرمانيوم والقدرة على سحبه من الذوبان.

تجاوز غوردون تيل ما كان معظم العلماء على استعداد للقيام به، رجع إلى إصراره وإرادته التي كان عليهما وقت أن كان عداءً في ماراثون جامعة بايلور، من خلال صنع بلورات أفضل ومنحها لمجموعات بحثية مختلفة تعمل على الترانزستور. في النهاية، حصل تيل على مختبره الخاص في نفس مبنى علماء الفيزياء مع مساعد اسمه إرني بوهلر، وملئوا غرفة ذات أفق صغير بساحبات الكريستال. حتى أن شوكلي جاء يدعي أنها مفيدة. أخيرًا، تمكن تيل من دخول إحدى الدوائر الداخلية، والعمل مع علماء آخرين، بما في ذلك الملك شوكلي نفسه. بحلول نهاية عام 1949، كان الجميع في المختبرات يستخدمون البلورات الأحادية من الجرمانيوم التي صنعها غوردون تيل.

جعل تيل ما صنعه الفيزيائيون عمليًّا باستخدام مشبك ورق، ورقائق معدنية، وبلاستيك، وحجر كريم غير مثالي، من خلال ابتكار اختراع جديد مع الكيميائي مورجان سباركس، مازجًا مكونات جديدة في الجرمانيوم السائل. بإضافة عنصر الغاليوم في وسط نمو بلورة الجرمانيوم مع عناصر أخرى بداخله، أصبح للجرمانيوم الآن طبقتان مختلفتان على طوله، مثل الكعكة، وهي طبقات تعمل بشكل مختلف كهربائيًّا، صانعًا ما يسمى بالوصلة الثنائية. الآن، كان الترانزستور موجودًا في شكل أكثر فائدة من المشروع العلمي الذي كان عليه من قبل. لقد اقترب تيل من مجده، لكن لا يزال من الصعب أن تكون نجمًا داخل كوكبة أكبر. في نهاية كانون الأول (ديسمبر) 1952، فعل تيل شيئًا حيال ذلك، حيث ودع زملاءه في مختبرات بيل والساحل الشرقي، وغامر بالذهاب إلى المساحات الواسعة المفتوحة في مسقط رأسه في ولاية تكساس. بدأ وظيفة جديدة في شركة صغيرة أعيدت تسميتها مؤخرًا باسم أدوات تكساس وهو يوم بلا شك صلَّت من أجله والدته.

بعد سنوات، في 10 مايو 1954، كان من المقرر أن يتحدث غوردون تيل، وهو عالم بشركة مغمورة، في مؤتمر للإلكترونيات حيث استضافه معهد مهندسي الراديو في دايتون، أوهايو. خلال المحادثات الصباحية، سمع الحاضرون من الشركات الكبرى من أر سي إيه، ويسترن إليكتريك، وجنرال إليكتريك، ورايثون، مكبرات صوت تكرر مرارًا وتكرارًا كيف كان من المستحيل صنع ترانزستور مصنوع من السيليكون. كان السيليكون ابن عم أقوى من الجرمانيوم، لكن صنع بلورة منه كان أمرًا صعبًا. مع إثارة هذه

المشاعر، انتظر تيل وقت تقديمه، ويداه في جيبيه، بينما كان هؤلاء المهندسون يضغطون على أيديهم.

عندما تحدث تيل في النهاية، في منتصف عرضه التقديمي تقريبًا، قام زميله، ويليس أدوكس، بتقديم لاعب قياسي. انتعش الجمهور وأداروا رؤوسهم مستمعين إلى الاقتران غير المعتاد للكلارينيت والهاربسيكورد لأسطوانة تدور بسرعة 45 دورة في الدقيقة للموسيقي أرثر شو "سوميت ريدج رود". تم توصيل ذراع بجانب مشغل الأسطوانات بدوائر مثبتة على الجزء المسطح، تبدو مثل ملعقة آلية. أعلن تيل للجمهور أن هذه الدائرة تحتوي على بلورة جرمانيوم ثم غمس الذراع بالدائرة في الزيت الساخن. تم التغلب على الكلارينيت والقيثارة في الأسطوانة بالكهرباء الساكنة. لم ينزعج العلماء. كانوا يعرفون السر المظلم للجرمانيوم – يكون في حالة غير مستقرة عند تعرضه للحرارة.

لذلك بدأ تيل العرض مرة أخرى. هذه المرة كان لديه دائرة أخرى متصلة بذراع. لعب الموسيقى وغمس هذا الذراع الثاني في الزيت الساخن. عندما فعل ذلك، بدا صوت الكلارينيت والهاربسيكورد خارج السكون، حيث أعلن تيل أن ترانزستور السيليكون كان يعزف الموسيقى لهما في تلك اللحظة بالذات.

قفز شخص واحد جالس في منتصف القاعة وسأل تيل، "هل لديك ترانزستورات من السيليكون قيد الإنتاج؟" رد عليه تيل بشكل قاطع، "لقد تصادف وجود بعضها هنا في جيب معطفي." وبينما كان ينطق بهذه الكلمات،

وضع يده في جيبه وأخرج أداة معدنية صغيرة تشبه روبوتًا ثلاثي الأرجل من فيلم خيال علمي. وهنا وصل المستقبل.

اندفع أحدهم إلى هاتف عمومي وصرخ في الخط، "لديهم ترانزستورات من السيليكون في تكساس!" لقد تحققت معجزة معدنية وتلقى تيل ضجة طال انتظارها. ولكن الأهم من ذلك، أن الكمبيوتر، مثل شخصية تين مان في فيلم وساحر أوزم، وجد عقله. باستخدام ترانزستورات السيليكون، حصل الكمبيوتر على الجزء الذي يسمح له بالحساب والتفكير، من خلال الحصول على لبنة أساسية ستفعل المزيد، مثل المفاتيح الموجودة على لوحة كوي، ولكن على نطاق أكبر بكثير. إن لبنة التصميم هذه في الترانزستور - مفتاح قائم على السيليكون - عند دمجها مع الأشياء الأخرى، لن تجعل أجهزة الكمبيوتر أكثر ذكاءً وتتفوق على البشر فحسب، بل ستغير أيضًا طريقة تفكير البشر.

تشكيل الدماغ:

نظرًا إلى أن كوي، وستروجر، وتيل، والعديد من العلماء الآخرين استخدموا التقنيات السابقة عليهم لعمل مفاتيح تبديل أفضل، أصبحت هذه المفاتيح قلب أنظمة الهاتف وأجهزة الكمبيوتر اللاحقة. لكن ابتكار هذه المفاتيح يسمح بإعادة تشكيل أدمغتنا أيضًا. تؤثر أجهزة الكمبيوتر في طريقة تفكير البشر، حيث قامت أجهزة الكمبيوتر القديمة بمهام بسيطة بهدف زيادة الإدراك البشري، ومع التقدم العلمي والهندسي الكبير، نضجت في النهاية لتمهيد الطريق نحو إنشاء شبكة الإنترنت العالمية. لكن تطور

الترانزستورات كان عاملًا رئيسيًّا في أن تصبح أجهزة الكمبيوتر موجودة حولنا، مما سمح للإنترنت بالوصول إلى كل مكان ولمس كل شيء. يختلف عالم ما قبل الكمبيوتر عن العالم من بعده، والعلماء يدرسون الحياة التي تشمل الترانزستور، والكمبيوتر، والإنترنت، ويطرحون الأسئلة. ما هو مؤكد بين هؤلاء العلماء هو أن هذه التقنيات تصوغ أدمغتنا في الوقت الحالي.

بينما يتفق العلماء جميعًا على أن انتشار الإنترنت امتد إلى أدمغتنا، يدور الجدل حول ما إذا كان الإنترنت يجعلنا أكثر ذكاءً أم غباءً. والإجابات على هذا السؤال هي "من الصعب معرفة ذلك" و"الأمر يتوقف على من نسأل".

عندما يريد العلماء إجراء تجربة، فإنهم يحتاجون إلى مجموعة واحدة تخضع لتغيير ومجموعة أخرى تظل معيارًا للمقارنة. المجموعة الثانية تسمى المجموعة الضابطة، وهي بمثابة نوع من السيارات السريعة لمعرفة ما تفعله التجربة بالفعل. عندما يتعلق الأمر باختبار تأثير الإنترنت، فمن الصعب للغاية العثور على أي شخص لم يستخدمه. من الصعب العثور على عنصر ضابط. أولئك الذين يمكن أن يكونوا ضوابط قد يكون لديهم عوامل أخرى تجعلهم وجه مقارنة سيئة، مثل التحدث بلغة مختلفة، أو المعاناة من الفقر، أو العيش في ثقافة مختلفة، مثل طائفة الأميش[1]. مهما كان الأمر، فإن هذه المعضلة لا تمنع العلماء والمواطنين من الإدلاء بتأكيدات أو الحدس حول

(1) طائفة مسيحية يزيد عدد أتباعها عَن ربع مليون إنسان في العالم، تعرضوا للاضطهاد واتهامهم بالكفر من قبل الأوربيين خاصة من أصحاب مذهبي الكاثوليك، والبروتستانت. تُحرم هذه الطائفة استخدام الكهرباء والتكنولوجيا.(المترجم)

تأثير الإنترنت.

في أحد الفرق يوجد المتفائلون أصحاب رأي أن الإنترنت يجعلنا أكثر ذكاءً، حيث بنقرات بسيطة من الفأرة، تنطلق البيانات التي نرغب فيها على شعاع من الضوء عبر الألياف الضوئية مباشرة إلى شاشات الكمبيوتر. في نفس الوقت الذي يستغرقه الطائر الطنان لرفرفة جناحيه، يمكننا الإجابة على أسئلة مثل: أين تمبكتو؟ ما هي عاصمة ولاية يوتا؟ كم قدم في الميل؟ قبل بضعة عقود فقط كانت الإجابة على هذه الأسئلة تستغرق وقتًا أطول من توصيل البيتزا. في الماضي، كان علينا الحصول على خريطة، أو فتح موسوعة في المكتبة، أو سحب جدول تحويل وآلة حاسبة. قال عالم الأعصاب ديفيد إيجلمان: "الإنترنت هو مجرد وسيلة رائعة للتعرف فجأة على أفكار كوكب بأكمله"، مضيفًا: "أعتقد أنه بالتأكيد لن يجعلنا أغبى، وإنما سيجعلنا أكثر ذكاءً بكثير."

على الجانب الأخر، ثمة آخرون ليسوا متفائلين بشأن تأثير الإنترنت. منذ عام 2008، سلطت مقالات مثل مقال نيكولاس كار في مجلة أتلانتيك الشهرية، بعنوان "هل يجعلنا محرك بحث جوجل أغبياء؟"، الضوء على إشارات الخطر المتعلقة بالإنترنت، والتي كانت ملحوظة بعد عشر سنوات من تأسيس جوجل وثمانية عشر عامًا من ولادة الإنترنت. ناقش كار في كتابه التتابعي – المياه الضحلة، كيفية تغيير الإنترنت لأدمغتنا - إن الويب، بما يحتويه من مجموعة متنوعة من الحقائق المفككة، ومجموعة من أنواع الوسائط (من النصوص، والصور، والفيديو، والصوت)، وروابط عرض البيانات، يقدم المعلومات في شكل خام، وغير معالج، ويجب على أدمغتنا هضمها

ودمجها. هذا يجهد أدمغتنا.

على مدار قرون من المعرفة المكتسبة من الكتب، اعتادت مادتنا الرمادية على التفكير الخطي، حيث تتدفق فكرة واحدة إلى التالية ثم التي تليها. لكن مع الويب، لا تتدفق الأفكار؛ وانما تُنتزع، وتُشد، وتُجَذَب بشِدة، وتُرتج. بالإضافة إلى ذلك، مع تدفق المعلومات، قمنا بتطوير عادات قراءة جديدة لاستيعاب هذا الطوفان. عند قراءة صفحات الويب، نحصل على ما نحتاجه عن طريق مسح النص، والبحث عن الكلمات الرئيسية، والمسح السطحي. في ظل هذه العادات الجديدة، يخبرنا علم الأعصاب أن أدمغتنا تصبح أكثر كفاءة في هذه المهارات. إذ يعتقد بعض العلماء أن عادات التعلم التي نطورها من استخدامنا للإنترنت تضعف قدرتنا على التفكير بعمق.

ما عرفه العلماء هو أن ذاكرتنا لها أجزاء: الذاكرة قصيرة المدى، والذاكرة طويلة المدى، حيث تحتفظ الأولى بالمعلومات لثوانٍ، والأخيرة لسنوات. ولكن هناك أيضًا ذاكرة عاملة تربطهم، وتعمل بمثابة ورقة مسودة تحتوي على الأفكار المسترجعة من الذاكرة الطويلة المدى. عند تحديد خطوة في عمل الوجبة، أو تذكر الخطوة التالية في الوصفة، أو تدوير شيء ما في ذهن المرء، فإن كل هذا يحدث في الذاكرة العاملة.

للذاكرة العاملة حدود لما يمكن أن تحفظه. عرفت شركة الهاتف هذا الحد في أوائل القرن العشرين، حيث كانت تسعى لصنع مفاتيح تبديل أفضل. عندما أصبحت الهواتف شائعة في عشرينيات القرن الماضي، كانت أرقامها تتكون من سبعة أرقام لتكون مميزة رياضيًّا للناس في المدن الكبرى.

سبعة سيكون خيارًا موفقًا.

لم تكن أرقام الهواتف مكونة كلها من أرقام في البداية. كانت عبارة عن أحرف وأرقام جزئية؛ على سبيل المثال، رقم نيويورك قد يكون (PEN 5000) (nsylvania) ولكن بحلول الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، كانت جميع أرقام الهواتف تتكون من سبعة أرقام. ومع ذلك، نتجت مشكلة. كان الناس يخطئون في الاتصال لأنهم لا يتذكرون أرقام الهواتف بشكل صحيح. رعت مختبرات بيل دراسة حول سعة الذاكرة العاملة لسلاسل طويلة من الأرقام مثل 15553141593. اكتشفت الدراسة شيئين مهمين: وجدت أنه إذا تم تقسيم الرقم مثل 1-555-314-1593، فيمكن تذكر أرقام الهواتف بشكل صحيح (وهذا هو السبب في أن أرقام الهواتف الأمريكية تبدو هكذا). توصلت الدراسة أيضًا إلى أن الذاكرة العاملة تشبه إلى حد كبير طابور فحص المغادرين السريع، مع وجود حد للعناصر التي يمكنها التعامل معها. بالنسبة للذاكرة العاملة، الرقم السحري لها هو سبعة عناصر (أكثر أو أقل).

إن استهلاكنا للمعلومات مقيد بالذاكرة العاملة. كما يشرح كار في كتابه المياه الضحلة، حيث تحمل الذاكرة العاملة أكوابًا من المعلومات التي تم جمعها من وإلى الذاكرة الطويلة المدى. والإنترنت هو بمثابة شلالات نياجرا. بالإضافة إلى ذلك، البقع العشوائية - مقطع فيديو هنا، حقيقة سريعة هناك، منشور على فيس بوك هنا، تغريدة هناك - يتم خلطها في ذاكرتنا العاملة، ثم تنقل إلى ذاكرتنا طويلة المدى، لذلك ينتهي بنا الأمر إلى التشتت.

لقد دخلنا عصرًا مليئًا بالعناوين الجاذبة للانتباه والنقر المغري، وليس لدينا مساحة للتفكير بعمق بينما ننتقل من قصة إلى أخرى. لقد صارت معرفتنا سطحية. إذا قرأنا كتابًا، فسنغرق تمامًا في التفاصيل والفروق الدقيقة لعالم آخر ونسبح في النهاية العميقة. إن الإنترنت هو بِركة عالمية للخوض.

نحن نتخبط في السطحية، لأننا وصلنا إلى نقطة حرجة لما يمكن أن تحمله أدمغتنا، وهو ما يجبر المجتمع على تكوين علاقة جديدة بالمعلومات. لقد صورت هوليوود هذا المأزق بطريقة بارعة، وأظهرت لنا كيف أصبح الإنترنت بالنسبة لنا. في فيلم تذكار عام 2001، يرغب رجل يدعى ليونارد شيلبي في العثور على قاتل زوجته. لكن هناك مشكلة. يعاني ليونارد من حالة تجعله غير قادر على تخزين ذكريات جديدة (مرض يسمى فقدان الذاكرة المتقدم). بذكاء، مع مجموعة متنوعة من العناصر، تصرف ليونارد بطريقة بدائية للتذكر. يضع في جيبه صور بولارويد (لفندقه والأشخاص الذين "يعرفهم")، وعلى صدره وذراعيه وشوم تذكره بحقائق القضية ("القاتل چون أو جيم جي")، وعلى حائطه توجد ورقة تغليف كبيرة، حيث يُخزن صور بولارويد ويضع علامات عليها. يعمل كل منهما معًا كذاكرة له خارج جسده، نظرًا لضعف ذاكرته البيولوچية (دماغه). كان الفلاسفة يفسرون مساعدات ذاكرته على أنها عقل ممتد. قال ديڤيد تشالمرز، أستاذ الفلسفة في جامعة نيويورك، الذي كتب مقالة بعنوان "العقل الممتد" في عام 1998: "يمكن للأدوار التي اعتاد الدماغ أن يلعبها أن تستحوذ عليها الأدوات في العالم". عقل ليونارد ليس داخل جمجمته، وإنما خارجه. إن فكرة العقل الممتد ليست مجرد مفهوم أكاديمي قوي من ورقة فلسفية عمرها عقود. لقد

أصبح هذا المفهوم للعقل الممتد تنبؤًا. وأصبح الإنترنت حقًّا عقلًا ممتدًّا لنا جميعًا.

لا تحتاج العقول الممتدة إلى زيارة صالون الوشم أو متجر الحرف اليدوية. بعد فوات الأوان، نفهم الآن أنه، بحكم التعريف، كان لدى البشر عقول ممتدة على نطاق صغير لأجيال. المنحوتات على الجدران القديمة، وألواح الطين، والمخطوطات، والكتب كلها نماذج لعقل ممتد، وكذلك قوائم البقالة، والملاحظات اللاحقة، والتقويمات، وقوائم المراجعة. لكي يتم اعتباره عقلًا ممتدًّا، يجب أن تتوافر فيه بعض المعايير. قال تشالمرز: "لقد حققناها، ونثق بها، ونستخدمها". يجب أن تكون العناصر متاحة، وجديرة بالثقة، وممكنة، ومع وجود الإنترنت في جيوبنا، فإن الويب الآن ينتسب لهذا التعريف.

لقد وجد الباحثون أن الإنترنت قد غير سلوكنا بحيث إن الذكريات التي كانت ثمينة بالنسبة لنا في أيام ما قبل الرقمية، مثل رقم هاتف والدتنا، لم تعد ثمينة بعد الآن. لقد أثبت العلماء أننا لم نعد نتذكر الأشياء؛ وإنما نتذكر الآن مكان وجودها. بدلًا من تذكر رقم الهاتف، نعلم أننا سنحصل على هاتف محمول ونعطي أمرًا لاستعادته. عندما يتعلق الأمر بالمعلومات، فإن أدمغتنا تعطي الأولوية لـ "أين" على حساب "ماذا". لا نحتاج أن نتذكر متى ستفعل التطبيقات ذلك من أجلنا. وعلى هذا النحو، تم إعادة توصيل أدمغتنا بواسطة الإنترنت. لقد تحولنا إلى عقول جوجلية.

في العصور القديمة، كانت الثقافات تتوارث تاريخها مع التقاليد

الشفوية المحفوظة. في المدارس المبكرة، كان الطلاب يتلوون القصائد أو خطاب جيتيسبيرغ أو قائمة عواصم الولايات عن ظهر قلب. لكن، منذ وقت ليس ببعيد، اعتدنا على معرفة أرقام الهواتف التي تناسب ذكريات العمل لدينا. لقد ولت تلك التقاليد. بالنسبة للبعض، يعد عدم تذكر أرقام الهواتف علامة على تقدمنا في الزمن. قال عالم الأعصاب إيجلمان: "إنها ليست خسارة مهمة".

هناك بعض الفوائد لهذا التعايش بين الإنسان والكمبيوتر. لقد جعل المِعْدَاد، وحاسوب تشارلز بابيج الميكانيكي، وبرمجيات آدا لوفلايس، وأول حاسوب إلكتروني (إينياك)، والدائرة المتكاملة، العمليات الحسابية أسهل. كانت القدرة على القيام بشيء ما من العمليات الحسابية أمرًا جيدًا، لأن الدماغ ليس آلة حاسبة جيدة جدًّا. لقد أصبح الويب امتدادًا للعقل على نطاق أكبر من أي شيء شهدته البشرية على الإطلاق، ومع ذلك، فإننا نتبنى الموقف الذي لا نحتاج إلى معرفته. إن سهولة البحث عن الأشياء تقوض قدرتنا على الفهم والتجربة. هناك فرق بين المعرفة التجريبية ومعرفة اليوتيوب؛ إذ لا يمكن العثور على المعرفة في محرك بحث جوجل، ولا يمكن اكتساب على الحكمة في الخوارزميات، ولا يمكن تحميل التفاهم من شبكة الإنترنت.

إن المعرفة، والحكمة، والفهم ليست الجوانب الوحيدة للإنسانية التي يمسها الإنترنت. وإنما الإبداع أيضًا. يُعد الدماغ وكيفية تكوينه لغزًا آخر لعلم الأعصاب، لكن العلماء حددوا أجزاءً من الدماغ تنمو بمحاولات إبداعية مختلفة. الموسيقيون لديهم زيادة في جزء واحد من دماغهم. فنانو التصوير في جزء آخر. والكتاب كذلك. لا يوجد قدر كبير من اليقين حول

كيف خُلق الدماغ، ولكن هناك يقين بأنه يتأثر بالإنترنت. ومع ذلك، هناك جانبان متعارضان حول كيفية تأثير الإنترنت على الإبداع. إذا تم تعريف الإبداع على أنه مزج، وكسر، والتواء الأفكار، فإن الإنترنت يمكن أن يساعد المرء على أن يصبح أكثر إبداعًا. هذا ما يعتقده عالم الأعصاب ديفيد إيجلمان. إذ قال: "كلما استوعبت المزيد من العالم، يمكنك أن تكون أكثر إبداعًا لأن لديك المزيد من المواد الخام لتكسيرها والتفاعل معها". ويمكن أن يكون للإبداع أيضًا عدة خطوات، من التحضير، والابتكار، والإنتاج. ذلك أن الويب يُعد أداة رائعة للخطوة الأولى. قال البروفيسور كينيث هيلمان، الأستاذ الفخري بقسم علم الأعصاب بجامعة فلوريدا: "يمكن للإنترنت توفير معلومات لمستقصي الأخبار بسرعة أكبر"

ولكن هناك جانب سلبي. إذ لا يقتصر الإبداع على تخزين الأفكار فحسب، بل هو عملية لإعطاء العقل وقتًا لينضج على هذه الأفكار. يتطلب الإبداع التحضير، ولكنه يحتاج أيضًا إلى الحضانة. كتب هيلمان: "عندما يكون الشخص بمفرده يشعر بالراحة، وغالبًا ما يأتي بأفكار إبداعية تمامًا". أحد الأمثلة الكلاسيكية هو السيد إسحاق نيوتن جالسًا تحت شجرة التفاح. كتب هيلمان: "ربما لو كان نيوتن يقرأ بريده الإلكتروني في ذاك الوقت، لما كان طور أفكاره الإبداعية." ربما لم يلاحظ نيوتن حتى سقوط التفاحة إذا كان هاتفه الذكي يستحوذ على انتباهه بالكامل.

وفقًا لإيجلمان، هناك جزآن للإبداع: "استيعاب العالم بأسره" و"امتلاك الوقت لهضم الأشياء، وتجميعها معًا بطريقة جديدة."إن بلوغ الجزء الثاني في عصرنا التكنولوجي ليس بالأمر اليسير. إذ يتعارض الوقت الذي نعيش

فيه مع تقنياتنا مع الإبداع. يتفق حتى المتفائلون بالإنترنت مثل إيجلمان مع هذه الفكرة. قال: "من الواضح أن هناك ألف طريقة لتضييع الوقت على الإنترنت."

إن وقتنا على الويب وميلنا للقيام بمهام متعددة يغمر أدمغتنا. بالإضافة إلى ذلك، عندما تكون ذاكرات العمل لدينا في أقصى سعتها، نكون أكثر عرضة للتشتت. تصبح مصادر تشتيت الانتباه أكثر تشتيتًا وتمنعنا هذه الملهيات، جنبًا إلى جنب مع طبيعة الويب التي تسبب الإدمان، من تعظيم إمكاناته. بالإضافة إلى ذلك، نحن لدينا أدمغة قديمة تعيش في عالم حديث. تتواجد عقول الصيد والتجمع لدينا في عصر لا يوجد فيه شيء للصيد أو التجمع جسديًا، لذلك فإن أدمغتنا تنحصر في دائرة الصيد وجمع "المتابعين" و"الإعجابات" على وسائل التواصل الاجتماعي. قد يكون الإنترنت أداة لتعزيز التفكير العميق، ولكن الطريقة التي نستخدمه بها - في ظل العدد الهائل من مصادر التشتيت - لا تجعلنا نفكر بعمق.

نحن نعلم أننا في مفترق طرق، وحتى صناع هذه التكنولوجيا يعرفون أنه حين نكتسب شيئًا ما، نفقد في المقابل شيئًا آخر. في العديد من المدارس الخاصة في وادي السيليكون، حيث المال لا يعد غاية، سيضطر الزوار للعثور على شيء مفقود. لا توجد أجهزة كمبيوتر! يمنع بعض الآباء في وادي السيليكون أطفالهم من استخدام التقنيات التي ساعدوا في إدخالها إلى العالم. حتى ستيف جوبز، مؤسس شركة آبل، كان "أبًا قليل الاستخدام للتقنيات".

يعتقد بعض المتفائلين بالإنترنت أنهم يعرفون سبب وجود مقاومة ضد

التكنولوچيا. قال إيجلمان: "أعتقد أنه مجرد خوف من أشياء جديدة". لقرون، كان هناك دائمًا رد فعل عنيف ضد أي شيء جديد. في اليونان القديمة، اشتكى العلماء من أن الكتابة تجعل الطلاب أقل قدرة على تذكر الدروس الشفوية، وبالتالي أقل ذكاءً. قد تكون أجهزة الكمبيوتر هي النسخة عالية التقنية من هذا القلق. قال تشالمرز، أستاذ الفلسفة في جامعة نيويورك، إن إيجاد حل وسط هو مسألة كبيرة.

نحن بالتأكيد نكتسب شيئًا من خلال تقنياتنا. تُظهر الأبحاث أنه خلال القرن العشرين، ارتفعت درجات اختبار الذكاء كل عام. نحن أذكى من أجدادنا وأهلنا. نحن نعرف أكثر منهم، ويمكننا فعل المزيد أيضًا. ومع ذلك، فإن هذه القدرة ليست جديدة. قال توماس إديسون في القرن التاسع عشر: "نقوم في دقائق بما لم يستطع أجدادنا أن يفعلوه في أيام". اليوم، يمكننا أن نسمع من الخبراء في محادثات TED الخاصة بهم وأن نكون على اطلاع بأحدث المستجدات في جميع المجالات في غضون ثمانية عشر دقيقة. مع الإنترنت أصبحنا "الحي" الذي تنبأ به صمويل مورس.

لكن شيئًا ما يهرب منا أيضًا. قال الفيلسوف تشالمرز: "ما يقلقني هو أنه ربما قد تبدأ بعض الحالات في فقدان الاستيعاب". قال: "بالتأكيد، لا أرغب الدخول في موقف حرج، ولكن كل شيء يفعله الأطفال يمر عبر الكمبيوتر الذي يُعد هو محور تركيزهم."

مثل فينياس غيج، نحن صناعة أدمغتنا. عندما نستخدم باستمرار أجزاء من أدمغتنا التي تتطلب فهمًا سطحيًا فقط، فإننا أيضًا نصبح مجرد قشرة

ضحلة. حين نغفل عن تدريب أدمغتنا بالأفكار العميقة، فلن نكون قادرين في النهاية على الاستيعاب، ولا الإبداع، ولا التفكير.

يطرح الإنترنت، وأجهزتنا، وأجهزة الكمبيوتر لدينا مسألة قيمة الإنسان، لأن ما هو مهم لعلم الخوارزميات لا يتقارب مع ما هو مهم بالنسبة لنا. يعرف الويب مدى سرعة البحث، وعدد العناصر التي تظهر فيه، وما هو العنصر الأعلى في النتائج. أما ما هو حيوي للإنسانية لا يتعلق بذلك؛ لا تهتم الخوارزميات بأي شيء تجاه جودة نومنا، أو الإجازات، أو اللغة، أو التعاطف، أو التحيز، أو الاكتشافات العلمية، أو اليراعات، أو سماء الليل، أو الخصوصية، أو حتى كيف يفكر البشر. على هذا النحو، لا يمكننا أن نطلب من التكنولوجيا حل هذه الأشياء، لأنها لا تستطيع رؤية قيمتها الحسية.

إن المكونات التي تجعل الحياة تستحق العيش، مثل الموسيقى، والأفلام، ووجبة رائعة، والصداقة، والضحك، والعدالة، والسلام، والقصص، والمهرجانات، والتلاقي بالصدفة، والزهور، والسفر، ورسالة مكتوبة بخط اليد، والحب، والحقيقة، والرياضة، والأزياء، والعناق، وشروق الشمس وغروبها، والإجازات، والخيال، والكافيين، والكتب، لا تعني شيئًا لجهاز الكمبيوتر. هذه كلها تعهدات بشرية ولذا فهي تتطلب عملًا بشريًا للحفاظ عليها وحمايتها.

كان معالج الكمبيوتر يعتمد في الأصل على العقل البشري، لكننا الآن ننمو لنشبه أجهزة الكمبيوتر الخاصة بنا. ومع ذلك، فإن جوانب البشر لن

ترسم خريطة كاملة على الآلات. تعد المادة الرمادية الخاصة بنا أكثر تعقيدًا من مجموعة المفاتيح التي تتخذ قرارات سريعة "نعم" و"لا" باستخدام برامج معقدة. إذ تمتلك أدمغتنا لغز عبقريتنا، وإبداعنا، وخيالنا. نحن معيبون وغير أكفاء، لكننا أيضًا مرنون وجريئون. نقوم بأشياء تبدو غير منطقية، ولكننا نبتكر أيضًا. يمكننا أن نخلق الفوضى، لكن بمقدورنا أن نخلق الجمال.

إن أجهزة الكمبيوتر تدفعنا إلى التفكير بجدية وعمق فيما يجعلنا بشرًا حقًّا. وهناك مفترق طرق يحتم على البشرية أن تقرر مبدأها التوجيهي – هل صنع الآلات أفضل أم أن نصبح نسخة أفضل من أنفسنا. ولذا تتطلب منا هذه اللحظة النظر في مسارنا، وتدعونا أيضًا إلى التحلي بالشجاعة. إذا لم يعجبنا الاتجاه الذي نسير فيه، فيجب أن نتحلى بالشجاعة الكافية لتغييره، واتخاذ مسار مختلف. وبالتالي، يجب أن نتحلى بالجرأة الكافية لإجراء هذا التغيير.

مكتبة
t.me/soramnqraa

خاتمة

لقد كُتب كتاب كيمياؤنا القديمة باقتباسين منسوبين إلى الحائزة على جائزة نوبل توني موريسون. كانت أولى هذه الاقتباسات هي تلك التي كنت على دراية بها منذ بداية هذا المشروع، لأنها كانت بمثابة حافزي على الكتابة: "إذا كان هناك كتاب تريد قراءته، لكنه لم يُكتب بعد، فيجب أن تكون أول من يكتبه." من واقع تجربتي كعالمة سوداء، غالبًا ما وجدت أن انعكاسي في الكتب المدرسية كان مخفيًا أو مفقودًا أو طُغي عليه أو ألقي بضوء خافت. لذا، عندما أتيحت لي الفرصة للكتابة عن العلوم والتكنولوچيا، أصغيت لكلمات موريسون.

وعلى سبيل الإقرار، عندما بدأت في كتابة هذا الكتاب، انخرطت في البداية في طرق التفكير الراسخة حول العلم والتكنولوچيا، وكنت مولعة بإعادة سرد القصص القديمة عن الرجال البيض واختراعاتهم. بيد أن تأليف هذا الكتاب قادني إلى الكيمياء القديمة الخاصة بي. لقد منعني حماس مفاجئ في قرارة نفسي من كتابة القصص التي يكون انعكاسي خلالها مفقودًا. بالإضافة إلى هذه الاستجابة العميقة، فقد فهمت تدريجيًا أيضًا مدى قوة التَأَمُّل وأن كل قارئ يحتاج إلى رؤية نفسه فيما يقرؤه.

على هذا النحو، حاولت أن أخلق مرايا داخل النص. إن المخترعين الذين تم إبرازهم في هذا الكتاب لديهم مواهب، ولكن لديهم أيضًا أوجه قصور، وهي مكونات لدينا جميعًا. لذلك حاولت في هذه الصفحات

الكشف عن تعقيدها وإنسانيتها، بحيث يمكن للقراء - سواء في مجال العلوم أو غيره، من نفس الديموغرافية مثل المخترعين أم لا - التواصل مع هذه الشخصيات بقدر ما، ورؤية شيء ما مألوف لديهم. كنت أرغب في الحصول على مثل هذا الكتاب أثناء دراستي لمواد الهندسة منذ فترة طويلة. كانت ستملأ رأسي مجموعة من الكتب في حقيبتي، لكن هذا الكتاب كان سيغذي روحي.

في كثير من الأحيان، لا تستخدم الكتب المتعلقة بالتكنولوچيا مثل هذه الإستراتيچية لجعل المخترعين بشرًا. وإنما يذهب العديد من المؤلفين في تمجيد العبقرية ولكن من خلال القيام بذلك عن غير قصد، يجعل الابتكار يبدو غير قابل للتحقيق، لكن على الطرف الآخر من الطيف يرغب العلماء في مشاركة كل ما يسعهم فعله. ربما يكون هذا النهج الأكاديمي هو الأفضل في بعض الحالات، كما هو الحال في العمل الموقر للويس مومفورد، وچاك إلول، وتوماس كون. لكنني اتخذت القرار الواعي بالتضحية بكمية المحتوى التقني والعلمي، والذي قد يفهمه القليلون، واخترت بدلًا من ذلك سرد القصص البشرية، التي يمكن أن يستوعبها الكثيرون بسهولة. على الرغم من أنني لم أكن متأكدة من هذا النهج في البداية، أقنعتني موريسون لماذا كانت هذه الإستراتيچية صائبة في اقتباسها الثاني.

بينما كنت أتجول بعد الانتهاء من مسودتي الأولى، عثرت على خطاب رئيسي قدمته موريسون حوَّل ترددي إلى يقين راسخ. في عام 1991، ناقشت الكاتبة التي نالت جائزة بوليتزر بعد وقت قريب من ذاك التاريخ، أهمية تضمين مختلف وجهات النظر، والتجارب، والثقافات في الأكاديمية. لقد تحدت الأساتذة على "إعادة قراءة النصوص التقليدية لتخصص ما بوجهة

نظر جديدة"، وأوضحت أن مثل هذه الجهود ستكشف، "الكثير من القوة بدلًا من القليل منها، والجمال الفائق بدلًا من الزهيد، والقوة الفكرية العظيمة بدلًا من المتواضعة- البراعة." وحذرت من أن عدم القيام بذلك سيؤدي بنا إلى "عصور مظلمة تمامًا". لقد أخبرني خطاب موريسون أنه عندما تعلق الأمر بهذه القصص المعروفة، لم يكن نهجي وما فضلته غير هامين، وإنما كانا يمثلان ضرورة ملحة.

لقد رجع صدى كلماتها في داخلي على عدة مستويات، لأنني أثناء تأليف هذا الكتاب واجهت قصة مثيرة للقلق حول كيف أن أفضل النوايا لتضمين الثقافة كادت أن تسير بشكل خاطئ وكارثي. اكتشفت أنه قبل عدة عقود، في عام 1977، كان لدى كارل ساجان وأصدقاؤه فرصة نادرة لإطلاق أسطوانة تسجيلية إلى الفضاء خلال مهمة فوياجير التابعة لناسا. عملت هذه اللجنة الخاصة بجد للعثور على أغاني الأرض التي سيتم تضمينها في مدة تسعين دقيقة. ساجان، رجل أبيض يبلغ من العمر ثلاثة وأربعين عامًا وعاشق للموسيقى الكلاسيكية، اختار في البداية مختارات كانت إلى حد كبير من أصل أوربي. بعد بذل الكثير من الجهد، تمكن الأعضاء الأصغر سنًّا في فريقه من الاستمتاع بموسيقى من ثقافات أخرى. لم تكن قائمة التشغيل الخاصة تمثل الكوكب بأسره إلى أن استشاروا آلان لوماكس، جامع الأغاني العالمية منذ فترة طويلة. تردد صدى لوماكس بداخلي، لأنه لو لم يكن مشاركًا، لكان القرص الذهبي -الكبسولة الزمنية الأرضية الواقعة بين النجوم - سيمثل جزءًا بسيطًا فقط من الكوكب.

على الرغم من وفرة الكتب التي تتناول العلوم والتكنولوجيا، إلا أن

العديد من الكتاب ينظرون إلى أعمالهم من منظورهم الخاص، تمامًا مثل ساجان المحبوب. لقد حاولت في هذه الصفحات تطبيق نهج لوماكس للتفكير في هذا الموضوع، وهو النهج الذي أكدت البروفيسورة موريسون أنه مناسب. يجب أن تكون المناقشات حول التكنولوچيا شاملة، لأنها ليست موجهة لقلة من المتعلمين فقط، ولا تخاطب فقط الرجال ذوي الأصول الأوربية. كل شخص يصنع شيئًا ما، من شطيرة إلى خلية شمسية، لذا يجب أن تعكس استقراءات العلوم والتكنولوچيا ذلك. يمكن لكل شخص أن يبتكر شيئًا جديدًا، سواء كان ذلك عبارة عن دمج نغمات باستخدام قرصين دوارين وميكروفون أو التضفير الچيني باستخدام أنبوبتي اختبار. على هذا النحو، يجب أن تعكس القصص حول العلم والتكنولوچيا أن الابتكار شيء عالمي.

عندما تعكس الكتب المتعلقة بالتكنولوچيا القراء، فهم يتلقون ما هو أكبر من مجرد قصص، ألا وهو شعورهم بأنهم يستطيعون الابتكار أيضًا. وعندما تعرض الكتب إخفاقات المخترعين، يخرج القراء منها بأنهم قادرون على مواجهة التحديات أيضًا. عندما يشعر هؤلاء القراء بالتمكين بهذه الطرق، فإنهم بالتالي يشعرون بالجرأة لاتخاذهم قراراتهم بأنفسهم، وهذا هو جوهر الكتاب. توضح هذه الصفحات ليس فقط أن كل شخص لديه فرصة للابتكار، ولكن يجب على كل شخص أيضًا أن ينتقد إبداعاته بشكل نقدي. مثل هذا التحليل المدروس لتأثير الاختراعات يفيد المجتمع لا لأنه تمرين دماغي مسل، ولكن لأنه عندما يقترن بالفعل والتغيير الاجتماعي، يكون لديه القدرة على مساعدة المجتمع على تجاوز حالته وتعزيز الكيمياء بشكل إيجابي لنا.

شكر وعرفان

حين أفكر في عملية كتابة هذا الكتاب، أشعر بالامتنان لإتاحة الفرصة لي لكتابته وللأشخاص الذين دفعوا من روحي المعنوية طوال الطريق. لوالدتي، أنچيلا بيتارو، أتقدم بشكري الأكبر، لأنها آمنت بي وبمشروعي حتى في الأوقات التي كان إيماني بهما يتقلب. شكرًا أيضًا لأشقائي دافيد ومارك؛ وابنة أخي وابن أخي لينا وأليكس؛ وزوجة أخي، كاساندرا، على دعمهم وحبهم الثابتين. بالإضافة إلى عائلتي، كان أصدقائي داعمين بشكل مذهل أيضًا. شكر خاص لصديقي العزيز، روبن شامبورج، الذي كان القابلة التي استقبلت ميلاد هذا الكتاب وكبير المشجعين. كما أنني ممتنة لسارة ماركسر، التي تغذي صداقتها روحي. ولكاثي يب، رفيقي المخلص في الجري. بالإضافة إلى ذلك، چينا بارنيت، ويندي سيلي، إينيس غونزاليس، كاثرين فورفولاكوس، ليزلي كينا، إميلي لوردتش، چينا لاسيرفا، وإيرين لافيك الذين جعلوا هذه الرحلة الطويلة أقل مشقة. ميلدريد ميوبورن، لامونت وايت، رون نوكس، فيليب فيونديلا، نانسي سانتوري وفيكتوريو سويت الذين جعلوا الأيام أكثر متعة أيضًا. وقد ألهمني طلابي السابقون، على وجه الخصوص، كاتي ماكنستري، وجاي ماركوس، وچيريمي بويندكستر، وزو هوانغ، لإيجاد أرضية جديدة.

لقد نشأ حبي للعلم منذ فترة طويلة من خلال برنامج تلفزيوني عام،

ففي ذات الوقت من قبل معلمي العلوم العظماء. ومن بين هؤلاء: كاثلين دونوهو، وچان ماري هوارد، والدكتور إيدلغارد مورس. لو لم تكن الدكتورة مورس تُدرس مادة الكيمياء T21 في جامعة براون، لكان حلمي في أن أصبح عالمة في طور التأجيل. شكرًا دكتور مورس! بالإضافة إلى العلوم، أيقظت أستاذتي السيدة أسبيا فيربويت حبي للتاريخ.

أشعر بالامتنان للتوجيه والدعم من شيرلي مالكوم وآن فاوستو ستيرلنج وصامويل ألين وكلايتون بيتس وچيمس ميتشل وليزا ماركوس وأوشا كانيثي وديڤيد چونسون الابن وبول فلوري. كما أنني ممتنة لمكتب چودي سولومون للمتحدثين لمساعدتي في نشر رسالتي القائلة بأن العلم ممتع - وللجميع. أخيرًا، كان من دواعي سروري امتياز العمل مع دار نشر معهد ماساتشوستس للتكنولوچيا. أعرب عن أعمق تقديري لمحرري، بوب بريور، لكونه داعمًا للغاية (وصبورًا) ولمديرته، إيمي براند، التي شجعتني منذ البداية.

هناك مثل إفريقي قديم يقول "إن تربية طفل تحتاج إلى قرية". لقد تعلمت أن هذا التعبير ينطبق أيضًا على إنتاج الكتب. لقد تلقيت الدعم والمساعدة والتشجيع من العديد من المنظمات الرائعة والأرواح الطيبة. من أجل الحصول على مواد لهذا الكتاب من الجانب الآخر من المحيط الأطلسي، حولت أنچيلا بيتارو (والدتي) إجازتها في إنجلترا إلى رحلات بحثية. أنني ممتنة للصور والمواد التي حصلت عليها، ولكن أيضًا لهذه الرابطة الجديدة بيننا. بالنسبة للمواد التي تم الحصول عليها في الولايات المتحدة، أتوجه بالشكر إلى چو تشابمان لتأمين المواد من أرشيفات كاليفورنيا وإلى كاسجو

سبانو وألبا موريس لتعقب مقالات المجلات التي يصعب العثور عليها. وأتوجه بالشكر إلى دولسي ريبيكا فيورتادو على مادتها التوضيحية، وإلى مارك سابا على العمل الفني، وإلى بيف وايلر على تدقيق النسخ، ولمايكل سيمز لتحرير مسودتي النهائية.

من أفضل الهدايا التي يمكن لأي شخص أن يمنحها للكاتب هي الأذن الناقدة. كانت هيلاري بروك وكاري ريد ونيك سميث كرماء للغاية تجاهي وأنا ممتنة لدعمهم وتشجيعهم الذي لا يتزعزع. شكر خاص للبروفيسور سام فريدمان للسماح لي لحضور دروسه كمستمعة في عام 2014، وكذلك إلى كيلي ماكماسترز، التي ساعدتني في صياغة هذا الكتاب عند كتابته، وساعدتني لاحقًا في صقل المسودة النهائية. كما أعرب عن تقديري للبروفيسور روبرت چوردون من جامعة ييل، الذي قدم تعليقات عميقة حول المحتوى العلمي، وكذلك لماري براون لإدخال كتابي خلال المفاوضات الأولية.

كان هناك العديد من المحفوظات التي ساعدت في جعل هذا الكتاب ممكنًا. تم سردها جميعًا في مكان آخر من الكتاب، وأنا ممتنة لها جميعًا. ومع ذلك، هناك عدد قليل من الأفراد الذين تجاوزوا نداء الواجب. ومنهم: شيلدون هوشيزر وميليسا واسون وويليام كولين (أرشيفات AT&T)، وإد إيكيرت وريبيكا نالدوني (أرشيفات نوكيا)، وچيمس أميماسور (جمعية نيوچيرسي التاريخية)، وچوردون بوند (جاردن ستيت ليجاسي)، ترينا براون (مكتبات سميثسونيان)، شارلوت تشابل (أصدقاء بلوم هاوس)، چيمي مارتن (أرشيفات آي بي إم)، كينيث ماكنيليس (متحف النقل بالحافلات)،

باولا نورتون (جمعية ديربي التاريخية)، سارة باراميجاني (متحف فليتوود)، كاي بيترسون (معهد سميثسونيان)، ديڤيد روز (مؤسسة مسيرة الدايمز)، إدوارد ساكس (متحف الراديو القديم)، الراحل تشارلز سيكومب (أنسونيا، كونيتيكت)، داريل سميث (مختبر بيل جلاسبلوينج)، فرانسيس سكيلتون (متحف نيو هافن)، إد سوراتو (متحف نيو هافن)، وهال والاس (معهد سميثسونيان). لقد عقدت عشرات المقابلات الخاصة بهذا الكتاب، لكنني ممتنة بشكل خاص لكرم چون كاساني، وفرانك دريك، وتيموثي فيريس، وكارولين هانتر، ونانسي ماريسون، وديڤيد روني، والدكتور دونالد تيل.

إنني أتوجه بشكر خاص إلى مكتبتي المحلية – المكتبة العامة المجانية في نيو هيفن – ولا سيما فريق العمل الداعم بشكل لا يصدق في فرع ميتشل. وصيحة خاصة إلى شارون لوفيت غراف لمهاراتها في الحصول على الكتب والمراجع المستحيلة. شكرًا لسيث جودفري أيضًا، لمنحي إمكانية الوصول إلى مجموعات المكتبة المغلقة. والشكر موصول للمساحة المتاحة للكتابة داخل جدران مكتبة بولي.

لقد كان الحصول على مواد لهذا الكتاب نعمة بالتأكيد، ولا يقل عنها الدعم المالي الذي تلقيته. إنني أقدر بشدة كرم المؤسسات التالية: شكرًا لمجموعة تكساس بجامعة بايلور، ومديرها چون ويلسون، على زمالة السفر لمطالعة أوراق جوردون تيل. شكرًا أيضًا لبرنامج الفنانين المقيمين في الجرسي لشهر الكتابة المثمر بامتياز في يوليو 2017.

أخيرًا، وليس آخرًا، أود أن أشكر دورون ويبر المثقف والداعم وموظفيه

في مؤسسة ألفريد بي سلون لمنحة الكتاب، والتي سمحت لي بإنشاء أفضل نثر يمكنني إنتاجه، ومكنني من تأمين الرسوم التوضيحية والصور. ويقال "إن الصورة تساوي ألف كلمة." ولكل واحد، أقدم ألف شكر.

ولأكون أمينة، هناك الكثير من الأشخاص الذين كانوا متعاونين جدًّا معي خلال وقت مشروع الكتاب هذا. لذا اسمحوا لي أن أنهي حديثي بكلمة فضفاضة ولكنها صادقة، "شكرًا لكم!"

ملاحظات

المصادر والمقابلات:

خرج هذا الكتاب إلى النور بفضل المكتبات، والأرشيفات، والمجموعات التالية:

- متحف مختبر ألكسندر فليمينغ، ومحفوظات AT&T ومركز التاريخ
- مكتبة بيكر في كلية هارفارد للأعمال، ومكتبة بانكروفت، والمكتبة البريطانية.
- مكتبة جامعة كامبريدج، ومحفوظات متحف شيكاغو للتاريخ، ومحفوظات جامعة كولومبيا.
- محفوظات متحف الكمبيوتر، ومكتبة ولاية كونيتيكت، وأرشيفات شركة كورنينغ.
- مكتبة ديجويلر بجامعة ساذرن ميثوديست، وجمعية ديربي التاريخية، متحف فليتوود للفنون والتصوير الفوتوغرافي.
- أصدقاء بلوم هاوس، متحف چورچ إيستمان، أرشيف جامعة چورچ واشنطن، هنري فورد.
- مركز التاريخ في مقاطعة تومبكينز، أرشيفات آي بي إم، IEEE التاريخية، المجتمع التاريخي لمنطقة أيرونوود.

- مكتبة أيرونوود كارنيجي، مكتبة كانساس سيتي العامة، جمعية كنساس التاريخية، متحف كينغستون وخدمة التراث.
- جمعية لابورت التاريخية، مكتبة الكونغرس، جامعة ولاية ميشيغان، مكتبة موريستاون وموريس تاونشيب، متحف النقل بالحافلات، ومتحف محفوظات العلوم والابتكار.
- الجمعية التاريخية لمقاطعة نابا، والمحفوظات الوطنية في مدينة كانساس سيتي، ومكتبة نيو هافن العامة المجانية، ومتحف نيو هافن، وجمعية نيوجيرسي التاريخية، والجمعية التاريخية في نيويورك.
- قسم أرشيفات المكتبة العامة والكتب النادرة في نيويورك، مكتبة نيوبيري، مكتبة وأرشيفات نيلز بور، NOAA، أرشيفات نوكيا، جمعية بنفيلد التاريخية، مكتبة راكو للأبحاث في متحف كورننغ للزجاج.
- مكتبة الجمعية الملكية، مكتبة سان فرانسيسكو العامة، مكتبة سان جوس العامة، مركز شومبورغ للبحوث في مخطوطات الثقافة السوداء، أرشيفات شوت، معهد تاريخ العلوم.
- معهد سميثسونيان، مكتبة جامعة ولاية كونيتيكت الجنوبية، مكتبة سانت بطرسبرغ فلوريدا.
- أرشيف جامعة ستانفورد، مجموعات تكساس في جامعة بايلور، مكتبة كلية ترينيتي، يوليسيس المجتمع التاريخي، مكتب يوليسيس التاريخي، أرشيف كلية الاتحاد.

- متحف الراديو والاتصالات الكلاسيكي، ومكتبة مقاطعة واكو ماكلينان، ومركز ويليام للأبحاث التابع لمجموعة نيوأورليانز التاريخية، ومحفوظات معهد ورسيستر للفنون التطبيقية، ومحفوظات جامعة كزافييه في لويزيانا، وجامعة ييل.

وبفضل المقابلات مع الأفراد التالية أسماؤهم:

جريتشن باك، چون بالاتو، نعومي بارون، روجر بيتي فرناندو بينادون، بول بوجارد، مارفن بولت، جوردون بوند، كيفن براون، چون كاساني، روبرت كاسيتي، ديڤيد تشالمرز، أوليفر شانارين، شارلوت كول، جين كوك، ليو ديبويدت، فرانك دريك، نانسي جو دروم، ديڤيد إيجلمان، جوانا إيكلز، إيه. روجر إكيرش، فابيو فالشي، إيزوبيل فالكون، تيموثي فيريس، ماريانا فيغيرو، آرييل فايربو، روبرت فريدل، بيتر جاليسون، چون جيرتنر، روبرت جوردون، كينيث هيلمان، چورچ هيلمكي، ألبرت هوغلاند، ديڤيد هوشفيلدر، شيلدون هوشيزر، كارولين هانتر، ويليام جينسن، چيمس جونز، كاثي كانور، آرت كابلان، دانيال كيلم، ويليام لاكورس، إد لاكس، روبرت ليفين، سارة لويس، چون ليتلتون، چيمس لويد، ترافيس لونجكور، بيرترام ليونز، نانسي ماريسون، أفالون أوينز، مارك ريا، سوزي ريختر، ديڤيد روني، فولفجانج شيفلبوش، داريل سميث، ديڤيد سميث، جويل سنايدر، كارلين ستيفنز، ريتشارد ستيفنز، دونالد تيل، ليزلي توموري، سوزان ترويلير ماكنستري، جيف تويدال، هال والاس، توماس وير، واين ويسولوسكي، ماثيو وولف ماير، راندال يونجمان، وإيفيتار زيروبافيل.

ببليوغرافيا مشروحة:

تُعد الصفحات القليلة التالية بمثابة ملاحظات موسعة، وتعليقات، وموارد مقترحة للقصص الموضحة في هذا الكتاب. لقد توفرت العناوين حتى يتمكن القارئ من توفير الوقت والحصول على المعلومات التي يريدها بسهولة. في كثير من الحالات، هناك مواضيع لها مصادر قليلة جدًّا؛ وفي حالات أخرى، لها الكثير. في حالة وجود وفرة من المواد، يتم توفير الموارد الرئيسية لاستخدامها، بالإضافة إلى المصدر الذي أخذ منه هذه الاختيارات. أتمنى أن يتمكن القارئ أو الباحث الجاد من الانتقال من معرفة اللاشيء إلى معرفة كل شيء حول موضوع معين في فترة زمنية قصيرة جدًّا. صيد ثمين!...

الفصل الأول: تفاعل

روث بيلفيل: إن أفضل طريقة لالتقاط قصة روث بيلفيل هي كتاب موجز بعنوان "روث بيلفيل: سيدة توقيت غرينتش" من تأليف ديڤيد روني، الذي وضع بشق الأنفس أجزاء عن حياة هذه المرأة التي باعت الوقت. تم ذكر روث بيلفيل أيضًا لفترة وجيزة في الكتب القديمة، والتي تشمل: التوقيت البريطاني (1947) لدونالد دي كارلي، وتوقيت غرينتش واكتشاف خط الطول (1980) لديريك هوس. يستحق كلا الكتابين البحث من قبل أي قارئ له اهتمام متزايد بتعيين الوقت. لقد تجاوزا العديد من الكتب الأخرى، بما في ذلك العناوين الأحدث. أما بالنسبة للمصادر الإضافية، فإن الصحف البريطانية لديها إشارات قليلة عنها. كانت بيلفيل من المشاهير إلى حد ما، وهناك العديد من المقالات التي تذكرها، خاصة في وقت قريب من وفاتها عام 1943. أما بالنسبة للكتابات المعاصرة حول روث بيلفيل، هناك بعض الأعمال العلمية التي يجب مراعاتها. من بينها "التزامن الوقتي، والتوزيع الزمني، وضبط التوقيت الكهربائي في بريطانيا 1880-1925" لهانا جاي، و"ماريا وروث بيلفيل: المنافسة على توفير وقت غرينتش" بقلم ديڤيد روني. كلا العملين مليئان بالتفاصيل، مثل تكلفة خدمات بيلفيل. وتستشهد ورقة روني برسائل روث بيلفيل، مما يجعلها كنزًا دفينًا لأي قارئ متحمس يريد المزيد عن هذه المرأة صاحبة المشاريع. للحصول على ملخصات موجزة

عن روث بيلفيل، سيكون هناك مقالان في المجلات بمثابة مقدمات رائعة لها: چون هانت "متداولي الوقت" و"السيدة التي باعت الوقت" لستيفن باترسبي.

أنماط النوم: لقد أصبح موضوع النوم مصدر قلق قومي. نحن نُمعن النظر لما تسميه صحيفة نيويورك تايمز "مجمع النوم الصناعي"، حيث تجني شركات الأدوية ومصنعو المراتب مليارات الدولارات من قلق النوم لدينا. ومن هنا، بدأت المقالات الصحفية، والمجلات، والمواقع الإلكترونية في مناقشة هذا الموضوع؛ ومع ذلك، سوف يوقظ عمل العلماء على تغيير أنماط نومنا، مثل عند نهاية اليوم: ليلة في عصور ماضية. بقلم أ. روجر إكيرش. والجماهير النائمة: النوم، والطب، والحياة الأمريكية الحديثة. من تأليف ماثيو وولف ماير ــ فهم المرء في كيفية وصولنا إلى هنا. للحصول على معلومات طبية موثوقة حول أنماط نوم الأمريكيين، يحتوي موقع المعهد الوطني للصحة NIH على تقارير وإحصاءات من شأنها أن تروي أي ظمأ. أيضًا، يُخزن موقع الويب الخاص بمراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها (CDC) البيانات والرسوم البيانية حول استهلاك حبوب النوم في الولايات المتحدة. أخيرًا، وضع كبار العلماء في البلاد دعوة للعمل في تقرير بعنوان "النطاق والعواقب الصحية لفقدان النوم المزمن واضطرابات النوم"، والذي يمكن تحميله من موقع دار نشر الأكاديميات الوطنية.

بنيامين هانتسمان: يعد القراء المهتمون بحياة بنيامين هانتسمان محظوظين، لقصر وسهولة استيعاب المحتوى المكتوب عنه. نشرت مكتبات مدينة شيفيلد (في المملكة المتحدة) كتيبًا من عشر صفحات، كتبه الباحث كينيث سي

باراكلاو بعنوان بنيامين هانتسمان 1704-1775 (متاح للشراء من خلال مكتبة شيفيلد)، ويوثق هذا الكتيب كل شيء منذ ولادته حتى وفاته، والحياة الممتعة (والاستفزازية) التي عاشها بينهما، مثل زواجه المحظور وطلاقه. تم حذف هذه التفاصيل من هذا الكتاب لأنها لم تخدم القصة وكان من الممكن أن تشتت انتباه القارئ، لكن يجب على المحب للبحث والاستطلاع أن يبحث عن هذه الجوهرة الصغيرة. بالإضافة إلى وصف باراكلاو المختصر لهانتسمان، هناك كتب قديمة سميكة مثل السيرة الصناعية: عمال الحديد وصناع الأدوات (1863) من تأليف صمويل سمايلز، والتي تقدم لمحة عن هانتسمان والمساهمين الآخرين في صناعة الحديد والصلب. للحصول على معلومات إضافية حول حياة ونسب هانتسمان، تعتبر المقالات "النسب والوظيفة لبنيامين هانتسمان" بقلم دبليو ويندهام هولم، و"بنيامين هانتسمان، من شيفيلد، مخترع فولاذ البوتقة" بقلم ر.أ. هادفيلد من الأعمال الأساسية. أما للحصول على تفسيرات علمية وتقنية عالية عن اختراع هانتسمان، كتب كينيث سي باراكلاو غزير الإنتاج صناعة الصلب قبل بِسمر: المجلد 1 — الفولاذ المنفط. هذا الكتاب موثوق به ولكن يصعب الحصول عليه. يجب على أي عالم جاد يرغب في المزيد حول تاريخ وعلوم المعادن أن يختار أيضًا كتاب سيريل سميث "بحث عن التركيبات الهيكلية" وكتاب ر.ف.تليكوت "تاريخ التعدين".

جاليليو: إن قصة جاليليو معروفة منذ قرون، لكنها لا تزال جديدة، ومثيرة للاهتمام لكل جيل. لقد كان محور اهتمام بعض العناوين الشهيرة، مثل ابنة جاليليو لدافا سوبيل: مذكرات تاريخية للعلوم والإيمان والحب.

وكتاب جاليليو الأقدم: عالم رائد، بقلم ستيلمان دريك. كان جاليليو عالم فلك وفيزيائيًا مشهورًا باكتشافه لأقمار كوكب المشتري. وتجاربه في برج بيزا وعمله على أرجوحة البندول لهما تأثير على حياتنا اليومية. في حين أن العديد من الطلاب يمكنهم تقديم تفاصيل حول إسقاطه لأشياء مختلفة، إلا أن معظمهم لا يعرف شيئًا عن ساعة بندول جاليليو. للحصول على تفاصيل حول جهوده لإنشاء ساعة، يعد كتاب "نبض الوقت" من تأليف سيلفيو بيديني كتابًا نادرًا مدروسًا جيدًا ويجب أن يكون بحوزة أي باحث واسع الاطلاع أو أي باحث جاد. ومن المثير للاهتمام، أنه لا يزال هناك نقاش بين الأكاديميين حول ما إذا كانت قصة المصباح المتأرجح في الكنيسة صحيحة أم لا. مهما كان الأمر، ما هو مؤكد هو أن مناقشة جاليليو والتحدي المتمثل في تحديد الساعات تظل مثيرة للاهتمام وخالدة.

وارن ماريسون: على الرغم من كونه عالمًا كان له تأثير كبير في المجتمع، لم يُكتب سوى القليل جدًا عنه. يهدف هذا الكتاب إلى تصحيح هذا الخطأ، لكن الجهود السابقة هي أعمال أساسية في دراسة هذا المخترع. كتب دبليو آر توبهام سيرة ذاتية قصيرة بعنوان "وارن إيه ماريسون - رائد ثورة الكوارتز" في عام 1989 ويمكن الحصول عليها من الرابطة الوطنية لهواة جمع الساعات. إلى جانب ذلك، لدى مختبرات بيل، محل العمل السابق لماريسون، مدخل قصير عنه في المجلد الأول من مجموعة سميكة مكونة من مجلدين تسمى تاريخ الهندسة والعلوم في نظام بيل: السنوات الأولى (1875-1925). تم ذكر عمل ماريسون في الصفحتين 319 و991. ولكن هذا كل شيء! لحسن الحظ، تولى ماريسون مهمة الحفاظ على إرثه بين يديه ولخص مساهمته في

ضبط الوقت في مقال طويل بعنوان "تطور ساعة الكوارتز الكريستال".

الكهرباء الانضغاطية: ظاهرة رائعة في علم المواد، ويتوقع المرء أن يكون هناك المزيد من المواد التي يمكن الوصول إليها والمكتوبة عنها. ولكن في الحقيقة الأمر ليس كذلك. إن العمل الأكثر أهمية هو كتاب والتر كادي الكهرباء الانضغاطية، وسيخدم الفصل الأول من هذا الكتاب القارئ الفضولي، لكنه يدخل في مناقشات تقنية بحتة بعد بضع صفحات فقط. ولإجراء مناقشة أقل حدة، هناك العديد من الكتب التمهيدية للمواد العلمية، لا سيما تلك التي تتناول موضوعات المواد الذكية أو السيراميك، والتي قد تكون مفيدة. أما بالنسبة لاكتشاف الكهرباء الانضغاطية، فهناك سيرة ذاتية عن بيير كوري كتبتها زوجته الشهيرة ماري كوري. وبالنسبة للمهتمين بالتاريخ المبكر واستخدامات الكهرباء الانضغاطية، ستوفر المقالات البحثية المتعددة التي كتبها شاؤول كاتسير بالتأكيد العديد من العناصر المثيرة للاهتمام.

تأثير تعيين الوقت: مثلما تعد كلمة الوقت واحدة من أكثر الكلمات استخدامًا في اللغة الإنجليزية، فلا يوجد ندرة في الكتب حول مفاهيم الوقت وتعيينه. ومع ذلك، هناك عدد قليل منها يعد من الأعمال البارزة: لقد كتبت كارلين ستيفنز نصًا مصورًا، وممتعًا، ومقروءًا عن تطور تعيين الوقت وتأثيره على المجتمع يسمى في الوقت المناسب: كيف تعلمت أمريكا أن تعيش الحياة على مدار الساعة. كما أن كتاب ثورة في الزمن: الساعات وصنع العالم الحديث، من تأليف ديفيد لاندز هو عمل علمي أساسي يمثل نصًا قياسيًا حول موضوع تعيين الوقت. وتقدم كتب مثل جغرافيا الوقت: المغامرات

الزمنية لعلم النفس الاجتماعي (روبرت ليفين) والإيقاعات الخفية إيفياتار زيروبافيل (مناقشة شاملة لكيفية تغير الحياة على مدار الساعة) ولكن هناك بالتأكيد الكثير من الكتب الأخرى حول هذا الموضوع من شأنها أن تخدم القارئ أيضًا. للحصول على معالجة مثيرة للاهتمام حول الاختلافات الثقافية في تصور الوقت، فإن مقالات مثل "الاختلافات الثقافية والفردية في الاتجاه الزمني" لچيمس جونز و"وتيرة الحياة في 31 دولة" لروبرت ليفين وأرا نورينزايان تقدم معلومات مفيدة للغاية. تعتبر قطعة جونز مفيدة بشكل خاص في تفريغ - ودعم - فكرة عصر (الأشخاص الملونون).

الفصل الثاني: تواصل

قطار جنازة لينكولن: كان موكب جنازة أبراهام لنكولن في يوم من الأيام جزءًا من الذاكرة الجماعية لأمريكا، ولكن بمرور الوقت تلاشى هذا الحدث من وعي الأمة. بالنسبة للقراء الذين يبحثون عن وصف ثري لقطار جنازة لينكولن، فإن كتاب "وداعًا لينكولن" للكاتب ڤيكتور سيرشير هو النص الرئيسي الذي يجب قراءته. وهناك أيضًا كتاب منشور ذاتيًا بعنوان "قطار لينكولن قادم" من تأليف واين وماري كاي ويسولوفسكي، وهو مصدر لا يقدر بثمن ولكن يصعب الحصول عليه. يستحق هذا العنوان البحث عنه، لأنه يحتوي على أوصاف حية وحقائق تم انتقاؤها من العديد من الصحف، بالإضافة إلى أبحاث المؤلفين. (على سبيل المثال، كان لون سيارة الجنازة لغزًا حتى وجد واين ويسولوفسكي قطعة وقام بتحليلها.)

إن العديد من الكتب حول موكب لينكولن عمرها بضعة عقود. ومع ذلك، كانت هناك سلسلة من الروايات المعاصرة لهذه الحكاية الوطنية العظيمة، والتي نُشرت في الوقت المناسب للاحتفال بالذكرى المائة والخمسين. أحد هذه الكتب، الذي صدر عام 2014، يسمى "قطار لينكولن الجنائزي: الرحلة الملحمية من واشنطن إلى سبرينغفيلد" بقلم روبرت إم ريد. يوجد أيضًا كتاب مصور للأطفال يسمى "أبراهام لينكولن يعود إلى وطنه" بقلم روبرت بيرلي، الذي يُحيي بحميمية هذه اللحظة العظيمة

في التاريخ لليافعين. يمكن أيضًا العثور على روايات إضافية حول موكب لينكولن في عشرات الصحف من مختلف المدن التي سافر عبرها القطار أو التي أقيمت فيها المواكب.

السير هنري بسمر: يُعد السير هنري بسمر أبًا لصناعة الصلب، لكنه لم يتلق السيرة الذاتية الموثوقة التي يستحقها. حاول تصحيح هذا من خلال كتابة سيرته بنفسه، والتي سماها "السير هنري بسمر، ف.ر.س: سيرة ذاتية" وعلى الرغم من التغاضي عنه خلال حياته، كانت هناك جهود حديثة لإصلاح هذا النقص التاريخي. في القرن العشرين، نشر معهد المواد كتابًا بعنوان "السير هنري بسمر: أبو صناعة الصلب" والذي لم يصف الرجل فحسب، وإنما الأعمال التي ألهمها. هذا النص تقني بعض الشيء، لكن هناك روايات قصصية عن بسمر من بعض الأشخاص الذين عرفوه مؤخرًا. بالإضافة إلى ذلك، نشرت جمعية هيرن هيل في المملكة المتحدة كتابًا صغيرًا بعنوان "قصة السير هنري بسمر" ولكن يصعب الحصول على هذا الكتاب في الولايات المتحدة. تقتصر معظم التفاصيل المتعلقة بحياة بسمر على الحكايات التي كان على استعداد لمشاركتها في سيرته الذاتية ومن المقالات الصحفية عنه. على الرغم من أن الفولاذ متوفر بكثرة، إلا أننا نعرف القليل عن الرجل بشكل أكبر من معرفة المعدن الذي صنعه. للحصول على كتاب موثوق وتقني حول اختراع بسمر، يعد كتاب كينيث سي باراكلاو لصناعة الصلب، 1850-1900 نصًا أساسيًا للقراءة.

ويليام كيلي: في حين أن هناك ندرة في الروايات حول السير هنري بسمر، فإن المقتنيات أقل حجمًا بالنسبة إلى ويليام كيلي. يتناول سيرة كيلي،

إلى حد ما، كل من كتاب "الحديد المنصهر: قرن من السبائك الأمريكية والصلب"، بقلم إتش هولبروك ستيوارت، وكتاب "الرجال والآلات والعصر الحديث"، للكاتب إلينج إي موريسون. يتناول موريسون في معظم كتابه اختراع الفولاذ، واصفًا إياه بأسلوب سردي تقريبًا. هذا الكتاب هو إضافة رائعة لأي عاشق للصلب. للحصول على معلومات إضافية حول ويليام كيلي، فإن أفضل الرهانات هي الموسوعات، وكتب القرن التاسع عشر، ومقالات الصحف. في عدد قليل من هذه الروايات القديمة، تمت الإشارة إلى الرسائل التي كتبها كيلي، لكن يبدو أنها ضاعت. على الرغم من هذه القطع الأثرية المفقودة، هناك مشكلة أكبر مع كيلي تتطلب معالجة: على وجه الخصوص، فإن ادعاء كيلي بأنه جلب الفولاذ إلى الولايات المتحدة هو من نسج الخيال. إن الدراسة الأكثر تحديدًا والأكثر بحثًا حول جهود كيلي في صناعة الصلب هي الورقة الأكاديمية، "محول كيلي"، بقلم روبرت جوردون، الأستاذ الفخري بجامعة ييل، الخبير في علم المعادن الأثرية. قضى البروفيسور جوردون بعض الوقت مع محول كيلي في معهد سميثسونيان وقام بتحليل مواده. إذ يظهر بحثه أن مساهمة كيلي في صناعة الصلب تفتقر إلى الدليل. (يستمر تثبيت المعالم واللوحات على شرف كيلي، على الرغم من هذه الملاحظات المكتسبة).

الفولاذ والقضبان: بالنسبة لكونها مادة هامة جدًّا للمجتمع، هناك عدد قليل جدًّا من الكتب الحديثة حول الفولاذ موجهة للجمهور العادي. أحد العناوين البارزة هو نص قديم يسمى المعادن في خدمة الإنسان من تأليف آرثر ستريت وويليام ألكساندر، والذي يناقش الفولاذ في عدد قليل من

فصوله بأسلوب سهل القراءة للغاية. بالإضافة إلى ذلك، يقدم فصل في كتاب ستيفن ساس "جوهر الحضارة: المواد والتاريخ البشري من العصر الحجري إلى عصر السيليكون" مسحًا قويًا حول العلم وراء الفولاذ. لفحص دور الصلب في الثقافة، يمكن استخدام بعض الكتب القديمة، مثل ملحمة الفولاذ لدوغلاس آلان فيشر (وبدرجة أقل كتابه الآخر "الصلب يخدم الأمة" وظهور عصر الفولاذ لثيودور أ. ويرتايم. يمكن العثور على تاريخ علم المعادن الذي يعود إلى العصور القديمة في كتاب آر إف تايلكوت، "تاريخ علم المعادن"، وبالنسبة للدراسات الحديثة حول صناعة الصلب، فإن نصوص "أمة من الصلب: صنع أمريكا الحديثة، -1865 1925" لتوماس ميسا، و" الحديد الأمريكي 1607—1900 " لروبرت غوردون، تم إعدادها بدقة.

على الرغم من أنهما موجهان للجمهور الأكاديمي إلا أنهما ممتعان للقراءة.، فهما من أهم الكتب التي تناولت تأثير القضبان الفولاذية كتاب "رحلة السكة الحديد: تصنيع الزمان والمكان في القرن التاسع عشر" الذي كتبه فولفغانغ شيفلبوش. يجب أن يكون هذا الكتاب الصغير، ذو البعد الثقافي مطلوبًا للقراءة في أي فصل دراسي يدرس أخلاقيات الهندسة أو علم الاجتماع. هناك كتاب أكبر سُمكًا وأشمل عن تأثير القضبان يسمى "عصر السكة الحديد" من تأليف هارولد بيركين، والذي يركز على بريطانيا ولكنه شامل في تغطيته..إن مناقشة إلغاء المسافات هي نقطة محورية لدى بارني وارف في عمله"انضغاط الزمان والمكان: الجغرافيا التاريخية.".

إضفاء الطابع التجاري على عيد الكريسماس: هناك العديد من الكتب

حول السكك الحديدية، لكن النقاش حول دورها في جعل عيد الميلاد ذا صبغة تجارية، محدود. لقد كشفت المؤرخة بين ل. ريستاد العلاقة في مقالتها "عيد الميلاد في أمريكا: تاريخ". وكتاب عيد الميلاد: تاريخ صريح بقلم بروس دي فوربس هذا الترابط أيضًا. قد يجد العلماء أنه من المثير للاهتمام فحص قصاصات الصحف، التي تظهر تطور الكريسماس من عطلة ثانوية إلى العطلة الحديثة التي نشهدها اليوم.

الفصل الثالث: توصيل

معركة نيوأورليانز: يجب على أي قارئ جاد في معرفة أندرو جاكسون أن يلتقط كتابًا لكاتب سيرته الذاتية الأساسي، روبرت في. ريميني، وتحديدًا الكتاب الحامل لعنوان "معركة نيوأورليانز: أندرو جاكسون والنصر العسكري الأول لأمريكا". لكن على القارئ أن يحرص على ألا يكون غارقًا في وجهة نظر هذا المؤلف الغزير الإنتاج. هناك كتب أخرى تقدم أيضًا معلومات واسعة النطاق، مما يعزز من وجهة نظر ريميني، والتي تشمل شاهد عيان بريطاني في معركة نيوأورليانز، تم تحريره بواسطة جين أ. سميث، والنصر العظيم: أندرو جاكسون ومعركة نيوأورليانز بقلم دونالد ر. هيكي. بالإضافة إلى هذه العناوين، تمت مناقشة الحرب في كتاب قديم بقلم فرانسيس ف.بيرن، بعنوان حرب 1812، مكتوب بأسلوب يسهل فهمه. بالنسبة لوجهة النظر البريطانية، فإن كتاب "البريطانيون عند البوابات: حملة نيوأورليانز في حرب عام 1812" بواسطة روبن رايلي لا بد منه ومليء بحقائق لا توجد عادة في الصور الأمريكية. ولأولئك القراء الساعين إلى معالجة أكثر بصرية للحرب، فإن كتاب "الوهج الأحمر للصواريخ: تاريخ مصور لحرب عام 1812" بقلم دونالد ر. مُعد بأسلوب جيد تمامًا، ويقدم وصفًا رائعًا لما حدث. سيجد القراء أيضًا أن الفصل الخاص بمعركة نيوأورليانز في "ما أحدثه الله: تحول أمريكا، 1815-1848" لدانيال هاو يحتوي على

تفاصيل جديدة أيضًا. قد تستمتع الفصول الدراسية أيضًا بالأفلام الوثائقية حول هذه المعركة (خاصة تلك التي تنتجها قناة هيستوري وبي بي إس). وبالنسبة للباحث الجاد الذي يرغب في مطالعة أوراق چاكسون، تضم مكتبة الكونغرس أكثر من 20000 عنصر. كما توفر الصومعة، منزل أندرو چاكسون، مستودع لأرشيفاته ونسخًا رقمية من أوراقه. علاوة على ذلك، تُعد تقارير الصحف عن المعركة غنية بالمعلومات؛ حيث يقدم سجل النيل الأسبوعي (صحيفة بالتيمور) مقعدًا في الصف الأول لمعرفة ما حدث في مزرعة لويزيانا. أخيرًا، سيستمتع عشاق التاريخ بزيارة تشاليت باتلفيلد في نيوأورليانز، لا سيما في ذكرى المعركة في أوائل يناير.

صامويل إف.ب. مورس: كان صمويل فينلي بريز مورس مخترعًا يحظى باحترام كبير، وكانت قصته معروفة جيدًا لتلاميذ المدارس منذ أكثر من قرن. وبالتالي، فإن العديد من الكتب المكتوبة عنه قديمة. في الآونة الأخيرة فقط كانت هناك سيرة ذاتية معاصرة عنه، كتبها كينيث سيلفرمان، واسمها "رجل البرق: الحياة الملعونة لصمويل إف بي مورس". هذا الكتاب السميك، الذي وضعه كاتب سيرة ماهر، مليء بالتفاصيل. من الأفضل للقارئ الجاد أن يلتقط نسخة من هذا الكتاب. لا توجد رواية حديثة لقصة مورس أقصر من 300 صفحة. سيتعين على المرء العودة إلى الكتب القديمة مثل "صمويل فينلي بريز مورس" للكاتب چون تروبريدج والتي نُشرت عام 1901في 134 صفحة. إنها قراءة مفعمة بالحيوية تلخص عيوب مورس في جملة واحدة، إذ يقدم هذا الكتاب جدولًا زمنيًا لطيفًا. ومع ذلك، هناك خطأ في تاريخ عمل التلغراف (الذي كان عام 1844).

ولقراءة أطول عن مورس، ثمة العمل الحائز على جائزة بوليتزر "ليوناردو الأمريكي: حياة صامويل إف بي مورس" لكارلتون مابي، والذي كتب بأسلوب صحفي لا يزال موضع تقدير من قبل القراء المعاصرين اليوم. للأسف، هناك بعض الأخطاء في هذا الكتاب أيضًا. لكن يُحسب له فصل كامل بعنوان "الأمريكيون الأصليون"، والذي يتناول الجانب السياسي لمورس. علاوة على ذلك، هناك سيرة ذاتية قصيرة من 215 صفحة تسمى "صمويل مورس والفن الديمقراطي الأمريكي" لأوليفر ووترمان لاركن، وهي قراءة موجزة وممتعة، ولكن من الصعب جدًّا الحصول عليها. عمل آخر هو "توصيل أسلاك القارة: تاريخ صناعة التلغراف في الولايات المتحدة" بواسطة روبرت لوثر طومسون. هذا الكتاب مرغوب فيه لأولئك الذين يريدون وصف التلغراف دون الأمور الزائدة المتعلقة بالشخصية والقصة.

أما كتاب حياة صمويل ف. مورس من تأليف صموئيل إيريناوس برايم فهو المرجع الذي تعتمد عليه العديد من الكتب الأخرى وتستشهد به. لقد اختارت العائلة صمويل برايم لكتابة هذه السيرة الذاتية، لذلك كان بإمكانه الوصول إلى مواد غير متوفرة للعديد من الآخرين. يعد نص برايم نصًّا جيدًا مليئًا، ليس فقط بالمراسلات التي قد يكون من الصعب الحصول عليها، ولكن أيضًا بمسودات الترشيحات بالإضافة إلى التعليقات الذكية. هذا الكتاب تقني تمامًا من وجهة نظر علمية ومن وجهة نظر قانونية. ويوجد وصف قليل جدًّا لعمل مورس كفنان في صفحاته. ومع ذلك، فهو نص لا بد منه لمن يرغبون في الحصول على صورة كاملة لتطور التلغراف. أما

لاستكشاف الفنان مورس، يُقترح أن يراجع القراء الكتاب الكبير الحجم بعنوان صمويل إف بي مورس بواسطة ويليام كلوس، الذي يحتفي بفن مورس، ويقوم بفهرسة لوحاته بالألوان الكاملة بالإضافة إلى نقد مهارته.

توجد رسائل مورس في مجموعة سميكة من مجلدين تسمى "صمويل إف بي مورس: رسائله ومجلاته" في مجلدين. جمعها الابن الأصغر لصمويل مورس، إدوارد ليند مورس. لقد استمرت حياة كل من صمويل مورس - كفنان ومخترع - حوالي واحد وأربعين عامًا. يغطي المجلد الأول حياة مورس المبكرة كطالب مدرسة، وفنان شاب، وكرجل متزوج حديثًا، بينما يتناول المجلد الثاني عن مورس باعتباره المخترع، ووقته على متن سولي، وإبداعه للتلغراف، وتطور خط العمل الأول. وهذا هو المجلد المطلوب الحصول عليه إذا لم تكن المجموعة الكاملة متاحة.

بشكل عام، بالنسبة لمناقشة تطوير التلغراف، فإن مزيجًا من أعمال سيلفرمان، ومابي، وليند مورس، وبرايم، سوف تخدم أي باحث جاد يبحث عن آراء متنوعة حول القصة، بالإضافة إلى توفير مجموعة من المعلومات. كما هو الحال مع أي كتاب يقرؤه المرء، من المهم إعادة التحقق من التواريخ والتفاصيل مع المصادر السابقة، نظرًا لوجود أخطاء تنتقل من جيل من الكتب إلى الجيل التالي.

سيكون من دواعي سرور أي طالب أو باحث أن يجد أن مورس كان كاتبًا غزير الإنتاج، وأن العديد من رسائله متاحة مجانًا على موقع مكتبة الكونجرس. أوراق صمويل فينلي بريز مورس (MSS33670) ستجعل

أولئك الذين يحبون الكثير من المواد يبكون. المحفوظات في جامعة ييل أصغر بكثير، ولكن هناك رسائل رئيسية كتبها مورس، خاصةً عندما كان يحاول الحصول على براءة اختراع بريطانية. أهم مجموعة عن مورس في جامعة ييل، هي ملفات خريجي كلية ييل (RU 830، صندوق 2)، الذي يحتوي على مقالات مكتوبة عن مورس أقرب إلى وقت عمله. وتجدر الإشارة إلى أن مكتبة نيويورك العامة بها أيضًا بعض خطابات مورس المتاحة عبر الإنترنت.

بالنسبة للإشارات المعاصرة إلى قصة صمويل إف بي مورس، هناك بعض الكتب الممتازة التي تنسج أنشطته مورس في النسيج الأكبر لتنمية الاتصالات. من بين الكتب البارزة كتاب الإنترنت الفيكتوري: القصة الرائعة للتلغراف ورواد الإنترنت في القرن التاسع عشر، من تأليف توم ستاندج. هذا الكتاب يُعد بطلًا، ليس فقط لعنوانه الرائع، وإنما أيضًا لإخباره الممتع والجذاب لميلاد التلغراف، والهاتف، واللاسلكي. هناك عنوان آخر كان أقل شعبية ولكن على نفس القدر من المتعة وهو "الكون الكهربائي: كيف تحولت الكهرباء إلى العالم الحديث" من تأليف ديفيد بودانيس. مرة أخرى، يعيد هذا العنوان الحياة إلى الشخصيات بطريقة رائعة، مما يجعل التفاصيل الجافة مثيرة، ويشرح معرفتنا بالكهرباء وكيف استخدمناها لإنشاء عالمنا الحديث. سيخدم هذان العنوانان أي شخص مهتمًا عمومًا بتنمية الاتصالات (والشخصيات التي جعلت ذلك ممكنًا). بالإضافة إلى تلك الأمثلة العظيمة للعرض، هناك الأقدم، "قصة الاتصالات من ضوء المنارة إلى التلستار" بواسطة السناتور چون باستوري، وهو استطلاع قصير يقدم قراءة سريعة.

چيمس أ. غارفيلد: كانت رئاسة غارفيلد قصيرة، ولم يُكتب عنه سوى القليل. ولحسن الحظ، نُشرت مؤخرًا سيرة ذاتية لچيمس غارفيلد بقلم كانديس ميلارد بعنوان "مصير الجمهورية: قصة الجنون، والطب، وقتل الرئيس" كان هذا الكتاب الجيد البحث والمكتوب جيدًا، الأساس لفيلم وثائقي في بي بي إس.

بشكل عام، لم يحصل غارفيلد على حقه حقًا. من بين الكتب القليلة عنه، كانت معظمها، مثل فترة رئاسته، مختصرة، لكنها تسمح للقارئ بالحصول على صورة أكمل للرجل. يضيف الكتاب الرقيق بعنوان "چيمس أ. غارفيلد" للكاتب إدوين ب. هويت الذي نُشر قبل عقود، الكثير من الألوان عن الرئيس السابق، منتهية بالاغتيال. يصف هذا الكتاب المراحل الرئيسية في بداية حياة غارفيلد، مع تفاصيل أكثر من الكتب الأطول. كتاب قصير آخر هو "چيمس أ. غارفيلد" من تأليف إيرا روتكو وآرثر إم شليزنجر جونيور. هذا الكتاب يجب أن يقتنيه أي مُحب للطب. يملأ راتكو، أستاذ الجراحة، الفراغات حول ما قتل غارفيلد وحالة الطب في عام 1881 بشكل أفضل من أي نصوص أخرى في السوق. توجد مجموعات أوراق غارفيلد في مكتبة الكونغرس وكلية هيرام في أوهايو. ومع ذلك، فإن بعضها مقيد في مجموعتين من المجلدات بعنوان حياة وخطابات چيمس أبرام غارفيلد بقلم ثيودور كلارك سميث. يقدم فصل في المجلد الثاني، بعنوان "المأساة"، سردًا شاملًا لإطلاق النار على الرئيس في أقل من ثلاثين صفحة. كتاب آخر بعنوان قتل چيمس أ. غارفيلد: آخر أيام الرئيس ومحاكمة وإعدام قاتله لچيمس سي كلارك، يصعب الحصول عليه قليلًا، ولكن يمكن تحميل مقدمته من موقع

الأرشيف الوطني. من جانب آخر، تحتوي مقالة نيويورك تايمز بعنوان "أمة عظيمة يخيم عليها الحزن"، التي نُشرت في 3 يوليو 1881، على ثروة من المعلومات وروايات شهود العيان، حيث استعانت العديد من الكتب المذكورة أعلاه بهذه المقالة كمصدر.

أما عشاق التاريخ فسيكونون حريصين على معرفة أن الرصاصة التي أطلقها جيتو، وفقرة من العمود الفقري لغارفيلد، وقطعة من دماغ تشارلز جيتو موجودة في المتحف الوطني للصحة والطب ـ أيضًا، يمكن العثور على تقارير تشريح جثة غارفيلد في السجل الطبي الكامل لقضية الرئيس غارفيلد، الذي يحتوي على جميع النشرات الرسمية، والذي تم نشره بواسطة سي إيه فيمر، 1881.

التلغراف: مثلما اختصر التلغراف اللغة إلى رمز، أوجز كتاب صغير يتناول تاريخ التلغراف هذا التاريخ بطريقة مماثلة. يمكن إطالة كل جملة من جمل لويس كوي إلى فقرة في كتاب "التلغراف: تاريخ اختراع مورس وأسلافه في الولايات المتحدة" ولكن هذا الكتاب الغني يمنح القارئ إحساسًا فضفاضًا بتأثير اختراع مورس. لمزيد من المعلومات حول التلغراف، تقدم قصة الاتصالات لجورج بي أوسلن الكثير من التفاصيل، إذ يقدم هذا الكتاب السميك شيئًا للجميع – من الصور الرائعة إلى التنسيق الموسوعي. في حين أن العرض يمكن أن يكون متقطعًا بعض الشيء، إلا إن هذا المورد لا مثيل له في نطاقه. يوجد أيضًا التلغراف الكهربائي: تاريخ اجتماعي واقتصادي بقلم جيفري إل كيف، والذي يسلط الضوء على وجهة النظر البريطانية. أما أحدث كتاب هو التلغراف في أمريكا، 1832–1920

لديفيد هوشفيلدر، وهو كتاب مدروس جيدًا وشامل، ويستهدف الجمهور الأكاديمي. يجب على القراء الراغبين في معرفة العلاقة بين التلغراف، واللغة، والصحافة، قراءة الفصل 3؛ وسوف يحصلون على معلومة تامة.

للحصول على معلومات حول تطور اللغة ودور التكنولوجيا، يجب قراءة كتاب من الأبجدية إلى البريد الإلكتروني، من تأليف نعومي س. بارون. إن المناقشة حول التلغراف قصيرة، لكن الكتابة عنه واسعة، وجذابة، وحيوية. إن كتاب بارون يمكن أن يكمله ويعززه كتاب باتريوتيك جور، بقلم إدموند ويلسون، والذي يُعد كنزًا، لتناوله لمحة سريعة عن اللغة في وقت قريب من ولادة التلغراف. كانت فرضيته هي أن العصر الميكانيكي، إلى جانب الحرب الأهلية، كانا الدافع وراء "تأديب اللغة" حيث كان التلغراف أحد العوامل في ذلك. يمكن أيضًا استكشاف تأثير التلغراف من خلال دراسة كيفية تغيير طريقة استهلاك الأخبار. أيضًا، أخبار عبر "الأسلاك: التلغراف وتدفق المعلومات العامة في أمريكا" بقلم مينهام بلوندهايم، والذي فحص متعمق لتاريخ الخدمة الإخبارية، من ولادة التلغراف إلى إنشاء وكالة أسوشيتد برس، حيث تحتوي صفحاته على تفاصيل رائعة حول كيفية نقل الأخبار قبل ظهور التلغراف وبعده.

بالنسبة لأنماط الاتصال عبر الإنترنت اليوم، ظهرت بعض العناوين الجديرة بالذكر. بالنسبة لتأثير أجهزتنا ووسائل التواصل الاجتماعي لدينا، فإن المحادثة المستعادة لشيري توركل: قوة الحديث في العصر الرقمي تسحب إنذار الحريق الذي ينبه المجتمع إلى الطبيعة الخبيثة لهذه الأشكال من التواصل. وعلى الرغم من هذا الموقف، فإن عملها متفائل ويفترض أن

وحدة المجتمع الحديث، التي تسببها وسائل التواصل الاجتماعي، يمكن التخفيف من حدتها من خلال توفير مساحة للمحادثات وجهًا لوجه. تم وصف تأثير الاتصال الفوري أيضًا في العمل المبكر لـ لويس مومفورد، التقنيات والحضارة. في صفحاته، قدم مومفورد تنبؤات رنانة، مشيرًا بشكل خاص إلى أن التعاطف والمشاطرة الوجدانية سيكون من الصعب نقلها وتلقيها - وكلاهما من الاهتمامات الحديثة للمعلمين، وأولياء الأمور، والعلماء.

الفصل الرابع: التقاط

إدوارد مويبريدج: للقراءات حول إدوارد مويبريدج، لا ينبغي للقارئ أن ينظر إلى أبعد من تحفة ريبيكا سولنيت الأدبية، نهر الظلال: إدوارد مويبريدج والغرب المتوحش التكنولوچي. فهذا السرد مُعد بعناية، ومتسام، وجميل للقراءة، إذ تصف التاريخ باستخدام مويبريدج كنسيج ضام. يُعد كتابها نموذجًا مثاليًّا، لكنه ليس العمل الرائع الوحيد في رواية قصة مويبريدج. للحصول على جرعة أخرى رائعة من الكتابة، هناك أيضًا "المخترع والتاجر" بقلم إدوارد بول، وهو كتاب شامل يغطي علاقة ستانفورد - مويبريدج وجميع الشخصيات والأحداث في حياة مويبريدج. ومع ذلك، لا يحتاج بعض القراء إلى رواية قصص رائعة. بالنسبة للعالم الذي يبحث عن حقائق يصعب العثور عليها، "إدوارد مويبريدج: سنوات ستانفورد (1872-1882)" بواسطة آرثر ماير، هو خيار مرغوب فيه. كما أن الكتاب الأخير لمارتا براون بعنوان "إدوارد مويبريدج"، المنشور في المملكة المتحدة يوفر منظورًا جديدًا، وعلى الرغم من أنه صغير، إلا أنه شامل.

يستمتع العديد من القراء بقصة قتل مروية. كتاب "مليون ليلة وليلة: تاريخ الصورة المتحركة"، الذي كتبه تيري رامزي، ويتخذ موقفًا مفاده أن مويبريدج لم يساهم في نقل الصور. ومع ذلك، يوضح هذا المؤلف قصة مويبريدج للقتل بأكملها بتفاصيل رائعة وجذابة، بأسلوب تشويقي للغز

جريمة قتل. بالنسبة للقارئ الذي يريد استيعاب حكاية يتم سردها جيدًا، هذا هو ما يبحث عنه. وبالنسبة للكتابات المتعلقة بمحاكمة القتل، فإن أوراق جمعية نابا التاريخية ستأسر القارئ أيضًا.

إن النصوص المفيدة الأخرى هي مويبريدج: رجل متحرك لروبرت بارتليت هاس، الرجل الذي توقف عن الزمن لبريان كليج. بالإضافة إلى ذلك، تحتوي مجموعة الصحف الرقمية في كاليفورنيا (https://cdnc.ucr.edu) على العديد من صحف غولدن ستايت على الإنترنت، حيث يمكن العثور على تفاصيل حول المحاولات الأولى لمويبريدج لالتقاط صورة الحصان المتحرك بالإضافة إلى قضية القتل.

هناك أيضًا موقع ويب شامل يديره ستيفن هربرت يسمى إدوارد مويبريدج

http2://www.stephenherbert.co.uk/muybCOMPLEAT.htm

أخيرًا، كتب مويبريدج عدة كتب. أحد أكثر المؤلفات شيوعًا في المكتبات هو "الحيوانات المتحركة". في ذلك، سيجد المرء تفاصيل حول أستوديو الكاميرا الخاص به في الهواء الطلق بالإضافة إلى كتالوج كبير للصور الفوتوغرافية التي تم التقاطها بإعداده الفوتوغرافي الفريد.

هانيبال غودوين: بالنسبة لمخترع مهم كهذا، لم يُكتب سوى القليل عنه. مقال واحد صدر عام 2001 بقلم باربرا موران، "الواعظ الذي تغلب على إيستمان كودالك"، يصور قصة غودوين ومعركته ضد إيستمان، وقد نُشر في

المجلة البائدة التي كانت تسمى الاختراع والتكنولوجيا. كان غودوين أيضًا محور دراسة قصيرة (13 صفحة) كتبها چورچ هيلمك بعنوان "هانيبال غودوين واختراع مادة أساسية لفيلم التصوير". هذا العنوان نادر في معظم المكتبات، لكنه لا يقدر بثمن. يمكن الحصول على نسخ من متحف فليتوود للفنون والتصوير الفوتوغرافي في منطقة نورث بلينفيلد، نيوچيرسي، الذي قام بنشره. يمكن للمرء أن يجد تفاصيل حول هانيبال غودوين في تصوير روبرت تافت والمشهد الأمريكي. ويمكن أيضًا العثور على مواد إضافية في موسوعة نيوچيرسي وفي الكتاب المطول "چورچ إيستمان: سيرة إليزابيث برايز" لكن هذه الرواية متعاطفة جدًّا مع إيستمان. إلى جانب ذلك، يمكن العثور على ملخص جيد للمعركة القانونية بين الواعظ والقطب في مقالة إتش دبليو شوت "ديڤيد وجالوت: قضية انتهاك براءات الاختراع الخاصة بغودوين ضد إيستمان".

من الجيد أن يقوم الباحث الجاد في شأن غودوين بزيارة مركز معلومات تشارلز إف كامينغز نيوچيرسي في مكتبة نيوآرك العامة، والاطلاع على أوراق تشارلز بيل في جمعية نيوچيرسي التاريخية، أيضًا في نيوآرك. ستساعد قصاصات الصحف في السابق والمراسلات في الأخيرة على ملء أي فراغات، لا سيما بيان غودوين الرسمي في أوراق بيل. كما تحتوي أرشيفات چورچ إيستمان على عشرات الرسائل المتعلقة بغودوين (على الرغم من عدم وجود أي منها من ناحيته). المستندات القانونية، التي هي أثقل من الأناجيل والطاولة، موجودة هناك أيضًا. للحصول على معلومات حول المادة التي استخدمها غودوين، يوجد كتاب ممتع يسمى "السليلوز، المادة الكيميائية

التي تنمو" من تأليف ويليام هاينز، والذي يقدم وصفًا مفهومًا لتاريخ واستخدام هذا المركب الكيميائي الذي كان شائعًا في يوم من الأيام. كتب روبرت دي فريدل أيضًا كتابًا قصيرًا بعنوان البلاستيك الرائد: صنع وبيع السليلويد، الذي يصف تاريخ مادة أصبحت الآن في طور النسيان غالبًا.

فريدريك دوغلاس: كان فريدريك دوغلاس من أشد المعجبين بالتصوير الفوتوغرافي، وحتى الآن تظهر صورة له من حين لآخر في دفتر قصاصات قديم موجود في علية البيت (مكتبة روتشستر لديها صورة واحدة من هذا القبيل). لقد ألقى فريدريك دوغلاس العديد من الخطب التي تأثرت بافتتانه بالتصوير الفوتوغرافي. يحتوي كتاب تصوير فريدريك دوغلاس للمؤلفين چون ستوفر وزوي ترود وسيليست ماري بيرنييه على نسخ لثلاثة من خطاباته الرئيسية حيث يصف تقاربه مع هذا الشكل الفني، بالإضافة إلى أكثر من 150 صورة لدوغلاس نفسه. في حين يمكن العثور على خطب دوغلاس "محاضرة حول الصور" و"عصر الصور" و"صور الحياة" و"الصور والتقدم" مكتوبة بخط يد دوغلاس على موقع مكتبة الكونجرس الإلكتروني، فقد يصعب قراءة ملاحظاته بالنسبة للكثيرين. على هذا النحو، فإن النسخ في تصوير فريدريك دوغلاس تجعل هذا الكتاب موردًا هائلًا. يمكن العثور على مقال سهل المنال يتناول استخدام فريدريك دوغلاس للتصوير الفوتوغرافي في مقال هنري لويس جيتس في هذا المجلد. هناك مورد آخر مفيد في مناقشة استخدام فريدريك دوغلاس للتصوير الفوتوغرافي وهو الكتاب الذي تم بحثه جيدًا؛ الكاميرا والصحافة بواسطة مارسي جيه دينيوس.

كانت هناك عودة إلى الظهور في دراسة خطابات فريدريك دوغلاس المؤيدة لإلغاء عقوبة الإعدام، ليس فقط في أمريكا، ولكن أيضًا في بريطانيا العظمى، حيث قضى دوغلاس بضع سنوات بعيدًا للتأثير في الرأي العام حول العبودية.

باستخدام الصحافة البريطانية، التي غالبًا ما كانت تغطيها الصحافة الأمريكية، تمكن دوغلاس من نشر رسالته الخاصة بالإلغاء بشكل ملتوٍ. يتناول عمل الدكتورة هانا روز موراي هذا. حين نُشر هذا الكتاب، رفع موقع ويب بحثها مع خريطة رائعة لجميع الأماكن التي زارها دوغلاس عبر الأطلسي.(frederickdouglassinbritain.com)

بطاقات شيرلي: يمكن العثور على تفاصيل حول بطاقات شيرلي في عمل لورنا روث الأساسي "النظر إلى شيرلي، المعيار المطلق"، وهو بحث نُشر في المجلة الكندية للاتصالات عام 2009. ما يجعل عمل روث رائدًا هو أنها حصلت على العديد من المقابلات والملاحظات من المديرين التنفيذيين والموظفين السابقين في كوداك. يجب أن تكون هذه الورقة مطلوبة للقراءة لجميع العلماء والمعلمين في مجال التكنولوجيا. لفت المصوران آدم برومبيرج وأوليفر شانارين انتباه الجمهور إلى هذا العمل. طرح تقرير في صحيفة الجارديان عن معرضهم، بعنوان "عنصرية" التصوير الفوتوغرافي الملون المبكر الذي تم اكتشافه في معرض فني "السؤال: هل يمكن أن تكون الكاميرا عنصرية؟ " حُملت هذه الشعلة بواسطة كتاب "خطأ تقني: تطبيقات متحيزة جنسيًا، وخوارزميات جائرة، وتهديدات أخرى للتكنولوجيا السامة" من تأليف سارة واتشتر بوتشر. ما نعرفه من هذه الأعمال ومن نظرة البروفيسور

روث هو أن هناك تحيزات متأصلة في التقنيات التي نعتز بها.

بولارويد: لم يُكتب سوى القليل جدًّا عن كارولين هنتر، وكين ويليامز، وحركة العمال الثورية في بولارويد (PRWM)، باستثناء الكتب التي تتناول بولارويد، والتي تصف كلًّا من كارولين وكين كموظفين متعصبين. من بين هذه الكتب كتب مارك أولشاكر الصورة الفورية: إدوين لاند وتجربة بولارويد، وبولارويد لاند: الشركة والرجل الذي أسسها بواسطة بيتر سي وينسبيرج. كان وينسبيرج مسؤولًا تنفيذيًّا في بولارويد وشاهدًا على أحداث حركة العمال الثورية، لكنه كان أيضًا رجل الشركة وكتب كتابه في ضوء ذلك. ومن المثير للاهتمام، أن الكتب التي تتناول بولارويد، المكتوبة في القرن الحادي والعشرين لا تذكر هذا الجزء المهم من تاريخ بولارويد، حيث يختار بعض المؤلفين استكشاف متعة التصوير الفوري دون تأثيره الاجتماعي الموثق جيدًا. هذه العناوين الجديدة هي حالات تحريفية أو صحافة كسولة أو كلاهما.

تروي بعض الأوراق الأكاديمية قصة حركة العمال الثورية، مثل كتاب إيريك جيه مورجان بعنوان "العالم يشاهد: بولارويد وجنوب أفريقيا". أيضًا، هناك أفلام وثائقية تذكر هذه الحلقة من التاريخ، مثل "هل سمعت من قبل عن جوهانسبرغ؟" على موقع كاميو، من تأليف كارولين هنتر. ظهرت كارولين هانتر مؤخرًا في برنامج الديمقراطية الآن! عام 2013. بالنسبة إلى لقطات كارولين هانتر في السبعينيات، فقد حلت ضيفة على برنامج Say Brother على محطة WGBH في بوسطن.

للحصول على مزيد من التفاصيل حول حركة العمال الثورية، فإن هارفارد كريمسون يصور ما حدث وقتها. هناك أيضًا مواد أرشيفية، موجودة على موقع جامعة ولاية ميشيغان، تسمى مشروع أرشيف الناشطين الإفريقيين، وهي متاحة على www.africanactivist.msu.edu. يمكن العثور على أرشيفات حركة العمال الثورية ضمن مجموعة شومبورغ للمكتبة العامة في نيويورك للبحث في ثقافة السود في هارلم وهي مورد هائل لهذا الفصل غير الموثق من التاريخ. إن أرشيفات شركة بولارويد، الموجودة في كلية هارفارد للأعمال، ستكون أيضًا ذات قيمة بالنسبة للباحث الذي يبحث في هذا الموضوع.

الفصل الخامس: رؤية

ويليام والاس: غالبًا ما يُترك المخترع ويليام والاس كحاشية في معظم كتب التاريخ التي تتناول إديسون. حتى الكتب الحديثة تواصل هذا الاتجاه. ولكن، لحسن الحظ، كتب المهندس والمعجب بإديسون ويليام هامر، الذي كان مؤرخًا رائعًا لاختراعات إديسون، ثلاثة مقالات عن ويليام والاس المهندس الكهربائي. نُشرت هذه القطع عام 1898 ويمكن العثور عليها بسهولة. هناك أيضًا ذكر لوالاس في المجلد 3 من أوراق توماس إديسون، التي نشرتها مطبعة جامعة جونز هوبكنز. وهناك بعض قصاصات الصحف عن والاس في ذكرى وفاته، ومن حين لآخر تذكره الصحف المحلية في ولاية كونيتيكت. وعلى الرغم من قلة الكتابات عن الرجل الذي حفز مصابيح إديسون الكهربائية، إلا أنه لحسن الحظ، يمكن الحصول بسهولة على المجموعة الأكثر شمولًا لويليام والاس من جمعية ديربي التاريخية في ولاية كونيتيكت، والتي تضم العديد من قصاصات ومقالات ويليام هامر، حيث لديهم ملف عمودي صغير جدًّا عنه والاس، بالإضافة إلى صور له. من ناحية أخرى، لا يزال أحد مصابيح والاس القوسية موجودًا في أنسونيا، لكنه جزء من مجموعة خاصة. إذ يمتلك سميثسونيان أحد المصابيح القوسية أيضًا، بالإضافة إلى جهاز اتصال والاس.

أضواء إديسون الكهربائية: لقد وُثق تطوير المصباح الكهربائي بدقة

في أحد أفضل الكتب حول هذا الموضوع، أضواء إديسون الكهربائية: فن الاختراع لروبرت فريدل وبول إسرائيل. تعد النسخة الأولى من هذا الكتاب هي أفضل مجلد يمكن الحصول عليه، لأنه يتضمن صورًا أكثر من النسخة الأحدث، حيث يمكن العثور على حسابات تطوير المصباح الكهربائي هناك، وكذلك في عدد من السير الذاتية عن إديسون.

بعض هذه الأعمال تشمل كتاب نيل بالدوين إديسون: اختراع القرن، وجورج ساندز برايان أديسون: الرجل وعمله، وسلسلة من الحظ لروبرت إي كونوت، مارتن إديسون: حياته واختراعاته لفرانك داير وتوماس، وإديسون: سيرة ذاتية لماثيو جوزيفسون. هذا الكتاب الأخير يتفوق على الآخرين في مناقشة المصباح الكهربائي. إنه كتاب قديم يناقش تفكير إديسون في بناء نظام كهربائي يعتمد على الأضواء المتسلسلة أو المتوازية. ولتناول أقصر لتطور المصابيح الكهربائية، هناك أيضًا إديسون: الرجل الذي صنع المستقبل لرونالد كلارك، والذي يحتوي على فصل قصير عن ولادة المصباح الكهربائي. في هذا الصدد، توجد العديد من أوراق إديسون على موقع جامعة روتجرز، وهو مصدر هائل أيضًا. ويمكن العثور على مواد أرشيفية حول تطوير الضوء الكهربائي في مجموعة ويليام هامر في معهد سميثسونيان تحت موضوع إديسونيا. لقد قدم هامر لأمتنا خدمة رائعة من خلال حفظ كل تقرير ومقالة صحفية عن إديسون.

لمناقشة حياة الضوء الكهربائي بعد إديسون، يعتبر كتاب مصابيح لأمريكا أكثر إشراقًا: تاريخ أعمال المصباح الكهربائي العام للكاتب بول دبليو كيتنغ بداية جيدة. بالنسبة لتاريخ الإضاءة، هناك أيضًا كتاب براين

باورز، تاريخ من الأضواء الكهربائية والطاقة. يبرز هذا الكتاب في تقديم وصف لكيفية ظهور الإضاءة الاصطناعية. وبالنسبة للقراء المحبين الجادين لإديسون الراغبين في التواجد في المكان الذي حدث فيه الاختراع، من الممكن زيارة مينلو بارك بمجرد أن تسنح الفرصة. لم يعد المبنى في نيوجيرسي، ولكنه يقع في متحف هنري فورد في ديربورن، ميشيغان. كان هنري فورد معجبًا بإديسون كثيرًا لدرجة أنه نقل المبنى بأكمله، بما في ذلك بعض التربة. داخل مينلو بارك، تم استخدام الأفران الموجودة في الطابق الأول لصنع خيوط الكربون. في الطابق الثاني، توجد مضخة التفريغ المستخدمة لإخلاء المصابيح الزجاجية الموجودة في هذه الغرفة بجدرانها المليئة بالبرطمانات. يستحق مينلو بارك الزيارة ويجب أن يراه أي باحث عن إديسون.

الضوء والمجتمع: لقد كان دور الإضاءة الاصطناعية في المجتمع موضوعًا تم كتابته عدة مرات وبطرق عديدة. إذ يمكن العثور على العمل الأكثر أهمية – والملفت للنظر – حول تأثير الأضواء الاصطناعية على ثقافتنا في "ليلة محبطة: تصنيع الضوء في القرن التاسع عشر" لـولفغانغ شيفلبوش. هذا الكتاب يجب أن يُقرأ لثرائه بالمعلومات والأفكار المثيرة للتفكير. أيضًا، تتراوح المساهمات الأخرى في قانون الضوء الاصطناعي من كتاب جين بروكس الرائع النثر الجميل: تطور الضوء الاصطناعي إلى أضواء المدينة التقنية التي يمكن قراءتها: إضاءة الليلة الأمريكية لجون أ. ياكلي. كما يشرح، ديفيد إي ناي في كهرباء أمريكا: المعاني الاجتماعية لتكنولوجيا جديدة، التأثير الاجتماعي للضوء والكهرباء، ويعتبر تحليله عملًا نموذجيًا.

أما بالنسبة لموضوع التلوث الضوئي، فقد تم توثيق هذا الموضوع

بشكل جيد في المؤلفات العلمية. لقد اجتازت بعض هذه الرسائل الأكاديمية الروبيكون[1] الأكاديمي إلى عامة الناس. أحد هذه الكتب، الآثار البيئية للإضاءة الليلية الاصطناعية، تم تحريره بواسطة كاثرين ريتش وترافيس لونجكور. إن بعض المعلومات حول تأثير الأضواء الاصطناعية على الحياة البرية - وعلى البشر - قد شقت طريقها من كتب مثل هذه إلى كتب ومقالات وأخبار أخرى. ويعد الكتاب الأكثر قراءة وإمتاعًا عن ضياع الليل هو كتاب "نهاية الليل: البحث عن الظلام الطبيعي في عصر الضوء الاصطناعي" لبول بوجارد، لأنه مدروس جيدًا ومكتوب بشكل واضح. بل إنه في بعض الحالات يكون غنائيًا، حيث يشارك الرؤى والتحذيرات حول فقدان صديق قديم للإنسانية - الظلام. بالنسبة للقراء الذين يريدون الحقائق فقط، فأنصحهم بالكتاب القصير الذي أصدرته جمعية السماء المظلمة الدولية بعنوان "مكافحة التلوث الضوئي"، والذي يناقش عواقب التلوث الضوئي، بالإضافة إلى ما يمكن أن يفعله كل منا للحد منه.

---

(1) روبيكون: كلمة تعني الحد الفاصل، وتُستخدم للدلالة على اتخاذ خطوة لا رجعة فيها، ويعود تعبير عبور الروبيكون إلى عبور يوليوس قيصر لنهر الروبيكون. (المترجم)

الفصل السادس: مشاركة

القرص الذهبي: إن الأسباب القوية حول ابتكار القرص الذهبي موجودة داخل صفحات همهمة الأرض: قرص فوياجير النجمي، وهو عبارة عن مجموعة من المقالات كتبها كارل ساجان، وإف دي دريك، وآن درويان، وتيموثي فيريس، وچون لومبرج، ولينداً سالزمان ساجان. يحتوي الكتاب على معلومات حول كيفية خروج القرص للنور، وما هو مسجل عليه.

على الرغم من أن العمل على صنع القرص الذهبي كان كله أواخر السبعينيات، تمت كتابة مقالات محدثة لتتزامن مع الذكرى الأربعين لإطلاق مركبات الفضاء فوياجير. وتشمل هذه التناولات فصلًا في كتاب، "العمر بين النجوم: داخل مهمة فوياجير في ذكراها الأربعين" من تأليف جيم بيل، ومقالة "كيف صُنع قرص فوياجير الذهبي" من تأليف تيموثي فيريس، المكتوبة لمجلة نيويوركر، والملحق المرفق للأقراص المضغوطة المعاد إصدارها من إنتاج شركة أوسما ريكوردز. توجد أيضًا قصص حول صنع القرص في السير الذاتية لكارل ساجان، بما في ذلك كتاب كارل ساجان لكاي ديفيدسون: "حياة، وكارل ساجان: حياة في الكون" من تأليف ويليام باوندستون. ومن المثير للاهتمام أن القرص الذهبي كان محور الرسائل الأكاديمية، مثل أطروحة ويليام ماكولي (في المملكة المتحدة)؛ وكتب الأطفال، مثل مادة نجمية؛ والأفلام الوثائقية، مثل الأبعد على قناة بي بي

إس، والذي يستحق المشاهدة. في حين أن القرص الذهبي أقدم من معظم الأمريكيين، إلا أنه لا يزال يأسرهم.

على موقع مختبر الدفع النفاث التابع لناسا، يمكن للقارئ العثور على صور لكيفية تسجيل هذا القرص. بالنسبة لأصحاب الفضول، يمكن العثور على المواد الأرشيفية حول القرص الذهبي عبر الإنترنت في مجموعة سيث ماكفارلين لأرشيف كارل ساجان وآن درويان من مكتبة الكونغرس. لكن هذه ليست سوى عينة صغيرة مما هو متاح. غالبية المواد هي نسخ مطبوعة موجودة في مكتبة الكونغرس وتتطلب زيارة إلى واشنطن العاصمة. لسوء الحظ، لا تحتوي هذه المجموعة على قرص ذهبي فعلي (تم صنع القليل منها فقط)، لكن الرسومات والحروف ستوضح مدى الإثارة -والإجهاد- لوضع هذا التجميع الواقِع بين النجوم معًا....

آلان لوماكس: كان آلان لوماكس كنزًا أمريكيًّا، حيث جمع الأغاني التي تعني شيئًا لجميع أنحاء العالم. كان للوماكس مهنة طويلة وواسعة النطاق، ولكن جميع المواد التي تتعلق بمشاركته في القرص الذهبي متاحة عبر الإنترنت على موقع مكتبة الكونجرس الإلكتروني. يمكن العثور على التدوينة الأكثر قابلية للقراءة حول الأغاني التي اختارها في مدونة بعنوان " آلان لوماكس وفوياجير جولدن ريكوردز" بقلم بيرترام ليونز. من هذا المقال، الذي تم نشره على موقع مكتبة الكونجرس في عام 2014، يمكن للمرء أن يرى خمس عشر أغنية من أصل سبع وعشرين تم اختيارها من قبل لوماكس للقرص الذهبي. ويمكن العثور على مواد أخرى تدعم هذه القائمة في أوراق ساجان درويان.

للحصول على معلومات حول آلان لوماكس وعمله، تركز بعض الكتب عليه بالتحديد، هناك السيرة الذاتية التي كتبها چون زويد بعنوان آلان لوماكس: الرجل الذي سجل العالم. ويوجد أيضًا كتاب متعدد التأليف يسمى الرحلة الجنوبية لألان لوماكس. لفهم كيف أثر لوماكس، يجب قراءة عمله المفضل المسمى القياسات. هنا، قدم لوماكس تمثيلًا رسوميًّا لكل أغنية - على غرار رسم القلب الكهربائي - استنادًا إلى تصنيف من سبع وثلاثين نقطة للأنماط الموسيقية (للإيقاع، وسرعة الأداء، والصياغة، وتعدد الأصوات) التي ابتكرها أثناء محاولته، جعل عمله ذا صبغة أكثر علمية مع هذا التصنيف المنهجي. تمامًا كما قرأ ساجان الرسوم البيانية للنجوم، كان لدى لوماكس أيضًا رسوم بيانية للموسيقى. لكن عمل لوماكس لم يحظ بالاهتمام الذي كان يعتقد أنه يستحقه. مهما كان الأمر، فقد كتب لوماكس العديد من المقالات وأنشأ مجموعة كبيرة من الموسيقى، حيث يمكن العثور على العديد من هذه العناصر في أرشيفات آلان لوماكس في مكتبة الكونغرس.

فونوغراف إديسون: تقدم العديد من الكتب سردًا لقصة أصل الفونوغراف، وتحتوي أحيانًا على تفاصيل متداخلة. ومن بين هؤلاء المؤلفين نيل بالدوين، وكتاب إديسون: ابتكار القرن، وچورچ بريان ومؤلفه إديسون: الرجل وعمله، وروبرت إي كونوت سلسلة من الحظ، وفرانك داير وتوماس مارتن وعملهما إديسون: حياته واختراعاته، وماثيو جوزيفسون وعمله إديسون: سيرة شخصية. يوجد أيضًا نص صغير ومقروء يسمى إديسون: الرجل الذي صنع المستقبل، بقلم رونالد دبليو كلارك، ويحتوي على فصل كامل عن الفونوغراف. من بين هذه الكتب، يبرز سرد كونوت المعاصر عن الكتب الأخرى، مستفيدًا كما هو الحال من

جهود الكتب السابقة بالإضافة إلى أبحاث المؤلف الخاصة.

للأسف، تم حجب الفونوغراف بواسطة المصباح الكهربائي. لو كان ابتكار الفونوغراف على يد مخترع أصغر، لكُتب عنه المزيد. هناك عدد قليل من الكتب لملء هذا الفراغ، مثل الفونوغراف الرائع لرولاند جيلات، ومن رقائق القصدير إلى الإستريو: تطور الفونوغراف لأوليفر ريد ووالتر إل. يمكن أن تساعد هذه الأعمال معًا في رسم تاريخ أكثر اكتمالًا للفونوغراف وتأثيره.

للحصول على الصورة الكاملة حول تطوير الفونوغراف، يمكن للقراء الاطلاع على إدخالات دفتر ملاحظات مختبر إديسون دون الحاجة إلى زيارة نيوجيرسي. توجد الأوراق المتعلقة بإنشاء الفونوغراف في المجلد 3 من أوراق توماس أديسون، التي نشرتها مطبعة جامعة چونز هوبكنز، وهي أكثر شمولًا مما توفره عبر الإنترنت أوراق توماس إديسون في جامعة روتجرز (http://edison.rutgers.edu/). ويتضمن هذا المجلد بالتحديد عمله من إبريل 1876 إلى ديسمبر 1877. كما تحتوي إدخالات دفتر الملاحظات على خليط من الأفكار، والرسومات، ولكن يمكن للفرد التعرف على التواريخ بالإضافة إلى أنشطته الأخرى. يتضمن ملحق المجلد الثالث سردًا لتطور الفونوغراف بواسطة تشارلز باتشلور، مساعد إديسون، ولكن تمت كتابته بعد حوالي ثلاثين عامًا من الاختراع. على هذا النحو، يدمج باتشلور الأنشطة التي حدثت على مدار شهور في أيام قليلة فقط. إن الرواية الأقرب لسماع سرد إديسون للقصة هو كتاب "محادثات مع إديسون" لچورچ بارسونز لاثروب، الذي نُشر في هاربر ويكلي في عام 1889. مرة

أخرى، نُشر هذا الكتاب بعد اثني عشر عامًا من اختراع إديسون، لكنه يتضمن اقتباسات من الساحر نفسه.

كان لدى إديسون خطط رائعة لاختراعه المفضل، والتي ورد ذكرها في مقال في مجلة نورث أمريكان ريفيو، يُدعى "الفونوغراف ومستقبله"، الذي نُشر بعد عام من اختراع الفونوغراف، في عام 1878. على الرغم من إنه كان مخترعًا رائعًا، إلا أنه لم يكن ذا بصيرة جيدة بالمستقبل، لأنه لم يرَ الإمكانات الكاملة للفونوغراف في مجال الموسيقى. على الرغم من ذلك، فإن قراءة المقال ممتعة، حيث إن معظم الأشياء التي تنبأ بها قد تحققت بحلول نهاية القرن العشرين. مصدر آخر هو براءة اختراع الفونوغراف نفسها (رقم 200،521)، بالإضافة إلى مقال 1877 في سينتيفك أمريكان، والذي لم يفجر القصة فحسب، بل كان جزءًا أساسيًّا من تاريخ الفونوغراف أيضًا.

تسجيل تاريخ التكنولوجيا وتأثيرها: يسرد كتاب چيمس جليك المعلومات: تاريخ، ونظرية، وطوفان كيفية تخزين البيانات، بدءًا من أيام العلامات في الطين إلى أجهزة الكمبيوتر الحالية. هذا الكتاب تم بحثه بدقة ولن يترك أي قارئ يُعْوِزُهُ شيء. لقد تم التغاضي عن قصة تطور العلم الكامن وراء البيانات لفترة طويلة، والآن لديها أحد أفضل الكتاب الذين قاموا بإبرازها. ما يظل مفقودًا في معيار البيانات هو مناقشة دور المغناطيس في تخزينها وعلى المجتمع بشكل عام. في وقت كتابة هذه السطور، ثمة كتاب "القوة الدافعة" لچيمس دي ليفينجستون، والعديد من المقالات التي كتبها العلماء للجمهور التقني، لكن المغناطيس في حد ذاته لم يتم تحديده بواسطة أيد واثقة مثل كتاب جليك. على هذا النحو، لا يزال المغناطيس لغزًا بالنسبة

لمعظم الناس واستخدامه في ثقافتنا يعتبر أمرًا مفروغًا منه. لقد دعمت المغناطيسات المجتمع من البوصلات، إلى الأقراص الصلبة، إلى البحث الطبي. ومن المأمول أن يتعامل الكاتب مع القضية النبيلة المتمثلة في جلب المغناطيس إلى دائرة الضوء التي يستحقها.

بالإضافة إلى عدم وجود المغناطيس في المناقشات حول تخزين البيانات، فقد سقطت أيضًا رقيقة القصدير المستخدمة في فونوغراف إديسون من المناقشات حول مواد التسجيل. تتغاضى العديد من الكتب المتخصصة عن وسائل الإعلام عن رقائق إديسون ويبدءون مناقشاتهم مع أسلاك فالديمار بولسن المشبعة بأوراق الحديد. من المؤكد أن الوسائط المغناطيسية تمتلك نصيب الأسد من تسجيلات العالم، ولكن قبل وجود هذه الوسيلة، تم تسجيل البيانات، بدءًا من الصوت، على ورق الألومنيوم ملفوفًا على سطح أسطوانة. لا شك أن الحقيقة تضيع عندما يتبع أحد المؤلفين مؤلفًا آخر وما إلى ذلك. لكن يجب أن يشمل الفحص المدروس عمل إديسون. لقد اعترفت جامعة كاليفورنيا في سان دييغو، وهي إحدى الجامعات الرائدة في دراسة التسجيل المغناطيسي، بجهود إديسون على موقعها الإلكتروني لتسجيل تاريخ التكنولوجيا في الملاحظات التي كتبها ستيفن شوينهير في عام 2005.

بشكل عام، هناك حاجة لتضمين تسجيل الصوت في معيار تخزين البيانات. لقد تمت مناقشة تأثير القدرة على تسجيل الصوت في عدد قليل من الكتب. عنوان واحد يسهل الوصول إليه هو (الثقافة المعلوماتية)، من معهد سميثسونيان لمؤلفه ستيفن لوبار. وكتاب آخر جيد هو "أمريكا على القرص التسجيلي: تاريخ من الصوت المسجل" بواسطة أندريه ميلارد، الذي يناقش

تاريخ تسجيل الصوت، بالإضافة إلى تأثير وسائل التسجيل هذه على الحياة الأمريكية. في السياق ذاته، يمكن العثور على تفاصيل حول دور الوسائط المغناطيسية في "100 عام من الذكريات المغناطيسية" لچيمس ليفينجستون، والذي يستكشف كيف أن القدرة على تسجيل الصوت لم تؤثر في الموسيقى فحسب، بل أدت إلى عزل الرئيس نيكسون. تقدم هذه المقالة القصيرة والمبهجة تسلسلًا زمنيًّا للأحداث الرئيسية، وتطرح نظرة عامة رائعة، ولكن لاكتساب فهم أعمق للعلم الكامن وراء المغناطيس، سيتطلب ذلك من القارئ الاطلاع على الكتب السميكة، مثل التسجيل الصوتي المغناطيسي: نظرية وممارسة التسجيل والاستنساخ بواسطة د.أ.سنيل، أو مجلد عالي التقنية مثل مقدمة للمواد المغناطيسية بواسطة ب. د. كوليتي.

البيانات والخصوصية: لقد شُرحت بالتفصيل القضايا الاجتماعية، والقانونية، والأخلاقية لأجهزة الكمبيوتر والإنترنت والبيانات بشكل أفضل في كتاب مدرسي كتبته سارة باسي بعنوان هبة النار (تطور في قصة بروميثيوس). سيجد القارئ أو الباحث المتحمس أن عرضه الواضح، والقضايا القانونية، والمراجع مفيدة للغاية. بالنسبة للكتب التي تستهدف الجمهور العام، هناك العنوان الذكي "البيانات وجالوت: المعارك الخفية لجمع بياناتك والتحكم في عالمك"، بقلم بروس شناير، و"البيانات الضخمة: ثورة ستغير طريقة عيشنا وعملنا وتفكيرنا"، بقلم فيكتور ماير شونبرغر وكينيث كوكير. وتحتوي سلسلة المقدمة القصيرة جدًّا الأثيرة على مجلد بعنوان الخصوصية، كتبه ريموند واكس، وهو جيد القراءة ونشرته مطبعة جامعة أكسفورد.

الفصل السابع: اكتشف

البنسلين: تبدأ قصة البنسلين مع اكتشاف ألكسندر فلمنغ لعفن في طبق بتري. لكن ملاحظته أن هذا العفن قتل الجراثيم كانت مجرد البداية. ولكي يكون البنسلين مضادًا حيويًّا مفيدًا للناس، كان لا بد من زراعة العفن بكميات هائلة. لذا، قام بهذا العمل علماء أكسفورد هوارد فلوري وإرنست تشاين ونورمان هيتلي، وتقدم السير الذاتية لهؤلاء العلماء بالإضافة إلى فلمنج القصة الكاملة للبنسلين.

ثمة كتابان معاصران سيمدان يد العون لأي قارئ. "العفن الفطري في معطف دكتور فلوري: قصة معجزة البنسلين"، من تأليف إريك لاكس، وهي قصة مدروسة جيدًا ومثال رائع لرواية القصص. عند تأليف كتابه، تمكن لاكس من الوصول إلى بعض المواد الشخصية النادرة لهيتلي بالإضافة إلى تلك الخاصة بعلماء آخرين، مما جعل القصة أكثر ثراءً. كتاب موثوق آخر هو كتاب كيفن براون "رجل البنسلين: ألكسندر فلمنغ وثورة المضادات الحيوية". براون مؤرخ وأمين متحف ألكسندر فلمنغ في لندن. على هذا النحو، يمتلك براون فهمًا عميقًا لـ حياة فلمنغ وعمله، وقد قام بتجميع المواد النادرة بشق الأنفس. من المؤكد أن كتاب براون، إلى جانب عنوان لاكس، يستحقان الاقتناء. علاوة على ذلك، تتضمن السير الذاتية الأخرى المتعلقة بالبنسلين نصوصًا أقدم، مثل ألكسندر فلمنغ: الرجل والأسطورة،

بقلم جوين ماكفارلين، وهوارد فلوري: صنع عالم عظيم. أيضًا بقلم جوين ماكفارلين. يعد ماكفارلين كاتب جيد، لكن في حالة وجود مؤلف واحد يكتب عن شخصيتين مهمتين للغاية، يمكن أن تصبح القصة غير متكافئة؛ لذا يجب على القارئ الواعي الحرص على اقتناء كتب أخرى. أحد هذه الكتب لتحقيق التوازن بين حسابات ماكفارلين هو كتاب لينارد بيكل؛ ارتقوا إلى الحياة: سيرة هوارد والتر فلوري الذي منح البنسلين للعالم.

يمكن العثور على مناقشة عامة حول تطور البنسلين في عدد من الكتب التي لا تُصنف سير ذاتية. لقد كُتب الكتاب القصير؛ السحر الأصفر: قصة البنسلين لچون دروري راتكليف في وقت قريب من اكتشاف البنسلين، ويعطي القارئ إحساسًا بكيفية نظر العالم إلى هذا الإنجاز. أيضًا، كتاب چون سي شيهان؛ الحلقة المسحورة: قصة غير مروية للبنسلين، حيث يركز عمل شيهان على الجزء الأخير من تطوير البنسلين. يناقش هذا الكتاب أيضًا حريق ملهى كوكونت غروف في بوسطن عام 1942، حيث اشتهر البنسلين في الولايات المتحدة لإنقاذ العديد من ضحايا الحروق. بالإضافة إلى كتاب شيهان، فإن كتاب روبرت هير "ولادة البنسلين" يفضح الأسطورة القائلة بأن بوغ العفن جاء من النافذة. إذ يدعي هير أنه جاء بالفعل من المختبر في الطابق الأول.

أما بالنسبة لأولئك الذين يفضلون مشاهدة قصة البنسلين مرئية بدلًا من القراءة عنها، ينقل فيلم البنسيلين: الرصاصة السحرية (2006) قصة فلوري إلى الشاشة الكبيرة (والصغيرة).

لقد أنقذ البنسلين ملايين الأرواح، وذهبت جائزة نوبل لعام 1945 إلى ألكسندر فلمنغ وإرنست تشين وهوارد فلوري. تم استبعاد نورمان هيتلي، البطل المجهول. كان هيتلي الذكي هو المفتاح لتصنيع البنسلين. عندما منعت الحرب العالمية الثانية استخدام معدات علمية حقيقية لصنع كميات كبيرة من البنسلين، استخدم هيتلي - وهو مرتجل رئيسي - خزائن الكتب والمفروشات لتصنيعها بالكميات المطلوبة. لسوء الحظ، لم يحصل هيتلي على التقدير الذي يستحقه. بذل بعض المؤلفين جهودًا حثيثة لتصحيح هذا الوضع، ومع ذلك، يناقش كتاب قصير منشور ذاتيًا وسهل القراءة بعنوان "البنسلين وإرث نورمان هيتلي"، من تأليف ديفيد كرانستون وإريك سايدبوتوم - عملَ هيتلي في إخراج البنسلين من العفن. لقد كتب هيتلي أيضًا عن جهوده في كتاب البنسلين والحظ، ودفاتر الملاحظات والمجلات الخاصة بمختبره الموجودة في Wellcome Trust ممتعة للقراءة. على الرغم من ذلك، فهو يستحق المزيد من التقدير لمساهماته.

سيسعد العلماء الذين يرغبون في الحصول على معلومات أكثر من تلك الموجودة في هذه الكتب بمعرفة أن الكثير من المواد الأصلية يمكن الوصول إليها في الأرشيف. توجد أوراق فلمنغ في المكتبة البريطانية وأوراق إرنست تشين في مكتبة ويلكوم ترست جنبًا إلى جنب مع هيتلي، وتوجد بعض أوراق فلوري في أرشيف الجمعية الملكية وبعض آخر في جامعة ييل. في هذه الجامعة، تعد أوراق مجموعة جون إف فولتون مفيدة أيضًا، لأن فولتون كان زميلًا وصديقًا لفلوري. أخيرًا، توجد تفاصيل حول أول مواطن أمريكي يتلقى البنسلين في مكتبة ييل الطبية.

زجاج: لقد نُشر عدد قليل من الكتب غير التقنية حول الزجاج على مدى العقود القليلة الماضية. يُطلق على العنوان الأخير الذي يستهدف الجماهير العامة اسم زجاج، من تأليف وليام إس إليس، الذي يروي القصة الغريبة لهذه المادة من بداياتها القديمة إلى استخدامها الحديث في الألياف الضوئية. أيضًا يتناول الكتاب الشيق "الزجاج: 5000 سنة" من تأليف هيو تايت، تاريخًا مصورًا للزجاج، ويقدم العديد من العينات الملونة من الأعمال الزجاجية القديمة. سيستفيد كل من القراء العاديين وعشاق نفخ الزجاج بشكل كبير من هذا الكتاب. ما هو نادر في المواد المطبوعة هو دليل تفصيلي لكيفية نفخ الزجاج. سيكون من دواعي سرور المهتمين بنفخ الزجاج أن يروا مثل هذا الدليل في نهاية كتاب تايت. بالنسبة لأولئك القراء الذين قد لا يرغبون في مطالعة جماليات الزجاج، ولكنهم يريدون المزيد من المعلومات التقنية حوله، فإن الكتاب الشامل "الزجاج: صانع المعجزة" للكاتب سي جي فيليبس، وهو نص قديم، يظل كلاسيكيًّا دائمًا. من ناحية أخرى، توجد كتب فنية أكثر بكثير من هذا العنوان، لكن هذا الكتاب يناقش تاريخ الزجاج وأيضًا تطبيقاته التكنولوجية. سوف يرحب طالب الزجاج الجاد بهذا الكتاب القديم على الرف. بالنسبة للقراء المهتمين بدور الزجاج في العلوم، هناك ورقة علمية مفيدة حول هذا الموضوع هي "الزجاج: عين العلم" كتبها مارفن بولت.

البيركس: لم يُكتب سوى القليل عن أوتو شوت، وحتى القليل من بين ذلك كُتب باللغة الإنجليزية. يمكن العثور على سيرة ذاتية أساسية على موقع شوت جلاس الإلكتروني. وأحد الأمثلة على ذلك هو مقال بعنوان "من

معمل زجاج إلى شركة تكنولوچيا" الذي نُشر في طبعة 2009 من شوت سوليوشنز. بالإضافة إلى هذه المقالات، تناقش بعض الأوراق العلمية حياة أوتو شوت. هناك ملخص رئيسي للسيرة الذاتية هو "أوتو شوت وعمله" بقلم دبليو إي إس تيرنر، والذي كُتب عام 1932. لقد تمكن البروفيسور تيرنر من الحصول على مواد من عائلة شوت، بالإضافة إلى مراجعة ملخصه من قبل ابن شوت. ثمة ورقة أخرى أساسية هي "أوتو شوت واختراع زجاج البوروسليكات" بقلم يورجن شتاينر، موظف في شركة شوت جلاس. هذا هو أحد الأوصاف الأكثر شمولًا لعمل شوت ويحتوي على خمسة وأربعين مرجعًا (معظمها باللغة الألمانية).

يمكن العثور على معلومات حول تطور البيركس في الولايات المتحدة في العديد من الأوراق العلمية والأعمال العلمية، والكتب المشهورة. على الجانب العلمي، هناك ورقة بحثية بعنوان البيركس الأصلي، والتي تحمل عنوان "تطوير الزجاج ذو التمدد المنخفض" كتبها إي سي سوليفان. ثمة كتاب واحد يصف التطور التاريخي للبيركس هو كورنينغ وحرفة الابتكار لمارجريت بي دبليو جراهام وأليك تي شولدينر. تم دعم هذا الكتاب من قبل كورنينغ، ويجب قراءته بشكل نقدي من وجهة النظر هذه. هناك أيضًا كتاب "أجيال كورنينغ" من تأليف ديفيس داير ودانيال جروس، والذي يقدم الرواية التاريخية الأكثر شمولًا عن أصل البيركس. أخيرًا، كتاب ريجينا لي بلاسزيك "مستهلكو التصوير: التصميم والابتكار من ويدجوود إلى كورنينغ" والذي يذكر تطوير البيريكس بطريقة محدودة. بشكل عام، لا تزال قصة البيركس تنتظر بحثًا علميًا كاملًا.

وللحصول على كتابات موجزة للعامة، هناك ورقة موجزة ممتعة بعنوان "أصل البيركس" بقلم ويليام جنسن. يُعد هذا السرد سهل القراءة ولكنه موجز للغاية. علاوة على ذلك، هناك مقال من مجلة Gaffer لعام 1949 بعنوان "برطمان البطارية الذي أسس شركة" هو مورد جيد يمكن طلبه من أرشيفات كورنينغ المدمجة. بالإضافة إلى ذلك، يحتوي متحف كورنينغ للزجاج على العديد من الملخصات التاريخية القصيرة والببليوجرافيات المكتوبة حول تطور البيريكس على موقع الويب الخاص بهم. في عام 2015، كان لهذا المتحف أيضًا معرض للاحتفال بالذكرى المئوية للبيركس.

للحصول على تفاصيل حول بيسي ليتلتون، يمكن العثور على أحد أفضل الروايات عن حياتها - وشخصيتها - في كتاب نشرته بنفسها من تأليف ابنها چوزيف سي ليتلتون بعنوان "ذكريات أمي" ويمكن الحصول على هذا الكتاب من مكتبة أبحاث راكو من متحف كورنينغ للزجاج. كما يحتوي أرشيف سميثسونيان للفن الأمريكي على تاريخ شفهي لفنان الزجاج الشهير، هارفي كيه ليتلتون، وابن بيسي وجيه تي، والذي يحتوي أيضًا على بعض العناصر حول أصل قصة البيركس. ومن المثير للاهتمام أن هناك ذكرًا لبيسي ليتلتون في كتاب ماري روش، بونك: الاقتران الفضولي بين العلم والجنس.

لا يزال يتعين إجراء فحص لقانون التجارة مع العدو، والذي تضمن العديد من التقنيات التي تستخدمها الولايات المتحدة، من الأسبرين إلى زجاج البوروسليكات. لا تذكر معظم الكتب المدرسية هذا مطلقًا، ومعظم المناقشات مقيدة بالأعمال العلمية لمؤرخي الاقتصاد. يناقش مقال

مجلة Scientific American بعنوان "قانون التجارة مع العدو" المنثور عام 1917 غنائم الحرب. تحتوي أرشيفات الولاية، مثل تلك الموجودة في نيويورك، على قوائم طويلة من المنتجات التي أصبحت متاحة للولايات المتحدة بمجرد أن كانت ألمانيا عدوها. ومع ذلك، فإن الفائدة العلمية للحرب، لا سيما التقنيات المصادرة من الأعداء، لم يكتب عنها الكثير.

إلكترون: هناك العديد من الكتب حول اكتشاف الإلكترون، لكن معظمها أكاديمي بطبيعته، مثل تاريخ الإلكترون: جيه.جيه وج.ب تومسون (جاومي نافارو)، وميض شعاع الكاثود: تاريخ إلكترون جيه جيه طومسون (بير إف دال)، إلكترون: مجلد مئوي (مايكل سبرينغفورد)، وجيه جيه طومسون واكتشاف الإلكترون (إي.أيه.ديفيز وإيزوبيل فالكونر). هذه العناوين ليست مخصصة للجمهور العام، والقليل منها يعطي روايات سردية للاكتشاف، لكن القراء سيكونون قادرين على استخلاص تأثير عمل جيه جيه طومسون من صفحاتهم. تُعد مقالات المجلات وملفات السيرة الذاتية القصيرة في الأدبيات العلمية هي أفضل مصادر المواد للقراء العامين. هناك مقال بعنوان "السير جيه جيه طومسون، الحائز على وسام الاستحقاق من الجمعية الملكية: سيرة مئوية" بقلم د.جيه. برايس ومنشور في مجلة علمية اسمها نوفو سيمنتو 1956، بالإضافة إلى "جيه.جيه طومسون واكتشاف الإلكترون" الذي كتبه چورچ باجيت طومسون في الفيزياء اليوم (1956)، وتُعد هذه المقالات أقرب إلى وصف تأثير عمل هذا الرجل في غير العلماء. لقد أبقى ابن جيه جيه طومسون، چورچ باجيت طومسون (الذي كان عالمًا مرموقًا في حد ذاته) ذكرى والده حية بمقالات مختلفة. ومع ذلك، فإن

العديد منها قدم نفس الصور. ومن المثير للاهتمام، أن أحدها عنوانه "جيه. جيه طومسون كما نتذكره" كُتب بالمشاركة مع جوان أخت چورچ، ويقدم نظرة ثاقبة جديدة عن شخصية جيه.جيه.

كتب جيه جيه طومسون سيرة ذاتية بعنوان "ذكريات وتأملات" ولكن، لسوء الحظ، لم يحتفظ مطلقًا بمذكراته، لذلك لا تزال طفولته غامضة إلى حد ما. ومع ذلك، فقد قام بعمل قوي في تقديم رؤى حول نشأته واكتشافاته. (كان لديه آراء قوية مفيدة حول كيفية تدريس العلوم) هناك عدد قليل من السير الذاتية القديمة عن جيه جيه طومسون، إحداها هي "حياة السير جيه جيه طومسون: من حين لآخر" ماچستير في كلية ترينيتي، كامبريدج للورد رايلي. يقدم هذا الكتاب وصفًا شاملًا لحياة الرجل وعمله، وربما يكون أفضل مصدر لمثل هذه المعلومات. ولإجراء مناقشة معاصرة حول عمل جيه.جيه، تستحق أطروحة إيزوبيل فالكونر عن طومسون، بالإضافة إلى مقالها وكتابها جيه جيه. طومسون واكتشاف الإلكترون، الاقتناء.

أخيرًا، يمكن العثور على ملخص جيد يصور سياق عالم الفيزياء في وقت جيه جيه طومسون في مقدمة كتاب إيميلو سيجريه "من الأشعة السينية إلى الكوارك: الفيزيائيون المعاصرون واكتشافاتهم" التي نشرها دبليو إتش فريمان وشركاه.

لسوء الحظ، على الرغم من أن هناك الكثير مكتوبًا عن جيه.جيه طومسون، هناك القليل جدًا عن إيبنيزر إيفرت. لتعويض ذلك، حاول جيه. جيه طومسون تحديد مساهمة هذا الرجل في العلم عندما كتب نعي إيفرت في

واحدة من أكثر المجلات العلمية المرموقة في المملكة المتحدة، ناتشر. من هذا المقطع، يبدو احترام جيه.جيه لإيفرت واضحًا تمامًا. غالبًا ما كانت أهمية الفنيين للعلماء سرًّا لا يوصف في عالم العلم، لكن هذه المعرفة بدأت تظهر أخيرًا. أحد المنشورات العلمية حول هذا الموضوع هو "الحفاظ على الثقافة حية: فني المختبر في منتصف القرن العشرين للبحوث الطبية البريطانية" بقلم إي إم تانسي.

مكتبة
t.me/soramnqraa

الفصل الثامن: فكر

فينياس غيج. هو مريض تم مناقشة حالته في العديد من كتب علم النفس التمهيدية وعلم الأعصاب. حتى بعد مرور 150 عامًا على حادث غيج، ظهر تقرير حديث في مجلة Science كتبته هانا داماسيو وزملاؤها في العمل. استخدم هؤلاء الباحثون الأدوات الطبية الحديثة على جمجمة غيج للتأكد على وجه التحديد من مكان إصابته، حيث لم يتم إجراء تشريح للجثة وقت وفاته. ستجعل هذه الورقة البحثية الأخيرة "عودة فينياس غيج" أي قارئ على دراية بمستجدات الوضع الراهن تجاه استيعاب العالم الطبي لتشخيص حالته غيج. بالنسبة للقارئ الفضولي، فإن المقالات الطبية الأصلية للدكتور چون هارلو (1848 و1849 و1868) والدكتور هنري بيجلو (1850)، إلى جانب المقالات الصحفية من فيرمونت، توفر أقرب الروايات لوقت وقوع الحادث. للقراء الذين يرغبون في معرفة شاملة عن غيج، فإن الكتاب الأكثر شمولًا حتى الآن هو نوع غريب من الشهرة لمالكولم ماكميلان. يتضمن كتاب ماكميلان بعض الأوراق الطبية الرئيسية المذكورة أعلاه في ملحقه؛ والكثير أيضًا من الأبحاث الأصلية. ومع ذلك، فإن هذا الكتاب ليس للقراءة السريعة، إذ يؤرخ المؤلف الأحداث في شكل وصفي غير سردي، والذي ربما يرجع إلى ندرة المواد الأرشيفية أو الأوراق المجمعة عن غيج. ومع ذلك، فإن كتاب ماكميلان مفيد بشكل رائع لأولئك

الذين يرغبون في معرفة المزيد عن مريض علم الأعصاب رقم صفر.

چورچ ويلارد كوي: ولأهمية التبادل الهاتفي لچورچ دبليو كوي، فإن كمية المعلومات حول كوي واختراعه نادرة. يمكن العثور على القصة الأصلية في صفحات الكتب النادرة والقديمة، مثل رواد كونيتيكت في الهاتف لچون لي والش، والقرن الأول للهاتف في كونيتيكت بقلم رويل أ بنسون جونيور، بالإضافة إلى مقال مجلة Popular Science الشهرية في يناير 1907 بعنوان "ملاحظات حول تطوير الخدمة الهاتفية III" توجد معظم هذه المصادر في متحف نيو هافن وجمعية كونيتيكت التاريخية ومكتبة ولاية كونيتيكت. إن أفضل وصف لكيفية عمل لوحة التبديل هو كتاب "السباق على الخط: الجنس، والعمل، والتكنولوچيا في نظام الجرس" بواسطة فينوس جرين في الصفحتين 20 و21. وبالنسبة لأولئك الذين يرغبون في التخطيطات الكهربائية للوحة المفاتيح، فإن ملحق رواد كونيتيكت في الهاتف لوالش سوف يلبي هذه الحاجة بالتأكيد. أما أفضل مكان للحصول على معلومات حول أول محول هاتفي هو متحف نيو هافن (الذي يحتوي على ملف رأسي بالإضافة إلى نسخة طبق الأصل من لوحة التبديل في معروضاته). ولأن ولاية كونيتيكت كانت أول من أسس شركة الهاتف، فقد تم كتابة العديد من المقالات الصحفية المحلية عنها في المناسبات السنوية الرئيسية. ومن المثير للاهتمام، أن مبنى بوردمان، حيث بدأ التبادل التجاري لكوي، تم إدراجه كمعلم تاريخي حتى عام 1973، حين هُدم؛ الآن تحتل خطوط القطارات الموقع، ولا توجد لوحة تاريخية له. ومع ذلك، فإن كوي يحصل ببطء على التقدير الذي يستحقه. في عام 2017، أنتجت

شركة المسرح بروكن أمبريلا مسرحية عنه بعنوان تحويل. على الرغم من هذه الجهود، لا يزال كوي جزءًا غير معروف من تاريخ ولاية كونيتيكت والتاريخ الأمريكي.

ألمون ستروجر: رجل الهاتف المنسي، لذا فإن الكتابات عنه محدودة. وللحصول على معلومات حول اختراعه، هناك مدخل قصير في "اختراع القرن التاسع عشر" لستيفن فان دولكن، يصف عمل ستروجر. أما بالنسبة لحياة ستروجر، وكذلك اختراعه، يحتوي كتاب روابط جيدة: قرن من الخدمة من قبل رجال ونساء ساوث ويسترن بيل لديفيد جي بارك الابن، على بعض الأشياء التي يقدمها للقارئ أيضًا. (يمكن الحصول على هذين العنصرين من الملفات الرأسية لمكتبة كانساس سيتي العامة) أيضًا، كتاب "هاتف لويس كوي والعديد من مخترعيه: تاريخ"، يستحق البحث عن مادته حول ستروجر، والعديد من المخترعين الآخرين. ومن أجل الحصول على مواد أكثر مما هو موجود في الكتب، من الأفضل للباحث الاتصال بـجمعية لابورت التاريخية بالإضافة إلى جمعية بينفيلد التاريخية لموادهما الثرية. أخيرًا، تتناول العديد من المقالات الصحفية المكتوبة بين عامي 1899 و1902 حول ستروجر وتوديع "فتيات تحويل المكالمات".

ميلاد الترانزستور: تناقش عدد من الكتب نشأة الترانزستور، ولكن العمل الأكثر أهمية هو "حريق الكريستال: اختراع الترانزستور وميلاد عصر البيانات" لمايكل ريوردان وليليان هوديسون، وهو كتاب مدروس، ومعد بعناية، ويتميز بسرد هذه القصة بطريقة رائعة. علاوة على ذلك، تشمل الكتب الحديثة التي تتناول موضوع أشباه الموصلات كتاب "شريحة

البيانات: كيف اخترع أمريكيان الشريحة الرقيقة وأطلقا ثورة" بقلم تي آر ريد، "المبتكرون: كيف ابتكرت مجموعة من القراصنة والعباقرة والمهوسين الثورة الرقمية" بقلم والتر إيزاكسون، و"مصنع الأفكار: مختبرات بيل وعصر الابتكار الأمريكي" لجون جيرتنر، يضيف كل منهما تفاصيل معينة ويواصل عرضه الرائع. للحصول على عمل أكثر تقنية لميلاد عصر السيليكون، فهناك كتاب فريدريك سيتز، أحد العلماء الذين ابتكروا هذه الأعجوبة الحديثة، العبقرية الإلكترونية: التاريخ المتشابك للسيليكون. وهناك أيضًا "الرمل والسيليكون: العلم الذي غير العالم" من قبل دينيس ماكوهان، والذي يشارك القراء أي شيء يريدون معرفته عن هذا العنصر والطريقة التي يخدم بها المجتمع.

يمكن العثور بسهولة على معلومات حول فيزياء أشباه الموصلات في عدد من الكتب الدراسية لعلوم المواد؛ ومع ذلك، قد تكون تقنية بشكل مفرط بالنسبة لمعظم القراء. ولحسن الحظ، تم إنتاج نصوص يمكن قراءتها حول بنية البلورات وخصائصها منذ عقود من قبل مختبرات بيل. من بين المؤلفين الرئيسيين، آلان هولدن، الموهوب في جعل المفاهيم المعقدة واضحة وفي متناول القراء العاديين. ومن تلك العناوين التي تستحق الاقتناء كتاب "طبيعة المواد الصلبة" و"كتاب الموصلات" وكتاب "أشباه الموصلات" وجميعهم بقلم هولدن. بالاضافة إلى ذلك، هناك كتاب "عناصر نصف الطريق" بقلم جراهام شديد، وهو كتاب ورقي الغلاف يصعب العثور عليه، ولكنه مكتوب بأسلوب سهل وواضح. بجانب هذه الجهود القديمة لجعل أشباه الموصلات مفهومة، كان هناك اتجاه أخير لمهمة مماثلة. إذ يندرج نص

"جوهر الحضارة" لستيفن إل ساس ضمن هذه الفئة، بالإضافة إلى الجهد المكثف الذي بذله رولف إي هاميل في كتابه "فهم علوم المواد: التاريخ، والخصائص، والتطبيقات". لا يوجد دليل رسوم متحركة لعلوم المواد، ولكن يجب أن يكون هناك مثل هذه الأعمال. حتى ذلك الحين، يُظهر فيلم رائع، لكنه قديم، يُدعى Silicon Run كيفيات الدوائر المتكاملة الحديثة، مما يساعد المشاهد على تقدير جميع الخطوات المتبعة في صنع قلب هواتفنا المحمولة وأجهزة الكمبيوتر.

تأثير الإنترنت: في حين أن تأثير الإنترنت لا يزال جديدًا، تشير بعض الأبحاث العلمية المبكرة إلى كيفية تغيير الدماغ من خلال هذا الاختراع. كانت الورقة البحثية لعام 2011 بعنوان "تأثيرات جوجل على الذاكرة: العواقب المعرفية للحصول على المعلومات في أطراف أصابعنا"، والتي كتبتها باحثة هارفارد بيتسي سبارو وزملاؤها في العمل، بمثابة دعوة علمية مبكرة لتأثيرات أجهزتنا علينا. هذا العمل، على الرغم من أهميته، ربما لم يصل إلى عامة الناس كما ينبغي. ولحسن الحظ، ألقى مقال كتبه نيكولاس كار لموقع ذا أتلانتيك مفاجأة كبيرة: "هل يجعلنا جوجل أغبياء؟" كتب كار لاحقًا كتابًا بعنوان "المياه الضحلة: ما يفعله الإنترنت بأدمغتنا" والذي شرح هذا الموضوع. باستخدام مزيج من تجارب الشخص الأول جنبًا إلى جنب مع السرد العلمي، ألف كتابًا متعمقًا وسهل الفهم. وصل الكتاب إلى نهائيات جائزة بوليتزر، ويوضح العرض والبحث السبب وراء ذلك.

تقدم كتب أخرى بعض المواد الأساسية لكيفية تغيير الإنترنت لأدمغتنا. كتاب واحد على وجه الخصوص من تأليف توركيل كلينجبرج

بعنوان "الدماغ المتدفق: المعلومات الزائدة وحدود الذاكرة العاملة" يتخذ نهجًا تدريجيًا لمناقشة كيفية عمل الدماغ في عملية تخزين المعلومات، وكيف أن الذاكرة العاملة - ورقة خدش أدمغتنا - لها حدود، وكيف تم الوصول إلى هذا الحد مع وقتنا على الويب. هناك كتاب آخر يناقش تأثير أجهزة الكمبيوتر على أدمغتنا وهو كتاب نيكولاس كارداراس "وهج الأطفال: كيف يتسبب إدمان الشاشة في الاستحواذ على أطفالنا – وكيف يخل بالتنشئة". هناك أيضًا كتاب "المعلومات" من تأليف چيمس جليك والذي حاز على جائزة، ويوضح بتفصيل كبير كيف ساهم سيل المعلومات في تشكيل البشر.

تظهر سلسلة من الجهود كيفية تغيير الإنترنت لجوانب مختلفة من المجتمع. يتناول كتاب تشارلز سيف "الواقعية الافتراضية: العصر الجديد للخداع الرقمي" عدم موثوقية المعلومات على الإنترنت، ويتنبأ بطريقة ما بمشكلة الأخبار المزيفة على الويب؛ أيضًا، لمايكل باتريك لينش "الإنترنت الخاص بنا: معرفة المزيد وفهم القليل في عصر البيانات الضخمة" والذي يثبت حقيقة الفارق بين المعرفة الحقيقية ومعرفة جوجل. كما يلقي كتاب "تحطم الثقافة لسكوت تيمبرج: قتل الطبقة الإبداعية"، نظرة على دور الفنانين في عصر المعلومات. قبل عقود، في عام 1995، أظهر كتاب كليفورد ستول زيت "الأفعى السيليكون: إعادة النظر حول مسألة تداول المعلومات السريع" كيف أن الإنترنت كان يغيرنا. في هذا الكتاب، شارك ستول إعادة النظر في موقفه تجاه شبكة الويب العالمية قبل سنوات قليلة من ميلاد جوجل.

يجد العلماء المعرفيون طرقًا ذكية لجذب انتباهنا لأجهزتنا. إن الكتاب التقني "اهتمام الإنسان بالبيئات الرقمية" الذي حررته كلوديا رودا ونشرته

مطبعة جامعة كامبريدج، يقع خارج نطاق اهتمام القارئ اليومي، ولكن إذا تم مسحه ضوئيًا، يمكن للمرء أن يرى أن اهتمام الإنسان يتم حشده والتحكم فيه من خلال تفاعلات الكمبيوتر. يتعلم علماء الإدراك المزيد عن كيفية تفكيرنا وكيفية إدارة طريقة تفكيرنا عند التفاعل مع أجهزة الكمبيوتر. وهذه الحقيقة وحدها يجب أن يتوقف القارئ عندها.

إن العديد من الكتب والمقالات تتناول العقل والإبداع. ومع ذلك، لا يزال العمل حول كيفية تأثير الإنترنت على الإبداع موضوعًا حديثًا تمامًا. ومن ناحية أخرى، توضح بعض الأعمال الرئيسية كيفية حدوث الإبداع وكيف يمكن أن يتأثر بالإنترنت. تناقش مقالة كينيث هيلمان "آلية الدماغ المحتملة للإبداع" أجزاء الدماغ النشطة لمختلف المساعي الإبداعية. كما أن كتابه "الإبداع والدماغ" واسع النطاق، لكنه لم يتطرق إلى موضوع الإبداع حتى الفصل الأخير. للحصول على مقدمة لموضوع الإبداع والعقل، توجد أيضًا مقالة للكاتب فلودزيسلاف دوخ بعنوان "الإبداع والعقل" وكتاب نانسي كوفر أندريسين "الدماغ المبتكر: علم الأعصاب المتناول للعبقرية". كتب أندريسون كتابًا تمهيديًا ممتازًا حول هذا الموضوع "من مرونة الدماغ إلى التدريبات العقلية لتصبح أكثر إبداعًا". وتجدر الإشارة إلى أن موضوع تفاعلات الإبداع والعقل والإنترنت، لا يزال حديثًا جدًا، لذلك لا يزال هناك الكثير لنتعلمه ونفهمه. ما يتفق عليه جميع الباحثين هو أن الإبداع يتطلب التدفق، وهو موضوع كتب عنه بخبرة ميهالي تشيكسينتميهالي في كتابه المعنون "التدفق: علم نفس التجربة المثلى".

التكنولوجيا والبشر: تظهر كل عقد بضعة كتب في الأدبيات التي

تتناول المجتمع والتكنولوچيا، فيتلقاها البعض بعين الإعجاب، والبعض الآخر بعين القلق. في القرن العشرين، تنظر دراسة أليكس برويرز "انتصار التكنولوچيا" باعتزاز إلى التكنولوچيا. قبل قرن، أظهر كتاب هندريك فان لون (قصة الاختراعات: الإنسان، صانع المعجزات)، كيف أن الأدوات التي صنعها أسلافنا الأوائل مكنت البشرية من فعل الكثير. من نواحٍ عديدة، فإن هذه الكتب محقة في النظر إلى الاختراع من وجهة النظر تلك. ومع ذلك، في أوقاتنا المتقدمة، نعلم أنه لا يلزم النظر إلى التكنولوچيا على أنها شيء مكتسب أو شيء مفقود. تتبنى الكتب الحديثة منهج قط شرودنغر[1]، حيث تتعايش كلتا الحالتين المتناقضتين. أحد هذه الكتب التي تتخذ نهجًا متوازنًا بين الميل للتكنولوچيا ورهابها هو كتاب "العيش مع الجني: مقالات حول التكنولوچيا والبحث عن إتقان الإنسان" الذي حرره كلٌّ من آلان لايتمان ودانييل سارويتز وكريستينا ديسر.

بالنسبة للكتب الأكثر تشاؤمًا بشأن تأثير التكنولوچيا على حاضرنا ومستقبلنا، هناك تحليل واسع النطاق للتغييرات التي طرأت على المجتمع في المجتمع التكنولوچي من قبل چاك إيلول. يتبنى كتاب "التقنيات والحضارة" للويس مومفورد منظورًا واقعيًّا تجاه كيفية تشكيل التكنولوچيا لنا، ويتناول نفس المنظور مارشال ماكلوهان في كتابه "فهم الوسائط: امتداد الإنسان". لا شك أن هذا الكتاب الأخير (لا بد أن يُقرأ) لأن كاتبه يتمتع برؤية تنبؤية في

---

(1) مفهوم قدمه الفيزيائي النظري النمساوي إروين شرودنغر، ليشرح من خلاله تصورًا مختلفًا عن تفسير كوبنهاغن في ميكانيكا الكم وتطبيقاتها اليومية.

بعض الأحيان، لكنه (ليس بالضرورة أن يُفهم) لأن ماكلوهان كان يتباهى بنثره- دون النظر إلى ضرورة أن يكون مفهومًا. كان للكتب التي كتبها عالم المستقبل ألفين توفلر، مثل "صدمة المستقبل" و"الموجة الثالثة" صدى لدى القراء، من خلال إلقاء الضوء على الشعور "بالكثير من التغيير دفعة واحدة"، ومن خلال إعطاء اسم "للحمل المعلوماتي الزائد" الذي يعاني منه معظمهم. هذه الكتب قديمة في بعض الأجزاء، لكنها حديثة في أجزاء أخرى.

وعلى كلٍّ، فإن كتاب كيمياؤنا القديمة ينتسب إلى سلالة الكتب التي تخدم المجتمع بدعوة إلى العمل. إن أحدث هذه الأعمال هو "المياه الضحلة" بقلم نيكولاس كار، وهو سليل كتاب راشيل كارسون "النبع الصامت" الكتاب الأساسي الذي حدد ضوابط كيفية فحص إبداعاتنا منذ جيل مضى. كما يُظهر كيمياؤنا، التأكيد على أن نحب التكنولوچيا، لكن يجب ألا نكون مفتونين بها. إن الحب الحقيقي يتقبل الأخطاء، ولكنه يسعى أيضًا إلى تصحيحها. وهذه هي الفكرة التي تكمن في قلب هذا الكتاب، ورسالته التي يحملها بين سطوره. وبالتالي نستخلص فكرة مفادها أنه يجب أن تتعاون التكنولوچيا والبشرية، ولكن ليس على حساب البشرية نفسها.

المراجع

الفصل الأول

1. ككل يوم اثنين

David Rooney, Ruth Belville : The Greenwich Time Lady (London: National Maritime Museum, 2008), 91.

2. أرنولد متقدمة بأربع ثوانٍ

Donald De Carle, British Time, (London: C. Lockwood, 1947), 108.

3. تراخيصهم وسُبل عيشهم

Rooney, Ruth Belville, 64.

4. البوابة

Rooney, telephone interview by author, March 4, 2016.

5. آفة السرعة

Robert James Forbes, The Conquest of Nature: Technology and Its Consequences (New American Library, 1969), 118.

6. بعد الميعاد المحدد

Robert Levine, telephone interview by author, May 2, 2016.

7. فترتان منفصلتان

A. Roger Ekirch, "The Modernization of Western Sleep: Or, Does

Insomnia Have a History?" Past & Present 226, no. 1 (2015): 156.

8. ثلاث ساعات ونصف

Ekirch, telephone interview by author, April 22, 2016.

9. التنظيف، أو الثرثرة

Ekirch, "Modernization of Western Sleep," 152.

10. النصوص القديمة

Ekirch.

11. عدد من الكلاسيكيات الأدبية

Ekirch, 158.

12. والنوم الثاني مئات المرات أيضًا

Ekirch, telephone interview.

13. اختراع الإضاءة الصناعية

Ekirch.

14. ومنحته الساعة النبض

Edward P. Thompson, "Time, Work-Discipline, and Industrial Capitalism," Past &Present, no. 38 (1967): 82.

15. استحداث مفردات جديدة

Etymologies from the website: www.etymonline.com.

16. حوالي مائتي عميل

Rooney, telephone interview.

17. ماريا إليزابيث

Rooney, Ruth Belville, 35.

18. أرنولد رقم 485

John L. Hunt, "The Handlers of Time: The Belville Family and the Royal Observatory, 1811-1939," Astronomy & Geophysics 40, no. 1: 1.26.

19. ابن چورچ الثالث

Taking the Time Round," Yorkshire Post and Leeds Mercury (Leeds, UK)، December 13, 1943, 2.

20. مدفأة الفراش

Hunt, "Handlers of Time," 1.27.

21. صانع ساعات فطن

Kenneth Charles Barraclough, Benjamin Huntsman, 1704-1776 (Sheffield, UK: Sheffield City Libraries, 1976), 2.

22. والأدوات، والشوايات

Samuel Smiles, Industrial Biography: Iron Workers and Tool Makers (Boston: Ticknor and Fields, 1864), 136.

23. قطع من الفحم الحجري

Kenneth Charles Barraclough, "Swedish Iron and Sheffield Steel," Transactions of the Newcomen Society 61, no. 1 (1989): 79-80.

24. دُفنت خارج مكان عمله في دونكاستر

Smiles, Industrial Biography, 137.

25. أواني مستوردة من هولندا

Alan Birch, The Economic History of the British Iron and Steel Industry, 1784-1879: Essays in Industrial and Economic History with Special Reference to the Development of Technology (London: Cass, 1967), 301.

26. ثمان إلى عشر ساعات

John Percy, Metallurgy: The Art of Extracting Metals from Their Ores, and Adapting Them to Various Purposes of Manufacture (London: John Murray, 1864), 835.

27. المجوهرات الملكية

Rooney, Ruth Belville, 99

28. بمكانة رمز توقيت غرينتش في منازلهم

Stephen Battersby, "The Lady Who Sold Time," New Scientist 25(2006):52-53.

29. صادقة وحيوية

Rooney, Ruth Belville, 100.

30. بين الظهر والساعة الثانية بعد الظهر

Ed Wallace, "They're Men Who Know What Time It Is," New York World-Telegram, December 23, 1947, 17. ATT.

31. إنفيراري، أونتاريو، كندا

W. R. Topham, "Warren A. Marrison-Pioneer of the Quartz Revolution," Bulletin of the National Association of Watch and Clock Collectors, Inc., no. 31 (1989): 126-134.

32. كان يشرح لها العلوم

Nancy Marrison, telephone interview by author. March 24, 2016.

33. أداة قياس

Warren A. Marrison, "Some Facts About Frequency Measurements," Bell Labs Record 6, no. 6, 386. ME7-1212, The World's Most Accurate Public Clock (pamphlet)

(New York: American Telephone and Telegraph, 1941), 1. ATT.

34. هم النوع الوحيد

Matthew Wolf-Meyer, Skype interview by author, May 2, 2016.

35. وُضع سبعة ذكور

Thomas A. Wehr, "In Short Photoperiods, Human Sleep Is Biphasic," Journal of sleep research 1, no. 2 (1992), 103-107.

36. النمط القديم من النوم

Ekirch, telephone interview

37. اضطرابات النوم أو الحرمان منه

Bruce M. Altevogt and Harvey R. Colten, ed. Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem (Washington, DC: National Academies Press, 2006), 1.

38. مستحضرات دوائية للمساعدة على النوم

Yinong Chong, Cheryl D Fryer, and Qiuping Gu, "Prescription Sleep Aid Use among Adults: United States, 2005-2010," NCHS Data Brief, no. 127 (2013): 1-8.

39. من أي وقت مضى على مدار التاريخ

Ekirch, telephone interview.

40. آثار الحرمان من النوم على الفئران

Allan Rechtschaffen et al., "Physiological Correlates of Prolonged Sleep Deprivation in Rats," Science 221, no. 4606 (1983): 182-184.

41. قصور وظائف المخ

Michael A. Grandner et al., "Problems Associated with Short Sleep: Bridging the Gap between Laboratory and Epidemiological Studies," Sleep Medicine Reviews 14, no. 4 (2010): 239–247.

42. طرق لمزامنة الوقت

Peter Galison, Einstein's Clocks and Poincare's Maps: Empires of Time (W. W. Norton, 2004), 248.

43. وما إذا كانت قابلة للتطبيق

Galison, Skype interview by author, May 2, 2016.

44. بعد حوالي أربع دقائق

"Time's Backward Flight," New York Times, November 18, 1883, 3.

45. وسبعة وعشرين في إلينوي

Carlton Jonathan Corliss, The Day of Two Noons (Washington, DC: Association of American Railroads, 1942), 3.

46. في نظام واحد

"Standard Time," Harper's Weekly 27, no. 1410 (1883): 843.

47. المشجعون في المدرجات

Galison, Einstein's Clocks, 271.

48. والحانة السيئة السمعة، والسجن

Robert Goffin, Horn of Plenty: The Story of Louis Armstrong (Boston: Da Capo Press, 1947), 17.

49. بضع مئات من الملي ثانية

Fernando Benadon, "Time Warps in Early Jazz," Music Theory Spectrum 31, no. 1 (2009): 3; email to author, April 3, 2016.

50. في لحظة عزفها

Louis Armstrong, interviewed by Ralph Gleason, Jazz Casual, January 23, 1963, video, 12:52, https://youtu.be/Dc3Vs3q6tiU.

51. والأفريقية

Stanley Crouch, Considering Genius: Writings on Jazz (New York: Basic Books, 2009), 211.

52. شعور مختلف بالوقت

James Jones, telephone interview by author, May 6, 2016.

53. "الماضي" و"الحاضر"

ohn S. Mbiti, African Religions & Philosophy (Portsmouth, NH: Heinemann, 1990), 21.

54. الرجل الخفي

Ralph Ellison, Invisible Man (New York: Vintage, 1980), 8.

55. يضغط النوت تارة ويؤخرها تارة أخرى

Benadon, 6.

56. شعوري بالوقت

David Eagleman, telephone interview by author, April 25, 2016.

57. عُشر ثانية

Rooney, telephone interview by author.

58. مقابل رسم سنوي قدره 4 جنيهات إسترلينية

Rooney, Ruth Belville, 62.

59. خمسين عميلًا

David Rooney, "Maria and Ruth Belville: Competition for Greenwich Time Supply, "Antiquarian Horology 29, no. 5 (2006): 624.

60. وضعية منخفضة

"Gas Lamp Danger: Inquest Warning," Nottingham Evening Post (Nottingham, UK), December 13, 1943, 1.

الفصل الثاني

1. المتاجر فارغة

Victor Searcher, The Farewell to Lincoln (Nashville, TN: Abingdon Press, 1965), 97.

2. واشنطن إلى بالتيمور

John Carroll Power, Abraham Lincoln: His Life, Public Services, Death and Great Funeral Cortege, with a History and Description of the National Lincoln Monument, with an Appendix (Springfield, IL: E. A. Wilson & Co., 1873), 120.

3. انتقالات آمنة ومناسبة

Power, 26.

4. بائنتي عشرة جسد

Power, 132.

5. طرق صناعته

Henry Bessemer, Sir Henry Bessemer, F.R.S.: An Autobiography (London:Offices of "Engineering," 1905), 136.

6. كهدية لأخته

Bessemer, 54.

7. تلقى الأدوات بدلًا من الألعاب

R.H. Thurston, "Sir Henry Bessemer: A Biographical Sketch," Cassier's Magazine, September 1896, 325.

8. ثرثار

S. T. Wellman, "The Story of a Visit to Sir Henry Bessemer: Recollection of the Early History of the Basic Open-Hearth Process," Scientific American: Supplement, 402.

9. حزينة ومستغرقة

T. J. Lodge, "A Bessemer Miscellany," in Sir Henry Bessemer: Father of the Steel Industry, ed. Colin Bodsworth (London: IOM Communications, 1998): 142.

10. العديد من التعديلات والتغييرات

Bessemer, Sir Henry Bessemer, F.R.S., 139.

11. قلة من الأشخاص

Bessemer, 304.

12. بينما كان يتعافى

Thurston, "Sir Henry Bessemer," 329.

13. أصبحت مقتنعًا

Bessemer, Sir Henry Bessemer, F.R.S, 142.

14. لإزالة الكربون الزائد

Thomas J. Misa, A Nation of Steel (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1998), 8.

15. في غضون عشر دقائق

Bessemer, 143.

16. لهبًا أبيض

Bessemer, 144.

17. دخل تجارة الملابس

Robert B. Gordon, "The "Kelly" Converter," Technology and Culture (1992), 769.

18. لم يكن أي من الأخوين لديه خبرة

Gordon, 770.

19. تصبح الحاجة إلى الوقود غير ضرورية

J. E. Kleber and Kentucky Bicentennial Commission, The Kentucky Encyclopedia (Lexington: University Press of Kentucky, 1992), 485.

20. متفوقًا على طلب بيسمير.

Gordon, "Kelly Converter," 777

21. والتناقضات بين ادعاءات

Gordon, 778.

22. دون الحاجة لاستخدام مزيد من الوقود

William Kelly. Improvements in the Manufacture of Iron. US Patent 17,628 issued June 23, 1857.

23. لا توجد إشارة إلى ذلك في رسائله

Gordon, "Kelly Converter," 777.

24. السكك المصنوعة من الفولاذ تدوم لثمانية عشر عامًا

Douglas A. Fisher, The Epic of Steel (New York: Harper & Row, 1963), 123; Elting E. Morison, Men, Machines, and Modern Times (Cambridge, MA: MIT Press, 1968), 123.

25. الدخان، وألسنة اللهب، والشرارات

Stewart H. Holbrook, Iron Brew (New York: Macmillan Co., 1939), 2.

26. رحلته من بوسطن إلى نيويورك

Edmund Quincy, Life of Josiah Quincy (Boston: Little, Brown, 1874), 47.

27. أطلس جغرافيا الولايات المتحدة

Charles O. Paullin, Atlas of the Historical Geography of the United States (Washington, DC: Carnegie Institution of Washington, 1932), 138A–B.

28. رؤية أحفادهن

Thomas C. Cochran, "The Social Impact of the Railroad," in The Railroad and the Space Program, ed. Bruce Mazlish (Cambridge, MA: MIT Press, 1965), 169.

29. أنبياؤه القديسون

Frank W. Blackmar, Kansas; A Cyclopedia of State History Embracing Events, Institutions, Industries, Counties, Cities, Towns, Prominent Persons, Etc. ... With a Supplementary Volume Devoted to Selected Personal History and Reminiscence, vol. 2 (Chicago: Standard Publishing Company, 1912), 536.

30. المسافة حول خط الاستواء

Ruth S. Cowan, A Social History of American Technology (Oxford: Oxford University Press, 1997), 117.

31. حول العالم عشر مرات

Fisher, The Epic of Steel, 125.

32. الانتظار لأكثر من ثلاثة قرون

Bruce David Forbes, Christmas: A Candid History (Berkeley: Univ. of California Press, 2008), 17.

33. يحتفلون بالعام الجديد أكثر من عيد الميلاد

"Society Out Shopping," New York Times, December 25, 1894, 19.

34. تُغلق المصانع

Susan G. Davis, "'Making Night Hideous': Christmas Revelry and Public Order in Nineteenth-Century Philadelphia," American Quarterly 34, no. 2 (1982): 187.

35. والعشاء العائلي

Davis.

36. أيتها المدينة المقدسة الصغيرة بيت لحم

Steven Dutch, "Making the Modern World" (lecture,

University of Wisconsin–Green Bay, 2014).

37. لدفع حركة الاقتصاد

Penne L. Restad, "Christmas in 19th–Century America," History Today 45, no. 12 (1995): 17.

38. بورصات تجارية

"Forest of Christmas Trees," New York Times, December 17, 1893, 17.

39. شيئًا نادرًا

Restad, "Christmas in 19th–Century America," 16.

40. ثمة وباء يُدعى تبادل الهدايا

"Heavy Christmas Mails," New York Times, December 21, 1890, 20.

41. يتنافسون في شراء الهدايا الباهظة الثمن

"Home–Made Christmas Presents," New York Times, December 24, 1880, 4; Forbes, Christmas, 116.

42. وقتًا أطول للتسوق

Forbes, Christmas, 127

43. أكبر الصناعات البشرية

" R. H. Thurston, "The Age of Steel," Science 3, no. 73 (1884): 792.

1. وعدد قليل من القراصنة

Daniel Walker Howe, What Hath God Wrought: The Transformation of America, 1815-1848 (Oxford: Oxford University Press, 2007), 8.

2. أربعة الألاف رجل من عدم المتأهبين

Robert V. Remini, The Life of Andrew Jackson (New York: Penguin, 1988), 92.

3. عشرة آلاف من المدربين

Donald R. Hickey, The War of 1812: A Forgotten Conflict, Bicentennial Edition (Champaign: University of Illinois Press, 2012), 208.

4. هذا الخطأ الجسيم

Robin Reilly, The British at the Gates: The New Orleans Campaign in the War of 1812 (New York: Putnam, 1974), 296.

5. كالبيض

Andrew Jackson, "Proclamation: To the Free Colored Inhabitants of Louisiana," Niles' Weekly Register, December 3, 1814, 205. NOHC

6. ينزف يوميًا من جديد

Letter from Samuel Morse (SFBM) to his brother .Sidney Morse dated January 6, 1839, SFBM-TWO, 115

7. الفرع الفكري للفن

Letter from SFBM to his parents dated May 2, 1814, .SFBM-ONE, 132

8. حب قوي

Letter from SFBM to a friend a month after the death of his wife, SFBMONE, 268

9. أتوق إلى سماع أخبارك

Letter from SFBM to his wife Lucretia Morse dated Feb 10, 1825, SFBMONE, 264.

10. ابني الحبيب

Letter from Jedidiah Morse to SFBM date February 8, 1825, SFBMONE, 265.

11. ووصل إلى فيلادلفيا ليلة الاثنين

A letter from SFBM to Jedidiah Morse from Baltimore February 13, 1825; Samuel Irenæus Prime, The Life of Samuel F. B. Morse (New York: Arno Press, 1974), 144.

12. أتمنى أن أتمكن من إيصال المعلومات في لحظة

Letter from SFBM to his parents dated August 17, 1811, SFBM-ONE, 41.

13. لا يمكن ملاحظة فرق

Prime, The Life of Samuel F. B. Morse, 252.

14. لماذا لا نفعلها نحن؟

Deposition of Charles T. Jackson, Box 1, Folder 1 SFBM-YUL.

15. ضربة طفيفة في ذراعي

Letter dated February 1801 from SFBM to parents, SFBM-ONE, 19.

16. وسأل تشارلز تي جاكسون في كل فرصة

Deposition of Charles T. Jackson.

17. تخلت هي عني

Letter from SFBM to James Fenimore Cooper dated November 20, 1849, SFBMTWO, 31.

18. الموقد الخاص بشقيقه

Quote from Morse's sister-in-law, undated, SFBM-TWO, 21.

19. توصيلهم على التوالي

Letter from SFBM to his parents dated April 1825,

SFBM–TWO, 41.

20. مؤسساتنا الديمقراطية تعاني

Letter from SFBM on April 6, 1836 to members of the Native American Democratic Association; Carleton Mabee, The American Leonardo: A Life of Samuel F.B. Morse (New York: Alfred A. Knopf, 1943), 170.

21. ترتيبًا إلهيًّا للمجتمع.

Kenneth Silverman, Lightning Man: The Accursed Life of Samuel F. B.Morse (New York: Knopf Doubleday Publishing Group, 2010), 399.

22. القيام بأمرين في نفس الوقت بشكل جيد

Letter from Jedidiah Morse to SFBM dated February 21, 1801, SFBM–ONE, 4.

23. كان شريكًا في الاختراع

Silverman, Lightning Man, 156

24. ثلث ميل من النحاس

Prime, The Life of Samuel F. B. Morse, 303.

25. أجرى فيل الاختبارات بنجاح

Silverman, Lightning Man, 165.

26. نقل عشر كلمات

Stephen Vail, "The Electro-Magnetic Telegraph," Self Culture, May 1899, 281.

27. ما زلت أنتظر، وأنتظر

Letter from SFBM to Sidney Morse dated January 25, 1843, SFBM-TWO, 191.

28. أصبح أكثر حيرة وألم

Letter from SFBM to Sidney Morse dated January 30, 1843, SFBM-TWO, 192.

29. قوبل بالسخرية

Letter from SFBM to Sidney Morse, dated January 30, 1843, SFBM-TWO, 193.

30. جزء ضئيل من الدولار

Letter from SFBM to Alfred Vail dated February 23, 1843, SFBM-TWO, 197.

31. كان هناك المزيد من السقطات

Silverman, Lightning Man, 226; Letter from SFBM to Sidney Morse dated January 20, 1844, SFBM-TWO, 216.

32. سياسي محتال

Kenneth Silverman, interviewed by Brian Lamb, Booknotes, C-Span, December 20, 2003, https://

www.c-span.org/video/?1799141-/lightning-man-samuel-fb-morse.

33. المزق الحارق في ذراعه الأيمن

Candice Millard, Destiny of the Republic (New York: Knopf Doubleday Publishing Group, 2011), 182.

34. لقد قُتل

Ira Rutkow and Arthur M. Schlesinger, James A. Garfield: The American Presidents Series: The 20th President, 1881 (New York: Henry Holt, 2006), 2.

35. يرسل لكِ خالص حبه

"A Great Nation in Grief," New York Times, July 3, 1881, 1.

36. "بشرة مصابة باليرقان"

A Great Nation in Grief

37. ضرورة سياسية

Theodore Clarke Smith, The Life and Letters of James Abram Garfield: 1877- 1882, Vol. 2 (Hamden: Archon Books, 1968), 1184.

38. لسار كل شيء على نحو أفضل

J.C. Clark, The Murder of James A. Garfield: The

President's Last Days and the Trial and Execution of His Assassin (Jefferson, NC: McFarland & Co., 1993), 132.

39. بمساواة العبيد المحررين

Millard, Destiny of the Republic, 182.

40. بنى نفسه من العدم

Millard.

41. التنشئة والمشاريع

Millard.

42. يسود شعور أكثر تفاؤلًا

Complete medical record of President Garfield's case, containing all of the official bulletins, from the date of the shooting to the day of his death, together with the official autopsy, made September 20, 1881, and a diagram showing the course taken by the ball (Washington, DC: Charles A. Wimer, 1881), 6.

43. قد نعم بقيلولة هانئة

Complete medical record of President Garfield's case, 11, 32, 34.

44. رصاصة القاتل في جذع الرئيس

Millard, Destiny of the Republic, 213.

45. يشعر بتحسن

Complete medical record of President Garfield's case, 35.

46. نام بشكل هانئ

Complete medical record of President Garfield's case, 37.

47. قد سئموا من التعامل معهم بهذه الطريقة

Smith, The Life and Letters of James Abram Garfield, 1191.

48. تدفقت البرقيات من جميع أنحاء البلاد وأوربا

New York Times, July 3, 1881, 1.

49. النظر بجدية في موضوع عزل الرئيس

Complete medical record of President Garfield's case, 65.

50. أكثر شراسة من المعركة

Millard, Destiny of the Republic, 215.

51. أقدر بشدة التفاصيل

Smith, The Life and Letters of James Abram Garfield, 1193.

52. نصف وزنه 130باوند

Millard, Destiny of the Republic, 217.

53. وأن سعاله كان أهدأ

Complete medical record of President Garfield's case, 86.

54. ضعيفًا تمامًا

Complete medical record of President Garfield's case, 92.

55. توفي في الساعة 10:35

Complete medical record of President Garfield's case, 93.

56. لقد غزا العالم المتحضر بأسره

Smith, The Life and Letters of James Abram Garfield, 1198.

57. سيكون له مكان في تاريخ البشرية

Millard, Destiny of the Republic, 228.

58. في قلوب البشر

Millard.

59. توفي الجنرال غارفيلد

"Trial of Guiteau," Watchman and Southron, November 22, 1881, 2.

60. الدولة كلها حي واحد

U.S. Congress, House, Electro-Magnetic Telegraphs, HR 713, 25th Cong., 2nd sess., introduced in House April 6, 1838, House Report 753, 9. (Italics are Morse's)

61. هل لديك أي أخبار

David Hochfelder, The Telegraph in America, 1832-1920 (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012), 83.

62. لا يهاب شيئًا

Mary V. Dearborn, Ernest Hemingway: A Biography (New York: Knopf, 2017), 22.

63. بالولادة، ثم المدرسة، ثم الزواج

Dearborn, 35.

64. في غرف الطوارئ

Dearborn, 46.

65. واللصوص

Dearborn, 47.

66. انتزاع

Dearborn, 49.

67. مجال الكتابة

Dearborn, 47.

68. هي الشكل الوحيد لرواية القصص

Dearborn, 48.

69. احترس من العبارات المبتذلة

"The Star Copy Style," Kansas City Star, https://www.kansascity.com/entertainment/books/article10632716.html.

70. اختصر لغتك أكثر

Letter from SMFB to Vail dated May 29, 1844, Box 1A AV-SI.

71. غالبًا خمس عشرة دقيقة

Menahem Blondheim, News over the Wires: The Telegraph and the Flow of Public Information in America, 1844-1897 (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994), 63.

72. 50 سنتًا

Alfred Vail, The Telegraph Register of the Electro-Magnetic Companies (Washington, DC: John T. Towers, 1849), 10, Box 9, Folder 9 AV-SI.

73. اثني عشر كلمة

Statistical Notebook of the Western Union Telegraph Company, Box 267, Folder 4 WUTC-SI.

74. ما يقرب من 90٪ من عوائد التلغراف

Letter to William F. Vilas, the Postmaster General, from Norvin Green, the President of Western Union, dated November 17, 1887, Box 204, Folder 1 WUTC-SI.

75. فقط 2٪

Letter to William F. Vilas.

76. "b ـل be"Hochfelder, The Telegraph in America, 75-76.

77. اختصر معلوماتك

Letter from SFBM to Vail dated May 25, 1844, Box 1A AV-SI.

78. أطيب التحيات

Hochfelder, The Telegraph in America, 75

79. w. 899 تعني "التمني

Francis Ormond Jonathan Smith, The Secret Corresponding Vocabulary: Adapted for Use to Morse's Electro-Magnetic Telegraph. (Portland, ME: Thurston, Ilsley & Co., 1845), W1000, Box 9, Folder 7 AV-SI.

80. المجلة الديمقراطية

"Influence of the Telegraph upon Literature," United States Magazine and Democratic Review 22, no. 119 (1848): 409-413.

81. أشعر بخيبة أمل إلى حد ما

Letter from SFBM to Vail dated August 8, 1844, Box 1A AV-SI.

82. ثمة شيء مخيف يحدث الآن

Naomi Baron, Skype interview by the author, December 13, 2017.

83. كان خطأً كبيرًا

Julia Carrie Wong, "Former Facebook Executive: Social Media Is Ripping Society Apart," Guardian, December 12, 2017 https://www.theguardian.com/technology/2017/dec/11/facebook-former-executive-ripping-societyapart.

1. الانتقال الحر

Eadweard Muybridge: The Stanford Years, 1872-1882 (Stanford, CA: Department of Art, Stanford University, 1972), 8.

2. ينفض أربعين قدمًا

"The Stride of a Trotting Horse." Pacific Rural Press (San Francisco, CA), June 22, 1878, 393.

3. خافت وغامض

"Quick Work," Daily Alta California, April 7, 1873, 1, MUY-SUL.

4. من صندوق سيجار

Eadweard Muybridge, 131.

5. بشكل أفضل

E. J. Muybridge. Method and Apparatus for Photographing Objects in Motion. US Patent 212,865, filed June 27, 1878, and issued March 4, 1879.

6. يسحب مغناطيس كهربائي

Eadweard Muybridge, 22.

7. دستة من الأسلاك التي يبلغ ارتفاعها الصدر

Eadweard Muybridge, Animals in Motion (New York: Dover Publications, 1957), 21.

8. وهي تقفز من على الأرض

Letter from Sherman Blake to Walter Miles dated May 6, 1929, Box 1, Folder 5, MUY-SUL.

9. ببقع بنية - برتقالية

Clipping "Newark Clergyman Invented Camera Film" dated March 30, 1932, HG-NJHS-VF.

10. مطاردتهم من قبل دب أسود

David Smith, email message to the author, November 7, 2016.

11. تركيبات جديدة تمامًا

"Kodak Film Invented Here," Newark Sunday Call, September 11, 1898, 1, Box 1, Folder 13, HG-NJHS-PELL.

12. شفاف كالزجاج

F. C. Beach, "A New Transparent Film," Anthony's Photographic Bulletin 19, no. 5, 144.

13. وفي النهاية خمسون قدمًا

"Goodwin's Statement," 30, Box 3, Folder 13, HG-NJHS-

PELL.

14. بطول سبعة عشر قدمًا

James Terry White, The National Cyclopedia of American Biography (New York: J. T. White & Co., 1893), 378; Samples have been claimed to be sent to Eastman in the typed memo written by Drake & Co. dated October 26,1898, in Box 4, Folder 12 HG-NJHS-PELL.

15. الأمر قد حُسم وانتهى

"Kodak Film Invented Here."

16. ذرة من الكافور

"Goodwin's Statement," 4.

17. بقع

"Goodwin's Statement," 22.

18. بل أصبحت أفقر كثيرًا

"Goodwin's Statement," 32.

19. في كل مرة كان يتجاهل المكتب طلبه

George E. Helmke, Hannibal Goodwin and the Invention of a Base for Rollfilm (North Plainfield: Fleetwood Museum of Art and Photographica, 1990), 5.

20. فيلم مُرضٍ حتى عام

1888Elizabeth Brayer, George Eastman: A Biography (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996), 192.

21. آتية في نهاية المطاف لا محالة

"Kodak Film Invented Here."

22. أوه، نعم، نعم، نعم

Handwritten memo written by Russell Everett dated November 11, 1898, Box 1, Folder 13, HG-NJHS-PELL.

23. محطمة روحيًا وصحيًا

Letter to Charles Pell from Rebecca Goodwin dated January 13, 1901, Box 1, Folder 15, HG-NJHS-PELL.

24. صورة الفصل

Lorna Roth, "Looking at Shirley, the Ultimate Norm: Colour Balance, Image Technologies, and Cognitive Equity," Canadian Journal of Communication 34, no. 1 (2009):117.

25. فقد الأطفال الأمريكيون ذوو الأصول الإفريقية ملامح وجوههم .Roth, 119

26. الفيلم لم يتم معايرته

Oliver Chanarin, Skype interview by author, January 13, 2017.

27. بطرق خفية Chanarin.

28. شلنات في الأسبوع

John Stauffer, Zoe Trodd, and Celeste-Marie Bernier, Picturing Frederick Douglass: An Illustrated Biography of the Nineteenth Century's Most Photographed American (New York: Liveright Publishing, 2015), 127.

29. أكثر الكائنات البشرية تصويرًا

Stauffer, Trodd, and Bernier, viii.

30. ملامحه كانت أوربية

Marcy J. Dinius, The Camera and the Press: American Visual and Print Culture in the Age of the Daguerreotype (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2012), 227.

31. شائبة فظيعة

W. E. B. Du Bois, "Photography," Crisis, October 1923, 247; Henry Louis Gates, Jr., Epilogue, Picturing Frederick Douglass, 198.

32. التقارير في القرن العشرين

Roth, "Looking at Shirley," 120.

33. صانعو الأثاث والشوكولاتة Roth, 119.

34. الشوكولاتة التي صوروها Roth, 120.

35. لحصان أسود في إضاءة خافتة Roth, 122.

36. السيد. ف

This section is based on interviews with Caroline Hunter. Telephone interview by author, February 21, 2017 and October 30, 2014; Interview with author in Cambridge, MA, April 13, 2017.

37. مكان سيئ للسود Interview, October 30, 2014.

38. بالكف عن التعاون مع حكومة جنوب إفريقيا

Letter from G. R. Dicker to T. J. Brown dated November 9, 1970, Box i77, Folder 1-3, POL-HBS.

39. وفقًا لاحتياجات العمالة.

Edwin Land, Polaroid Shareholder Meetings 1971, audio tape recording, POL-HBS.

40. ثلاثمائة وخمسين مركزًا

Handwritten and undated note titled "Chronology," 1977, Box 79, Folder 23 /, POL-HBS

41. ليس هناك شركة ولا استثمارات

Edwin Land, Polaroid Shareholder Meetings 1971, audio tape recording, POL-HBS.

42. بولاريزر جنوب أفريقيا

Handwritten and undated note titled "Chronology," 1977, Box 79, Folder 23 /,POL-HBS.

43. خمسة وستين كاميرا فقط

Polaroid Memo from G. R. Dicker to All Polaroid Employees, dated October 6, 1970, Box 77, Folder 12 /, POL-HBS.

44. نسيج من الأكاذيب

Christopher Nteta, speech given on October 8, 1970, Box 80, POL-HBS.

45. لحركات التحرر

Polaroid Memo dated October 7, 1970, from the Polaroid Revolutionary Workers Movement to Edwin Land, Box i78, Folder 12 /, POL-HBS.

46. رفضت العمل مع جنوب أفريقيا

Polaroid Statement dated October 7, 1970, Box i77, Folder 12 /,POL-HBS.

47. 155 موظفًا

Confidential Call Report from Hans J. Jensen to T. H. Wyman dated November 4, 1970, Box i77, Folder 13 /,

POL-HBS.

48. تلقين للدونية من قبل الحكومة

"Polaroid Announces 'Experiment' to Help Blacks in South Africa." Harvard Crimson, January 14, 1971.

49. وفي وقت متأخر من الليل

Polaroid Confidential Memo from James Shea to Polaroid Management dated July 25, 1972, Box 78, Folder 24/, POL-HBS.

50. سبب غضبي منهم

Polaroid Revolutionary Workers Movement Press Release dated February 11, 1971, Box 2, Folder 1, PRWM-SCH.

51. عليكم القيام بتجارب قليلة

Edwin Land, Polaroid Shareholder Meetings 1971.

52. إرسال صناديق الأفلام، من دون اسم

Robert Lenzner, "Polaroid's S. Africa Ban Defied?" Boston Globe, November 21, 1971, 1977, Box 79, Folder 23/, POL-HBS.

53. 42٪ بالضبط

David Smith, "'Racism' of Early Colour Photography Explored in Art Exhibition," Guardian, January 25,2013,

https: / /www.theguardian.com /artanddesign /2013 / jan /25 /racism-colourphotography- exhibition.

الفصل الخامس

1. عددهم آخذ في التناقص

Sara Lewis, Skype interview by author, February 21, 2017; James Lloyd, telephone interview by author, March 10, 2017.

2. كل ستة أشهر

Robert Friedel, "New Lights on Edison's Light," Invention & Technology 1, no. 1:24.

3. لرؤية اختراع كهربائي جديد

Robert Friedel, Paul Israel, and Bernard S. Finn, Edison's Electric Light (New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press, 1986), 5.

4. أفضل أقسام الفيزياء في البلاد

William Hammer, "William Wallace and His Contributions to the Electrical Industries (Part II)," Electrical Engineer XV, no. 249:130; William Hammer, "William Wallace and His Contributions to the Electrical Industries (Part

I)," Electrical Engineer 15, no. 248: 105.

5. إيلوز كانت على دراية بالعمل

Hammer, "William Wallace," no. 249: 129.

6. يستمتع بعلماء بارزين

Hammer, "William Wallace," no. 248: 104.

7. أول ضوء قوسي له

William Hammer, "William Wallace and His Contributions to the Electrical Industries (Part III)" Electrical Engineer XV, no. 250: 159.

8. ورديتين

"Invention's Big Triumph," New York Sun, September 10, 1878, 1, TAE-RU.

9. 4000 شمعة

"Invention's Big Triumph."

10. وسيلة مناسبة للإضاءة

Brian Bowers, A History of Electric Light & Power (Stevenage, UK: Peter Peregrinus Press, 1982), 8.

11. يمكن أن تنتقل الطاقة

"Invention's Big Triumph."

12. تحت الأضواء الكهربائية

"He Showed Edison the Light," Sunday Republican, November 8, 1931, Features Section, 1, DHS.

13. "لا أعتقد أنك تعمل

Hammer, "William Wallace," no. 248: 105.

14. توصيله إلى المنازل الخاصة

Paul Israel, Edison: A Life of Invention (New York: Wiley, 2000), 166.

15. وإنجلترا، وفرنسا، وروسيا

Friedel, Israel, and Finn, Edison's Electric Light, 115.

16. لدي هذا

"Edison's Newest Marvel," New York Sun, September 16, 1878, 3, TAE-RU.

17. كان يعبث مفتقر إلى الحماسة

Matthew Josephson, Edison: A Biography (London: Eyre & Spottiswoode, 1961), 178.

18. كان البلاتين واعدًا

Friedel, Israel, and Finn, Edison's Electric Light, 16.

19. رفضها في البداية

Friedel, Israel, and Finn, 93.

20. السكري، والسمنة

Mariana Figueiro, telephone interview by author, September 8, 2016.

21. وظيفة العين

David M. Berson, Felice A. Dunn, and Motoharu Takao, "Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock," Science 295, no. 5557 (2002): 1070-1073.

22. تتطور معنا

Thomas Wehr, telephone interview by author, July 14, 2016.

23. مجرد عشوائية، تحدث بالصدفة

Richard Stevens, telephone interview by author, July 21, 2016, and October 18, 2016.

24. يستطيع سكان المدينة رؤية حوالي خمسين نجمًا

International Dark-Sky Association, Fighting Light Pollution: Smart Lighting Solutions for Individuals and Communities (Mechanicsburg, PA: Stackpole Books, 2012), viii.

25. والغبار داخل السحب عاكسة الضوء

Christopher C. M. Kyba et al., "Cloud Coverage Acts

as an Amplifier for Ecological Light Pollution in Urban Ecosystems," PLoS ONE 6, no. 3 (2011): e17307.

26. نفقد تباين الشاشة

Fabio Falchi, Skype interview with author, October 18, 2016.

27. سحابة رمادية فضية

Ron Chepesiuk, "Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution," Environmental Health Perspectives 117, no. 1 (2009): A22.

28. اثنين من كل ثلاثة أشخاص

Pierantonio Cinzano, Fabio Falchi, and Christopher D Elvidge, "The First World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness," Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 328, no. 3 (2001): 689-707.

29. التجربة التي ألهمتنا على مدار التاريخ البشري بالكامل

Paul Bogard, telephone interview by author, August 31, 2016.

30. أنا ذكر ذو فوتونات ضوئية خضراء

Lewis, Skype interview by author, February 21, 2017.

31. جزيء واحد من الأدينوسين ثلاثيُّ الفوسفات

Lloyd, telephone interview by author, March 10, 2017.

32. الحشرات ليلية Bogard, Skype interview by author, August 31, 2016.

33. بهذه الطريقة يموت

Travis Longcore, Skype interview by author, September 12, 2016.

34. الملاذ من الحيوانات المفترسة

Michael Salmon, "Protecting Sea Turtles from Artificial Night Lighting at Florida's Oceanic Beaches," in Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, ed. Catherine Rich and Travis Longcore (Washington, DC: Island Press, 2006), 148.

35. الدرابزين له وظيفتان إضافيتان

The City Dark, Directed by Ian Cheney, 83 minutes, 2011.

36. يبلغ من العمر خمسة وستين عامًا

George C. Brainard, Mark D. Rollag, and John P. Hanifin, "Photic Regulation of Melatonin in Humans: Ocular and Neural Signal Transduction," Journal of Biological Rhythms 12, no. 6 (1997): 542.

37. عدم وجود صلة بين الإضاءة والجريمة

Paul Bogard, The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light (Boston: Little, Brown, 2013), 79.

38. إزالة الضوء الأزرق الذي تنتجه

Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode (LED) Community Lighting. American Medical Association Council on Science and Public Health (2016), https://www.amaassn.org/sites/amaassn.org/files/corp/mediabrowser/public/aboutama/councils/Council20%Reports/council-on-science-public-health/a16-csaph2.pdf.

39. عشرة في المائة من مصابيح شوارع المدينة

Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode (LED) Community Lighting.

40. تسعة وتسعون بالمائة من الناس

Cinzano, Falchi, and Elvidge, "First World Atlas," 689.

الفصل السادس

1. القطع الأثرية للحياة البشرية

A typed draft of dust cover copy for "Murmurs of Earth,"

Box 1247, Folder 5, SAG-LC.

2. "بالتأكيد"

John Casani, telephone interview by author, August 23, 2018.

3. حاويات متاجر تاور ريكوردز

Timothy Ferris, telephone interview by author, August 23, 2018.

4. وتر بشري حساس

Ann Druyan, "Earth's Greatest Hits," New York Times Magazine, September 4, 1977, 13.

5. "سأصوت لباخ"

Lewis Thomas, Lives of a Cell (London: Bantam, 1974), 45.

6. بدأت قائمة الأغاني تعكس

Bertram Lyons, telephone interview by author, July 13, 2018; "Alan Lomax and the Voyager Golden Records," https://blogs.loc.gov/folklife/201401//alan-lomax-and-the-voyagergolden-records/

7. أثناء العمل على الهاتف والتلغراف معًا

Robert A. Rosenberget al., The Papers of Thomas A. Edison:

Menlo Park: The Early Years, April 1876-December 1877, vol. 3 (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1989), 444. (This volume will be called TAE hereafter.)

8. غير مسموعة

Rosenberg et al., 472.

9. "ورقة الشمع تحتها"

Rosenberg et al., 699.

10. غشاء دائري

Rosenberg et al.,

11. "صوتًا مميزًا"

George Parsons Lathrop "Talks with Edison," Harper's New Monthly Magazine, February 1890, 430.

12. الأيام الست الأولى من ديسمبر 649 ,TAE.

13. "لم أتفاجأ أبدًا في حياتي هكذا"

Frank Lewis Dyer and Thomas Commerford Martin, Edison: His Life and Inventions, vol. 1 (New York: Harper & Brothers, 1910), 208.

14. "آري يها مل ير" TAE, 69.9

15 دقيقة من الصوت

Matthew Josephson, Edison: A Biography (London: Eyre

& Spottiswoode, 1961), 173.

16. "ما رأيكم في الفونوغراف؟"

"The Phonograph," Scientific American 75, no. 4: 65; "The Talking Phonograph," Scientific American 37, no. 25: 384.

17. "لقد أصبح الكلام"

Edward H. Johnson, "A Wonderful Invention—Speech Capable of Indefinite Repetition from Automatic Records," Scientific American 37, no. 20: 304.

18. أجهزة الرد على المكالمات

Thomas A. Edison, "The Phonograph and Its Future," North American Review 126, no. 262 (1878): 533-535.

19. النوت الموسيقية التي تعزفها

Andre Millard, America on Record: A History of Recorded Sound (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005), 108.

20. "الموسيقى الأمريكية والتذوق الموسيقي"

Steven D. Lubar, Infoculture: The Smithsonian Book of Information Age Inventions (New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Co., 1993), 173.

21. ستة وعشرين مليون أسطوانة Lubar, 174.

22. مائة مليون Lubar, 177.

23. التشيلو، والكمان، والقيثارات...

trombones Millard, America on Record, 80-83.

24. مليون شريط كاسيت Millard, 5, 130.

25. ستة عشر مليار بطاقة مُثَقَّبَة

Rey Johnson, "The First Disk File" (Dinner Talk, DataStorage '89, Conference, San Jose, California, September 19,1989),http://www.mdhc.scu.edu/100th/reyjohnson.htm.

26. السمات الجسدية للراكب

Typed Letter from Herman Hollerith to Mr. Wilson dated August 7, 1919, Box 9, Folder 7, HH-LC.

27. شهران لعمل الإحصاء

Charles W. Wootton and Barbara E. Kemmerer, "The Emergence of Mechanical Accounting in the US, 1880-1930," Accounting Historians Journal 34, no. 1 (2007): 105.

28. توجهوا إلى ساحة الخردة

"RAMAC: An Everlasting Impact on the Computer

Industry" by Thomas J. Watson Jr., undated, Folder 24, RJ-CHM.

29. من المقبرة "RAMAC."

30. كأس ديكسي

Lab notebook No. 22-83872, 139, dated November 10, 1953, Box 7, JJH-WPI.

31. الجوارب الحريرية القديمة لزوجته

Typed document "Biographic Sketch," 2, Box 2, JJH-WPI.

32. مادة صلبة، متينة، وناعمة

Memo entitled "The Invention and Development Process," from Jacob Hagopian to Albert Hoaglan, dated June 18, 1975, Box 2, JJH-WPI.

33. توصل بالفعل إلى الشركات

"Magnetic Ink and Powders," memo from Jacob Hagopian (JH) to E.Quade, April 22, 1959, Box 8; Letter from Ferro Enameling Company, February 2, 1954, Box 2; Letter from Reeves Soundcraft, Dec 15, 1953, Box 2; Letter from W. P. Fuller Company, December 22, 1953, Box 2 JJH-WPI.

34. ضعيفًا جدًّا لتخزين البيانات

Letter from Jacob Hagopian to Reynold Johnson dated May 20, 1992, Box 2, JJH-WPI.

35. "اعترض على هذا الكلام"

Undated handwritten draft of letter by Jacob Hagopian to the editor of Newstack, Box 2, JJH-WPI.

الفصل السابع

1. غير مبهر

John Drury Ratcliff, Yellow Magic: The Story of Penicillin (New York:Random House, 1945), 13.

2. تماثيل زجاجية

Kevin Brown, interview by author, London, England, September 27, 2017.

3. مستخدمًا البكتيريا لصبغاته

Eric Lax, The Mold in Dr. Florey's Coat: The Story of the Penicillin Miracle (New York: Henry Holt and Co., 2005), 12.

4. كسول عن النظافة بعض الشيء Brown interview.

5. هذا مضحك17, Lax, Dr. Florey's Coat.

6. المكورات العقدية، والعنقودية 22, Yellow Magic.

7. لعائلة من صناع الزجاج

William Ernest Stephen Turner, "Otto Schott and His Work. A Memorial Lecture," Journal of the Society of Glass Technology 20(1936): 83.

8. الأسود، والأحمر، والأزرق

Simon Garfield, Mauve (London: Faber & Faber, 2013), 8.

9. انصهار الزجاج 85 ,Turner.

10. ويمكن التنبؤ بها أمر مطلوب

"" Jurgen Steiner, "Otto Schott and the Invention of Borosilicate Glass," Glastechnische Berichte 66, no. 6-7 (1993): 166.

11. كتب رسالة Steiner.

12. من نفس العمود

Turner, "Otto Schott and His Work," 86.

13. تم حل المشكلة

"" Steiner, "Otto Schott," 166.

14. أصبحوا ستة وسبعين

Turner, "Otto Schott and His Work," 90.

15. لعب البورون أدوارًا مختلفة

Jane Cook, telephone interview by author, June 9, 2017 and November 1,2017.

16. وظفوا علماء

Margaret B.W. Graham and Alec T. Shuldiner, Corning and the Craft of Innovation (Oxford, UK: Oxford University Press, 2001), 38.

17. هذه السرعة كانت لها تكلفة

Graham and Shuldiner, 46.

18. أعقب الزيادة النيزكية في المبيعات انخفاض حاد

Graham and Shuldiner, 55.

19. لكنهم سخروا من هذه الفكرة

"The Battery Jar That Built a Business: The Story of Pyrex Ovenware and Flameware." Gaffer, July 1946, 3, COR.

20. تنكسر مثل الزجاج

John Littleton, telephone interview by author, September 7, 2017.

21. يُدفن في تابوت زجاجي

Harvey K. Littleton, interview by Joan Falconer Byrd, Spruce Pine, N.C., March 15, 2001, transcript, Archives of American Art, Smithsonian Institution, Washington,

DC, https: / /www.aaa.si.edu /collections /interviews / oral-history-interview-harvey-k-littleton-11795.

22. لا أشخاص متلونين على طاولتها

Joseph C. Littleton, "Recollections of Mom: By Her Third Child, Joe," (unpublished book, 1995), 73 and 77, CMOG.

23. طاجن غيرنسي الجديد

A Report of the History of the First Pyrex Baking Dish, dated November 1917, COR.

24. لم تكن بيسي تطبخ

Nancy Jo Drum, telephone interview by author, September 11, 2017.

25. باستخدام كل وعاء وإناء في المطبخ

J.C. Littleton, 16.

.steak to cocoa History of the First Pyrex Baking Dish .26

27. ولم يحتفظ بنكهة الطعام

"The Battery Jar That Built a Business," 3, COR.

28. تحتوي على الرصاص "Informal Notes as taken from Dr. Sullivan: History of Pyrex bakeware," dated March 5, 1954, COR.

29. سقط الوزن من ارتفاع في مستوى الخصر

E. C. Sullivan, "The Development of Low Expansion Glasses," Journal of the Society of Chemical Industry 15, no. 9 (1916): 514.

30. الكعكة المخبوزة في الصينية المطلية بالفضة لم تنضج جيدًا Sullivan.

31. أطلق عليه في البداية "بايرايت"

Graham and Shuldiner, Corning and the Craft of Innovation, 56.

32. في عام 1915، تم تغيير اسمها إلى بايريكس

"The Battery Jar That Built a Business," 5, COR.

33. بيعت أكثر من 4.5 مليون قطعة

"The Battery Jar That Built a Business," 6.

34. الرئيس وودرو ويلسون

Daniel Kelm, telephone interview by author, September 18, 2017.

35. ومناظير الأفق للكاميرات الجوية، وأجهزة ضبط المسافة

Edward J. Duveen, "Key Industries and Imperial Resources," Journal of the Royal Society of Arts 67, no. 3459 (1919): 242.

36. آلاف براءات الاختراع الألمانية

"The 'Trading with the Enemy Act'" Scientific American 117, no. 20 (1917): 363.

37. وأغطية مؤشر الضغط

W. H. Curtiss, "Pyrex: A Triumph for Chemical Research in Industry," Industrial & Engineering Chemistry 14, no. 4 (1922): 336-337.

38. رسوم جمركية ضخمة تم فرض

Graham and Shuldiner, Corning and the Craft of Innovation, 59.

39. عالم نباتات

J.J. Thomson, Recollections and Reflections (New York: The Macmillan Co., 1937), 6.

40. "ولا مخطئ بشكل قطعي" Thomson, 376.

41. كالثور في متجر خزفيات

D. J. Price, "Sir J.J. Thomson, OM, FRS. A Centenary Biography." Discovery 17: 496, JJT-TRI.

42. مطرقة في المنزل

George Paget Thomson, "J.J. Thomson and the Discovery of the Electron," Physics Today 9, no. 8 (1956): 23.

43. "كان قول ذلك أسهل من فعله"

J.J. Thomson, Recollections and Reflections, 334.

44. "اعتقدت أن كل الزجاج في المكان مسحور

" Baron Robert John Strutt Rayleigh, The Life of Sir JJ Thomson, Sometime Master of Trinity College, Cambridge (London: Dawsons, 1969), 25.

45. في صيف عام

1897Isobel Falconer, "JJ Thomson and the Discovery of the Electron," Physics Education 32, no. 4 (1997): 227.

46. "لا هاتف ولا راديو"

J.J. Thomson, Recollections and Reflections, 1.

الفصل الثامن

1. وانزلق تحت خده الأيسر أسفل عينه اليسرى

Hanna Damasio et al., "The Return of Phineas Gage: Clues About the Brain from the Skull of a Famous Patient," Science 264, no. 5162 (1994): 1104.

2. "إرادة حديدية وجسد حديدي"

John M. Harlow, "Recovery from the Passage of an Iron Bar through the Head," History of Psychiatry 4, no. 14 (1993): 275.

3. شاب ودود، ذكي، محل ثقة

Damasio et al., "Return of Phineas Gage," 1102.

4. "لم يعد كما كان قبله"

Harlow, "Recovery from the Passage," 274.

5. تشتت انتباهه، وكونه غير جدير بالثقة، ومتشنج

Damasio et al., "Return of Phineas Gage," 1104.

6. أدمغة العصر الحجري

Torkel Klingberg, The Overflowing Brain: Information Overload and the Limits of Working Memory (Oxford, UK: Oxford University Press, 2009), 3.

7. أداة النار البسيطة

Richard Wrangham, Catching Fire: How Cooking Made Us Human (New York: Basic Books, 2009), 120.

8. عززها التلفزيون

N.C. Andreasen, The Creative Brain: The Science of Genius (New York: Plume, 2006), 146.

9. لقد وجد الباحثون أن الموسيقيين المهرة لديهم جزء من الدماغ (في القشرة الدماغية) أكبر من غيرهم

Kenneth M. Heilman, "Possible Brain Mechanisms of Creativity," Archives of Clinical Neuropsychology 31, no.

4 (21 March 2016): 287.

10. سائقي سيارات الأجرة في لندن

Eleanor A. Maguire et al., "Navigation-Related Structural Change in the Hippocampi of Taxi Drivers," Proc. Natl. Acad. Sci. 97, no. 8 (2000): 4398-4403.ش

11. تعلموا كيفية التوفيق

12. Klingberg, The Overflowing Brain.

13. "الشيء الرائع"

R.V. Bruce, Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1990), 198.

14. "أداء أكثر إثارة للاهتمام"

15. "The Telephone Concert." New Haven Evening Register, April 28, 1877, 4, NHFPL.

16. "لقد بدأت على الفور"

Joseph Leigh Walsh, Connecticut Pioneers in Telephony: The Origin and Growth of the Telephone Industry in Connecticut (New Haven, CT: Morris F. Tyler Chapter, Telephone Pioneers of America, 1950), 327.

17. "أعظم اختراع في السنوات الأخيرة" 194

"The Telephone Concert," 4.

18. "تمامًا كإمدادات الغاز والماء"

The Telephone." New Haven Daily Morning Journal and Courier (New Haven, CT), April 28, 1877, 2. CSL.

19. سن ستروجر عادة الاتصال والشكوى

Herman Ritterhoff, "How a Laugh Lost a Millon," Telephony, March 22, 1913, 59.

20. أصيب في وينشستر

Kathy Kanauer, "Almon Strowger" (lecture, Penfield Historical Association, Penfield, NY, February 27, 2000), 2, AS-PEN.

21. حتى يتمكن من استخدامه

J. Hartwell Jones, "Industry Honors First Automatic Inventor," Telephony,October 15, 1949, 12, AS-PEN.

22. قصور في الدائرة الكهربائية للخط

Herman Ritterhoff, "How a Laugh Lost a Millon," Telephony, March 22,1913, 59.

23. "يمكنني أن أصنع لك قضيبًا من الجرمانيوم"

Gordon K. Teal, "Single Crystals of Germanium and Silicon-Basic to the Transistor and Integrated Circuit,"

IEEE Transactions on electron devices 23, no. 7 (1976): 623.

24. لذلك فككا ساعة للحصول على محركها

Michael F. Wolff, "Innovation: The R&D 'Bootleggers': Inventing against Odds," IEEE Spectrum 12, no. 7 (1975): 41.

25. غمس قلمه في قدر

E. Tomaszewski and Robert W. Cahn, "Jan Czochralski and His Method of Pulling Crystals," MRS Bulletin 29, no. 5 (2004): 348-349.

26. "مجنونًا"، "اعتقدت أن ذلك كان أمرًا سخيفًا"

Gordon Teal, interview by Lillian Hoddeson and Michael Riordan, June 19, 1993, transcript, The Niels Bohr Library & Archives Oral History, American Institute of Physics, College Park, MD, 11 (used with permission).

27. كان يوم غوردون تيل يبدأ مرتين

Teal, "Single Crystals of Germanium," 625.

28. "شعرت عائلتي نوعًا ما أنهم فقدوني"

G. Teal interview, 13.

29. لم يكن يتحدث عن لعبة البيسبول

Donald Teal, telephone interview by author, January 26, 2017.

30. "سوميت ريدج رود"

Michael Riordan, "The Lost History of the Transistor," IEEE Spectrum 41, no. 5 (2004): 45.

31. "هل لديك ترانزستورات من السيليكون قيد الإنتاج؟" Riordan.

32. 209 "لقد تصادف وجود بعضها"

John McDonald, "The Men Who Made T.I.," Fortune, November 1961, 226, Box 11, Folder 17, BAY.

33. "لديهم ترانزستورات من السيليكون في تكساس!" McDonald.

34. "سيجعلنا أكثر ذكاءً بكثير"

David Eagleman, telephone interview by author, May 7, 2018.

35. هذا يجهد أدمغتنا

Nicholas Carr, The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains (New York: W. W. Norton, 2011), 126.

36. تُنتزع، وتُشد، وتُجَذَب بـشِدّة، وتُرتج Carr, 91.

37. المسح السطحي Carr, 138.

38. تضعف قدرتنا على التفكير بعمق Carr, 120.

39. ورقة مسودة Carr, 123.

40. يحدث في الذاكرة العاملة

Klingberg, The Overflowing Brain, 130.

41. لتكون مميزة رياضيًّا

Sheldon Hochheiser, email to the author, May 7, 2018.

42. الرقم السحري هو سبعة

George A. Miller, "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information," Psychological Review 101, no. 2 (1994): 343.

43. حوض الذاكرة الطويلة المدى Carr, The Shallows, 124.

44. ينتهي بنا الأمر إلى التشتت Carr, 118.

45. فيلم تذكار عام 2001,

Directed by Christopher Nolan, 1h 53min, 2000.

46. على أنها عقل ممتد

Andy Clark and David Chalmers, "The Extended Mind," Analysis 58, no. 1 (1998): 7-19.

47. "يمكن للأدوار التي اعتاد الدماغ أن يلعبها"

David Chalmers, telephone interview by author, May 7, 2018.

48. مكان وجودها

Betsy Sparrow, Jenny Liu, and Daniel M. Wegner, "Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips," Science 333, no. 6043:778.

49. تعطي الأولوية لـ "أين" على حساب "ماذا"

Sparrow, Liu, and Wegner.

50. "إنها ليست خسارة مهمة" Eagleman interview.

51. الموسيقيون لديهم زيادة

Heilman, "Possible Brain Mechanisms," 287-288.

52. لتكسيرها والاندماج معها Eagleman interview.

53. الابتكار، والإنتاج

Heilman, "Possible Brain Mechanisms," 285.

54. "يمكن للإنترنت توفير معلومات لمستقصي الأخبار بسرعة أكبر"

Heilman, email to author, May 2, 2018.

55. نكون أكثر عرضة للتشتت

Klingberg, The Overflowing Brain, 73.

56. تنحصر في دائرة الصيد وجمع Carr, The Shallows, 138.

57. لا توجد أجهزة كمبيوتر

Nick Bilton, "Steve Jobs Was a Low-Tech Dad," New York Times, September 10, 2014, E2. https://www.nytimes.

com/201411/09//fashion/steve-jobs-apple-was-a-lowtech-parent.html.

58. "أبًا قليل الاستخدام للتقنيات" Bilton.

59. ارتفعت درجات اختبار الذكاء كل عام

Klingberg, The Overflowing Brain, 13.

60. "نقوم في دقائق بما لم يستطع أجدادنا أن يفعلوه في أيام"

Thomas Alva Edison and Dagobert D. Runes, The Diary and Sundry Observations of Thomas Alva Edison (Philosophical Library, 1948), 107.

مكتبة
t.me/soramnqraa

61. "إعادة قراءة النصوص التقليدية لتخصص ما بوجهة نظر جديدة"

Toni Morrison, "Address to the Second Chicago Humanities Festival, Culture Contact" (lecture, Word of Mouth Series, Chicago, IL, 1991), https://www.youtube.com/watch?v=KxqQhkMKlC0.

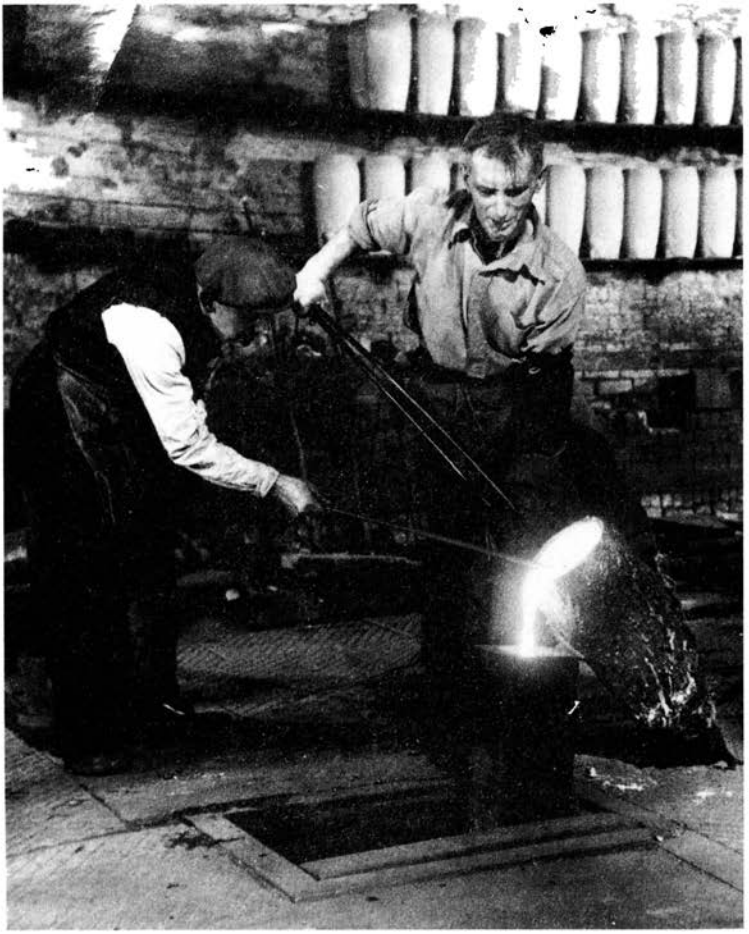
ألبوم صور

صورة 1: روث بيلفيل عند مدخل مرصد غرينتش الملكي، حيث حصلت على الوقت الدقيق قبل نقله لأرجاء لندن.

صورة 2: أرنولد، ساعة الجيب الخاصة بعائلة بيلفيل، والتي استخدمت لنشر الوقت في لندن لأكثر من قرن.

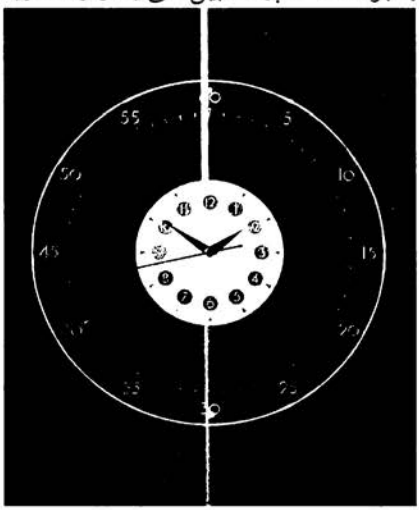
صورة 3: كان اسم بنجامين هانتسمان علامة مميزة لفولاذ البوتقة عالي الجودة، كما توضح صورة الإعلان الذي يرجع إلى 1900. (لا توجد صور شخصية لهانتسمان).

صورة4: عامل في شيفيلد، في القرن التاسع عشر، يدهس الطفلة لإنتاج البواتق الحاوية للفولاذ المنصهر. كان دهس الطفلة طريقة موثوقة لالتقاط الحصى، ولتفريغ الجيوب الهوائية التي تُسبب شقوق وتسريبات.



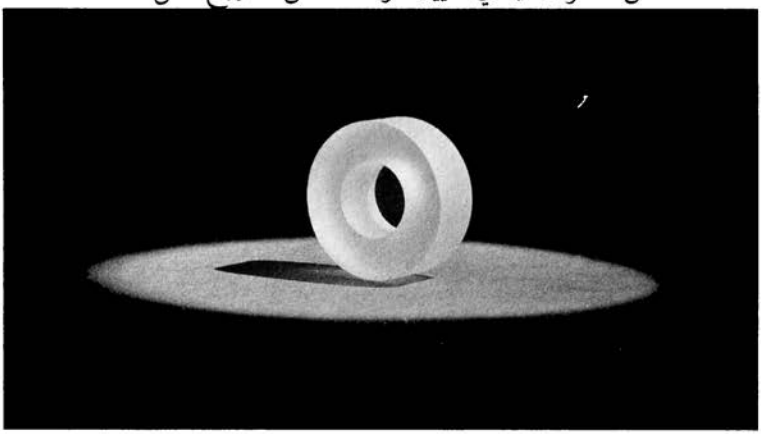
صورة 5: يصب عامل شيفيلد المعدن الساخن من البوتقة إلى القالب. للمحافظة على نظافة ونقاء المعدن، يتجنب العامل سقوط المواد الشائبة على السطح في القالب.

صورة 6: مجموعة من قاطني نيويورك يتجمعون حول نافذة عرض "أدق ساعة عامة في العالم" لضبط ساعاتهم. تعين هذه الساعة الوقت باستخدام الكوارتز، وتم صنعها بواسطة مختبرات بيل على يد وارن ماريسون.



صورة 7: وجه "أدق ساعة عامة في العالم" والذي كان قطرها يقارب نحو ثلاثة أقدام. كان عقرب الثواني أطول من عقرب الدقائق، لكي يتمكن الناظرون من مزامنة ساعاتهم بدقة.

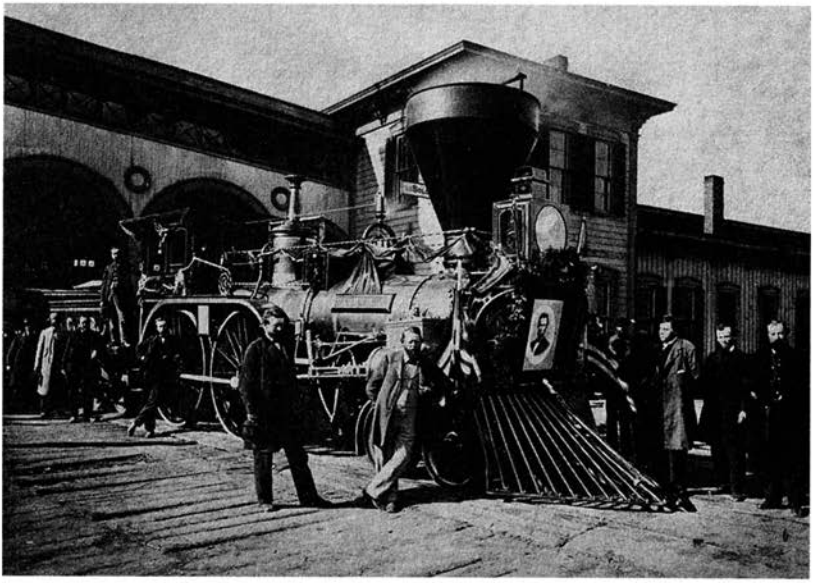
صورة 8: يجلس وارن ماريسون بجوار واحدة من إحدى ساعاته الكوارتز الأولية- الكرونوميتر البلوري المستخدم في التجارب العلمية. لقد أعلن ماريسون عن عصر جديد في تعيين الوقت، لكن التاريخ غفل عنه.



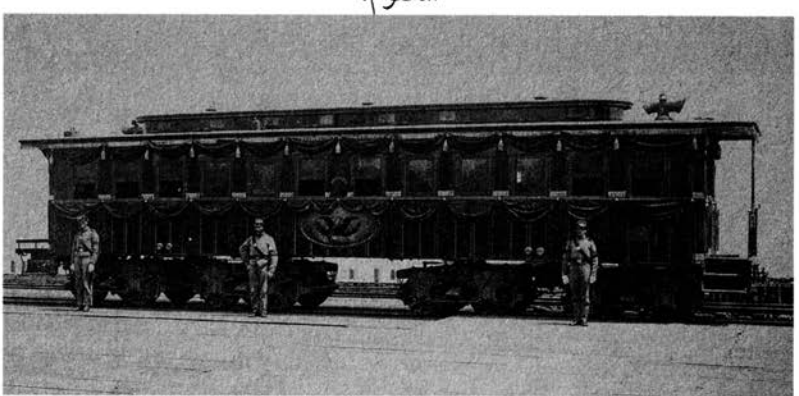
صورة 9: يوجد في قلب ساعة وارن ماريسون، حجر دائري الشكل من الكوارتز يهتز خلال دائرة كهربائية لتوفير الوقت الدقيق. يبلغ سمك هذا الكوارتز قرابة البوصة الواحدة.

صورة 10: في مختبرات بيل، تتواجد ساعات ماريسون على مناضد مميزة لتقليل تأثير الاهتزازات الناتجة عن حركة المرور في نيويورك. بعض هذه الساعات الكوارتز الأولية ليست لديها أوجه، وإنما تستخدم مؤشرًا.

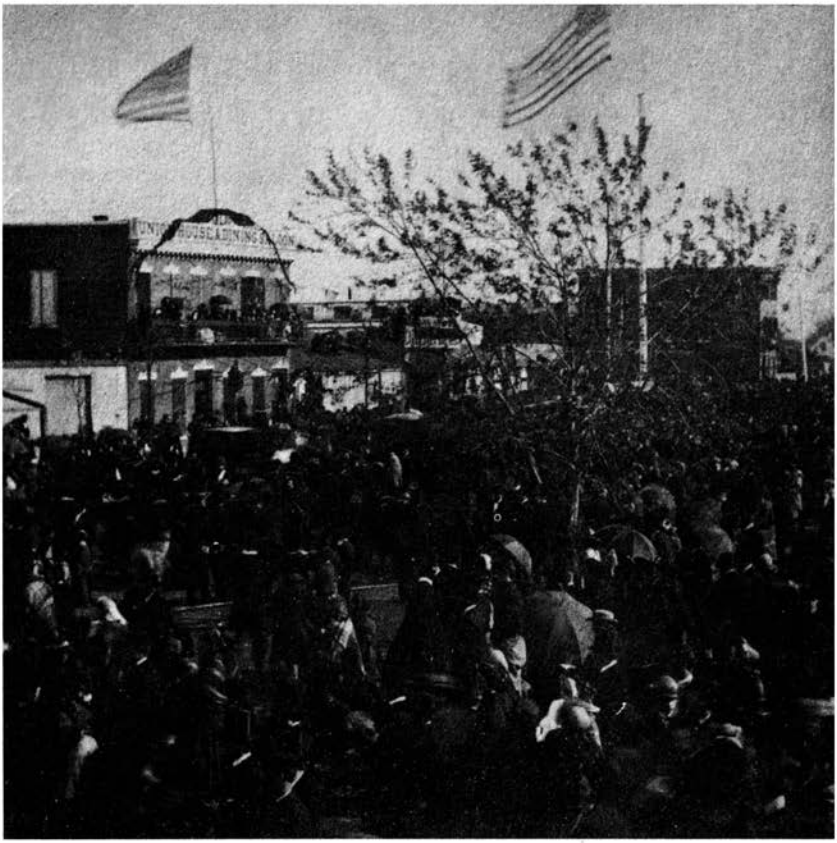
صورة 11: مبنى مانهاتن حيث عمل ماريسون وابتكر ساعته الكوارتز في الطابق السابع، يقع هذا المبنى في 463 ويست ستريت، المقر السابق لمختبرات بيل.



صورة 12: نقل قطار "لينكولن الخاص" جثمانه وسط حداد الأمة. كان بإمكان الحشود التعرف على القطار من صورة لينكولن على واجهته، ومن جرسه نصف المكتوم.



صورة 13: عربة سكة حديد صممت لتكون طائرة الرئيس لينكولن، لكنها أصبحت بدلًا من ذلك عربة نقل جثمانه.



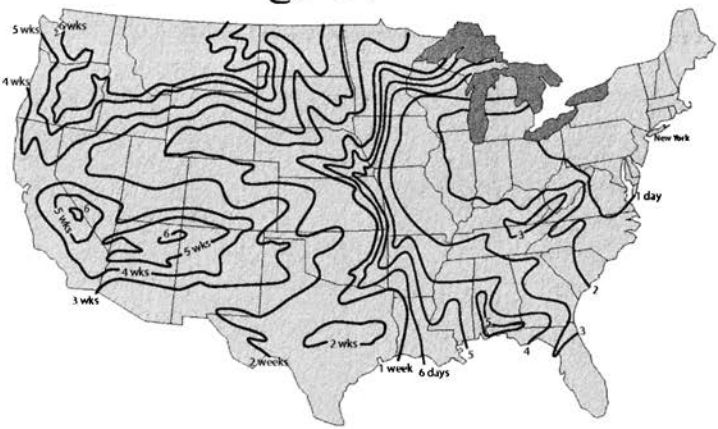
صورة 14: حشد كبير يقف تحت المطر في محطة قطار شارع كامدن في بالتيمور، منتظرين وصول قطار جثمان الرئيس لينكولن.

صورة 15: السير هنري بسمر، المخترع الإنجليزي الذي ابتكر عملية لصناعة الصلب عن طريق إزالة الكربون الزائد في الحديد الزهر عن طريق نفخ الهواء.

صورة 16: ويليام كيلي، المخترع الأمريكي الذي قام بنفخ الهواء في معدن الحديد المنصهر لتقليل تكلفة الوقود- عملية أطلق عليها الهواء المضغوط.

صورة 17: محول بسمر المستخدم لصناعة الصلب بنفخ الهواء.

صورة 18: خريطة توضح إلى أي مدى وأي سرعة استطاع المرء أن يسافر عام 1800.(طبقًا لأطلس الجغرافيا التاريخية للولايات المتحدة الأمريكية، تم استخدامها بتصريح)



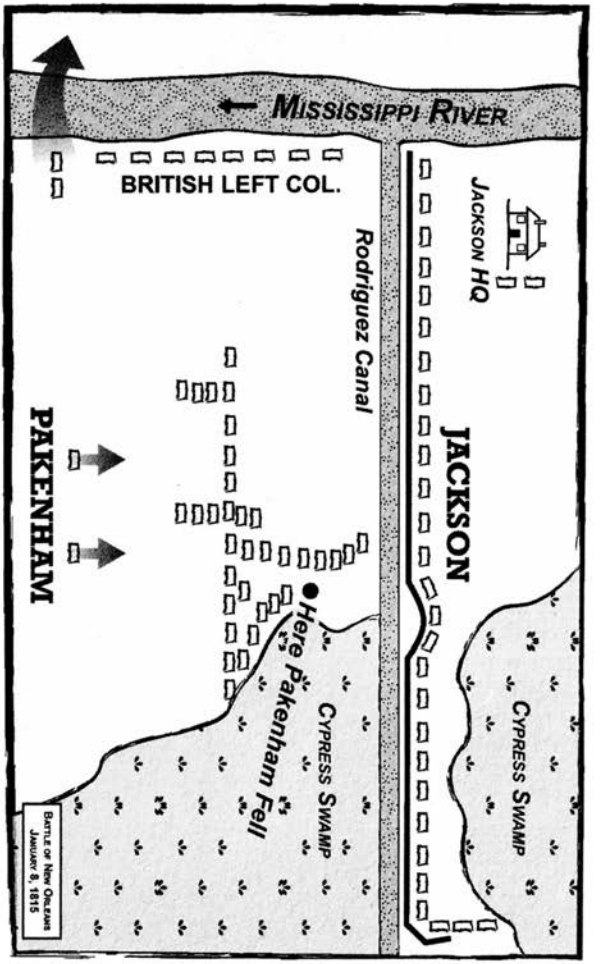
صورة 19: في عام 1857، تناقص الوقت اللازم للسفر بشكل يؤخذ في الاعتبار مما كان عليه قبل عقود.

(طبقًا لأطلس الجغرافيا التاريخية للولايت المتحدة الأمريكية، تم استخدامها بتصريح).

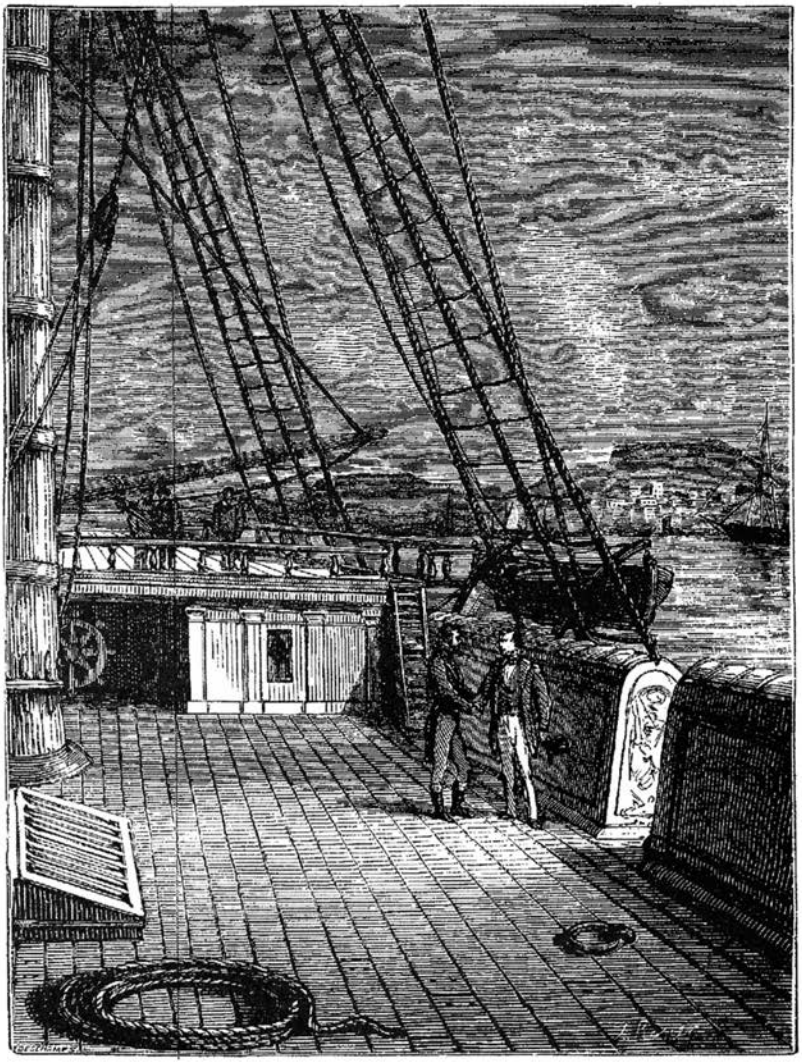
صورة 20: بحلول الكريسماس، يظهر عمال البريد محملين بالطرود حين تحول هذا العيد إلى طقس لتبادل الهدايا.

صورة 21: السير إدوارد باكينهام، قائد القوات الإنجليزية الذي حارب ضد أندروجاكسون في معركة لويزيانا.

صورة 22: أندرو جاكسون، قائد قوات الولايات المتحدة الأمريكية، المتمركزة في حقل تشاليت، وتقع على بعد أميال قليلة من جنوب نيوأورليانز.



صورة 23: خريطة توضح معركة نيوأورليانز في 8 يناير 1815.

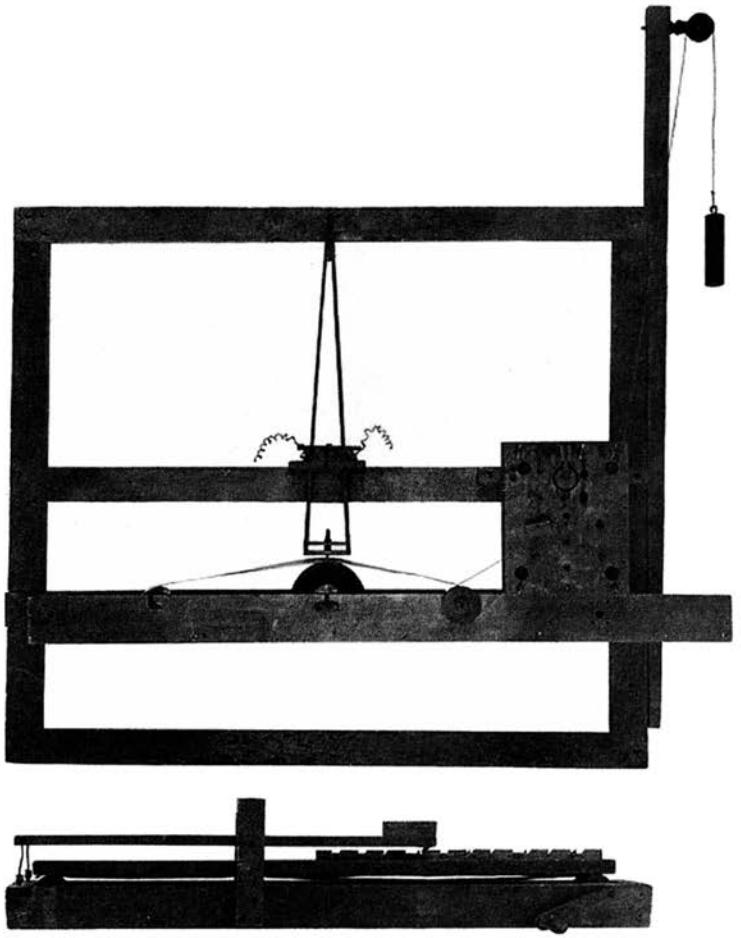


صورة 24، على متن السفينة سولي، حين سافر صامويل مورس عائدًا إلى نيويورك بعد مكوثه لسنوات في أوربا، عاد وفي عقله فكرة استخدام الكهرباء لإرسال الرسائل عن طريق ضغط الكلمات وتحويلها لشفرة.

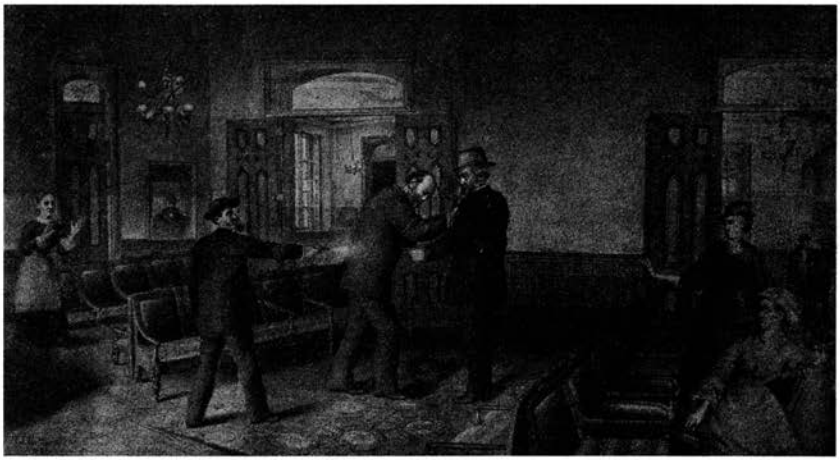
صورة 25: بعد عودته، توجه مورس على الفور لقبر زوجته، لوكريشيا، التي دُفنت في بيت الأسرة في نيوهافن. كان موتها مصدر إلهام لابتكار التلغراف فيما بعد.

صورة 26: صمويل مورس الذي اخترع وسيلة للتواصل بشكل أسرع، من خلال تلغرافه الكهرومغناطيسي.

صورة 27: ألفريد فيل الذي منح الحياة للعديد من أفكار مورس وعمل تطويرها.



صورة 28: تلغراف مورس البدائي المصنوع من أجزاء من الأستوديو الخاص به. تُستقبل الشفرة بواسطة مغناطيس كهربائي مربوط على إطار تطريز، يسحب القلم الرصاص للأمام والخلف لكتابة الشفرة على قطعة من الورق. يركب جهاز الأرجوحة على مجموعة أسنان تنقل الشفرة.

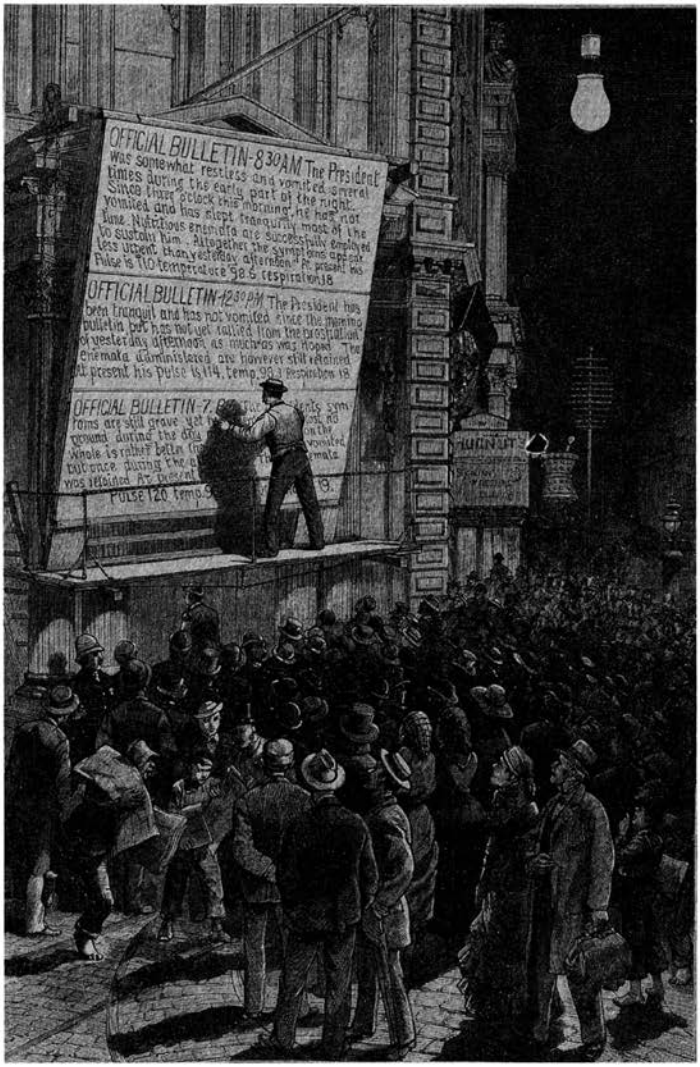


صورة 29: لحظات إطلاق النار على الرئيس چيمس غارفيلد عند محطة سكة حديد بالتيمور وبوتوماك في واشنطن العاصمة.

صورة 30: تشارلز جيتو، الرجل المختل الذي اغتال الرئيس غارفيلد.

صورة 31: چيمس غارفيلد، الرئيس العشرون المحبوب للولايات المتحدة الأمريكية.

صورة 32: هرعت لوكريشيا غارفيلد عند سماعها بأنباء إطلاق النار على الرئيس لتكون بجوار زوجها.

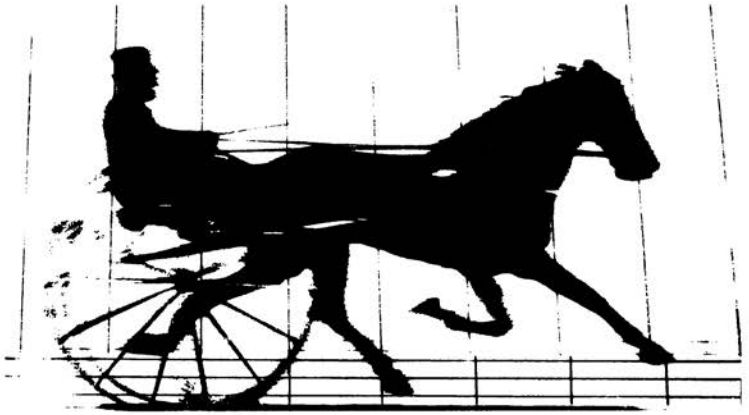


صورة 33: حشود في نيويورك تتابع حالة الرئيس من خلال قراءة الرسائل الوافدة بالتلغراف من البيت الأبيض، على لوحة الإعلانات.

صورة 34: عندما نُقل الرئيس ليكون أقرب من المحيط الذي أحبه، لم تترك زوجته جانب فراشه، ولا الأمة من خلال متابعة الرسائل التلغرافية.

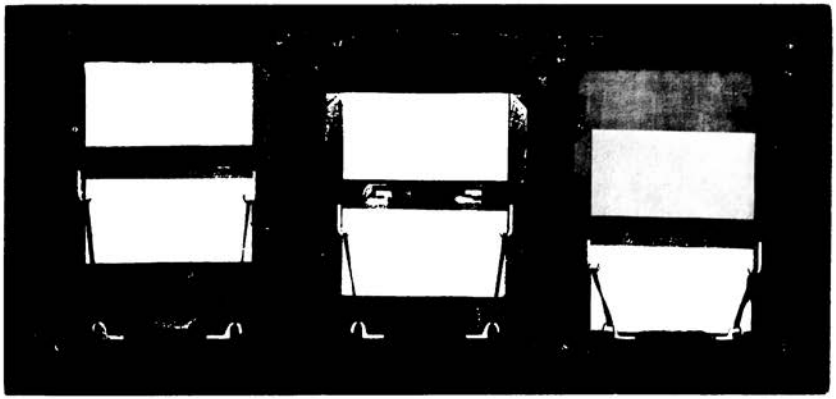
صورة 35: ليلاند ستانفورد، شخصية أمريكية هامة، مول المصور إدوارد موبيريدج في عمله للحصول على إجابة حول كيفية وثبة الحصان.

صورة 36: إدوارد موبيريدج، المصور الذي بدأ عصر التقاط الحركة باستخدام مجموعة من الكاميرات.

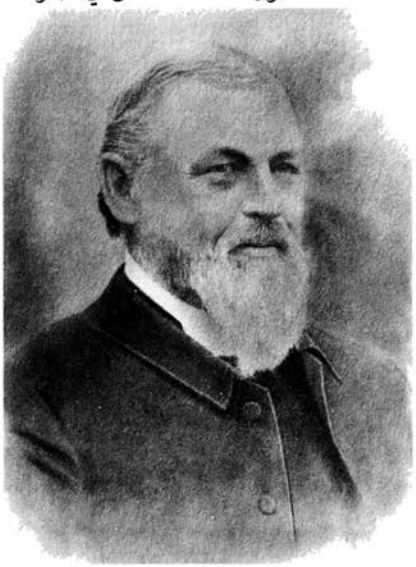


صورة 37: حين يثب الحصان تكون هناك لحظة جميع أرجله معلقة في الهواء. وهذا ما تبينه صورة موبيريدج للإجابة على سؤال ستانفورد.

صورة 38: جزء من مضمار سباق بالو ألتو محاط على أحد جانبيه بكاميرات، وبخلفية مائلة لتوفير ضوء أكثر على الجانب الآخر. عندما يركض الحصان، يشد جسده خيط متواجد على مسار السباق، يتسبب شد هذا الخيط في فتح غالق الكاميرا والتقاط الصورة.



صورة 39: غالق الكاميرا، الذي يُطلق سريعًا بواسطة الكهرباء، محدثًا نظرة خاطفة ذات صوت بووو على عدسات الكاميرا. كان هذا جزء من سر موبيريدج لالتقاط صورة لحصان عالق في الجو.

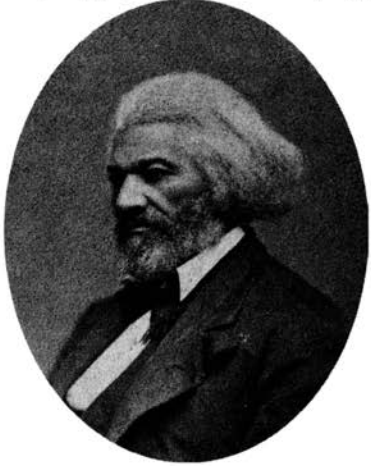


صورة 40: هانيبال غودوين، واعظ ديني من نيوآرك رغب في عمل صور لدروس الأحد. اخترع فيلم مرن للكاميرا باستخدام الكيمياء.

صورة 41: جورج إيستمان، رائد أعمال في مجال التصوير، وخاض معركة قانونية طويلة ضد هانيبال غودوين بهدف تحديد المخترع الأصلي لفيلم الكاميرا المرن.

صورة 42: عاش هانيبال غودوين في بلوم هاوس بجوار كنيسة بيت الصلاة في نيوآرك نيوجيرسي. كان لديه معمل كيمياء في طابقه العلوي، حيث صنع فيلمه الفوتوغرافي.

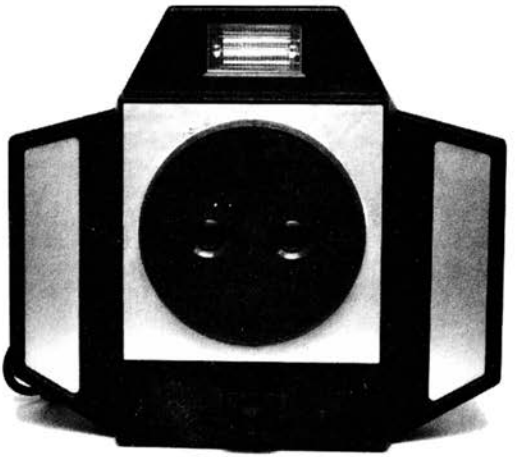
صورة 43: قطع الواعظ غودوين بالمنشار فتحة خمسة أقدام في سقف الطابق العلوي لإضاءة معمله الكيميائي بضوء النهار.



صورة 44: فردريك دوغلاس، محاضر ومناهض للعبودية، كان من أكثر الناس تصويرًا في العالم، وكان يستخدمه صوره لتغيير الصور النمطية العالقة في الأذهان حول شكل السود.

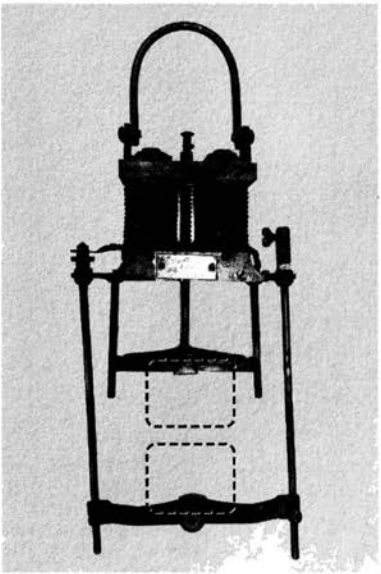
صورة 45: دبليو.إي.بي.دوبوا، عالم في مجال الدراسات الإفريقية - الأمريكية، كان مؤمنًا بأن الكاميرات التجارية تؤدي وظيفة سيئة في تصوير البشرة الداكنة.

صورة 46: أسست كارولين هانتر مع كين ويليامز، حركة العمال الثورية في بولاروید، لإلقاء الضوء على الاستخدام السيئ لكاميرات الشركة الفورية في ممارسات نظام الفصل العنصري في جنوب أفريقيا.

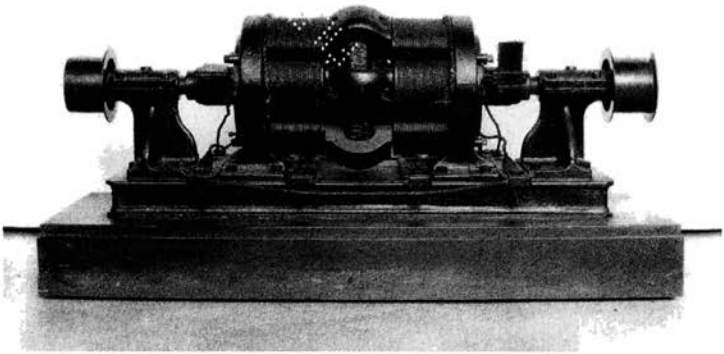


صورة 47: استخدمت كاميرات بولارويد ID-2 المماثلة لهذا الموديل، لالتقاط صور فورية لدفتر المرور للسود في جنوب أفريقيا، مما يتيح للدولة التحكم في أماكن تواجدهم.

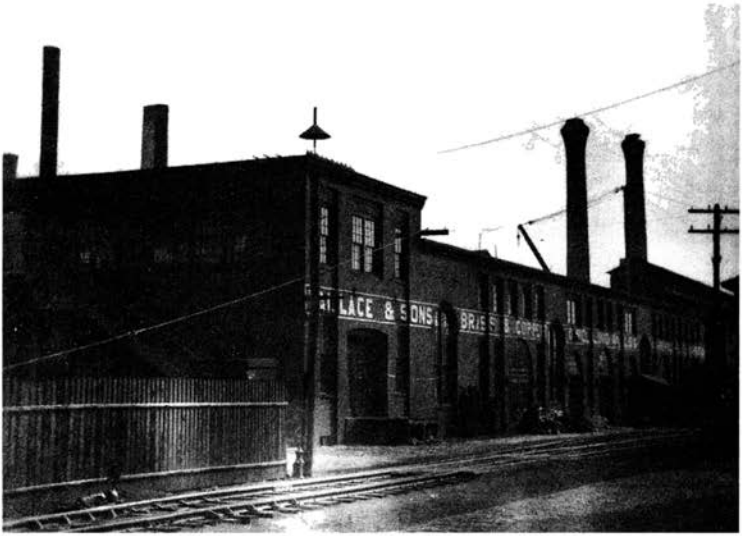
صورة 48: يوضح ويليام والاس مصباحه القوسي لأديسون في أنسونيا، كونتيكت، مقدمًا بذلك حافز لجهود أديسون في صنع المصباح الكهربائي.



صورة 49: مصباح قوسي مصنوع بواسطة ويليام والاس. تشير الخطوط المتقطعة إلى موضع كتل الكربون المستخدمة لتوفير الإضاءة.



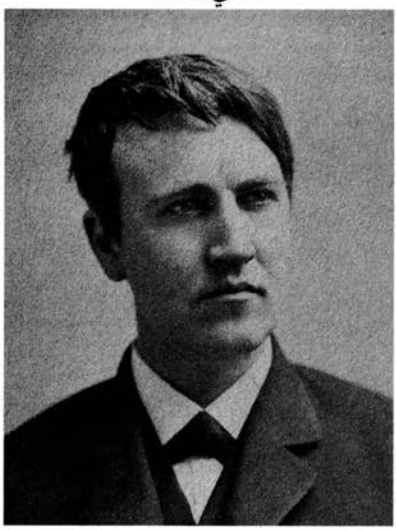
صورة 50: حول تليماكون والاس الطاقة المائية من نهر ناوغاوتك إلى الطاقة الكهربائية.



صورة 51: اختبر والاس مصباحه القوسي، عن طريق ربط أحدها بالمدخنة في مصنعه، مما تسبب في إضاءة المدينة وإثارة أهلها.

صورة 52: كان معمل أديسون في مينلو بارك كخلية النحل نهارًا وليلًا.

صورة 53: أديسون (في المنتصف) ورجاله متوقفون عن العمل للحظة في الطابق الثاني لمعمله.



صورة 54: الشاب توماس أديسون.

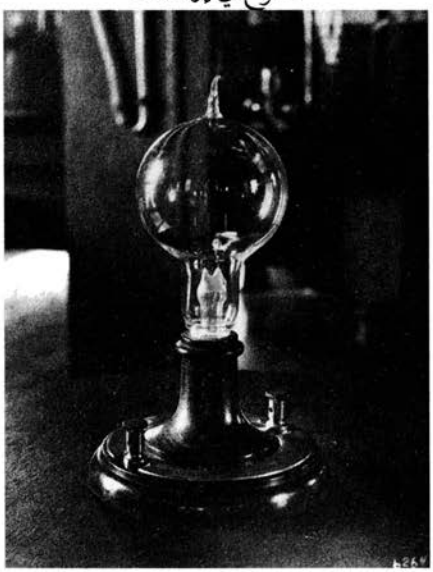
T. A. EDISON.

Menlo Park, N. J., Sept 13 1878

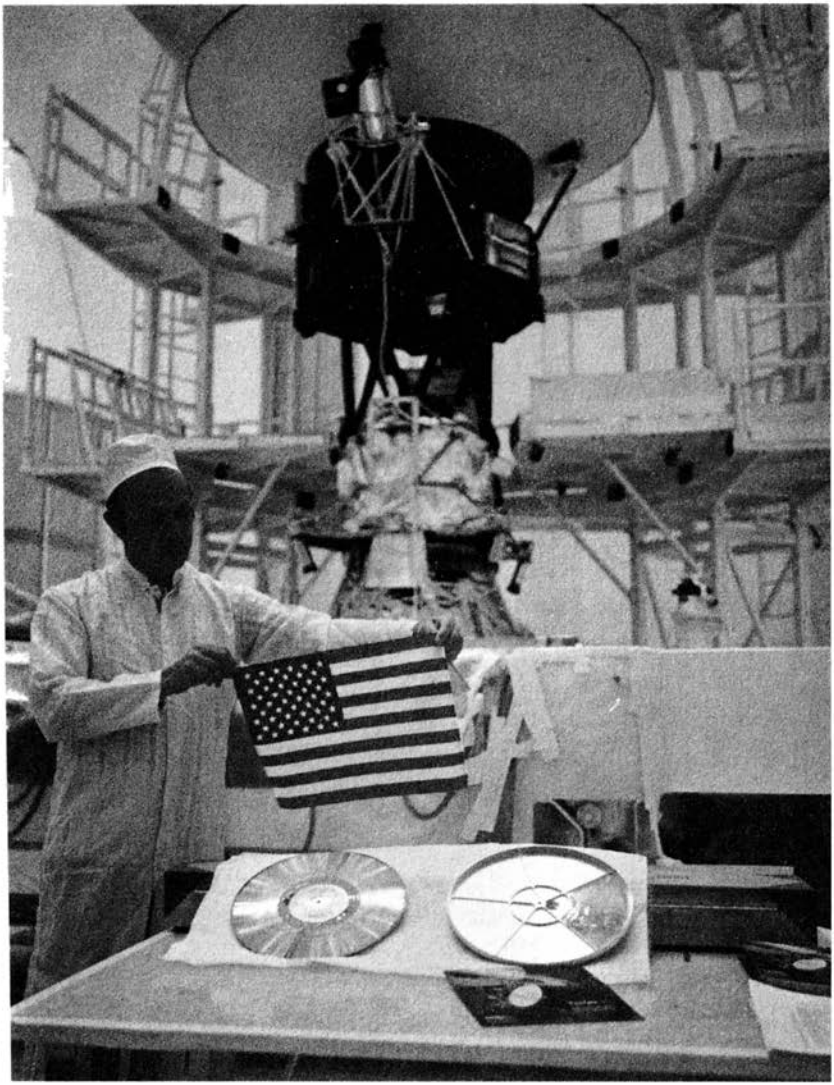
William Wallace
Ansonia Conn

Hurry up the Machine
I have struck a big
Bonanza T. A. Edison

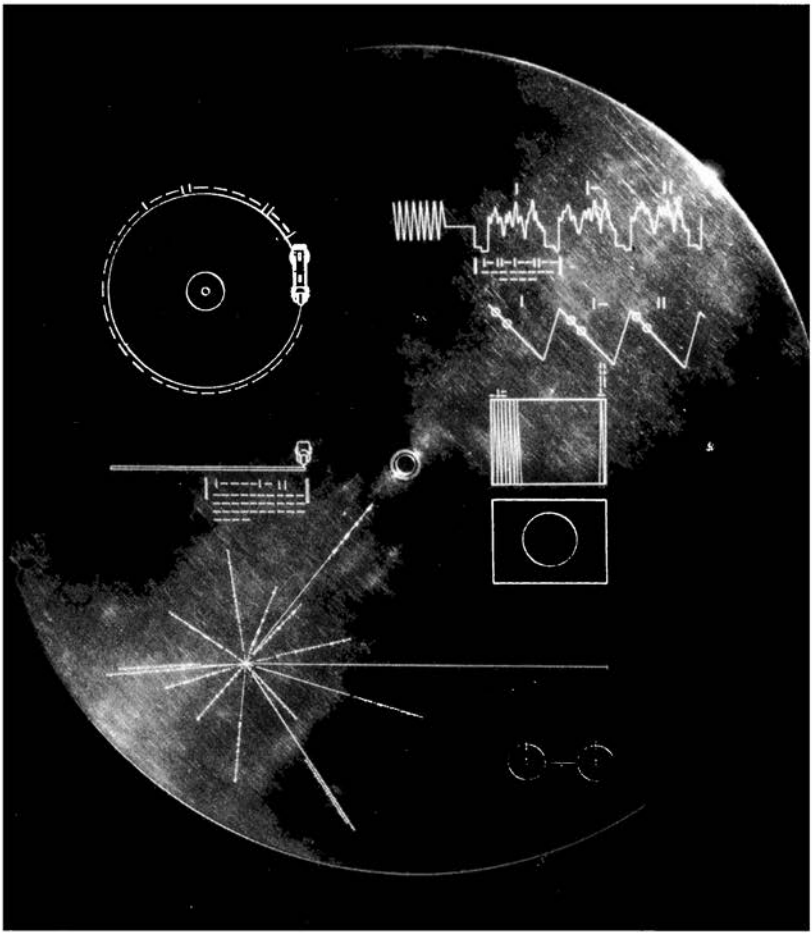
صورة 55: خطاب من أديسون إلى ويليام والاس، يحث مخترع كونتيكت على أن يسرع في إرساله.



صورة 56: أحد مصابيح أديسون البدائية.



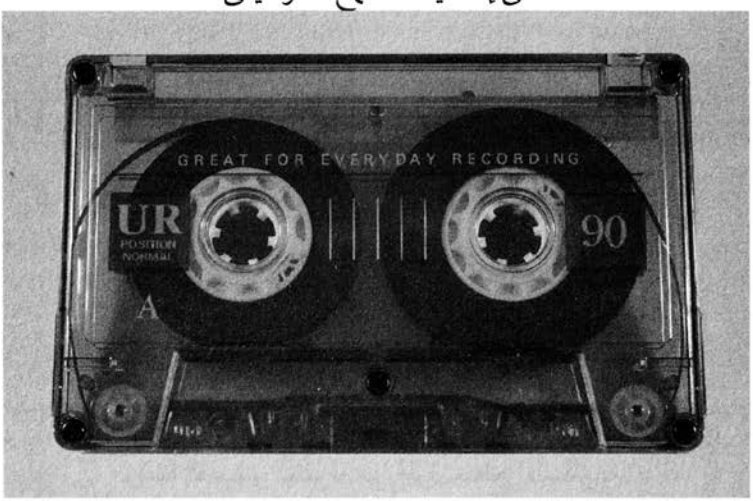
صورة 57: چون كاساني وأمامه القرص الذهبي في ناسا قبل أن يُرسل مع مركبة الفضاء فوياجير.



صورة 58: القرص الذهبي مدون علي غطاء الألبوم إرشادات لتوضيح طريقة الاستخدام للكائنات الفضائية.

صورة 59: كان فونوغراف أديسون قادرًا على التقاط الصوت عن طريق نقر رقيقة القصدير الملفوفة على طول سطح الأسطوانة.

صورة 60: طفل بجانب جهاز الفونوغراف في منزله، موضحًا إضفاء الديمقراطية على إمكانية الاستماع للموسيقى.

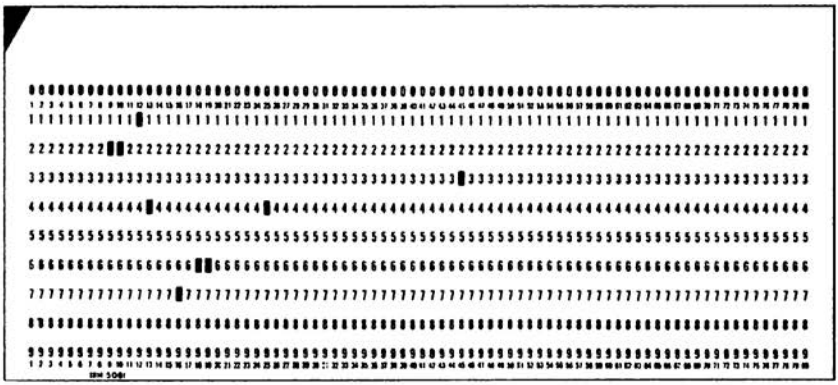


صورة 61: أتاح شريط الكاسيت للمستمعين أن يتشاركوا ويسجلوا الأشرطة

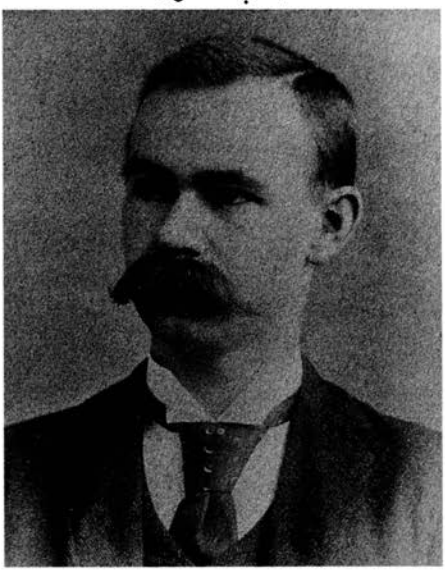
الشخصية المتنوعة.

صورة 62: كان چاكوب هاكوبيان المهندس الذي ساعد في تغيير شكل البيانات عن طريق صبع طبقة مغناطيسية لقرص شركة أي.بي.إم الصلب.

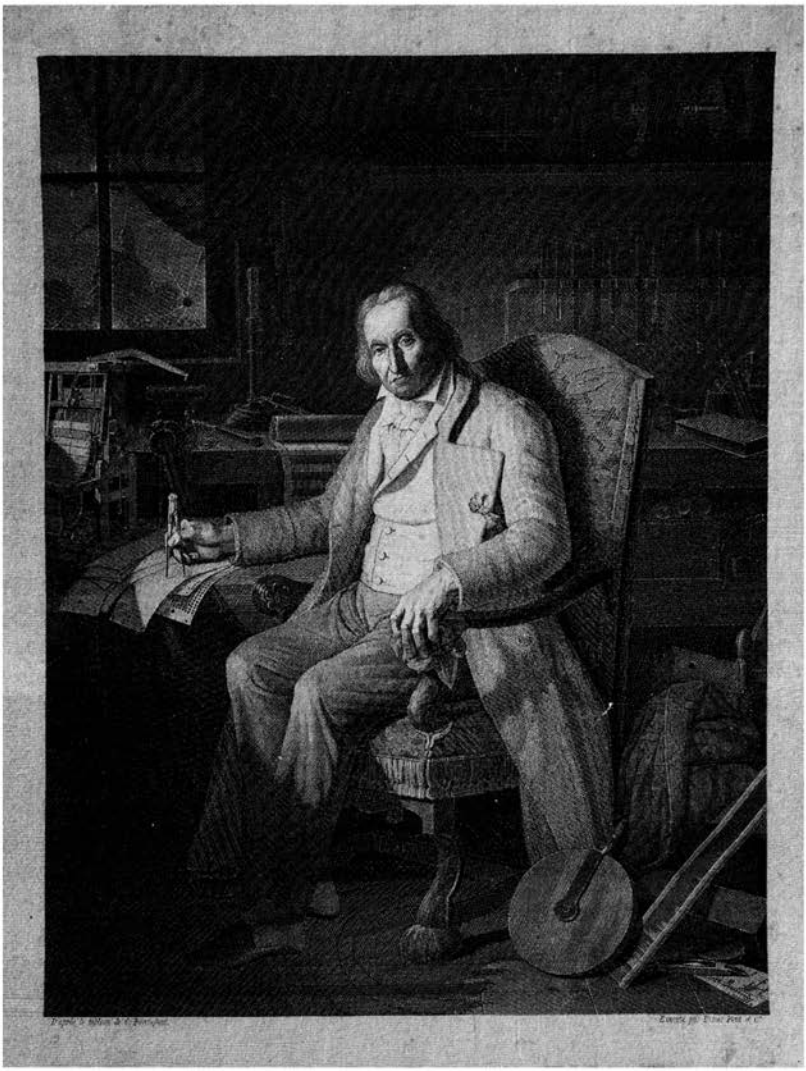
صورة 63: أخذ راي چونسون على عاتقه المهمة لإيجاد طريقة لحفظ البيانات بدون بطاقات أي.بي.إم المثقبة.



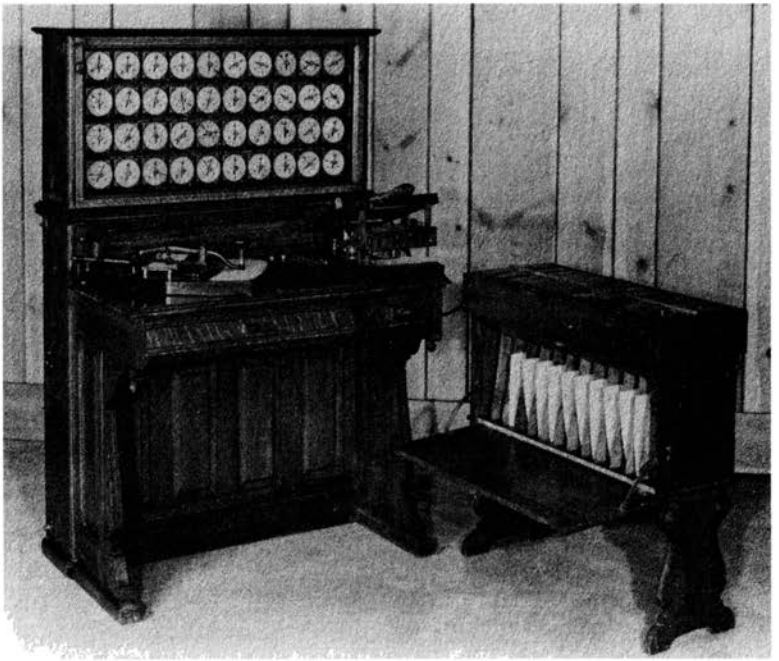
صورة 64: بطاقة مثقبة تحمل بيانات في أماكن الفتحات، لكن عدد البطاقات كان صعب التناول.



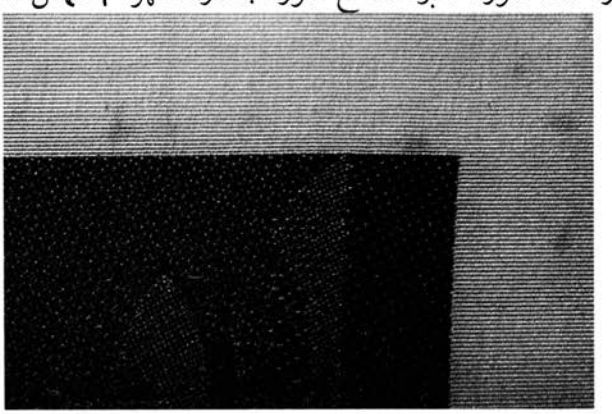
صورة 65: توصل هيرمان هولاريث إلى وسيلة لتجميع وجدولة إحصاء السكان عن طريق ثقب البطاقات.



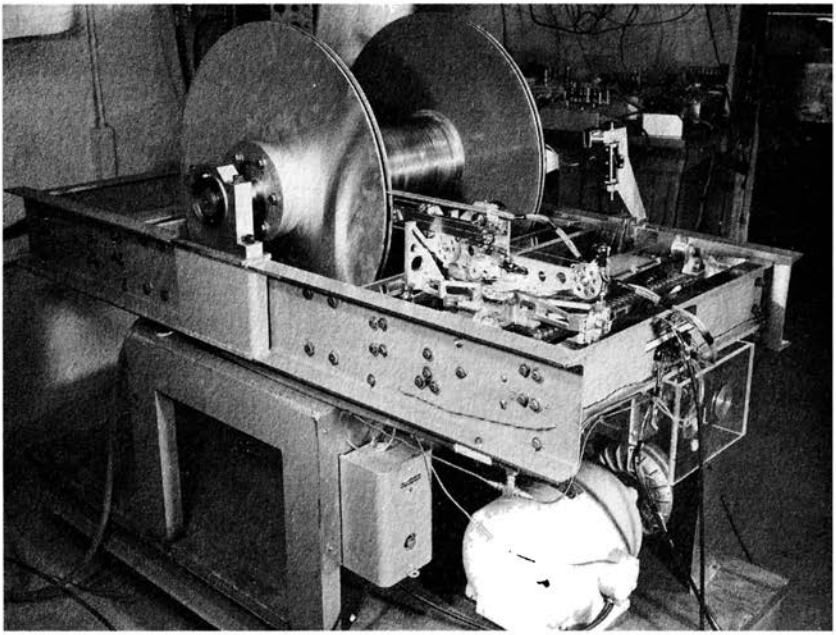
صورة 66: صُنعت هذه الصورة النسيجية لچوزيف ماري جاكارد من خلال منسج يحصل على توجيهات من البطاقات المثقبة. (تسمح الثقوب في البطاقة للإبرة بالمرور من خلالها وبالتالي تُنسج الصورة)



صورة 67: صورة مكبرة لسطح صورة جاكارد تظهر أنها قماش منسوج.

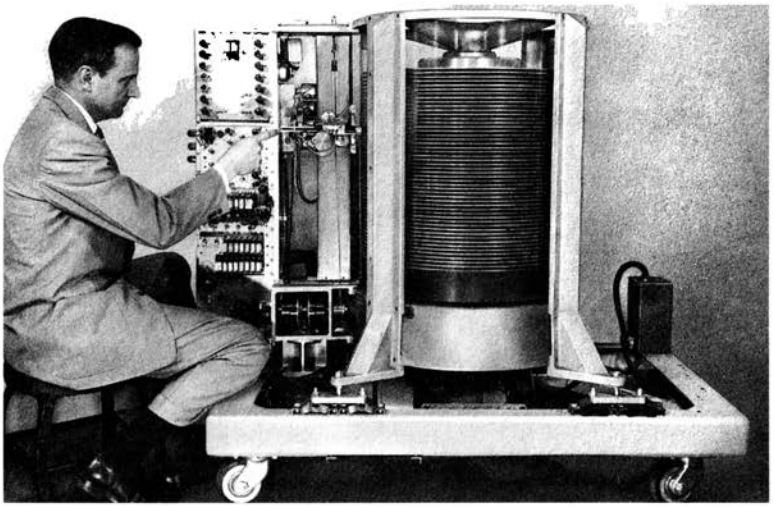


صورة 68: ماكينة هولاريث التي تثقب، وتجدول، وترتب البطاقات المليئة بالبيانات.



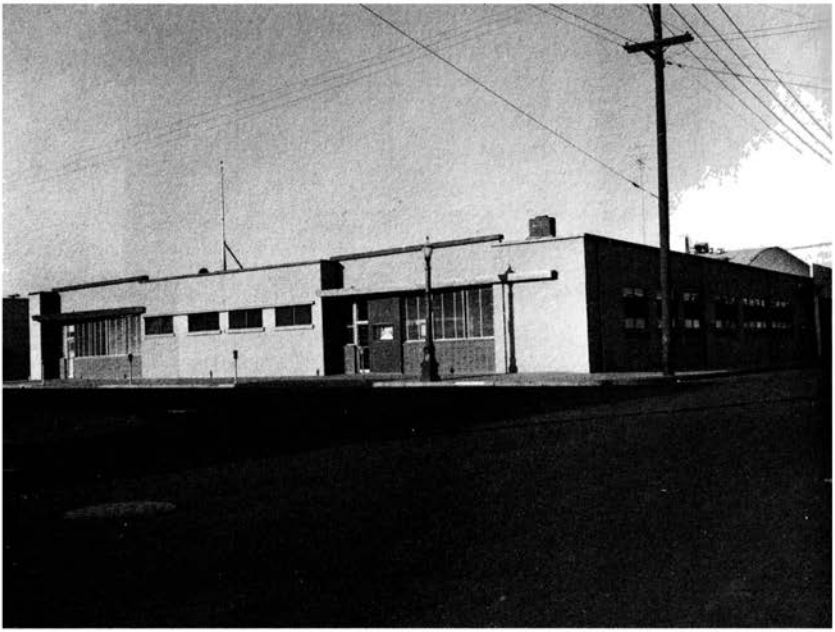
صورة 69: صُنع أول قرص صلب لشركة أي.بي.إم من أجزاء الخردة.

صورة 70: تظهر هذه الصور الثلاثة كيف وزع هاكوبيان الطلاء المغناطيسي عن طريق الطلاء الدوار.

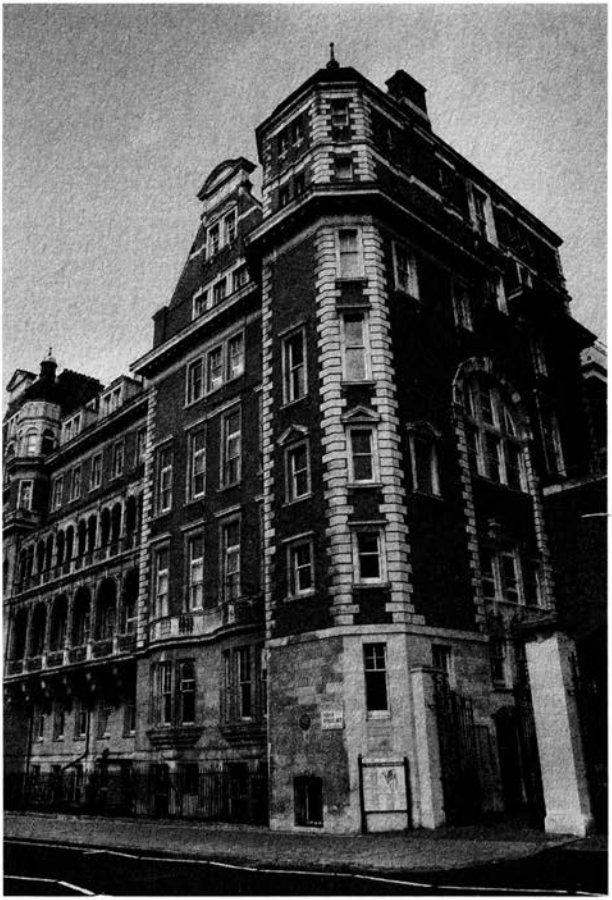


صورة 71: الراماك، القرص الصلب التجاري لشركة أي.بي.إم، بسعة تخزين 5 ميجابايت من البيانات.

صورة 72: كان يتطلب جهاز الراماك عدة رجال لتجهيزه وحمله للشحن.

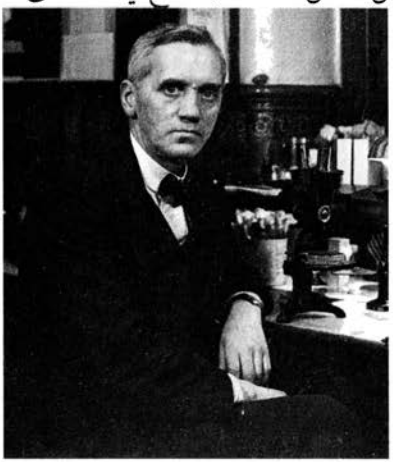


صورة 73: محل ميلاد القرص الصلب، 99 شارع نوتردام سان خوسيه، كونتيكت.

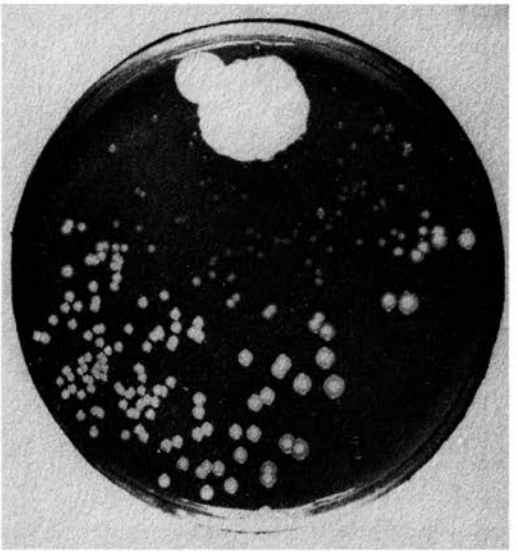


صورة 74: صورة من شارع مستشفى لندن، حيث تم اكتشاف البنسيلين. يقع معمل فلمنغ عند واجهة الشارع في النافذة الثانية أعلى اللوحة الموجودة في مستوى الشارع عند أقرب جزء من المبنى.

صورة 75: داخل معمل ألكسندر فلمنغ في مستشفى سان ماري بلندن.



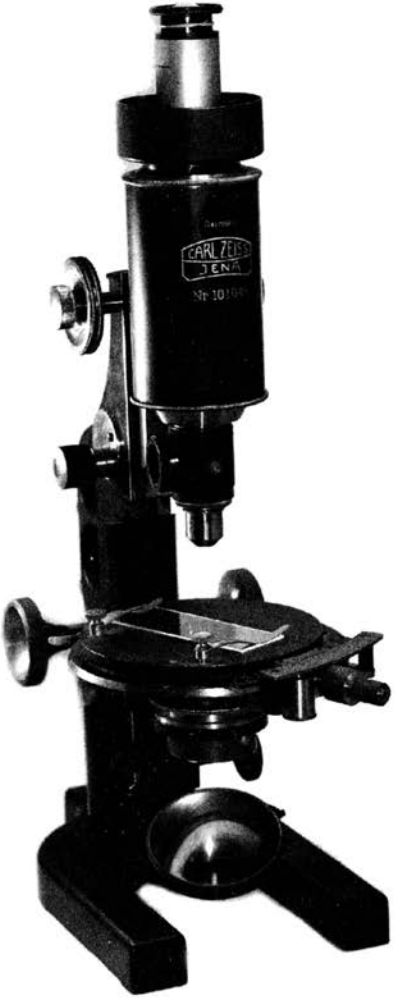
صورة 76: يجلس ألكسندر فلمنغ بجانب مجهره، في الفترة التي شهدت اكتشافه للبنسيلين.



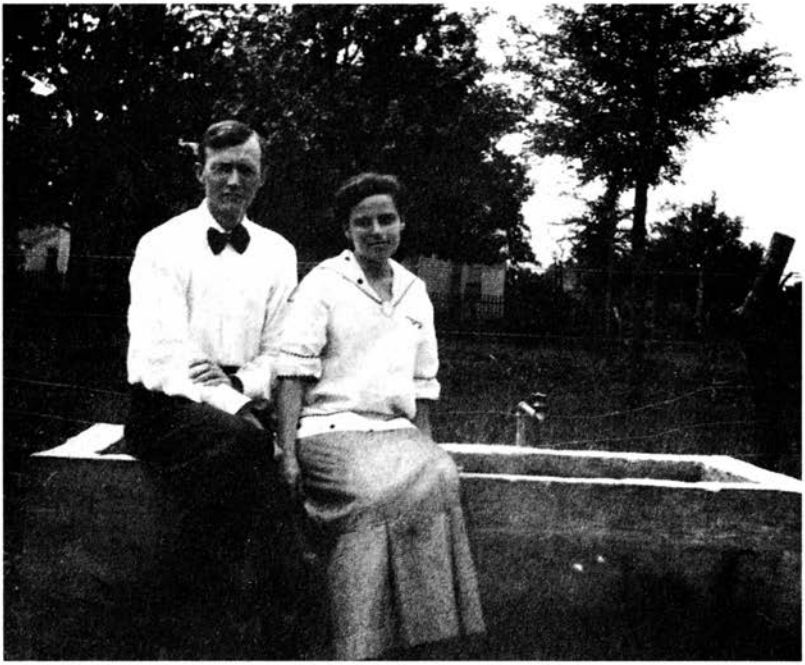
صورة 77: طبق بتري الأصلي الذي وجد عليه فلمنغ العفن الفطري الذي أدى إلى اكتشاف البنسيلين.

صورة 78: الكيميائي الألماني أوتو شوت الذي ابتكر زجاجًا جديدًا يسمي زجاج البوروسيليكات، والذي يُستخدم على نطاق واسع في المختبرات العلمية.

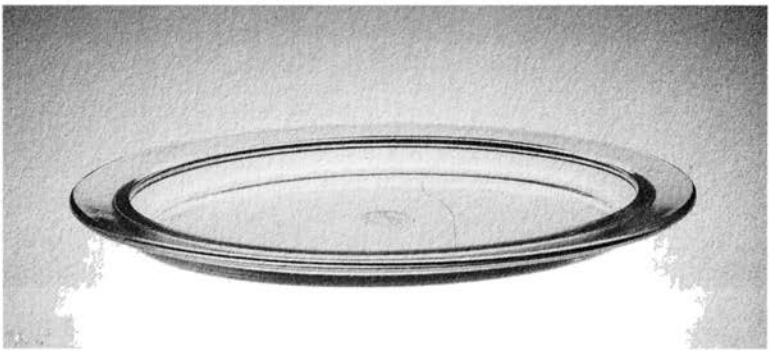
صورة 79: العالم الألماني إرنست أبي، الذي عمل مع شوت لتحسين جودة العدسات الزجاجية والأدوات الزجاجية الرديئة المستخدمة في التجارب العلمية.



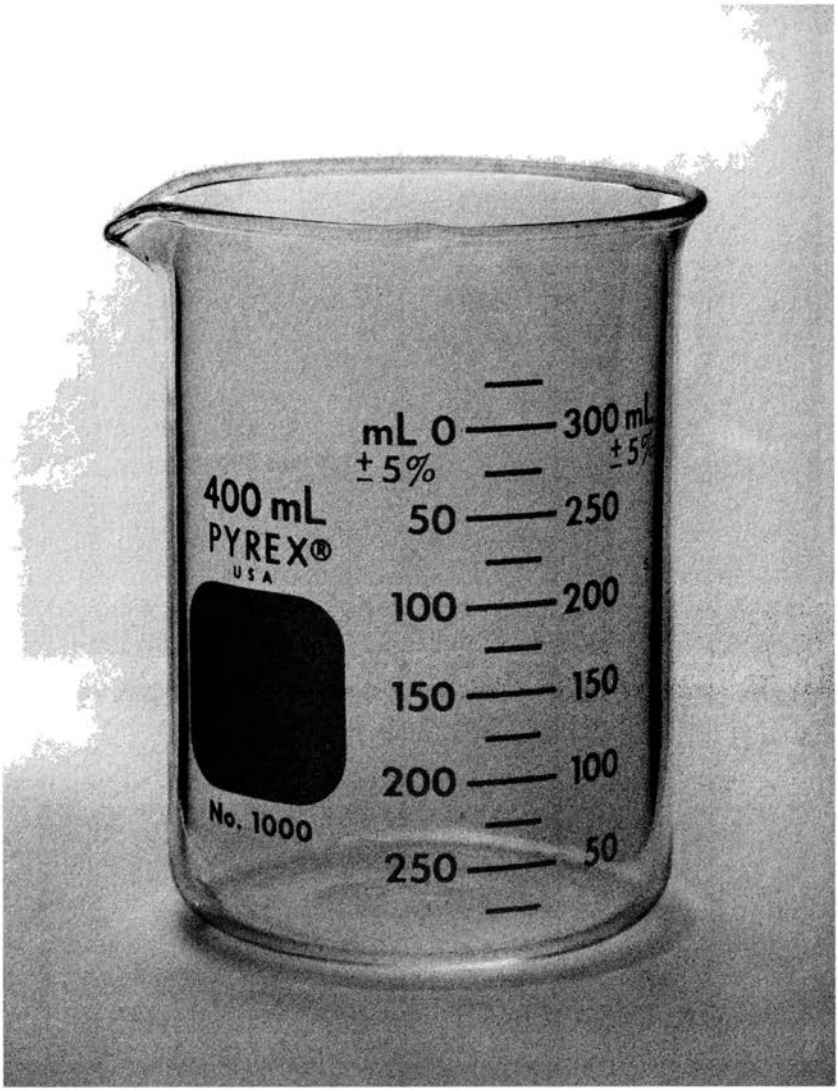
صورة 80: كانت المجاهر الحاملة لاسم بينا مطلوبة على نطاق واسع لجودة عدستها الزجاجية الألمانية الصنع الفائقة.



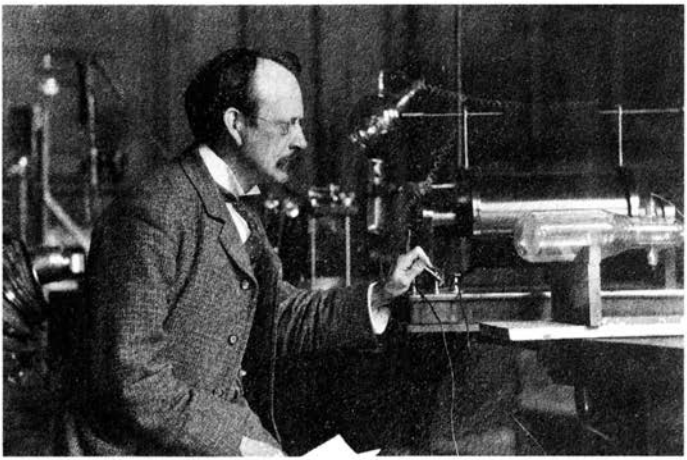
صورة 81: چيسي وبيسي ليتلتون اللذين ساعدا في ميلاد زجاج البيركس. رغبت بيسي في طبق زجاجي لا يتكسر. جلب زوجها، الفيزيائي بشركة كورنينغ للزجاج، أطباق زجاجية لها للاختبار.



صورة 82: طبق بيركس الذي استمد صلابته من مكوناته وخاصة عنصر البورون.

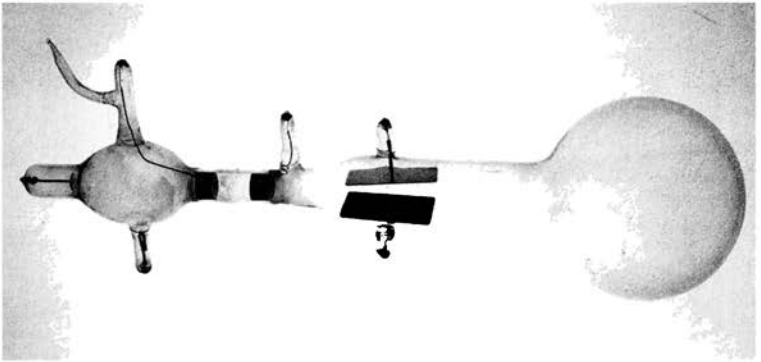


صورة 83: كوب (بيكر) بيركس قابل لحمل الماء الساخن وحتى الأحماض لأنه مصنوع من شكل جديد من الزجاج.

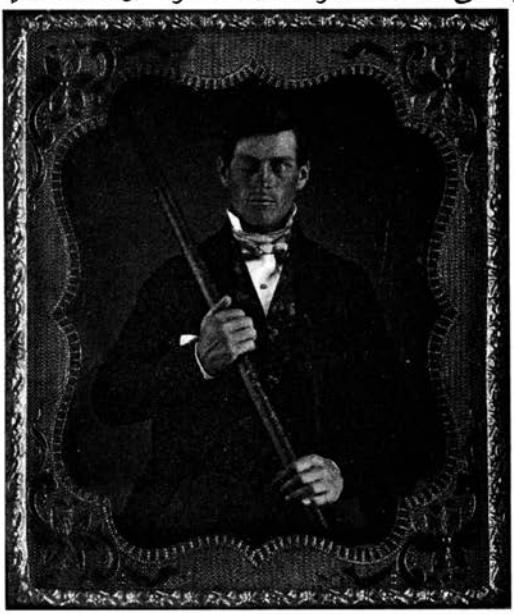


صورة 84: السير جيه.جيه طومسون يُحدق في أنبوبته الزجاجية في معمله بجامعة كامبريدج.

صورة 85: إيبينزر إيفرت، الفني البارع الذي منح أفكار جيه.جيه طومسون الحياة.



صورة 86: أنبوبة زجاجية علمية، صُنعت بواسطة إيفرت، وساعدت جيه.جيه طومسون على ملاحظة سلوك أشعة الكاثود- واكتشاف الإلكترون.



صورة 87: كان فينياس غيج رئيس عمال السكة الحديد، والذي قدمت حادثته البائسة بقضيب الدك لعلماء الأعصاب معلومات حول عمل الدماغ. (ملاحظة: هذه الصورة الداغيرية هي صورة مرآة لغيج)

TELEPHONE.
NEW HAVEN OPERA HOUSE.

Friday Evc'g, April 27.

LECTURE BY

Prof. Alexander Graham Bell,

OF BOSTON,

DESCRIBING and illustrating his wonderful instrument, by transmitting vocal and instrumental music from Middletown to both Hartford and New Haven Opera Houses simultaneously, also by conversation between the two audiences by means of the Telephone.

PRICES—Reserved Seats, Parquette, $1 ; Dress Circle 75c.; Admission, 50 and 75c. Sale commences at Box Office Wednesday morning, April 25, at 9 o'clk.

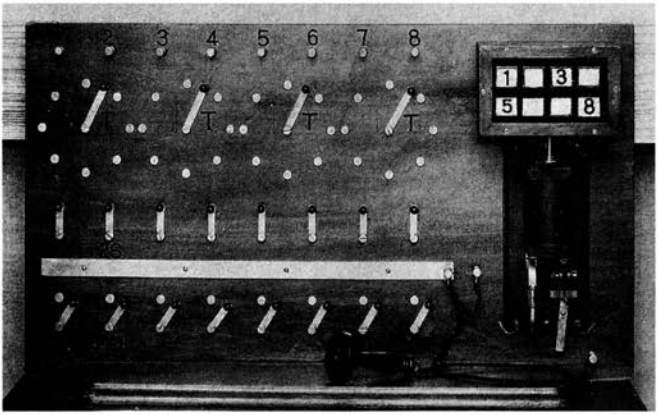
apr23 5d COE & HOWEY, Managers.

صورة 88: جريدة سجل نيوهافن المسائي تُعلن عن حفلة لتقديم "الهاتف" في عام 1877.

صورة 89: ألكسندر جراهام بيل، مخترع التليفون، يشرح اختراعه مستمعي نيوهافن.

صورة 90: تحدث بيل في تليفون بدائي مثل هذا على مسرح نيوهافن.

صورة 91: بدأ چورچ كوي شركة تحويل الهاتف في نيوهافن، كونتيكت، مستخدمًا رخصة التليفون التي حصل عليها من بيل.



صورة 92: استخدمت لوحة تبديل كوي مسامير ربط مربعة الرقبة كنهايات لخطوط الهاتف، والتي وُصلت بأذرع ومقابض براد الشاي. على الجانب الخلفي، ثمة أسلاك رفيعة مأخوذة من ملابس السيدة كوي الداخلية لعمل الدائرة الكهربائية.

صورة 93: كان أول محول هاتفي يقع في الطابق الأرضي لمبنى بوردمان بنيوهافن، على الشارع الأمامي بالقرب من زاوية الشارع.

LIST OF SUBSCRIBERS.

New Haven District Telephone Company.

OFFICE 219 CHAPEL STREET.

February 21, 1878.

Residences.

Rev. JOHN E. TODD.
J. B. CARRINGTON.
H. B. BIGELOW.
C. W. SCRANTON.
GEORGE W. COY.
G. L. FERRIS.
H. P. FROST.
M. F. TYLER.
I. H. BROMLEY.
GEO. E. THOMPSON.
WALTER LEWIS.

Physicians.

Dr. E. L. R. THOMPSON.
Dr. A. E. WINCHELL.
Dr. C. S. THOMSON, Fair Haven.

Dentists.

Dr. E. S. GAYLORD.
Dr. R. F. BURWELL.

Miscellaneous.

REGISTER PUBLISHING CO.
POLICE OFFICE.
POST OFFICE.
MERCANTILE CLUB.
QUINNIPIAC CLUB.
F. V. McDONALD, Yale News.
SMEDLEY BROS. & CO.
M. F. TYLER, Law Chambers.

Stores, Factories, &c.

O. A. DORMAN.
STONE & CHIDSEY.
NEW HAVEN FLOUR CO. State St.
" " " " Cong. ave.
" " " " Grand St.
" " " Fair Haven.
ENGLISH & MERSICK.
NEW HAVEN FOLDING CHAIR CO.
H. HOOKER & CO.
W. A. ENSIGN & SON.
H. B. BIGELOW & CO.
C. COWLES & CO.
C. S. MERSICK & CO.
SPENCER & MATTHEWS.
PAUL ROESSLER.
E. S. WHEELER & CO.
ROLLING MILL CO.
APOTHECARIES HALL.
E. A. GESSNER.
AMERICAN TEA CO.

Meat & Fish Markets.

W. H. HITCHINGS, City Market.
GEO. E. LUM, " "
A. FOOTE & CO.
STRONG, HART & CO.

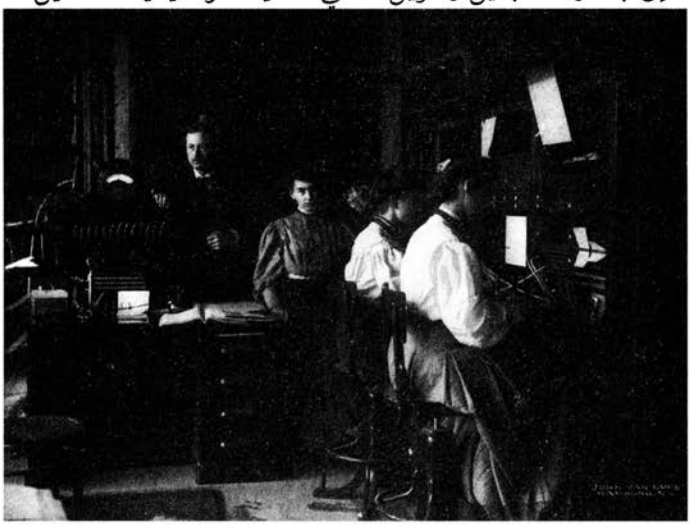
Hack and Boarding Stables.

CRITTENDEN & CARTER.
BARKER & RANSOM.

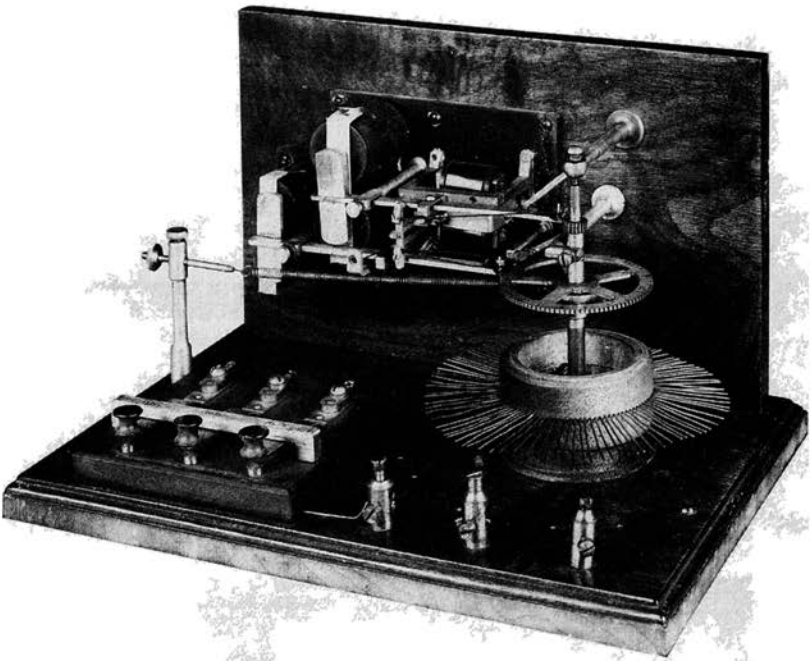
Office open from 6 A. M. to 2 A. M.
After March 1st, this Office will be open all night

صورة 94: كان لدى كوي واحد وعشرون عميلًا في أسبوعه الأول من التشغيل وإعداد هذا السجل الهاتفي.

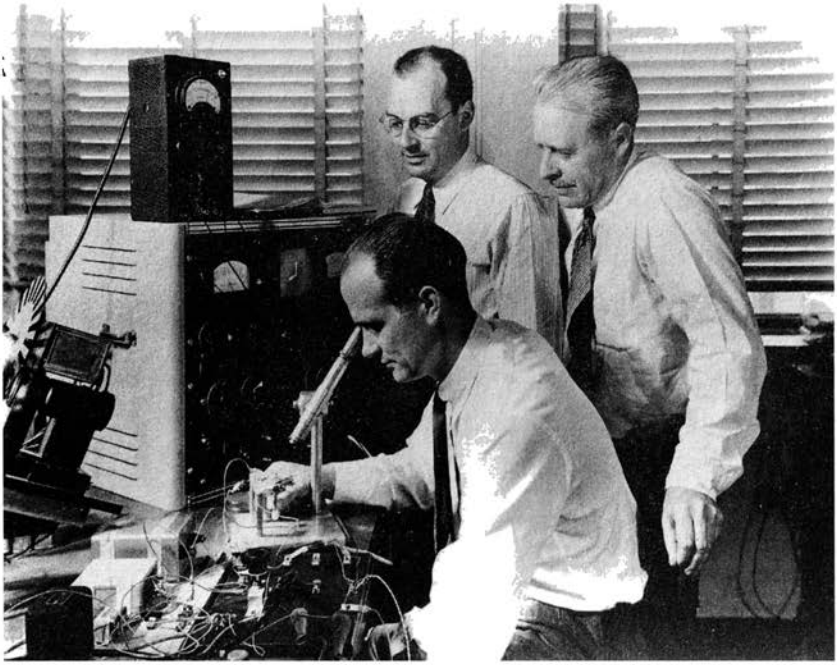
صورة 95: ألمون ستروجر، متعهد دفن الموتى الذي أدى بكرهه لفتيات التشغيل إلى ابتكار أداة تبديل وتحويل هاتفي تلقائية (أتوماتيكية) التشغيل.



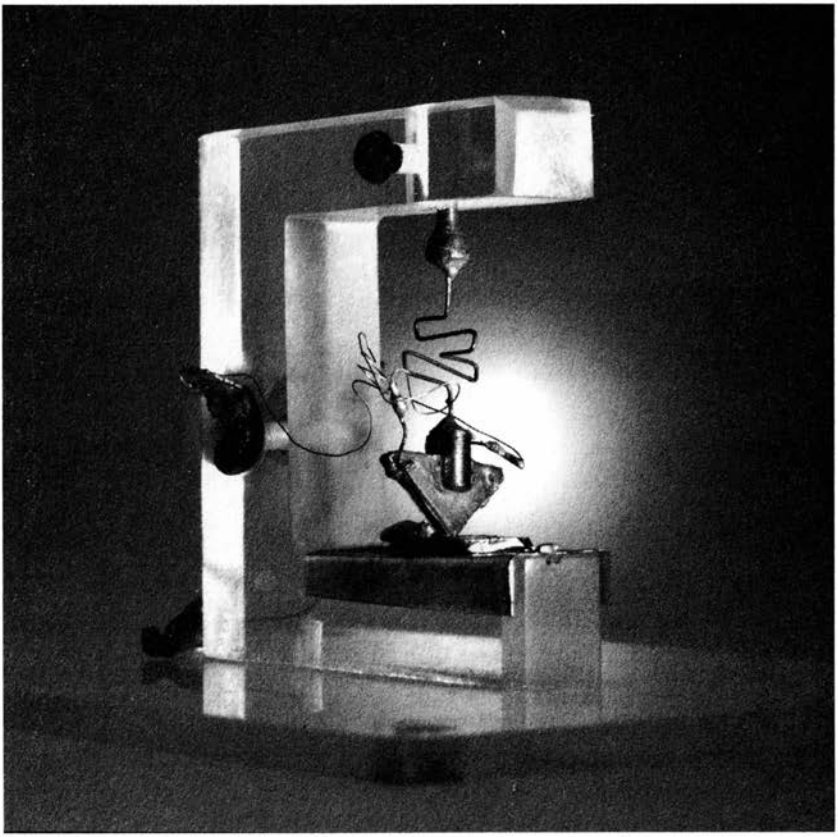
صورة 96: عند بداية عصر الهاتف، كانت المكالمات يتم توصيلها بواسطة فتيات عاملات على لوحة التبديل، أطلق عليهن اسم "فتيات تحويل المكالمات".



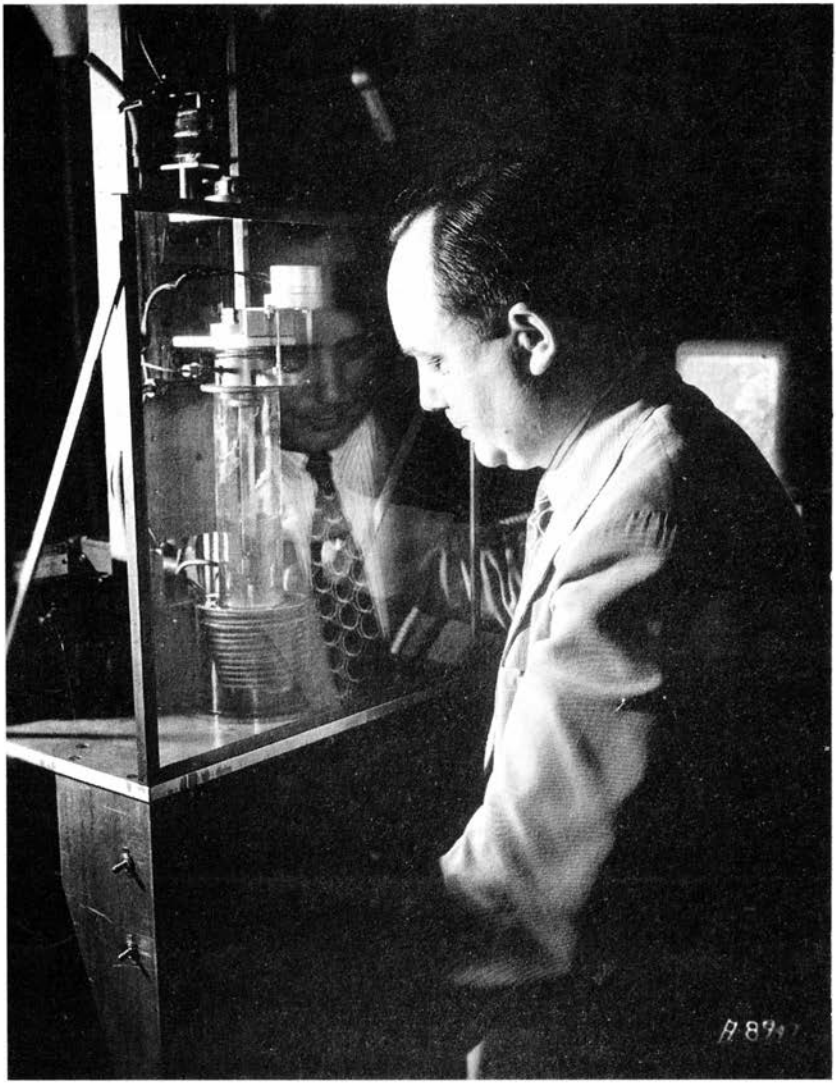
صورة 97: كان اختراع ستروجر التلقائي قائمًا على دبابيس موضوعة في شكل دائري، بحيث يمكن لمسها بواسطة مؤشر ميكانيكي في المنتصف لتوصيل المكالمة.



صورة 98: يقف مخترعو الترانزستور، والتر براتن (جهة اليمين) وچون باردين (جهة اليسار)، خلف رئيسهم ويليام شوكلي الجالس أمام مجهره.



صورة 99: عام 1947، ابتكرت مختبرات بيل الترانزستور، الذي أتاح تحويل إشارات المكالمات الهاتفية، بالإضافة إلى تضخيمها لمسافات طويلة عبر الدولة.



صورة100 : جوردون تيل، كيميائي بمختبرات بيل، يسحب بلورة جرمانيوم نقية من تجمع منصهر صغير.

صورة 101: عندما غمس جوردون تيل هذا الذراع في الزيت الساخن، توقف الفونوغراف المتصل به عن التشغيل، مبيناً علة الترانزستورات المصنوعة من الجرمانيوم.

صورة 102: تشبه هذه الترانزستورات الصغيرة تلك التي كانت في جيب جوردون تيل حين أعلن عن أن عصر إلكترونيات السيليكون قد بدأ.

الفهرس

مقدمة 11

الفصل الأول : تفاعل 18

روث وأرنولد 18

النوم المتقطع 21

ساعات بنجامين هانتسمان 26

الأحجار الكريمة المتذبذبة 31

ألبرت ولويس 38

الفصل الثاني : تواصل 51

المُوصِّل 51

بركان بِسِمِر 56

رجل الفولاذ الحقيقي 63

كيف غيرنا الفولاذ 69

إجازة مُدمجة 74
الفصل الثالث : نقل 79
مع ضوء الفجر المبكر 79
رسائل بسرعة البرق..... 84
العالم عند فراش الرئيس 105
اختصار ب 115
الفصل الرابع : التقاط وتوجيه 127
سؤال عن حصان 127
حُزن كهنوتي..... 135
التعرض الضوئي الناقص 146
مُعْتَقَل ومُلْتَقَط 155
الفصل الخامس : شاهد..... 172
أمسية صيفية ساحرة 172
فكرة ساحرة براقة..... 180
اليد الخفية لضوء النهار..... 185
اليراعات في منجم الفحم..... 196

الفصل السادس: شارك 204
ألبوم ناسا المبهر الحامل لتسجيلات العالم 204
حلم إديسون الصوتي 208
أولاد الساحل الغربي 220
الفصل السابع: اكتشف 232
غنائم العلوم 232
من خلال الزجاج، بشكل مظلم 235
مُطلق الأشعة الخاص بـ جيه. جيه 255
الفصل الثامن: فكر 264
البحث في جوجل 264
مقابض إبريق الشاي وأسلاك الملابس الداخلية 269
تعهد سري 273
غوردون تيل 279
تشكيل الدماغ 291
خاتمة 304
شكر وعرفان 308

ملاحظات 313

المصادر والمقابلات 313

ببليوغرافيا مشروحة 316

- الفصل الأول: تفاعل 317

- الفصل الثاني: تواصل 323

- الفصل الثالث: توصيل..... 328

- الفصل الرابع: التقاط 337

- الفصل الخامس: رؤية 344

- الفصل السادس: مشاركة 348

- الفصل السابع: اكتشف 355

- الفصل الثامن: فكر 364

المراجع 372

خاتمة 439

ألبوم صور 441

مكتبة
t.me/soramnqraa

"نحن نعيش في عالم تهيمن عليه اختراعاتنا الخاصة، كما لاحظت أينيسا راميريز، قمنا بإعادة اختراع أنفسنا لاستيعابها. إن كتاب كيمياؤنا يأتي في الوقت المناسب، فهو عمل ثري بالمعلومات، ومقنع تمامًا."

إليزابيث كولبرت

مؤلفة كتاب الانقراض السادس.

"إن من السهل العثور على كتاب يروي تأثير الاختراعات الهامة في تشكيل المجتمع، ولكن من الصعب جدًّا العثور على كتاب يكشف عن العواقب غير المقصودة لتلك الإبداعات، وعن المبدعين المنسيين الذين كانوا جزءًا من القصة. من حسن الحظ إذن أن أينيسا راميريز كتبت هذا الكتاب، وقدمت لنا مثل هذا النثر الغني المقنع. يحمل كتاب كيماؤنا دروسًا مهمة حول تكلفة التقدم، وطبيعة الاختراع، وأهمية التنوع. إنها قراءة مهمة في وقت الاضطرابات."

الكاتب إد يونغ.

حصل كتاب "كيماؤنا القديمة" على العديد من الجوائز العالمية، منها:

- جائزة الرابطة الأمريكية لتقدم العلوم للكتاب العلمي عام ٢٠٢١. AAAS science book award
- جائزة كونيتكت للكتاب عام ٢٠٢١. Connecticut book award
- جائزة جامعة براون للكتاب عام ٢٠٢١. Brown university book award
- القائمة القصيرة لجائزة لوس أنجلوس تايمز عام ٢٠٢١. Los Anglos times book
- قائمة أفضل الكتب على موقع أمازون عام ٢٠٢٠.
- واحد من أفضل عشرة كتب علمية في عام ٢٠٢٠ وفقًا لمجلة سميثونيان Smithsonian magazine

تُرجم لأكثر من 15 لغة في العالم.

تصميم الغلاف أحمد الصَّباغ

مكتبة
t.me/soramnqraa

أقلام عربية
للنشر والتوزيع