الفصل

4

عالِم في الحرب

يعود نجاح لينوس بولينغ كرئيس لقسم الكيمياء والهندسة الكيميائية وإلى حد غير ضئيل، إلى تدفق التمويل الثابت والقادم من مؤسسة روكفلر. إذ كان وارن ويفر، مدير المؤسسة للتمويل الخاص بالعلوم الطبيعية، قد ركز انتباه بولينغ على الميدان الجديد لعلم الأحياء الجزيئي كما أعطاه مبالغ كبيرة من أموال الأبحاث في السنوات الأخيرة من الثلاثينيات. وكان التمويل يقدم لدراسة بنية الجزيئات الحيوية، الخمائر والمورثات، الأجسام المضادة والهرمونات التي لها تأثيرات عميقة وغامضة تماماً على الجسم. وقد توّج ويفر دعمه سنة 1936 بمنحة رائعة: ربع مليون دولار لإعداد وتجهيز مبنى جديد في الكالتيك يكرّس للكيمياء البيو ـ عضوية. هذا المرفق الجديد ذو المختبرات الواسعة، المجهز بأحداث

المعدات وأعلاها ثمناً، والذي بدأ يتوافد عليه أبرز العلماء كي يعملوا فيه، سيكون بإمرة بولينغ.

سمي هذا المبنى الجديد باسم مختبر كريلين، وذلك على اسم إدوارد كريلين، وهو قطب الفولاذ المتقاعد الذي كان قد منح الكالتيك الملايين.

سر بولينغ بذلك إلى حد أنه هو وآفا هيلين سميا ابنهما الرابع، الذي ولد تماماً وقت انتهاء المبنى، باسم، إدوارد كريلين بولينغ. و«كريلي» كما صاروا ينادونه، سيكون آخر أولاد لينوس وآفا هيلين، منضماً إلى أخوته الأكبر: لينوس الصغير وبيتر والأخت ليندا. ولكي يوفر المأوى للقبيلة المتنامية، بنى بولينغ منزلاً كبيراً متساوياً على طراز بيوت المزارع وذلك على سفح تلة تطل على نهر جميل خارج بزادينا وتتلوى معه. إنه المنزل الذي عكس تفكير رجل ينشد الراحة وليس الاستعراض. فهناك كان جناحان كبيران، أحدهما للأولاد والآخر للكبار، يتصلان في الوسط بزاوية دقيقة تتشكل من ذرات فحم البنزول فيما واجهته من آجر من الطين. في كل مكان منه كان ثمة خزائن كتب، وفي غرفة المعيشة موقد نار، ومكتب ثماني الأضلاع لبولينغ، وفسحة حديقة لآفا هيلين والكثير من الغرف للعب الأطفال.

مع نهاية الثلاثينيات، كانت حياة آل بولينغ قد اتخذت نظاماً محدداً. إذ يتناول الأب الإفطار مع أسرته ثم يمضي إلى المختبر، أحياناً يأخذ بالسيارة الأطفال إلى المدرسة

في طريقه، فيما تعتني آڤا هيلين بالمنزل. بعد العمل الصباحي، من إشراف على المختبر يتابع الأعمال الإدارية الصغيرة وحضور للاجتماعات، يتناول بولينغ الغداء في المنزل أو في الأثينانيوم، أي نادي القسم الرائع في الكالتيك.

عصراً يعود إلى مكتبه، يعالج قضايا القسم الأساسية ويكتب طلبات المنح والأوراق. ليقضي دائماً وقت العشاء مع الأسرة. بعد انتهاء العشاء، كان بولينغ يختفي في مكتبه حيث يصغي إلى أخبار الإذاعة، يقرأ الدوريات العلمية، المجلات الأكثر انتشاراً، والصحف، يكتب قليلاً، يملي الرسائل والمذكرات إلى أن يذهب إلى فراشه حوالي الساعة الحادية عشرة.

أيام العطل، كان بولينغ يقضي وقته كله تقريباً في المكتب. ولا يظهر إلا عندما يسمع آڤا هيلين ترن جرس الباب داعية إياه إلى وجباته. وكان الأولاد، وفق ذلك النظام الصارم ودون أن يحدثوا ضجة أو يزعجوا أباهم، قليلاً ما يرونه. يتذكر كريلين عندما كان صغيراً يسترق السمع عبر باب المكتب وبولينغ يملي رسائله في الجانب الآخر، فيما هو يتعجب من تراه كان ذلك الشخص الذي يدعى «فاصلة» والذي كان والده يتكلم إليه دائماً.

كان بولينغ يعمل بدأب شديد، اثنتي عشرة ساعة في اليوم، سبعة أيام في الأسبوع بما في ذلك معظم العطل، لكن لم يبد يوماً من الأيام أنه عمل شاق بالنسبة إليه.

كان يعمل وفق هواه، وكان، شأنه شأن أي فنان، يجد أن الساعات التي يقضيها مفكراً بالاكتشافات الجديدة تمر سراعاً. كان الرجل يحب القراءة وكان فخوراً بقدرته على مواكبة آخر التطورات في الكثير من الميادين، ليس الكيمياء والفيزياء وحسب، بل مع تحول اهتمامه إلى البيولوجيا الجزيئية، الكيمياء الحيوية، دراسة الخمائر والڤيروسات والبحث في جزيئات الدم أيضاً. كل هذا كان يختزنه في ذاكرته القديرة الواسعة، لتكون على أتم الاستعداد للتلبية حين تدعى لصنع روابط جديدة.

وحين تخطر بباله أفكار جديدة ـ وكانت أحياناً تأتيه فكرتان أو ثلاث كل يوم ـ كان عادة يسجلها في مفكرة موجزة ثم يمررها إلى مجموعة متنامية من المعاونين في مجال البحث من زملاء حاصلين على الدكتوراه وطلاب دراسات عليا للتحقق منها في المختبر. وعندما كانوا يتبينون، كما كانت الحالة عادة، أن أفكاره صحيحة كانت ورقة تظهر في النشرة العلمية، التي كان لبولينغ شرف المساهمة فيها مع الكثير من المشاركين معه في العمل.

كانت النتائج تبدو سحرية تقريباً. فلا أحد يملك النطاق الواسع من المعرفة الذي يملكه بولينغ ولا فهمه الفطري تقريباً للكيفية التي تحب الذرات أن تتحد فيها معاً. ولا أحد كان قد تمكن بعد من أسلوبه في بناء النماذج طبقاً للقواعد الكيميائية الصارمة. لقد كان بولينغ قادراً، بهذه الأدوات، أن ينتج كماً هائلاً من العمل في

أواخر الثلاثينيات، في كل شيء بدءاً من بنية الجليد وحتى الخصائص المغناطيسية للهيموغلوبين، ومن مغزى الرنين في الجزيئات إلى طبيعة المعادن، ومن استخدامات انحراف الإلكترون إلى نظرية لون الأصبغة.

لكن من كل ما عمله بولينغ خلال هذه الفترة، لم يكن هناك أهم من محاولته أن يفهم بنية بعض أهم وأعقد الجزيئات على الأرض: البروتينات، إن الشعر والريش، الجلد والعضل كلها بروتينات، مثلما هي الأجزاء الرئيسية من الأعصاب والصبغيات التي تحمل سر الوراثة. كما أن الخمائر والجزيئات الحيوية التي تملك مقدرة غريبة على تسريع تفاعلات معينة هي بروتينات، الأجسام المضادة التي تقف في وجه الأمراض المعدية هي بروتينات، كذلك الهيموغلوبين الذي ينقل الأوكسجين في الدم هو بروتين. إذن، البروتينات ذات علاقة بكل تفاعل رئيسي وتشكل جزءاً هاماً من كل بنية أساسية في الجسم.

هنا، وعلى صعيد البروتين، كان بولينغ وكثر آخرون يعتقدون، أن الكيمياويات الميتة تتحول بشكل من الأشكال إلى عضويات متحركة تتنفس. وأياً كان من اكتشف كيف تنبني البروتينات وتعمل، فقد مضى التفكير إلى أنه يمكن اكتشاف سر الحياة، وقد نوى بولينغ أن يفعل ذلك بالضبط.

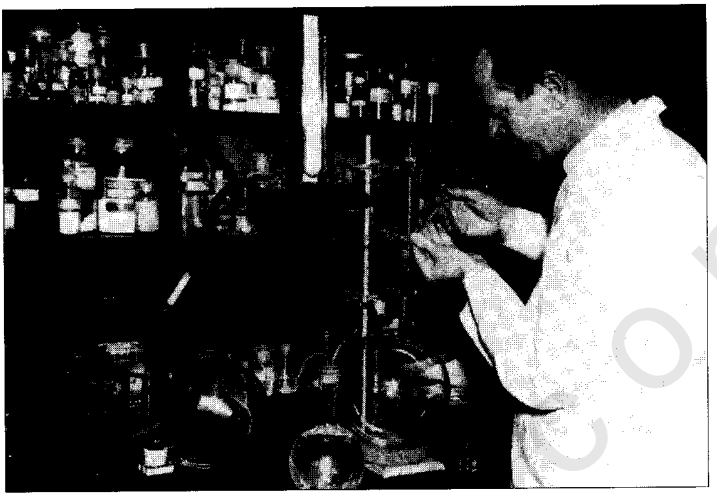
غير أن البروتينات كانت كابوساً بالنسبة لمن يدرسها. إذ بدت تتفاوت إلى حد كبير في حجمها، بعضها هائل

obeikandl.com

الحجم يتألف من عشرات آلاف الذرات التي تتحد في جزيئات ذات نظم كبيرة، بل هي أكبر من أي شيء درسه بولينغ من قبل. لقد كانت ضخمة إلى درجة أن بولينغ قدّر أن حل أبسطها قد يستغرق 50 سنة باستخدام علم البللوريات بالأشعة السينية وحده. كما كان من العسير تنقيتها ومن السهل خلطها بشيء آخر. بل حتى التسخين البسيط، المعالجة الخفيفة بالحموض أو القلويات أو مجرد التحريك اليدوي كخفق بياض البيض بالشوكة يمكن أن يكون كافياً لتغيير خصائص البروتين والقضاء على فعاليته. وقد دعيت هذه العملية بتغيير الطبيعة.

تغيير الطبيعة هذا جعل من الصعب دراسة البروتينات، لكنه في الوقت ذاته قدم مدخلاً لفهمها. لقد كان بولينغ مهتماً بقراءة ما كتبه عالمان من معهد روكفلر كانا قد اكتشفا أن بعض البروتينات يمكن تغيير طبيعتها بالتسخين اللطيف، لكن بعدئذ يمكن، إذ بُرِّدت إلى درجة مناسبة، أن تستعيد فعاليتها الأصلية غير أن الحرارة الأعلى كانت، وبشكل غير قابل للانعكاس، تغير طبيعة الجزيئات، إذ تحطمها على ما يبدو إلى فتات لا يعود باستطاعة أي شيء أن يعيدها إلى حالتها الفاعلة.

هذه الخاصة كانت تعني أن تغيير الطبيعة عملية ذات مرحلتين. وقد أوحت لبولينغ بفكرة أيضاً. فالمرحلتان في تغيير الطبيعة ـ الأولى مرحلة قابلة للانعكاس تسببها الحرارة الخفيفة، والثانية غير قابلة للانعكاس تسببها



بولينغ في مختبره في الكالتيك سنة 1940 فعلى الرغم من واجباته الكثيرة كرئيس لقسم الكيمياء، استمر بولينغ يقوم بأبحاثه الخاصة الخارقة.

الحرارة الأعلى ـ يمكن أن تعنيا أنهما تشتملان على نوعين من الروابط الكيمياوية: الأولى: روابط ضعيفة نسبياً تتفكك بسهولة ثم يعاد تشكيلها، والثانية، روابط أقوى وأصعب تفككاً ومن المستحيل إعادة تشكيلها.

كان لدى بولينغ تخمين حول الروابط الأضعف، ففي قراءاته كان قد أتى على وصف لما يدعى برابطة الهيدروجين، وهي حلقة ضعيفة جداً تعمل فيها ذرة الهيدروجين بمثابة الجسر بين ذرتين أخريين. وكان العمل الأصلي على رابطة الهيدروجين قد جرى على جزيئات الماء دون أن يفكر أحد أن العمل كان مهماً في أي وضع آخر. لكن بولينغ رأى أن القوة المقدرة لرابطة الهيدروجين تناسب المعطيات المتعلقة بالمستوى الأول لتغيير الطبيعة. عند ذاك بدأ يفكر بالكيفية التي يمكن أن تعمل بها روابط الهيدروجين في البروتينات.

obeikandl.com

لقد كان معروفاً مسبقاً عن عمل الكيميائي العضوي الألماني، إميل فيشر، أن البروتينات تحوي أيضاً روابط قوية مشتركة الكفاءة تتشكل من الاشتراك بالتساوي لأزواج الإلكترونات بين ذرتين. فإذا تحطمت هذه الروابط الأقوى، يمكن للبروتين أن يتفتت إلى قطع. لكن لا بد للروابط مشتركة التكافؤ من طاقة أكبر لكي تتحطم غير أنها ما أن تتحطم حتى يصبح من المتعذر إعادة تشكيلها، وهذا يمثل المستوى الثاني لتغيير الطبيعة.

ولاختبار أفكاره، أغرى بولينغ أحد علماء روكفلر الذين يدرسون البروتينات، وهو ألفريد ميرسكي، بالمجيء إلى بزادينا وجعله يعمل في سلسلة من الدراسات المصممة للقياس بدقة الطاقة التي لا بد منها في كل مرحلة لتغيير الطبيعة. أحب ميرسكي أفكار بولينغ التي كانت تتواشج تواشجاً جميلاً مع نظرية فيشر بأن البروتينات تتكون من سلاسل حموض أمينية تتصل ببعضها بعضاً من نهاياتها. ففي كل مرة يتصل حمض أميني بآخر، يطرد جزيء من الماء وتتشكل رابطة مشتركة التكافؤ من نوع محدد، دعاها فيشر الرابطة «الببتيدية». خيوط طويلة من الحموض الأمينية يمكن أن تتشكل، وهو ما دعاه فيشر بالسلاسل كثيرة الببتيدات، التي يمكن أن تتشكل على شكل عقد أو تلتف، كما فكر بولينغ، وتتخذ أشكالاً محددة من خلال تشكل روابط الهيدروجين الأضعف والقائمة بين مختلف أجزاء السلسلة.

نشر بولينغ وميرسكي أفكارهما في بحث 1936 الذي

أصبح معلماً من معالم تاريخ علم البروتين. لقد كتبنا «مفهومنا عن جزيء البروتين الأصلي (الذي يبدي خصائص محددة) هو التالي: يتألف الجزيء من سلسلة متعددة الببتيدات تتصل بغير انقطاع في الجزء كله... هذه السلسلة تنطوي على تشكل محدد فريد من نوعه، يتم ترابطه بواسطة روابط الهيدروجين» وهذه هي البنية الأساسية للبروتينات كلها، كما كتبا.

لقد فسرت فكرتهما المستويين الاثنين لتغير الطبيعة، حيث المرحلة الأولى تتكون من تحطيم روابط الهيدروجين التي لا تطوي خيوطه البروتين، مما يؤدي إلى فقدان الفعالية الفطرية. لكن، طالما ظلت الخيوط قطعة واحدة، فإن روابط الهيدروجين تعيد تشكيل ذاتها وبالتالي يمكنها إعادة الجزيء إلى شكله الأصلي وفعاليته. عامله بقسوة أكثر، على كل حال، وستجد أن الروابط الببتيدية مشتركة التكافؤ على طول الخيط ستتحطم، مما يؤدي إلى تغير الطبيعة غير القابل للانعكاس.

بذكاء، فسر هذا التحليل تغير الطبيعة، لكنه فعل أكثر من ذلك. لقد اقترح بولينغ وميرسكي أن البروتينات كلها، وبصورة أساسية، متماثلة على صعيد واحد ـ فكلها عبارة عن سلاسل طويلة من الحموض الأمينية ـ لكنها مختلفة في قدراتها بسبب شكلها النهائي. فشكل البروتين هو الذي يحدد خصائصه المعينة، قائلين: إن شكل الجزيء هو سر الحياة.

النسيج والسلسلة

لم يكن نموذج البروتين الذي قال به بولينغ هو الوحيد الذي أثار الاهتمام في ثلاثينيات القرن العشرين. ففي السنة ذاتها التي نشر فيها هو وميرسكي أفكارهما حول تغير الطبيعة، كانت عالمة بريطانية لامعة وغير تقليدية تستحوذ على اهتمام العالم بطوله وعرضه وذلك بأفكارها الخاصة المختلفة جداً عن البروتينات.

إنها دوروثي رينش، أول امرأة تنال الدكتوراه في العلوم من أكسفورد، والتي كانت سابقة زمانها بكثير من الطرق. إذ كانت تصرح بما يجول في فكرها (وغالباً بلسان لاذع)، تدخن السكائر، تؤمن بالحياة المهنية المستقلة للنساء المتزوجات، وتتابعهم بشدة. كما كانت رينش، التي تدربت كعالمة رياضيات، تؤمن بأن كل التقدم العلمي منشأه المباشر هو المنطق الخالص، وقد لاقت أعظم نجاح لها في تطبيق ذلك المنهج على البيولوجيا.

في مطلع الثلاثينيات، كانت رينش مشردة فكرية، منفصلة عن زوجها عالم الفيزياء، تتحول في أوروبا مع ابنتها الصغيرة من مكان إلى آخر، تتدرب في المختبرات البيولوجية على تعلم كل شيء عن علم الأجنة، المورثات وبنية البروتين. لقد لفت نهجها الرياضي انتباه وارنر ويقر من مؤسسة روكفلر، فأعطاها سنة 1935 منحة تمول عملها مدة خمس سنوات.

استفادت رينش من وقتها لتطلع بجملة محيرة من الأفكار حول بنية البروتين. بدءاً من الفكرة الشائعة ـ حينذاك (لكن الخاطئة) وهي أن العديد من البروتينات تتألف من وحدات ثانوية يصل تعدادها تماماً إلى 288 حمضاً أمينياً، ثم بنت رينش نماذج لم تكن سلاسل طويلة، كسلاسل بولينغ، بل نوع من النسيج الذي تشكله الحموض الأمينية المترابطة بطرق أكثر تعقيداً.

على أن نموذجها المفضل هو قرص عسل ذو حلقات سداسية الأضلاع يمكن أن ينطوي على نفسه ليصنع بنية أشبه بالقفص من 288 حمضاً أمينياً تماماً، دعته الحلقي.

دوروثي رينش (يمين) تعرض نموذجاً لبنيتها الحلقية على زميلتين. أما بولينغ فكان يشك بعملها وقد نشر بحثاً يدحض حجج رينش.

لقد وجد حلقي رينش قبولاً حسناً لأنه كان ذا شكل ثلاثي الأبعاد مع داخل وخارج، وهي الهيئة العامة التي اعتقد كثير من الباحثين أنها شبيهة بهيئة قدر كبير من البروتينات الهامة. لكن بولينغ كان يشك في ذلك. إذ لم يكن يعتقد أن الطبيعة أملت أية «أرقام سحرية» كالرقم 288 مثلاً من الحموض الأمينية للبروتينات ولم يفكر أن أنماط الروابط الكيمياوية التي اقترحتها رينش للحلقيات محتملة الوجود. وهكذا، بعد أن تكلم مع رينش واكتشافه ضآلة ما تعرفه عن كيمياء البروتين، كتب إلى ويقر تقريراً لاذعاً خلاصته أن «حجج رينش لا يعتمد عليها أحياناً ومعلوماتها زائفة».

مع ذلك، ونظراً لأن القليل من الأدلة الجيدة كانت متاحة للعموم عن بنية البروتين فإنه لم يكن هناك برهان مباشر على أن رينش كانت مخطئة. وباعتبارها كان لها ملء الحرية في أن تنظِّر، فقد استمرت في صنع هالة حولها عند نهاية الثلاثينيات كاسبة دعم بعض العلماء المشهورين، بل ظاهرة حتى في أخبار الصفحة الأولى حيث دعاها المحررون المرأة آينشتاين.

ولكي يضع نهاية لما رآه انحرافاً عن أكثر خطوط البحث قيمة، نشر بولينغ وزميل له هو باحث بروتينات يدعى كارل نيمان، سنة 1939، بحثاً يشتمل على كل الأدلة الكيمياوية التي هي لصالح نظريتهما السلسلية الخاصة ببنية البروتين والمضادة لحجج رينش. فكان تأثيرها مدمراً. إذ ما من أحد، بعد أن ظهر ذلك البحث، أخذ حلقيات رينش على محمل الجد.

لقد تبين أن بولينغ ونيمان كانا على صواب ـ في معظم ما جاءا به. إذ ستبرهن سلاسل بولينغ على أنها القاعدة في الطبيعة، والحلقيات هي الاستثناء النادر للغاية. وسيمضي بولينغ للفوز باعتراف العالم فيما تقضي رينش بقية حياتها في حالة من الظلمة العلمية، مناقشة من أجل بناها، مذكرة كل من يصغي إليها كيف عمل بولينغ على تقويض عملها داعية إياه بـ«الزميل الأشد خطراً».

لكن ما تراه تلك الأشكال، وكيف تمنح البروتينات قدراتها المدهشة؟ كيف للشكل الجزيئي في خميرة أن يفسر قدرتها على تحفيز تفاعل كيمياوي واحد فقط وليس سواه؟ كيف لشكل مورث من المورثات أن يفسر قدرته على استنساخ ذاته بالضبط وليس مورثاً سواه؟

أسئلة كبيرة كانت تلك، وقد بدأ بولينغ يبحث عن أجوبة بشتى الوسائل. فكر أولاً ببناء نموذج للبروتينات، عاملاً مصعداً من أصغر بنية معروفة للحموض الأمينية، الوحدات الأساسية لسلاسل البروتينات. لقد عيّن مساعداً دؤوباً مثابراً هو روبرت كوري، لكي يعمل مستخدماً علم البللوريات بالأشعة السينية بغية اكتشاف بنية أبسط حمض أميني هو الغليسين. وحين أفلح كوري سريعاً في مهمته -ليصير أول شخص يصف بدقة كيف يتم بناء الحمض الأميني - أوكل إليه مهمة العمل في جزيء ثنائي الحمض الأميني يدعى «الديكيتوبيبيريزين»، بهدف أن يحدد، وللمرة الأولى، طول رابطة الببتيد وزاويتها تماماً. لقد كان لدى بولينغ حدس بأن هذه الرابطة الخاصة ستثبت أنها حاسمة الأهمية في فهم بنى البروتين، إذ كان قد كوّن نظرته مما يعرفه عن الحموض الأمينية، أنها هي التي تمسك بالذرات من كلا جانبيها بطريقة متينة تماماً ومحددة جداً. إن صح ذلك فإنه سيخفض إلى حد كبير عدد الطرق الممكنة التي يمكن بها لسلاسل البروتين أن تنطوي وتلتف. وقد أثبت عمل كوري حدس بولينغ وتكهنه.

وعلى الرغم من أن الاثنين علما المزيد عن كتل البناء تلك، فقد كان بولينغ يعمل أيضاً لفهم المزيد عن خصائص البروتينات ككل. في ربيع 1936، كان بولينغ قد التقى بكارل لاندستاينر وهو باحث نمساوي ـ المولد ـ ففي الشعر متميز، كل التميز، كان فاز بجائزة نوبل لاكتشافه كيف يجعل نقل الدم سليماً من خلال فحص زمر الدم. كان لاندستاينر مهووساً بعلم المناعة، أي دراسة الآليات الدفاعية ضد العدوى والأمراض مع تركيز خاص على الأجسام المضادة التي هي عبارة عن بروتينات دم لها قدرة فريدة على تمييز أهداف محددة كالڤيروسات والبكتيريا والإمساك بها ورصها على شكل كتل والمساعدة في تخليص الجسم منها.

وكما قال لاندستاينر لبولينغ، فإن الأجسام المضادة كانت تشكل نوعاً من اللغز المحير. فهي بروتينات خالصة، وهي كلها من الحجم ذاته والشكل ذاته، وكلها تتكون تقريباً من المزيج ذاته من الحموض الأمينية، مع ذلك، كل منها مختلف جداً في الطريقة التي يتعلق بها لهدف واحد ووحيد، هو جزيء أو مولد مضاد. إذ لا يمكن لجسم مضاد لڤيروس معين أن يعلق بقوة بأي شيء آخر. لقد وجد لاندستاينر أن حيواناً بعينه يمكن أن يشكل آلاف الأجسام المضادة المختلفة، بما في ذلك الأجسام المضادة الجديدة للكيمياويات تركيبة لم توجد في الطبيعة قط.

طلب لاندستاينر، وقد عرف بعمل بولينغ على تغير

الطبيعة، مساعدته. فهل كان باستطاعة بولينغ، وهو على ما عليه من معرفة بالكيمياء البنيوية، أن يشرح كيف يمكن لبروتينات متماثلة أن تميز وترتبط بكثير جداً من المولدات المضادة المختلفة بهذه الطريقة الدقيقة إلى درجة مذهلة؟

لم يكن لدى بولينغ جواب مباشر، لقد اشترى نسخة من كتاب لاندستاينر عن الأجسام المضادة، قرأه بسرعة وراح يفكر. افتراضه الأول، بالطبع، كان أنه ينبغي على البنية الجزيئية أن تكون ذات علاقة، فأشكال الأجسام المضادة تبت بخصوصيتها، لكن كيف؟

في عام 1940، نشر بولينغ جواباً باهراً. إذ ارتأى أن كل جزيء لجسم مضاد يشكله الجسم كسلسلة متغيرة الطبيعة ثم يتمدد، بلا روابط هيدروجينية، دون أن يتخذ شكلاً محدداً. حينذاك يمكن لإحدى النهايات أن تتماس مع الجزيء الغريب، المولد المضاد، وتبدأ بتشكيل نفسها حوله. ثم تثبت في مكانها بروابط ضعيفة: روابط الهيدروجين، جاذبية المناطق ذات الشحنة المعاكسة على سطح المولد المضاد والجسم المضاد وهلم جراً. وكما يمكن للفضاء الطري أن يضغط على شكل قطعة نقود، يمكن للجسم المشاد أن يتخذ شكلاً متمماً، وحين يكون ذلك الشكل جيداً كفاية، والتراكب لصيقاً كفاية، فإن جملة الحلقات الرابطية الضعيفة كلها ستكون كبيرة إلى درجة أن الجسم المضاد والمولد المضاد سيلتصقان معاً. الأمر ذاته يمكن أن يحدث في الطرف الآخر من سلسلة

الجسم المضاد، مما يصنع جزيئاً «ثنائي التكافؤ» قادراً على الإمساك بجزيئين غريبين في آن واحد وهو ما يفسر كيف يمكن للأجسام المضادة أن تكتل أهدافها معاً.

لقد كانت نظرية عجيبة، لكنها في ناحية من نواحيها بالغة الخطأ. ففكرة أن الأجسام المضادة تُصنَع كبروتينات متغيرة الطبيعة تصبح خاصة بتكييف شكلها من خلال التماس المباشر مع المولدات المضادة ستثبت الأدلة لاحقاً أنها فكرة خاطئة. لكن المفهوم الأساسي للأشكال المتتامة، المفتاح ـ في ـ القفل، التي تجعل الجسم المضاد يلتصق بالهدف كان صحيحاً.

مع ذلك، وطوال 15 عاماً، أي حتى جاءت النظرية الجديدة الأقوى حول تشكل الجسم المضاد، ظلت فكرة بولينغ هي القائدة في ذلك الميدان، فعمله حول الجسم المضاد وسّع من جديد شهرته المتنامية كأستاذ في كثير من الميادين.

لكن وهو في ذروة نجاحه، بدأ عالمه يتهاوى.

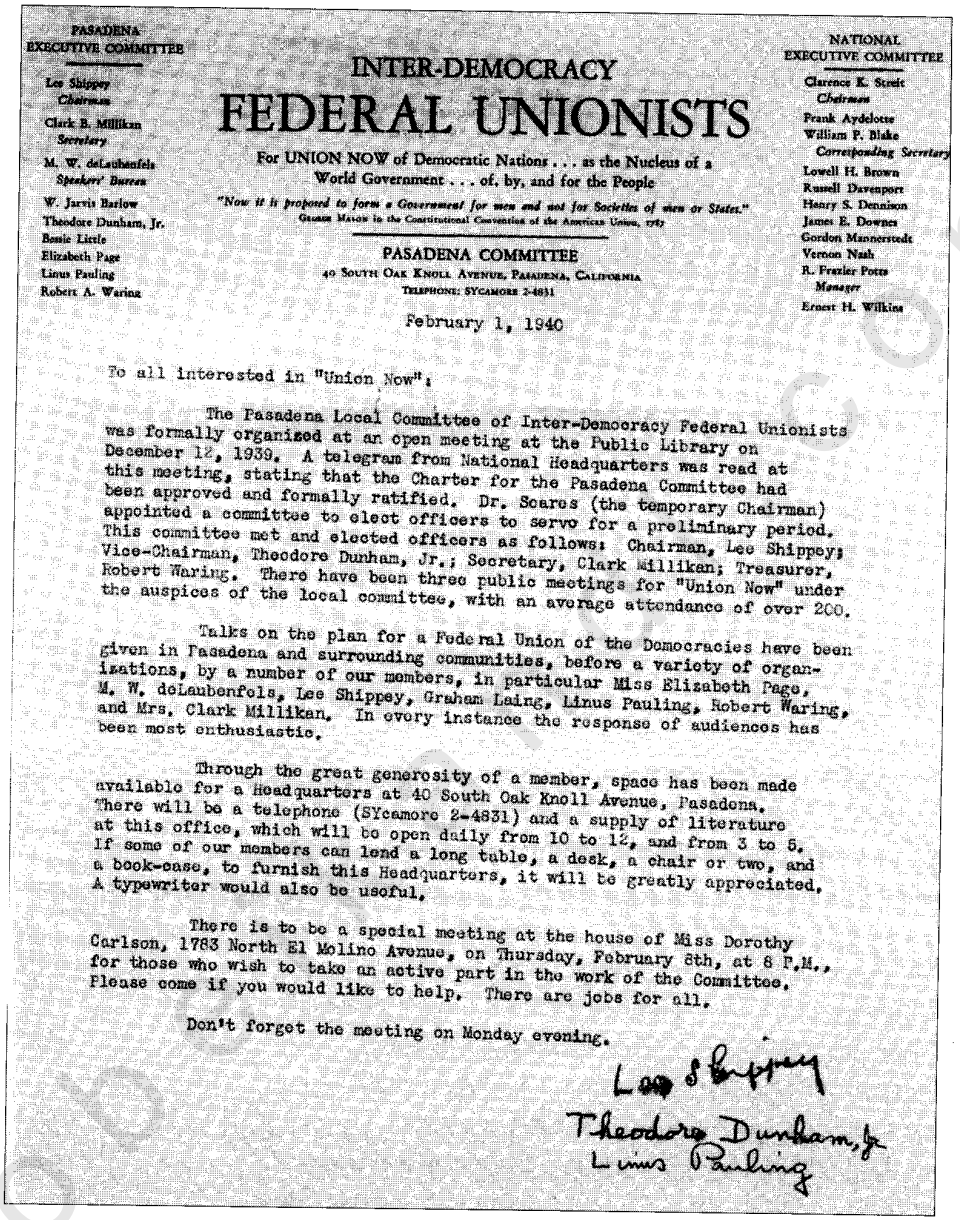
ففي أواخر الثلاثينات بدأ بولينغ، شأنه شأن كثير من العلماء الأمريكيين الآخرين، يتلقى رسائل يائسة على نحو متزايد من زملاء في ألمانيا. إذ كان الباحثون، وكثير منهم يهود، يبحثون عن أحد ما، عن أي إنسان يمكنه أن يساعدهم في الفرار من النازيين وذلك بالحصول على تأشيرة سفر إلى أمريكا. وقد احتج بولينغ، الذي كان يعرف شخصياً كثيراً من الباحثين الألمان خلال رحلاته

الأوروبية، واعياً كل الوعي لمواقف هتلر وحكومته المضادة للعلم والمضادة لليهود. وفي 1939 كان بولينغ على قناعة تامة بأنه ينبغي إيقاف هتلر.

وبتشجيع من آڤا هيلين، شرع يتحدث علناً عن القضية كما التحق بمجموعة تدعى «الاتحاد الآن» التي اقترحت أن تتوحد كل الديموقراطيات في العالم في اتحاد على غرار الولايات المتحدة. بادئ ذي بدء، كان بولينغ يتحدث في المواضع السياسية بقليل من الراحة، لكن سرعان ما وجد أنه يستمتع بها. وعندما هاجمت ألمانيا فرنسا ثم بريطانيا، شرع يتحدث بحماسة في قاعات المدارس الثانوية وغرف المعيشة المحلية عن الحاجة لمساعدة أمريكا. «ألا يجب أن تساعد بلادنا بريطانيا الآن لصد ذلك العدو الذي يهاجمها وربما يهاجمنا عندما ينتهي منها؟» كان يسأل مستمعيه. «هذا يعني الذهاب إلى الحرب، ونحن، كمثاليين، بطبيعتنا محبون للسلام ونعارض الحرب. لكننا مكرهون على خوض الحرب بأي شكل... إنه النمو السرطاني للنازية ـ للدكتاتورية بصورة عامة ـ الذي يوجب علينا إزالته من جسد العالم المنظم بشكل آخر».

كثير من الرسميين ذوي المراتب العالية كانوا يشاركون بولينغ عواطفه المضادة للنازية. بل قبل إعلان الحرب، بدأت حكومة الولايات المتحدة استعداداتها بدفع العلماء لحل عدد من المشاكل التقنية التي كانت تثقل كاهل

obeikandl.com



PASADENA EXECUTIVE COMMITTEE

Lee Shippey *Chairman*
Clark B. Millikan *Secretary*
M. W. deLaubenfels *Speakers' Bureau*
W. Jarvis Barlow
Theodore Dunham, Jr.
Bonie Little
Elizabeth Page
Linus Pauling
Robert A. Waring

INTER-DEMOCRACY

FEDERAL UNIONISTS

For UNION NOW of Democratic Nations . . . as the Nucleus of a World Government . . . of, by, and for the People

"Now it is proposed to form a Government for men and not for Societies of men or States."
GEORGE MASON in the Constitutional Convention of the American Union, 1787

PASADENA COMMITTEE
40 SOUTH OAK KNOLL AVENUE, PASADENA, CALIFORNIA
TELEPHONE: SYCAMORE 2-4831

NATIONAL EXECUTIVE COMMITTEE

Clarence K. Streit *Chairman*
Frank Aydelotte
William P. Blake *Corresponding Secretary*
Lowell H. Brown
Russell Davenport
Henry S. Dennison
James E. Downes
Gordon Mannerstedt
Vernon Nash
R. Frazier Potts *Manager*
Ernest H. Wilkins

February 1, 1940

To all interested in "Union Now":

The Pasadena Local Committee of Inter-Democracy Federal Unionists was formally organized at an open meeting at the Public Library on December 12, 1939. A telegram from National Headquarters was read at this meeting, stating that the Charter for the Pasadena Committee had been approved and formally ratified. Dr. Soares (the temporary Chairman) appointed a committee to elect officers to serve for a preliminary period. This committee met and elected officers as follows: Chairman, Lee Shippey; Vice-Chairman, Theodore Dunham, Jr.; Secretary, Clark Millikan; Treasurer, Robert Waring. There have been three public meetings for "Union Now" under the auspices of the local committee, with an average attendance of over 200.

Talks on the plan for a Federal Union of the Democracies have been given in Pasadena and surrounding communities, before a variety of organizations, by a number of our members, in particular Miss Elizabeth Page, M. W. deLaubenfels, Lee Shippey, Graham Laing, Linus Pauling, Robert Waring, and Mrs. Clark Millikan. In every instance the response of audiences has been most enthusiastic.

Through the great generosity of a member, space has been made available for a Headquarters at 40 South Oak Knoll Avenue, Pasadena. There will be a telephone (SYcamore 2-4831) and a supply of literature at this office, which will be open daily from 10 to 12, and from 3 to 5. If some of our members can lend a long table, a desk, a chair or two, and a book-case, to furnish this Headquarters, it will be greatly appreciated. A typewriter would also be useful.

There is to be a special meeting at the house of Miss Dorothy Carlson, 1783 North El Molino Avenue, on Thursday, February 8th, at 8 P.M., for those who wish to take an active part in the work of the Committee. Please come if you would like to help. There are jobs for all.

Don't forget the meeting on Monday evening.

Lee Shippey
Theodore Dunham, Jr.
Linus Pauling

خدم بولينغ في اللجنة التنفيذية لفرع بزادينا من «الاتحاد الآن» وهي الجماعة التي اقترحت أن تتحد ديموقراطيات العالم في حكومة عالمية لقتال هتلر.

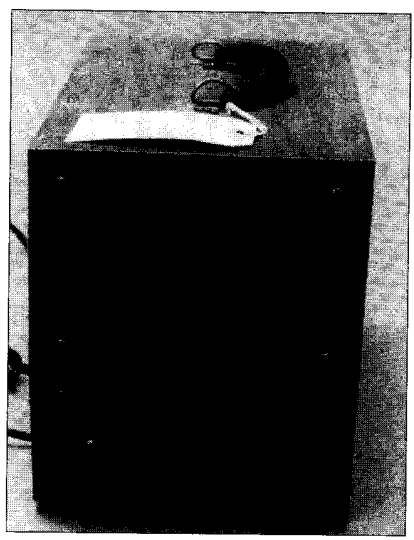
القوات المسلحة. وكان بولينغ تواقاً لأن يفعل أي شيء يستطيع فعله. وهكذا، في تشرين الأول 1940، حضر مع 30 كيميائياً آخر اجتماعاً في واشنطن حضره ضباط الجيش والبحرية ليسمع قائمة رغبات وحاجات القوى العسكرية، بما في ذلك المتطلبات الخاصة بأدوية جديدة ومتفجرات أفضل. كما كان لدى البحرية مشكلة خاصة: فقوى الغواصات لديها كانت مبتلاة بعجزها عن قياس مستويات الأوكسجين بدقة، وهو العجز الذي أدى إما إلى زيادة الأوكسجين كثيراً، مما يهدد بالانفجار، أو قلة الأوكسجين كثيراً وهو ما يؤدي إلى دوخة ركاب الغواصة وإصابتهم بالدوار.

في طريق عودته إلى بزادينا بالقطار، خطرت ببال بولينغ فكرة بارعة مفاجئة عن الطريقة لصنع مقياس أكسجين دقيق. الفكرة تقوم على الاستفادة من حقيقة معروفة وهي أن الأكسجين، من بين كل الغازات المعروفة، ينجذب إلى المغناطيس. عندما وصل إلى المنزل، جاء بولينغ بمساعد له ثم وضعا معاً جهازاً معلقاً داخل عينة من الهواء كي يفحص، وهو عبارة عن أنبوبة جوفاء دقيقة متوازنة بدقة ومملوءة بتركيز عادي من الأكسجين. بعدئذ، وضعت المجموعة بكاملها بين طرفي مغناطيس على شكل حدوة حصان بحيث إن أي تغير في السلوك المغناطيسي لعينة الهواء قيد الفحص ستؤثر على الكيفية التي يمكن بها للأنبوبة الجوفاء أن تتحرك في الحقل المغناطيسي، وهو التغير الذي يمكن قراءته على

مزولة. لقد عمل الجهاز الذي صممه بولينغ وأثبت جدواه، وسرعان ما تم إنتاج «محلل بولينغ الأكسجيني» في الكالتيك.

بعدئذ، توقفت جهود بولينغ الحربية بسبب المرض. ففي رحلة إلى نيويورك في آذار 1941 لاستلام جائزة، لاحظ أن طاقته تتلاشى ومفاصله تبدو وكأنها تنتفخ، حذاءه وياقة قميصه يضيقان، وعينيه تغمضان متورمتين في الصباح. وكان ذلك إنذاراً استدعى منه أن يرى طبيباً.

كان التشخيص مرض برايت، وهو مرض متقدم خطير يمنع الكليتين من تنقية الدم بالشكل المناسب. الوضع غير جيد، قال له الأطباء، فمرض برايت يخرب الكلى بصورة دائمة تقريباً إلى حد أن المريض يموت. عاد بولينغ وآڤا هيلين، وقد هزهما الأمر، إلى بزادينا، حيث قرر بولينغ أنه سيكافح دفاعاً عن حياته. فوضع نفسه تحت إشراف طبيب كلى متميز لامع سمع به، اسمه ثوماس أديس. كان لأديس نظريته الخاصة حول مرض برايت، وكان قد طور طريقة حمية للمعالجة كان معظم زملائه الأطباء يحسبونها نوعاً من الهواء. لكن لم يكن لدى بولينغ ما يخسره، وسرعان ما اتبع بطاعة شديدة نظام ـ حمية أديس الخالي ـ من الملح، المنخفض ـ البروتين، الغني بالموز والجيلاتين، المدعوم



سنة 1940، طوّر بولينغ هذا المقياس الأوكسجيني الذي سيتيح للغواصين إمكانية أن يقيسوا بدقة نسب الأوكسجين.

بالڤيتامينات والأملاح المعدنية. وكانت آڤا هيلين تتأكد من أنه لا ينحرف أبداً عن نظامه الغذائي متحولة إلى ممرضة له ومشرفة على حميته، وازنة بدقة كل جزء من الطعام، تقيس المقادير المغذية، مدونة كل شيء في دفتر لولبي.

والمدهش، أن برنامج أديس بدا وكأنه يجدي نفعاً. إذ بدأ بولينغ، بعد بضعة أسابيع في الفراش، يعمل نصف أيامه بعد أربعة أشهر ذهب تورمه، وبعد ستة عادت طاقته الجسدية الذهنية إلى حالتها العادية. «بعد ذلك بسنوات كثيرة» تذكر أحد أصدقاء بولينغ، «بدا لي وكأن بولينغ يصغر سناً كل عام بدلاً من أن يكبر». لقد ظل بولينغ 15 عاماً على حمية البروتين ـ المنخفض عازياً بقاءه على قيد الحياة وصحته الجيدة لأديس.

على أن طاقته المتجددة كلها ذهبت إلى الجهد الحربي. إذ بعد أن أعلنت الولايات المتحدة الحرب في كانون الأول 1941، تحول باحثوا الكالتيك من بنية الكون إلى تصميم الأعتدة الحربية والمواد الدفاعية، كما أصبحت مختبرات بولينغ خلايا نحل تبحث في المتفجرات، دافعات الصواريخ ومصل الدم الاصطناعية من أجل الجنود الجرحى. كان بولينغ غالباً ما يسافر، يزور مصانع الذخائر ويقدم النصيحة العلمية للهيئات الحكومية. كما شارك في تصميم وبراءة اختراع قذيفة خارقة ـ للدروع. بل كان لديه فرصة في الانضمام إلى

obeikandl.com

مشروع الحرب الأكثر أهمية، عندما دعاه روبرت أوبنهايمر للالتحاق بمجموعة سرية للغاية في لوس ألاموس، نيومكسيكو، كانت تعمل لتطوير القنبلة الذرية. لكن بولينغ، الذي كان يكره أن ينفصل عن عائلته أو يغير مكان إقامته، رفض العرض. «ليس لأنني شعرت أنه من الخطأ أن أعمل في تطوير الأسلحة النووية» قال بولينغ «بل لأنه كان لدي أعمال أخرى أعمل بها».

لم تكن سنوات الحرب سنوات سهلة على أسرة بولينغ، فقد كان باستطاعتها، من ساحة منزلها في التلال المطلة على بزادينا، أن تسمع دوي الانفجارات من مختبرات أبحاث البارود في الكالتيك. وكان هناك إنذارات الغارات ـ الجوية وتقنين الطعام والوقود. زرعت آڤا هيلين الخضروات في حديقة المنزل للأسرة، كما ساعدت في أعمال المختبر في الكالتيك الذي كان يطور المطاط الصناعي ثم تدربت كحارسة غارات جوية.

كذلك اتخذت زوجة بولينغ موقفاً متشدداً حيال الاعتقال الإجباري ليابانيي الساحل الغربي، الأمريكيين الذين، حرصاً من الحكومة على منع التجسس والقلاقل خلال الحرب، جمعتهم الحكومة في ما شعرت آڤا هيلين وآخرون أنها معسكرات اعتقال أمريكية. ولكي تحتج على هذا الإجحاف بدأت عملية تطوع في مكتب لوس أنجلوس لـ«اتحاد الحريات المدنية الأمريكي» الذي كان يقاوم الاعتقال.

كل هذا كان يعني أن أولاد بولينغ كانوا يرون والديهما أقل فأقل. لهذا فإن لينوس الصغير، بعد فترة قلقة من الإقامة في مدرسة ثانوية، تطوع في فرقة جوية وغادر البيت عند نهاية الحرب. أما الأولاد الآخرون فكانوا يحسون بدرجات متفاوتة من الوحدة والعزلة.

لم تكن الحرب سهلة على أحد. لكن كان لابد من تقديم تضحيات إن كان على «نظام العالم المرتب» الذي اقترحه بولينغ، أن يعاد صنعه كله من جديد.

obeikandl.com