أسرار الجمال والحيوية والرجولة

العلم الكامن وراء المنتجات التي تحب شراءها

جون إيمسلي

أسرار الجمال والحيوية والرجولة

أسرار الجمال والحيوية والرجولة

العلم الكامن وراء المنتجات التي تحب شراءها

تأليف
جون إيمسلي

ترجمة
فايقة جرجس

مراجعة لغوية: حسام بيومي
مراجعة علمية: أ.د./ محمد صبري عبد المطلب

كلمات عربية

أسرار الجمال والحيوية والرجولة

Vanity, Vitality, and Virility

جون إيمسلي

John Emsley

الطبعة الأولى ١٤٣٢هـ-٢٠١١م
رقم إيداع ١٩٠٢٧/ ٢٠١٠
جميع الحقوق محفوظة للناشر كلمات عربية للترجمة والنشر
(شركة ذات مسئولية محدودة)

كلمات عربية للترجمة والنشر
إن كلمات عربية للترجمة والنشر غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره
وإنما يعبّر الكتاب عن آراء مؤلفه.
كما أن كلمات عربية للترجمة والنشر والمترجم والمراجع غير مسئولين عن أي تصرف فردي أو أضرار قد تقع نتيجة استخدام أي عقار أو وصفة ذُكرت بالكتاب، ويجب استشارة طبيب قبل تجربة أي عقار أو مواد ورد ذكرها في الكتاب.
ص.ب. ٥٠، مدينة نصر ١١٧٦٨، القاهرة
جمهورية مصر العربية
تليفون: ٢٢٧٢٧٤٣١ ٢٠٢+ **فاكس:** ٢٢٧٠٦٣٥١ ٢٠٢+
البريد الإليكتروني: kalimatarabia@kalimatarabia.com
الموقع الإليكتروني: http://www.kalimatarabia.com

إيمسلي، جون
أسرار الجمال والحيوية والرجولة: العلم الكامن وراء المنتجات التي تحب شراءها / جون إيمسلي . - القاهرة : كلمات عربية للترجمة والنشر، ٢٠١١.
٢٩٢ص، ١٦,٠×٢٣,٠سم
تدمك: ٠ ٧١ ٦٢٦٣ ٩٧٧ ٩٧٨
١- الكيماويات
٢- الصناعات الكيميائية
أ- العنوان

٦٦١

يمنع نسخ أو استعمال أي جزء من هذا الكتاب بأية وسيلة تصويرية أو إليكترونية أو ميكانيكية، ويشمل ذلك التصوير الفوتوغرافي والتسجيل على أشرطة أو أقراص مضغوطة أو استخدام أية وسيلة نشر أخرى، بما في ذلك حفظ المعلومات واسترجاعها، دون إذن خطي من الناشر.

Arabic Language Translation Copyright © 2011 Kalimat Arabia
Copyright © John Emsley, 2004
Vanity, Vitality, and Virility: The Science Behind the Products You Love to Buy was originally published in English in 2004. This translation is published by arrangement with Oxford University Press.
نُشر كتاب **أسرار الجمال والحيوية والرجولة: العلم الكامن وراء المنتجات التي تحب شراءها** أولًا باللغة الإنجليزية عام ٢٠٠٤. نُشرت هذه الترجمة بالاتفاق مع مطبعة جامعة أوكسفورد.
All Rights Reserved.

المحتويات

شكر وتقدير	٧
مقدمة	٩
١- مستحضرات التجميل	١٣
٢- الحيوية	٤٩
٣- القدرة الجنسية والعقم والفياجرا	٩٥
٤- حرب الجراثيم	١٣٥
٥- العقل مكمن الأسرار	١٧٥
٦- بوليمرات متنكرة	٢١٣
ملحق	٢٤٩
مسرد المصطلحات	٢٦٥
ملاحظات	٢٧٩
قراءات أخرى	٢٨٥

شكر وتقدير

أثناء تأليف هذا الكتاب، طلبت من بعض الأصدقاء والزملاء والمعارف، ممن أعرف درايتهم الجيدة بالموضوعات المختلفة المطروحة هنا، قراءة أجزاء منه، وإعطائي تعليقاتهم. وكانت مساعدتهم لا تُقدر بثمن، ولهذا أود أن أعبر عن جزيل شكري لهم.

ومن ساعدوني في إعداد الفصل الأول على أكمل وجه هم: مؤلف الكتب العلمية الشهير فيليب بول، والمستشار جون وودرف، وجون بولينجتون، مدير إدارة شئون المستهلكين والعلاقات الخارجية بشركة ليفر فابرجيه. والتمست أيضًا مساعدة أعضاء آخرين من تلك الشركة، لا سيما د. جراهام كاتون، ود. مارتن جونز، ود. ماريا لابدزكا، الذين أدلوا بتعليقات نافعة على محتويات هذا الفصل. وأسدى كل من د. توم كويلتيت، مؤلف كتاب «الطعام ومحتواه الكيميائي»، والسيدة هيلين جلاين-دافيز، أخصائية النظم الغذائية المعتمدة بمستشفى لوتن أند دانستابل، نصيحة مفيدة حول الفصل الثاني. وراجع كل من د. نيك لين، الكاتب العلمي ومؤلف كتاب «الأكسجين» الأكثر مبيعًا، من مقاطعة مايدا فيل بلندن، وزوجته آنا، التي تعمل طبيبة، الفصلين الثالث والخامس. واستشرت د. ديف ألكر بشركة فايزر حول الجزء الخاص بالفياجرا، في حين تحقق د. توم ويلتون، بكلية إمبيريال في لندن، من الأجزاء الأخرى بالفصل الثالث، وراجعت د. مارجريت رايمان بمركز التغذية وسلامة الغذاء بجامعة سيري، جيلفيد، الجزء المتعلق بالسيلينيوم، وأمدتني ببعض المعلومات الحديثة حول دور هذا العنصر في صحة الإنسان. ودققت أنجيلا أسيبا، مديرة قسم المعلومات عن الماس بشركة دي بييرز، لندن، في الجزء الخاص بالماس بالفصل الثالث. وكانت د. كلير لاروزا بشركة ليفر فابرجيه خير عون في الفصل الرابع، لا سيما في الجزء المتعلق بالمكروبيولوجيا. وأسدى د. فريدريك سوسنا بشركة ديجوسا

إيه جي بألمانيا نصائحه حول البوليمرات المضادة للميكروبات. واطلع د. جاك ليمن، الذي يعمل بشركة كيمبرلي كلارك، على الجزء الخاص بالحفاضات ذات الاستخدام الواحد المذكور في الفصل السادس. وقدم كل من جو هارتوب بشركة ريجلي، بليمث، وكريس بريل بشركة ريجلي، شيكاغو، معلومات حول العلك. أما الجزء الخاص بالأسفلت الهامس، فقد اطلع عليه أشخاص يعملون بشركة كراتون بوليمرز: روجر مورجان، المدير العالمي بالمملكة المتحدة، وستيفن إيفانز، المدير التجاري العالمي بلندن، ووليم فونك، مدير كراتون بوليمرز هولدنج بي في، ومقرها أمستردام. وأقدم شكري أيضًا إلى مايكل بيرج الذي لفت نظري إلى أخبار علك الفياجرا. أما الملحق ومسرد المصطلحات فأنا أتحمل مسئوليتهما بالكامل.

ووافق بضعة أصدقاء مقربين على تحمل عبء قراءة النص بأكمله، لا سيما والتر ساكسون بنيويورك، الذي أمدني بالمزيد من المعلومات حول بيروكسيد الهيدروجين وأولى محاولات التصوير الفوتوغرافي التي قام بها جوزيف نيسيفور نييبس، والبروفيسور ستيف والسيدة روز لي بجامعة كامبريدج، اللذين قدما أيضًا العديد من الاقتراحات البناءة.

وأتقدم بشكر خاص إلى د. مايكل رودجرز، محرري في دار نشر أكسفورد يونيفرسيتي بريس، الذي شجعني على تأليف الكتاب، واطلع عليه إبان مراحله المختلفة، بما في ذلك مرحلة المفاوضات مع وكيلي باتريك والش بوكالة كونفيل أند والش الأدبية بسوهو، لندن، الذي أكن له أيضًا كل الامتنان والتقدير.

وأخيرًا لا بد أن أتوجه بالشكر لزوجتي جوان، وأفراد عائلتي الآخرين لصبرهم في الإصغاء إليّ وأنا أتحدث مرارًا وتكرارًا عن موضوعي المفضل: دور الكيمياء والمواد الكيميائية في الحياة اليومية؛ الدور الذي لطالما أُسيء فهمه إلى حد بعيد.

مقدمة

الشك هو أصعب شيء يمكن أن نعايشه، وتعقيدات الحياة المعاصرة تقود إلى المزيد والمزيد من الشك، وخصوصًا بشأن أمور تؤثر في حياتنا، ونشعر بأننا لا نملك إلا سيطرة محدودة عليها. هل سأحصل على عمل؟ هل سأفقد وظيفتي؟ هل سيتخطاني أحد في الترقية؟ هل سأستطيع سداد ديوني؟ هل سأتعرض للسطو؟ ماذا لو تركتني شريكة حياتي؟ أمن الممكن أن أُصاب بالسرطان؟ هل أطفالي في مأمن؟ أسيلقى أحد أحبائي نحبه؟ ليست هذه هي القضايا التي سيتعرض لها هذا الكتاب، لكن هناك مخاوف أخرى ربما تكون قد أزعجتك، وهي ما أود أن أعالجه هنا. إنها الشكوك والمخاوف التي قد تساورك بشأن الكثير من المنتجات التي نستخدمها في حياتنا اليومية؛ مثل مستحضرات التجميل والكيماويات المنزلية، أو تلك التي نصادفها أحيانًا، مثل الأدوية المستخدمة لعلاج الاضطرابات الجنسية أو النفسية، أو تلك التي نتناولها لكن يساورنا القلق بشأنها، مثل أنواع الدهون المختلفة. وليس الهدف من هذا الكتاب أن أريح ذهنك فحسب بشأن القضايا المثارة حول هذه الكيماويات المختلفة، ولكن أيضًا أن يصبح كتابًا ينعم به أولئك الذين يبتغون ببساطة معرفة المزيد عن بعض الكيماويات التي باتت الآن جزءًا لا يتجزأ من حياتنا.

إن كثيرين من الناس ينظرون الآن إلى أي مادة تُوصف بأنها «مادة كيميائية» على أنها مصدر للإزعاج، وفي الوقت نفسه، يرون المواد الطبيعية محبذة في حد ذاتها لأنها خالية من المخاطر. وبصفتي كيميائيًّا، أرى هذه المقارنة غير منطقية، ومع ذلك فهي متفشية لسوء الحظ. وليس ما أصبو إليه في هذا الكتاب أن أثبت أن الكيماويات آمنة والمواد الطبيعية مصدر للخطر؛ فالحقيقة هي أن الكثير من الكيماويات تعد بالغة الخطورة، وأن معظم المواد الطبيعية آمنة تمامًا. إن ما أود أن أوضحه أن الكثير من الأشياء التي نأخذها كأمر مسلم به في حياتنا هي نتاج

الكيمياء، وأنها حقًا تجعل الحياة أفضل، وأننا مخطئون عندما نترك للشك مكانًا بشأنها.

لقد ولت الأيام التي كانت فيها الصناعة الكيميائية مهملة وغير مبالية، ولكن حتى في سنواتها الأولى كانت مسئولة عن إنقاذ ملايين الناس من حياة عمتها القذارة، وندرة الموارد، والأمراض، والكآبة، والفقر، وما قد أُنجز في العالم الغربي منذ خمسين عامًا مضت يمكن أن ينعم به الجميع الآن. ويكمن التحدي في نشر الفوائد دون المساس بسلامة البيئة، باستخدام الموارد المتجددة فحسب، وليس هناك ما يعلل لماذا لا يمكن القيام بذلك. وحقًا يمكنني أن أتخيل أنه بنهاية هذا القرن سيكون من شأن الصناعة الكيميائية أن تحيل المخلفات إلى منتجات نافعة في المصانع الكيميائية التي لن تشغل سوى جزء ضئيل من المساحة المطلوبة الآن، بل وربما ستقع تحت الأرض، ودون تفريغ أي مخلفات في البيئة.

وفي الوقت نفسه، يجدر بنا أن نكون منتبهين لما يمكن أن تنجزه الكيمياء، وما لا يمكن أن تنجزه، وهذا الكتاب يسلط الضوء على أدوارها وأوجه قصورها في مجالات مثل مستحضرات التجميل، والطعام، والجنس، والصحة، والسلامة النفسية. وقد خصصت فصلًا بعنوان «بوليمرات متنكرة»، أوضح فيه كيف أن الكيمياء توثر في مجالات قد لا تتوقعها، أو حتى قد لا تستسيغها. وأخيرًا يوجد ملحق ألقي فيه الضوء على مخاطر المعارضة الحالية واسعة الانتشار لكل ما هو «كيميائي»، وأحاول أن أقنع أولئك «المتشككين في الكيمياء» وأولئك الذين يعانون «رهاب الكيمياء» بأن شكوكهم ومخاوفهم لا أساس لها من الصحة.

وقد حاولت أن أجعل من هذا الكتاب صديقًا للقارئ، وكي أفعل ذلك تحاشيت قدر المستطاع استخدام اللغة الاصطلاحية المتخصصة. وما أصبو إليه هو ضمان أن يستطيع أي شخص متعلم أن يفهم ما كتبته، سواء أكانت لديه خلفية علمية أم لا. وقد التزمت باستخدام الأسماء المألوفة الشائعة للمواد الكيمائية، وأرجو أن يتفهّم أولئك الذين لديهم شهادة في الكيمياء، لا سيما أولئك الذين يُدرّسون الكيمياء، الدواعي التي دفعتني للقيام بذلك، وأن يسامحوني على عدم استخدام الأسماء العلمية. وقد تحاشيت بالمثل تقديم التفسيرات العلمية في نص الكتاب، لكن القارئ الذي قد يرغب في المزيد من المعلومات عن موضوع معين يمكنه أن يلجأ إلى مسرد المصطلحات في نهاية الكتاب.

ولم أجد غضاضة في استخدام القليل من الصيغ الكيميائية في هذا الكتاب، وفي استخدامها بين الفينة والأخرى بدلًا من الكلمات المكتوبة. وأعرف أن بعض القراء قد

يزعجهم هذا، لا سيما إذا كان قد مر عدة أعوام على دراستهم للكيمياء في المدرسة. ولا بد أن أعترف بدافع خفي وراء استخدام الصيغ الكيميائية؛ إذ أردت أن يألف الناس هذا النوع من الاختصارات كي لا ينزعجوا عندما يصادفون مثل هذه الصيغ خارج سياق محدد. فمع أن معظم الناس يعرفون أن الصيغة الكيميائية للأكسجين هي O_2، وللماء H_2O، وللملح NaCl، ولثاني أكسيد الكربون CO_2، لا ينبغي أن تتوقف معرفتهم عند هذا الحد. فثمة احتمال كبير أن آباءهم بل وأجدادهم أيضًا قد عرفوا أكثر من ذلك، وكانوا ليدركوا على الفور أن H_2S هي الصيغة الكيميائية لكبريتيد الهيدروجين، وأن H_2SO_4 هي صيغة حمض الكبريتيك، وأن NaOH هي صيغة هيدروكسيد الصوديوم (مع أنهم ربما كانوا يطلقون عليها الصودا الكاوية)، وأن Pb هو رمز الرصاص. ولا شك أن هناك من هم علماء من بين القراء، ويرون أنه لا يوجد داعٍ لأن يهتم جزء من هذا الكتاب بتعليم الكيمياء، لكن في هذا العصر الذي يكاد أن يكون فيه الحاجز لفهم الكيمياء منيعًا في بعض الأحيان، فإنني أرغب في أن أحاول تعليمها، وأرجو منهم احتمالي.

إذن أهلًا بك في هذا الكتاب. فبين هذه الزمرة المنتقاة من المواد الكيميائية المستخدمة في حياتنا اليومية، يوجد ما تستخدمه بالفعل في الوقت الحالي، وما يساورك القلق في أنه قد يكون ضارًّا، وما ترجو ألا تحتاجه أبدًا، وما يقيك أنت وأسرتك من الأمراض، وما قد تجد فيه العزاء عندما يقسو الزمن، وما لم تكن تدرك فحسب أنه ينتمي إلى الصناعة الكيميائية في الأساس. وحالما تنتهي من قراءته، أتمنى أن تكتشف أنني قد أزلت القليل من الشكوك من حياتك، وجعلتك على قناعة بأن الرسائل التي كنت تتلقاها ممن يعانون «رهاب الكيمياء»، بل وحتى من بعض المعلنين، هي بعيدة كل البعد عن الحقيقة.

الفصل الأول

مستحضرات التجميل

وداعًا للتجاعيد!

قليلون منا هم من يتمتعون بذلك الجسد المثالي الذي لا تشوبه شائبة الذي نراه في الإعلانات والمجلات والأفلام، ومع أننا ندرك أن مثل هذا الكمال هو من صنع قسم الجرافيك أو أخصائي المكياج أكثر منه من صنع الطبيعة، فإننا ما زلنا نسعى لمحاكاته. في الحياة على أرض الواقع، يتعين علينا أن نحقق أقصى استفادة مما منحه إيانا آباؤنا، وعندئذ نلجأ للكيمياء طلبًا للمساعدة. وفي هذا الفصل، سوف نلقي نظرة على بعض المواد الكيميائية التي تزيد من جاذبيتنا، وتحمي بشرتنا، وتخفي عيوبها.

بداية نقول إن جلد الإنسان متين، بل شديد المتانة في الواقع حتى إن عددًا محدودًا نسبيًّا من المواد الطبيعية يمكنها اختراقه. ويتألف الجلد من عدة طبقات: الطبقة الخارجية تعرف باسم البشرة، وتتكون من طبقة علوية تسمى الطبقة القرنية، وطبقة أعمق تسمى الطبقة القاعدية، حيث تتكون خلايا الجلد.[1] وتُدفع الخلايا إلى أعلى من الطبقة القاعدية حتى تصبح هي الخلايا الميتة للطبقة القرنية، وتُزال أو تُذرّى كالتراب. وتستغرق حياة خلية الجلد من المهد إلى اللحد نحو شهر، وبينما تبدأ بشرتنا في إظهار علامات الشيخوخة، لا بدّ أن نشن حربًا دائمة كي نحافظ على مظهرها الشاب. وبمساعدة الكيمياء، يمكننا أن نضمن الحد من بعض التلف الناجم عن مرور الزمن، أو على الأقل إخفاءه.

وثمة الكثير من المواد الكيميائية التي تُستخدم في مستحضرات التجميل ومنتجات التجميل الأخرى. وقد لا تجلب الادعاءات التي تروج لها في الإعلانات سوى ابتسامة

ساخرة تداعب وجهك نظرًا لأنها على ما يبدو تعد بالكثير جدًّا. هل بمقدورها حقًّا أن تزيل التجاعيد وتجعلنا نبدو أصغر من جديد؟ الإجابة لا، لكنها ليست «لا» مطلقة؛ لأن المكونات التي تستخدم الآن في مستحضرات التجميل يمكنها أن تخفف مظهر التجاعيد، حتى إن كانت لا تزيلها تمامًا. بل إنها قد تكون قادرة على تحقيق ذلك باستخدامها على مدى عشرين عامًا، وحقًا هناك تقدم فعلي نحو تحقيق هذا الهدف أنجز في الماضي. وعلى مدار سنوات، أحدثت الكيمياء طفرة في عالم العناية بالبشرة ومستحضرات التجميل، مثلًا بجعل أحمر الشفاه غير قابل للإزالة تقريبًا، وإعطاء مستحضرات التجميل ملمسًا ناعمًا على البشرة. والأهم من ذلك أن المواد الكيميائية يمكنها أن تحمي البشرة من التلف الذي تلحقه بها الشمس، ويمكنها أيضًا أن تمنح بشرة برونزية في التو، وحتى يمكنها تفتيح البشرة الداكنة.

ومن بين المواد التي تقوم بهذه المعجزات الصغيرة أحماض ألفا هيدروكسي AHAs، وحمض الريسينوليك، والإيوسين، وثنائي هيدروكسي أسيتون DHA، والهيدروكينون، وايثيل هيكسيل ميثوكسي سينامات، وثاني أكسيد التيتانيوم، ونتريد البورون، والليبوسومات.

أحمر الشفاه

> أحمر الشفاه هو أكثر مستحضرات التجميل جاذبية، وما أن أُخترع حتى صار من المستحضرات التي لا غنى لمعظم النساء عنها، على الرغم من كثرة العيوب التي كانت تشوب الأنواع القديمة منه، إذ كانت سهلة الكسر والزوال والتزنخ. واليوم يخلو أحمر الشفاه من هذه العيوب، ويظهر في مدى متعدد من اللون والملمس.

ولعل السبب في أن أصبحت الشفاه ذات اللون الأحمر الفاقع جزءًا مقبولًا من الجمال الأنثوي يُعزى إلى الأفلام الملونة في ثلاثينيات القرن الماضي؛ فعلى مدار قرون، افتُرض أن هذه الشفاه لا تُرى إلا على الغواني والممثلات. كانت عملية التصوير بالألوان تنزع إلى جعل الشفاه تبدو حمراء على نحو مبالغ فيه، لكن مع ذلك، كانت أفلام هوليود تضع معايير أراد الكثيرون أن يحاكوها، وأفضل طريقة لطلاء الشفاه باللون الأحمر كانت باستخدام أحمر الشفاه. وخلق هذا حاجة إلى منتج كان قد أبتُكر قبل ذلك الحين بعشرين عامًا، واستمرت شعبية أحمر الشفاه إلى يومنا هذا.

وحقًا لعبت الأغاني الشعبية دورًا في تعزيز صورة أحمر الشفاه، مثل الأغنية الرومانسية التي حققت نجاحًا هائلًا في عام ١٩٣٥ التي كتبها هولت مارفيل «هذه الأشياء التافهة تذكرني بكِ»، والتي تبدأ بعبارة «سيجارة تحمل آثار أحمر الشفاه ...»، وأغنية «أحمر شفاه على ياقتك»، التي كتبها كل من إدنا لويز وجورج جيورنج في عام ١٩٥٩، وقد مزجا فيها «لمسة» من الخداع والإثارة. واليوم تنفق المرأة الأمريكية نحو ٧٠٠ مليون دولار سنويًّا على أحمر الشفاه، وعلى الصعيد العالمي يكاد يتجاوز إجمالي النفقات على أحمر الشفاه أكثر من ضعف هذا المبلغ.

وقد اعتادت المرأة قديمًا أن تجمل لون شفتيها، ولعل أول من قام بذلك هم قدماء المصريين، واستخدموا في ذلك صبغة نبات الحناء. وكانت توجد أيضًا صبغة بديلة قرمزية اللون تسمى الفيوكس تُستخرج من النباتات أيضًا. ويبدو أيضًا أن بعض النساء استخدمن الزنجفر، وهي الصبغة ذات اللون الأحمر الزاهي التي كان يستخدمها الرسامون (بمن فيهم رسامو الكهوف منذ ٢٠٠٠٠ سنة)، لكن لم يعد يُنصح باستخدامها لأنها عبارة عن أكسيد الزئبق السام.

وصنع موريس ليفي أول أحمر شفاه بيع في عبوة بها إصبع منزلق في عام ١٩١٥ بالولايات المتحدة. وكان ملونًا بصبغة الكارمين؛ وهي صبغة طبيعية مستخرجة من مادة الكوتشنيل التي تفرزها حشرة حمراء صغيرة تعرف بالدودة القرمزية تتكاثر على نوع من الصبار موطنه الأصلي المكسيك. (أنثى هذه الحشرة هي التي تنتج الصبغة.) وكانت مشكلة أحمر الشفاه البدائي أنه لم يكن ليثبت، أو بعبارة أخرى كان يلطخ كل ما يطوله تاركًا آثارًا قوية على الأكواب والخدود والسجائر؛ والياقات. وكان الحل في استخدام عوامل ملوِّنة «تصبغ» الجلد باللون الأحمر، وبالفعل ظهرت تلك العوامل في عام ١٩٢٥، وظلت رائجة على مدار جيل بأكمله من النساء، إلى أن استُبعدت حينما رفض الجيل التالي الشفاه ذات اللون الأحمر الزاهي في ستينيات القرن الماضي.

إن متطلبات أحمر الشفاه المثالي صعبة جدًّا من الناحية التقنية؛ إذ لا بد أن يعطي اللون والأثر المرغوبين، سواء كان مطفأ أو لامعًا أو براقًا أو مصقولًا أو متألقًا كاللؤلؤ. وينبغي أن يُوزع أحمر الشفاه بالتساوي، ولا يكون ذا ملمس دهني، وأن يكون مذاقه محايدًا، ويدوم طويلًا، وبالطبع أن تتعذر إزالته تقريبًا. وينبغي أن يكون إصبع أحمر الشفاه نفسه سلسًا عند وضعه على الشفاه، سواءً كان الطقس باردًا أو دافئًا؛ وينبغي أن يحتفظ بشكله ولا ينكسر؛ ولا ينبغي أن يتأثر بالرطوبة

أو الهواء؛ ولا ينبغي أن يأوي الجراثيم؛ ولا يُصنع من مواد سامة أو تمثل خطورة على الصحة، وهي معايير صارمة كما نرى. ولم تتحقق كل هذه المتطلبات حتى الآن، ولكن معظمها قد تحقق.

إن الشفاه جزء حساس للغاية من جسم الإنسان؛ فجلد الشفاه مغطى بطبقة قرنية رقيقة تحتوي على القليل من الأنسجة الدهنية، ولهذا تجف بسهولة. وعادة ما ترجع الرطوبة إلى الشفاه عن طريق حركة لعق الشفاه، لكن حتى هذا غير كافٍ للتغلب على الأحوال الجوية القاسية المسببة للجفاف مثل تلك التي نجابهها في الطقس المتطرف. وعليه من الأفضل أن تُطلى الشفاه بطبقة من مادة دهنية تُستخرج من النبات أو الحيوان أو تنتجها شركة مواد كيميائية. لهذا يحتوي بلسم الشفاه على مكونات مثل زيت الخروع الذي يستخرج من النباتات، أو اللانولين المستخرج من صوف الماشية، أو الهلام النفطي (الفازلين على سبيل المثال) الذي ينتج عن تكرير البترول، أو السليكون الذي يصنع كيميائيًّا.

وعادة ما يكون لأحمر الشفاه التركيب الآتي:[٢]

صبغة	٥٪
ثاني أكسيد التيتانيوم	١٠٪
زيت	٤٠٪
شمع	٢٠٪
مرطب للبشرة	٢٥٪

ويُحبذ أن يكون الزيت والشمع المستخدمان يمدان معًا الشفاه ببلسم رطب ناعم، بينما يسمحان لإصبع أحمر الشفاه أن يظل متماسكًا بداخل وعائه. وينبغي لأحمر الشفاه أيضًا أن يظل صلبًا في درجة حرارة تصل إلى ٥٠ درجة مئوية. وقد استخدمت كل أنواع الزيوت في أحمر الشفاه، بما فيها «الزيوت الطبيعية» (انظر المسرد) مثل زيت الزيتون، وزبدة الكاكاو، والزيوت المعدنية (المعروفة أيضًا باسم البرافين السائل) التي تنتج عن الصناعات البتروكيميائية. واليوم يحبذ استخدام زيت الخروع الذي يتمتع أيضًا بميزة أخرى هي أنه يكون طبقة قوية ولامعة عندما يجف بعد وضعه. ويكاد يحتوي نصف وزن إصبع أحمر الشفاه لبعض الماركات على زيت الخروع النقي. وتُصنع بدائل زيت الخروع كيميائيًّا، وتكون هذه البدائل عديمة اللون والرائحة وغير سامة وغير دهنية.

ويعد «الشمع» (انظر المسرد) مكونًا ضروريًّا في أحمر الشفاه كي يمنحه الشكل المطلوب، والمواد الشمعية المألوفة هي شمع العسل، وشمع الكارنوبا، وشمع الكانديلا. وشمع العسل أفضلها، وهو كيميائيًّا خليط من حمض السيروتيك والميريسين، وينصهر عند ٦٣ درجة مئوية. وقد استُخدم على مدار قرون على نطاق واسع في مواد تلميع الأثاث والشموع وحتى في الأدوية. أما شمع الكارنوبا فيخرج من أوراق شجر صنوبر أمريكا الجنوبية ويُعرف أيضًا بالشمع البرازيلي. وهو أكثر صلابة، وينصهر عند ٨٧ درجة مئوية، وكان يستخدم قبلًا أيضًا في مواد التلميع والشموع وكمادة مقاومة للماء، ولا يزال المكون الأساسي في شمع السيارات. والمكون الأساسي لهذا الشمع كحول الكارنوبيل. وينتج شمع الكانديلا في المكسيك، ويستخرج من نبات الكانديلا. وهو ينصهر عند ٦٧ درجة مئوية، ولا يستخدم إلا عندما يرتفع سعر شمع العسل وشمع الكارنوبا ارتفاعًا شديدًا. وهو نفس الشمع الذي كان يستخدم في وقت من الأوقات في شمع الأختام، ولا يزال يستخدم في وثائق الدولة لأنه يحتفظ بالختم الرسمي.

أما اللانولين الذي يستخرج من صوف الأغنام، فكان يُرى في وقت من الأوقات أنه يثير تفاعلًا ناشئًا عن الحساسية لدى البعض. وقد ثبت الآن أن هذا ليس صحيحًا، ومرة أخرى أصبح مكونًا رئيسيًّا في بعض مستحضرات التجميل، مع أنه نادرًا ما يُذكر بسبب التخويف الإعلامي الذي أُثير حوله من قبل. وتحتوي بعض ملمعات الشفاه على ما يزيد على ٧٠٪ لانولين، بينما قد تحتوي ظلال الجفون على ما يزيد على ٥٠٪، وأحمر الشفاه على ما يزيد على ٢٥٪. وفعليًّا تُضاف الآن نسبة مئوية محدودة منه للعديد من كريمات تنظيف الوجه، وكريمات الأساس، وكريمات تنظيف اليد، وكريمات الليل، والشامبوهات، والمستحضرات الواقية من أشعة الشمس. لكن نجاح اللانولين في المستقبل غير مضمون؛ لأن البعض لا يزال يرتاب في سلامته، وهناك أدلة على أنه يسبب التهاب الجلد التماسي لدى البعض.

والصبغة أو المادة الملونة هي التي تعطي لون أحمر الشفاه، الذي غالبًا ما يكون درجة من اللون الوردي أو الأحمر. وأشهر الصبغات المستخدمة هي D&C برتقالي رقم ٥، وD&C أحمر رقم ٢٢. ويشير الاختصار D&C إلى قائمة الأدوية ومستحضرات التجميل التي تقرها هيئة الغذاء والدواء بالولايات المتحدة. والاسم الكيميائي لهاتين الصبغتين هو λ-4′,5′ ثنائي بروموفلوريسين و2′,4′,5′,7′-رباعي بروموفلوريسين على التوالي؛ وتحتوي الصبغة الأولى على ذرتي برومين في الجزيء، (وهو ما يشار

إليه بالمقطع داي بمعنى اثنين)، في حين تحتوي الصبغة الثانية على أربع ذرات (وهو ما يشار إليه بالمقطع تترا بمعنى أربعة). وتُعرف هذه الصبغة أيضًا بالاسم المبسط إيوسين.

وتُصنع هذه الصبغات من الفلوريسين، وهو ذاته صبغ أصفر، وعندما يتفاعل الفلوريسين مع البرومين، يقترن بذرتين منه ويتحول إلى اللون البرتقالي. وعند إضافة ذرتين أخريين من البرومين، يصير الإيوسين الأحمر، مع مسحة زرقاء خفيفة. ويمكن تكثيف اللون عن طريق تحويله إلى صبغ اللّيْك؛ المصطلح الفني الذي يطلق على الصبغة التي تمتص في سطح المواد غير العضوية مثل الألومينا. ويتحدد اللون الأخير الذي تأخذه الصبغة بتفاعلها الكيميائي مع بروتين البشرة. وترتبط مجموعات الأمينو بالبروتين بالصبغة، ولا تجعلها ثابتة تقريبًا فحسب، بل أيضًا تحولها إلى اللون الأحمر الداكن.

ويُوضع ثاني أكسيد التيتانيوم في أحمر الشفاه لنفس الغرض الذي يُضاف من أجله إلى الدهانات؛ وهو قدرته الرائعة على التغطية، ولكن في حالة أحمر الشفاه، يفيد بياضه في غرض آخر، ألا وهو تخفيف لون الصبغات الحمراء كي تعطي درجات متعددة من اللون الوردي. وبالطبع ليس كل أحمر الشفاه ذا لون أحمر أو وردي. وبحثًا عن طرق لجذب الانتباه في عالم مليء بمشتتات لا حصر لها، وربما أيضًا لإحداث أثر صادم، طلت بعض النساء — والرجال — شفاههن بكل درجات ألوان الطيف، بل وحتى بالأسود.

وقد عانى الكيميائيون الذين يوظفهم مصنعو أحمر الشفاه أشد المعاناة كي يتغلبوا على مشكلة عدم وجود صبغات جديدة. وعلى الرغم من توافر كل أنواع الألوان الرائعة، تكمن المشكلة في الحصول على موافقة الوكالات مثل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية. وبدلًا من قضاء السنوات في إجراء الاختبارات لإثبات أن الصبغة الجديدة آمنة تمامًا، وهو أمر خطير ومكلف ويمكن أن يخفق بسهولة، يعتمد الكيميائيون الآن على التكنولوجيا لإنتاج الدرجات اللونية والمؤثرات التي تمليها الموضة. ويمكن أن تستخدم الصبغات متعددة الطبقات لخلق أي لون، وهي تعتمد على الطريقة التي تعكس بها الضوء عندما تترسب على سطح جسيم ثاني أكسيد التيتانيوم. ويمكن أن ينعكس الضوء الذي يضرب مثل هذا الجسيم وينكسر ويتشتت بطرق يحددها سطحه، وليس اللون الأصلي لجزيء الصبغة.

ويمكن أن تحسن أيضًا إضافة جسيمات كروية صغيرة، التي تُعرف باسم الكرات الدقيقة، من ملمس أحمر الشفاه، إذ تجعله أقل دهنية، وعاكسًا أكثر للضوء.

وتُصنع هذه الكرات الدقيقة من بوليمر عديد الميثيل ميثاكريلات، الذي يتكثف ثم يطلق ببطء مكونات أخرى مثل فيتامين هـ، وحمض الفوليك، وبوليمرات الفلورين، ويُقال إن جميعها مفيد للبشرة. بالإضافة إلى أن بوليمرات الفلورين لها فوائد أثناء عملية التصنيع؛ إذ إنها لا تمنح أحمر الشفاه ملمسًا ناعمًا ورائعًا فحسب، بل تمنعها أيضًا من الالتصاق بقوالب التصنيع.

ولتصنيع إصبع أحمر الشفاه، تُسخن كل المكونات وتُقلّب إلى أن تمتزج امتزاجًا تامًّا، ثم يُصب السائل الساخن في قوالب معدنية تبرد بعد ذلك ليتكون إصبع الشفاه. ويُحرق الإصبع لنصف ثانية كي تُضفى عليه لمسة أخيرة ناعمة ولامعة ولكي تُزال أية شوائب. ويحتوي إصبع الشفاه اللامع على نتريد البورون (انظر أسفل) الذي يضفي لمعانًا وبريقًا على الشفاه. ويحتوي البعض على جزيئات الميكا أو السليكا لمنح المزيد من اللمعان. أما أحمر الشفاه الباهت أو المطفأ فيحتوي على مزيد من الشمع والصبغة، مما يضيف إلى ملمسه ويقلل لمعانه. ويحتوي أحمر الشفاه اللامع على زيت أكثر وشمع أقل، مما قد يجعله لينًا لحد يصعب معه أن يكون له قوام إصبع الشفاه الصلب، ومن ثم يُباع المنتج في أوعية صغيرة كتلك التي لملمع الشفاه. أما أحمر الشفاه الذي يدوم لفترات طويلة فيحتوي عادة على زيت السليكون الذي يثبت اللون.

لقد شهدت صناعة أحمر الشفاه تحسنًا كبيرًا على مدار الأعوام التسعين المنصرمة، وبفضل الكيمياء أصبح يُنظر إليه الآن على أنه جزء لا يتجزأ من جاذبية المرأة، وهو أحيانًا ما يُصمم خصيصًا ليؤدي إلى ذلك النوع الآخر من الكيمياء بين الرجل والمرأة. ولكن بينما قد تتحدث شفاه المرأة لغة واحدة، قد يخبرنا باقي وجهها بقصة أقل جاذبية، وعندها ربما تلجأ مرة أخرى لعلم الكيمياء.

الكريمات المضادة للشيخوخة: أحماض ألفا-هيدروكسي (AHAs)

يطلق المعلنون عن مستحضرات التجميل المضادة للتجاعيد على أحماض ألفا هيدروكسي أحماض الفواكه الطبيعية، وتستطيع هذه الأحماض بالفعل تحسين البشرة عن طريق اختراق الطبقة الخارجية وتحفيز نمو بشرة جديدة. أما مسألة أن هذه الأحماض تزيل التجاعيد فهي محل جدل، لكنها ربما — وهذا ما يصرح به المعلنون بتحفظ — «تخفف من مظهرها».

إذا كانت مهنتك تتطلب منك في المقام الأول العمل بالخارج، فإن بشرتك ستكون شديدة التجاعيد عندما تطعن في العمر، كما هو الحال مع الفلاحين، وعمال البناء، والعاملين في الحدائق، وهلم جرا. وينطبق نفس الأمر على أولئك الذين اختاروا أن يقضوا الكثير من أوقات فراغهم ينعمون بأشعة الشمس وما شابه. وربما أولئك الشجعان من محبي الشمس في ستينيات وسبعينيات القرن الماضي يندمون الآن على فعلهم لهذا دون اكتراث. ففي رأيهم يجب ألا نقول «وداعًا للتجاعيد»، لكن «نحو مزيد من التجاعيد».

فبينما نتقدم في العمر، تنذوي نضارة الشباب، ويخف سُمك البشرة، وتفقد ليونتها، وتصبح أكثر جفافًا، وتتكون التجاعيد. وما نصبو إليه هو شيء نضعه على بشرتنا فيعيد إليها نعومتها ويجعلها مشدودة ويزيل «آثار» الزمن. ومع كل عام جديد، تُطرح منتجات جديدة في الأسواق تزعم أنها تقوم بذلك، وتتجاوز الآن مبيعات مستحضرات التجميل والمنظفات الشخصية ٣٠ مليار دولار سنويًّا في الولايات المتحدة وحدها، وربما ما يزيد على ضعفي هذا المبلغ على الصعيد العالمي، وتزداد مبيعاتها وفقًا لعدد سكان العالم المتقدمين في العمر. ربما يقول أحد المتشائمين إن هذا إهدار للمال في المقام الأول، وأن لا شيء يمكنه أن يبطل التدهور الذي يصيب البشرة بالتدريج. لكن الأمر الذي سيدهشهم أن بعض الكريمات المقاومة للشيخوخة تعمل بنجاح فعليًّا، وإن كان نجاحًا محدودًا.

وتمثل «أحماض ألفا هيدروكسي» (انظر المسرد) المكونات الفعالة في الكثير من المنتجات، وهي تساعد فعليًّا في الكفاح من أجل المحافظة على شباب الوجه. لكن عندما يتعلق الأمر بالإعلانات التي تدعي أنها سوف تزيل التجاعيد، فإن القضية لا تتعلق بإزالة «الخطوط» من الوجه بقدر ما تتعلق بقراءة ما بين «الخطوط». ومع ذلك لا ينبغي أن نسمح للدعاية الإعلانية المبالغ فيها التي تحيط بهذه المنتجات أن تعمي أعيننا عما يمكن أن تقدمه هذه المنتجات فعليًّا.

في هذه الأيام، تعوق قوانين الصحة والسلامة وقوانين البيئة كيميائيي مستحضرات التجميل في بحثهم إلى حد ما، مما يجعل اختبار كل المواد الكيميائية الجديدة باهظ التكاليف للدرجة التي قد تمنعهم عن المضي قدمًا فيها. وكما هو الحال مع صبغات أحمر الشفاه، يبحث الكيميائيون الآن عن طرق أخرى لجعل المواد الحالية أكثر فعالية. ومع ذلك أوشكوا على أن يقفوا مكتوفي الأيادي في أوروبا بسبب القوانين الجديدة. ففي عام ٢٠٠٣ حظر البرلمان الأوروبي اختبار مستحضرات التجميل على

الحيوانات، ومنع بيع مثل هذه المنتجات المختبرة على الحيوانات التي تأتي من خارج الاتحاد الأوروبي. وفي عام ٢٠٠٩ مُنع منعًا باتًّا تصنيع مستحضرات التجميل التي اختبر أي من مكوناتها من قبل على الحيوانات بداخل الاتحاد الأوروبي أيضًا.

وثمة طرق أخرى، بخلاف استخدام المواد الكيميائية، لإزالة علامات الشيخوخة، مثل الجراحة التجميلية، أو علاجات الليزر، أو حقن البوتوكس. وفي الجراحة التجميلية، يُزال الجلد غير المرغوب فيه، أما في العلاج بالليزر تُزال التجاعيد، لا سيما تلك التي تحيط بالأنف والفم وتجاعيد الجبهة، بينما الحقن بالبوتوكس يشل عضلات الوجه ومن ثم يمنع البشرة من التجعد. ومع أن هذه الطرق باهظة التكاليف شائعة بين المشاهير والممثلين، الذين تمثل وجوههم بالنسبة لهم ثرواتهم، فهي لا تمثل ضرورة ملحة لمعظم الناس، مع أن العلاج بالبوتوكس متيسر الآن. ويتضمن هذا العلاج الحقن بالمادة الكيميائية التي تُصنع من البوتيولنيوم، البكتريا السامة للطعام، وعادة ما يدوم العلاج لعدة أشهر. (لا يخلو العلاج بالجراحة أو الإزالة بالليزر أو الحقن بالبوتوكس من المخاطر، لكن ربما لأن التجارب الوحيدة التي أجريت على هذه العلاجات المقللة للتجاعيد قد تمت على الإنسان، فلا بأس بها إذن.)

ويستخدم البوتوكس أيضًا لعلاج اضطرابات طبية مثل تيبس عضلات الرقبة (الذي يسبب تشنجات حادة للرقبة والكتف)، وفرط التعرق، ولعلاج حول العينين، الذي كان من أولى استخداماته التي نال بسببها التصديق عليه في الولايات المتحدة. وفعليًّا، كانت أول مرة لُوحظ فيها تأثيره على التجاعيد عندما استخدمته أخصائية في طب العيون كندية الجنسية تُدعى جين كاروثرس لتخفيف رفة العين لدى أحد المرضى، ولاحظت اختفاء التجاعيد بوجهه أيضًا. ويبشر البوتوكس أيضًا بعلاج طويل المدى للصداع النصفي، وللتحكم في التشنجات العصبية التي تصاحب مرض باركنسون. ويعمل البوتوكس عن طريق إعاقة انطلاق الأسيتيل كولين، الناقل العصبي الذي يسبب انقباض العضلات، لكن توجد أعراض جانبية تصاحب استخدامه إذا ما انتقل الدواء إلى الأنسجة المحيطة. على سبيل المثال، يمكنه أن يسبب صعوبات في البلع للمرضى الذين يُحقنون به من أجل حالات الرقبة.

وثمة طريقة بديلة لإعطاء مظهر أكثر شبابًا بإزالة الطبقة العلوية من خلايا الجلد الميتة على السطح، ويمكن فعل هذا بوسائل كيميائية. ومع أن المحاليل القلوية يمكن أن تكون أكيدة الفاعلية، فإنها أخطر من أن يستخدمها العامة أو تُباع لهم، ومن ثم يتجه معظم الناس إلى الأحماض للوصول إلى هذه النتائج. وعندما تنفصل

الطبقة العلوية من الجلد، تزيل معها العيوب السطحية والخطوط الرفيعة، على الأقل إلى حين. وعندما يتم هذا تحت إشراف طبي، تكون النتيجة تكوين قشرة أكثر سمكًا من الجلد الميت في قرابة يوم، وتُزال بالماء والصابون لتترك وراءها بشرة جديدة نضرة. وهذا يجعل الوجه محمرًّا بعض الشيء، لكنه يزول بمرور الأيام، تاركًا بشرة نضرة تدوم لبضعة أسابيع.

والعلاج الأقل حدة بهذه الأحماض متاح للاستخدام المنزلي، والبعض يشعر بارتياح عندما يعلم أن هذه الأحماض تنتجها النباتات أو توجد في اللبن.

يقولون إن اللبن يحسن البشرة،
لكن اشربه يا عزيزي، ولا تضعه عليها!

هكذا كانت تقول العبرة القديمة، لكن أيًّا كان من صاغ هذا المقطع، فقد كان ماهرًا بدرجة كبيرة، وكان يسخر من طريقة تقليدية لجعل البشرة تبدو أكثر شبابًا عن طريق غسلها باللبن. وقد كانت الفتيات اللاتي يحلبن اللبن في الماضي تشتهرن ببشرتهن النضرة، وجمالهن الأخاذ، وكانت كليوباترا ملكة مصر (٦٩–٣٠ قبل الميلاد) تشتهر باستحمامها في لبن الحمير. وهي لم تكن بذلك الصنيع تتصرف بحماقة، ولا أولئك الذين كانوا يضعون عصير الليمون على بشرتهم. فاللبن والليمون — والكثير من المواد الطبيعية الأخرى — يحتويان على أحماض ألفا هيدروكسي، والتي يمكن أن يكون لها تأثير مفيد بالمساعدة على إزالة الطبقة العلوية من الجلد.

وأكثر المصادر الطبيعية غنى بأحماض ألفا هيدروكسي هي قصب السكر الذي يحتوي على حمض الجليكوليك، واللبن الذي يحتوي على حمض اللاكتيك، والعنب الذي يحتوي على حاض الطرطريك، والليمون الذي يحتوي على حمض السيتريك، والتفاح الذي يحتوي على حمض الماليك، واللوز المر الذي يحتوي على حمض الماندليك.

وفي عام ١٩٨٤ قرر أخصائي الأمراض الجلدية إيوجين فان سكون من ولاية بنسلفانيا، أن يستخدم أحماض ألفا هيدروكسي المركزة، واختار أبسطها، وهو حمض الجليكوليك، لعلاج بشرة ٢٧ امرأة، مرتين يوميًّا على مدار ثلاثة أشهر. وكانت النتائج مذهلة؛ إذ أورد ثلثاهن وجود تراجع ملحوظ في التجاعيد. وذكرت معالجات أخرى قام بها فان سكوت وزملاؤه في دورية الأكاديمية الأمريكية لطب الأمراض الجلدية في عام ١٩٨٦، أنه بعد مرور ستة أشهر على استخدام مثل هذا العلاج، أصبحت البشرة أكثر سمكًا وتحسنت ليونتها.

وفي أوائل تسعينيات القرن الماضي، بدأت تُستخدم أحماض فواكه أخرى في العلاجات المقاومة لتجاعيد البشرة، وكذلك أُضيفت إلى كريمات الجلد. وكان بعضها يُستخرج فعليًّا من موارد طبيعية، مثل كوكتيل أحماض ألفا هيدروكسي الذي ينتج عن تخمر الفواكه. ويعطي عنب النبيذ الأبيض، على سبيل المثال، خليطًا من أحماض ألفا هيدروكسي اللاكتيك والماليك والطرطريك، بالإضافة إلى حمض البيروفيك وحمض الأسيتيك. ويعطي كل من الليمون والجريب فروت والطماطم والعنبية أمزجة أخرى من هذه الأحماض، وللحصول على مزيج أكثر غرابة، اتجه بعض المصنعين إلى الأناناس أو ثمار زهرة الآلام، أو استخدموا الفواكه وأنواع التوت الموجودة في جبال الألب السويسرية كي تجلب معها نسمة من هواء الجبل النقي، على الأقل في إعلاناتهم. وهناك إحدى الشركات، تدعى أوبتيما للكيماويات، تبيع منتجًا يُعرف باسم «حمض البحر» الذي يحتوي على أحماض ألفا هيدروكسي ناتجة عن تخمر طحلب بحري. ويتكون حمض البحر أساسًا من حمض اللاكتيك، مع بعض من حمض الماليك والبيروفيك، غير أنه يحتوي أيضًا على الكربوهيدرات التي تحسن ملمس المنتج عندما يوضع على البشرة.

وبينما يمكن أن تُستخلص أحماض الفواكه من النباتات المزروعة، قد يكون أفضل مصدر لها هي المصانع الكيماوية؛ إذ لا تكون الموارد أكثر غزارةً ورخصًا فحسب، لكن أيضًا أكثر نقاءً، وتقل احتمالية احتوائها على مكونات أخرى قد تسبب تفاعلًا ناتجًا عن الحساسية لدى البعض. وأيًّا كان مصدرها، وأيًّا كانت نقطة تفردها التي يروج لها عند البيع، فالمكونات الفعالة هي أحماض ألفا هيدروكسي.

وفي المرة الأولى التي أُكتشف فيها أن أحماض ألفا هيدروكسي قادرة على القيام بهذا الدور، كان يوجد تهافت من أجل التسويق لها. وفي حين «بدت» نتائج استعمالها طيبة، لم يكن استخدامها يخلو من المخاطر؛ لأن الكريمات احتوت على نسب عالية من هذه الأحماض، ولّما وقعت بين أيادي مستهلكين غير مهرة، كانت التركيزات العالية قادرة أيضًا على إتلاف البشرة التي تتعرض لها للمرة الأولى. وفي عام ١٩٨٩ بدأت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية تعير انتباهها لهذه المنتجات، بعدما بلغتها شكاوى من مستهلكين قالوا إنها قد سببت احمرارًا وانتفاخًا حول العينين، وقرحًا، وطفحًا جلديًا، وحكة، بل ونزيفًا أيضًا.

وفي عام ١٩٩٧ بحث البرنامج القومي لدراسة السموم بالولايات المتحدة التابع للمعهد الوطني لعلوم البيئة هذه المنتجات، ووضع معايير أكثر صرامة حددت تركيز

هذه الأحماض إلى ١٠٪، وكان لا بد من تنظيم حموضة المستحضرات ليصل أسها الهيدروجيني إلى ٣,٥ (انظر المسرد). واليوم اتفق على أنه يجب ألا تتعدى نسبة أحماض ألفا هيدروكسي ٨٪ في الكريمات التي تُباع للعامة، ومع ذلك يمكن أن تكون فعالة. وفي إحدى الدراسات التي أجريت تحت رعاية هذه الصناعة، وُجد أن مجموعة من الناس ممن استخدموا محاليل تركيزها ٤٪ من حمض الجليكوليك مرتين يوميًّا على مدار اثني عشر أسبوعًا لم تُصَب بأي احمرار. ومع ذلك صدر في الولايات المتحدة تحذير مهم في صيف عام ٢٠٠٢، نتيجة لبحث نظمته هيئة الغذاء والدواء الأمريكية، والذي أظهر أن البشرة التي تُعالج بأحماض ألفا هيدروكسي كانت أكثر حساسية لحروق الشمس.

وفي بريطانيا ادعى بعض المستهلكين أن أحماض ألفا هيدروكسي قد أتلفت بشرتهم، ونسق محامٍ في ليفربول دعاواهم من أجل الحصول على تعويضات، ولفت أنظار الإعلام إلى معاناتهم عام ١٩٩٥. وكانت توجد شركتان مستهدفتان على وجه الخصوص هما كلينك وإليزابيث أردين، وبالفعل سُحبت بعض الماركات من السوق، بعدما وردت شكاوى عن أنها قد أصابت على وجه الخصوص العين بالتهيج، وسببت تشويش للرؤية في بعض الحالات. ولم تُتخذ أي إجراءات قانونية مهمة نتيجة لهذه الضجة الإعلامية، مع أنه قد جرت بعض التسويات خارج المحكمة.

حمض الجليكوليك

كيميائيًّا هو أبسط أحماض ألفا هيدروكسي، ومع أنه يتوافر بغزارة في قصب السكر، فهو يوجد أيضًا في الخرشوف والبصل وبنجر السكر والقمح وعصير التفاح وصلصة الصويا وعنب النبيذ الأبيض. ولأنه شائع جدًّا في الكثير من الأطعمة، فقد اعتبر آمنًا بالفطرة. ولو لم يكن كذلك، إذن لأثارت اختبارات السموم التي أجريت عليه المخاوف. على سبيل المثال، عندما أُطعمت الفئران بحمض الجليكوليك أدى ذلك إلى إعاقة نموها، وكذلك إلى حدوث خلل في وظيفة الكلى. في الواقع كانت هذه الفئران مهقاء، ومثل حمض الجليكوليك ٢٪ من تغذيتها، ولهذا ربما كان ذلك هو السبب في تأثيره الضار عليها. ومع ذلك استبعدت هذه النتائج تلقائيًا مادة جديدة مصممة من أجل الاستخدام البشري، على الرغم من كونها مفيدة في إزالة التجاعيد.

ومصنعو حمض الجليكوليك يبيعونه محلولًا تركيزه ٧٠٪. ويستخدم الحمض لأغراض شتى: فهو مفيد في تنظيف النحاس بخاصة؛ ويعمل كمانع لتكوّن القشرة

عند معالجة المياه؛ ويستخدم في الصباغة؛ ويستخدم في تصنيع العديد من المركّبات مثل المواد اللاصقة. ويعمل جليكولات البنزيل، أحد مشتقات حمض الجليكوليك، كمادة طاردة للناموس.

وتستخدم محاليل حمض الجليكوليك المركزة في المجال الطبي لعلاج التلف الناجم عن حب الشباب ولعلاج الإكزيما، لكن لا يمكن أن يستعمله إلا أطباء أمراض جلدية مهرة. وغالبًا ما يكون تركيز المحاليل المستخدمة في صالونات التجميل ١٠–٢٠٪، بينما يكون تركيز المحاليل التي تُباع للعامة أقل من ١٠٪ على الأرجح.

وعندما يكون نقيًّا، يأخذ حمض الجليكوليك صورة بلورات عديمة اللون، ولكن عند ذوبانه في الماء، يعطي محلولًا حمضيًّا يُضبَط ليصل أسه الهيدروجيني إلى ٣ تقريبًا. وعندما تُسخن بلورات حمض الجليكوليك، تنصهر عند درجة ٨٠ مئوية، وتبدأ جزيئاته في التفاعل بعضها مع بعض لتكوِّن بوليمر عديد الجليكوليد. وهذا أيضًا له استخداماته، خاصة في الأجهزة الطبية مثل الخيوط الجراحية، لأنه ينحل ببطء مرة أخرى إلى الحمض، والحمض يسهل إخراجه من الجسم. ويمكن الاستفادة من هذا الارتداد إلى الحمض عندما يتطلب الأمر الاحتفاظ ببيئة حمضية لفترة طويلة.

وأخيرًا هل هناك أي «سبب علمي» وراء استخدام حمض الجليكوليك لتقليل التجاعيد؟ ربما. فهذا الحمض قادر تحديدًا على النفاذ عبر جدار الخلية لأن جزيئه أصغر جزيئات أحماض ألفا هيدروكسي حجمًا. وعندما يصبح داخل الخلية، يحفز بعد ذلك أيض البروتين، مع تكون الكولاجين ومركبات أخرى، وهذا يجعل الخلية تنتفخ وتبدو أصغر سنًّا. والأمر الأكثر وضوحًا هو أن الحمض يساعد على فقدان الطبقة الخارجية من الجلد الميت، ومن ثم يكشف عن جلد جديد مظهره أكثر شبابًا. وقد تقود التركيزات الأعلى، كتلك التي يستخدمها المتخصصون في العلاج، إلى تخليق كولاجين جديد.

ويُوصى مصنعو كريمات التجميل التي تحتوي على حمض الجليكوليك بألا يستخدموا تركيزًا يزيد على ٤٪، مع أنه يجب مضاعفة هذه النسبة حتى يكون أكيد الفاعلية. لذا إذا راق لكِ أن تستخدمي مستحضرات تجميل تحتوي على نسب أعلى من هذه، فجربيها أولًا على بقعة صغيرة من الجلد، فإذا سببت احمرارًا أو حكة أو لسعًا، إذن فهي ليست لكِ.

حمض اللاكتيك

يعد حمض اللاكتيك أقل حموضة من حمض الجليكوليك، ويمكن تصنيعه من أي كربوهيدرات قابلة للتخمر مثل مصل اللبن أو الدكستروز أو النشا أو المولاس، ويمكن تصنيعه أيضًا من مادة الأكريلونتريل المستخدمة في الصناعات الكيميائية، والتي تستخدم لعمل كل أنواع البلاستيك والألياف. ويعد حمض اللاكتيك من أول الأحماض العضوية المكتشفة، وقد تحدث عنه، هو وأحماض السيتريك والأوكساليك والطرطريك، الكيميائي السويدي كارل شيل (١٧٤٢–١٧٨٦) في ثمانينيات القرن الثامن عشر. ويوجد حمض اللاكتيك في اللبن، ويستمد اسمه من كلمة لاك lac، الكلمة اللاتينية للبن، وكان يُعرف في وقت من الأوقات بحمض اللبن. ويوجد حمض اللاكتيك أيضًا في الخبز والجبن واللحوم والجعة والخمور.

ويوجد حمض اللاكتيك في جسم الإنسان بكميات كبيرة كناتج ثانوي طبيعي تمامًا لأيض الكربوهيدرات. (في واقع الأمر نحن نطلق القليل من حمض اللاكتيك مع أنفاسنا، وهو ما يساعد الناموس على تحديد موقعنا.) وحمض اللاكتيك هو أحد مكونات جلد الإنسان، إذ يمثل الحمض الرئيسي القابل للذوبان في الماء في طبقة البَشرة، وهو ضروري للحفاظ عليها في حالة جيدة. لهذا يُضاف هذا الحمض إلى المستحضرات الخاصة بالجلد، اعتقادًا في أنه سوف يعوض النقص الطبيعي فيه. ويساعد حمض اللاكتيك على شفاء البشرة التي دمرتها الشمس، ويعمل على تقليل الخطوط الرفيعة، والتجاعيد، والبقع الكبدية (الاسم الدارج الذي يطلق على البقع البنية التي تنتج عن زيادة في صبغ الميلانين نتيجة للتقدم في العمر).[٣] وأحيانًا ما يُضاف حمض اللاكتيك إلى كريمات الحلاقة، ويستخدم لتبييض النمش.

ويعمل حمض اللاكتيك عن طريق اختراق الجلد وإضعاف «الروابط الهيدروجينية» (انظر المسرد) التي تربط الخلايا معًا، مما يسهل إزالة الطبقة الخارجية من الجلد الميت. ويعمل أيضًا على زيادة مستوى الماء في الطبقة العلوية من الجلد والحفاظ عليها عن طريق تحسين قدرتها على احتواء الماء وقابليتها للتمدد، ومن ثم إبطال قابلية الجلد لأن يصبح جافًا ومشققًا وميالًا للتقشير. ويمكن أن يستخدم حمض اللاكتيك عامةً لفتح المسام، وتنعيم البشرة، وتقويتها.

ويُنظم حمض اللاكتيك لتثبيت أسه الهيدروجيني، ومن ثم لا يصير حمضًا قويًّا فيسبب الاهتياج، ولا ضعيفًا فلا يستطيع أن يقوم بدوره. ويتراوح الأس الهيدروجيني لمعظم مستحضرات التجميل التي تحتوي على أحماض ألفا هيدروكسي بين ٣–٤،

وهو الحد الذي يُرى أنه تحدث أقصى استفادة ممكنة عنده. والتنظيم يحفظ معدل الحموضة ثابتًا، ويحدث التنظيم عن طريق خلط الحمض بملح لاكتات الصوديوم. (انظر المسرد لمعرفة المزيد حول «المحاليل المنظمة».)

وتستخدم أملاح اللاكتات أيضًا في المنظفات الشخصية: لاكتات البوتاسيوم، فهي على سبيل المثال، تعمل على زيادة اللزوجة وتنتج ما يُشار إليه بالسوائل «كثيفة القوام». واستُخدمت لاكتات الفضة في الشامبوهات المضادة للقشرة، وتُصنع من لاكتات الزركونيوم مواد جيدة مانعة للتعرق.

وثمة أنواع أخرى من اللاكتات التي تشق طريقها إلى عالم مستحضرات التجميل، وهي إسترات حمض اللاكتيك، مثل لاكتات البيوتيل، ولاكتات اللوريل، ولاكتات الميريستل، والتي تترك وراءها بشرة ذات ملمس رقيق وناعم. (لمعرفة المزيد عن «الإسترات»، انظر المسرد.) وهناك أحد الإسترات، وهو لاكتات الإيثيل، في طريقه لأن يستخدم على نطاق أوسع؛ انظر الإطار التالي.

ولحمض اللاكتيك مستقبل واعد يتخطى هذه المستحضرات التجميلية؛ فمن المتوقع له أن يقوم بدور أكبر في هذا القرن مع توجه الصناعة الكيميائية لاستخدام موارد متجددة. فهو سوف يدخل حياتنا في صورة بوليمر عديد اللاكتات PLA، الذي يُنتج الآن من المحاصيل الزراعية في الولايات المتحدة. فقد اشتركت كل من الشركة الأمريكية كارجيل، والشركة العملاقة داو للكيماويات، في بناء مصنع في مدينة بلير بولاية نبراسكا لصناعة حمض اللاكتيك من محاصيل مثل الذرة أو بنجر السكر. ويتحول الحمض عندئذ إلى شكله البوليمري، الذي يعد ملائمًا لعمل اللفائف والمنسوجات، ويُباع تحت الاسم التجاري «نيتشر ووركس». ويشبه الشكل الصلب للبوليمر عديد اللاكتات البولسترين، في حين تشبه الطبقة الشفافة منه ورق السلوفان، وتشبه أليافه البوليستر، وتعد ملائمة لعمل التيشيرتات والسجاجيد.

لاكتات الإيثيل، مذيب متجدد من أجل الصناعة

يتطلب التنظيف الصناعي مذيبات، وهذه المذيبات ينبغي أن تكون فعالة وآمنة. والمذيب الذي يتبخر في الهواء، ولا يتحلل بخاره سريعًا، يعمل عمل الغازات المسببة للاحتباس الحراري. وينبغي أن تأتي المذيبات من مصادر متجددة؛ أو بكلمات أخرى، تلك المذيبات التي تأتي في الوقت الحالي من الوقود الحفري سيتعين الحصول عليها يومًا ما من الزراعة. وتتوافر هذه المتطلبات في لاكتات الإيثيل.

وبالفعل هناك مصانع كيماوية في الولايات المتحدة وهولندا وإسبانيا تنتج لاكتات الإيثيل من مصادر زراعية، ويحتاج العالم سنويًّا من هذا المذيب نحو ٢٠٠٠٠ طن، مع أن اللتر الواحد يتكلف نحو ٤ يورو، أي ما يعادل أربعة أضعاف تكلفة مذيبات التنظيف الأخرى. وفي الولايات المتحدة، يُصنع لاكتات الإيثيل من دقيق الذرة النشوي، في حين يُصنع في هولندا وإسبانيا من بنجر السكر. وينتج حمض اللاكتيك عن تخمر النشا أو السكر باستخدام بكتريا أو فطر.

ولاكتات الإيثيل (المعروف أيضًا باسم فيرتك) هو سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة تشبه رائحة الفاكهة. وهو يغلي عند درجة ١٤٥ مئوية، ومن ثم لا يتطاير منه إلا القليل إلى البيئة المحيطة، وذلك الجزء المتطاير يتحلل سريعًا. ويتمتع الفيرتك بالقدرة على إذابة عدد كبير من المواد، وقد حل فعليًّا محل مذيبات أخرى مثل الزيلين، والأسيتون، وثنائي ميثيل فورماميد.

إذن هل تعمل أحماض ألفا هيدروكسي بنجاح بحق؟ يبدو أن الإجابة هي «نعم». ورد اختبار غير متحيز أجراه ماثيو ستيلر في مجلة «أركايف أوف ديرماتولوجي» عام ١٩٩٦، وفيه بُحث تأثير محاليل أحماض ألفا هيدروكسي ذات تركيز ٨٪ على ٧٤ امرأة تتراوح أعمارهن بين الأربعين والسبعين، وكان جميعهن ذوات بشرة شديدة التلف بسبب التعرض المفرط لأشعة الشمس في مراحل مبكرة من حياتهن. وقد خلص ستيلر إلى أن الاستخدام اليومي لأحماض ألفا هيدروكسي على مدار ستة أشهر قد أتى بنتائج طيبة واضحة، مع أنه لم يكن لها سوى تأثيرات محدودة مضادة للشيخوخة.

وقدمت لين دريك من جامعة أوكلاهوما تقريرًا حول أحماض ألفا هيدروكسي في الاجتماع السنوي الخامس والخمسين للأكاديمية الأمريكية لطب الأمراض الجلدية في عام ١٩٩٧. وذكرت في تقريرها أنها أجرت اختبارات غير متحيزة على كريمات تحتوي على حمضي الجليكوليك واللاكتيك بتركيز ٨٪، ووجدت أن لهما تأثيرًا «طفيفًا، لكن مهمًّا» في تحسين شكل البشرة، لا سيما البشرة التي تعاني تلفًا نتيجة التعرض الزائد لأشعة الشمس.

وأخيرًا توجد أحماض بيتا هيدروكسي — انظر تحت أحماض ألفا هيدروكسي في المسرد — التي، على غرار أولاد أعمامها أحماض ألفا، تعمل كمقشر للجلد، لكن يُقال إنها أفضل في تقليل الخطوط الرفيعة والتجاعيد دون التسبب في حدوث الاهتياج الذي أحيانًا ما يصاحب استخدام أحماض ألفا هيدروكسي. ولكن لا يوجد دليل مقنع حتى الآن على أن أحماض بيتا هيدروكسي أفضل من أحماض ألفا هيدروكسي.

بشرة ناعمة كالحرير: نتريد البورون

ربما صُنع نتريد البورون كي يُستخدم في صناعة الطيران، وهو يُستخدم الآن في صناعة البواتق التي تُوضع فيها المعادن المصهورة، لكنه يمكن أيضًا أن يجعل ملمس مستحضرات التجميل العادية كالحرير على البشرة.

بلا شك من أبرع الأسماء التي أُطلقت على منتج من المنتجات هو تريه بياه، وهي تسمية لا تلعب فقط على اسم نتريد البورون (صيغته الكيميائية BN)، ولكنها أيضًا إيماءة إلى الأناقة المرتبطة بالسمعة الفرنسية فيما يتعلق بالأسلوب والذوق، وذلك هو الغرض من استخدام هذا المركب الكيميائي اللافت للنظر بشدة. تنتج هذا المنتج شركة سان جوبين للصناعات الخزفية المطورة، المعروفة سابقًا باسم شركة كاربورندوم، (الكاربورندوم مركب شديد الصلابة يستخدم في الصقل والكشط)، مما يوحي بالأغراض التي صُمم هذا المنتج من أجلها في الأصل. ومن الغريب بعض الشيء أن نتريد البورون قد صُنع في المقام الأول كي يلبي احتياجات صناعة الطيران والظروف الحادة التي تستلزمها رحلات الطيران العنيفة.

صنع نتريد البورون للمرة الأولى عالم كيميائي يُدعى بالمين عام ١٨٤٢، عندما سخن خليطًا من أكسيد البورون وسيانيد الزئبق. وعلى الفور اكتشفت طرق أفضل لتصنيعه، مثل تسخين بورات الصوديوم (البوراكس) مع كلوريد الألمنيوم، وعندما بات نتريد البورون منتجًا يباع تجاريًّا، أُعد بتسخين البوراكس والميلامين في فرن كهربي. ويتكون نتريد البورون من ترتيب ثلاثي الأبعاد من ذرات البورون والنيتروجين المتبادلة المرتبطة معًا كيميائيًّا، ويمكن أن يوجد في شكلين يحاكيان شكلي الكربون النقي، أي الجرافيت والماس. ولا يرى الكيميائي هذا الأمر مثيرًا للغرابة، لأن مزيج البورون (الذي يحتوي على ٥ إلكترونات) والنيتروجين (٧ إلكترونات) له نفس الترتيب الإلكتروني لمزيج الكربون (٦ إلكترونات) وكربون آخر (٦ إلكترونات).

في الجرافيت ترتبط كل ذرة كربون بثلاث ذرات كربون أخرى في نفس المستوى، مكونة صفائح أشبه بقرص العسل، وهذه الصفائح تتراكب واحدة فوق الأخرى. ويمكنها أن ينزلق بعضها فوق بعض بسهولة، وهذا يعطي الجرافيت طبيعة زلقة تستغل في صناعة بعض الشحوم الصناعية والهندسية. وتوجد نفس الخاصية في شكل نتريد البورون الذي يشبه الجرافيت، والذي يُعرف بنتريد البورون سداسي الشكل. وهو أيضًا مادة تشحيم جيدة، وتستخدم في حالات درجة الحرارة

المرتفعة، مثل الضغط على الساخن والتشغيل الآلي. وهو أيضًا له استخداماته في العوازل والبواتق، وحتى في صناعة المواد المركبة التي تستخدم في نوافذ أفران الميكروويف.

ومن ناحية أخرى نجد الماس بعيدًا كل البعد عن الليونة والميل للتقشر، وهو أكثر المواد الموجودة طبيعيًّا صلابة. وهو يتمتع بتركيب ترتبط فيه كل ذرة كربون بأربع ذرات كربون أخرى في ترتيب هرمي ثلاثي الأبعاد، مما يمنحه قوة وصلابة. وهذا هو الترتيب الذي يأخذه أيضًا شكل نتريد البورون الشبيه بالماس، والذي يُعرف بنتريد البورون المكعب، والذي يلي الماس في الصلابة. وعلى غرار الماس، يستخدم نتريد البورون المكعب كمادة كاشطة، لا سيما في أدوات تقطيع الحديد والفولاذ. وأول مرة صُنع فيها نتريد البورون المكعب كانت عام ١٩٥٧، عندما سُخن نتريد البورون سداسي الشكل عند درجة ١٨٠٠ مئوية، تحت ٨٥٠٠٠ وحدة ضغط جوي.

وعندما يُضغط نتريد البورون سداسي الشكل في ترتيب معين يمكن تطويعه بسهولة إلى أشكال معقدة، ولا يمكن أن يختلط بمعظم المعادن المصهورة مما يجعله ملائمًا للغاية لصناعة البواتق. ويعد أيضًا عازلًا كهربائيًا جيدًا على خلاف الجرافيت الموصل للكهرباء. ومع أنه أكثر ثباتًا كيميائيًّا من الجرافيت، فإن نتريد البورون سداسي الشكل عرضة للأكسدة، واستخدامه في درجات الحرارة العالية محدود بعض الشيء.

وحتى هذه النقطة ألتمس لك العذر عندما تتساءل ما الذي يمكن أن يقدمه نتريد البورون كأحد مكونات مستحضرات التجميل، حتى إنه يوجد في الكثير منها. نتريد البورون السداسي أبيض اللون، وعندما يُطحن ليتحول إلى بُدرة يصبح أملس وناعمًا كالحرير ولامعًا كالؤلؤ. وهو يُضاف إلى كريمات الأساس وأحمر الشفاه وملمع الأظافر. وكانت الطريقة التقليدية لإعطاء مظهر لامع هي باستخدام أوكسي كلوريد البزموت BiOCl، لكن نتريد البورون سداسي التركيب أفضل، لا سيما إذا تُركت الأشكال البلورية منه لتنمو، مما يمكنها من نشر الضوء لتعطي لمسة نهائية لامعة. وعادة ما تتراوح نسبة نتريد البورون في مستحضر التجميل ما بين ١٪ و١٠٪، لكن يمكن أن تزيد النسبة عن ذلك بكثير. فهو غير سام بالمرة، ولا تشوبه المخاطر على الإطلاق. وهو يُستخدم في كريمات الأساس لتغطية التجاعيد لأنه يعكس الضوء؛ إذ إن انعدام قدرة التجاعيد على عكس الضوء، مقارنة بالبشرة المحيطة بها، هو ما يجعلها ملحوظة للغاية.

ولنتريد البورون سداسي الشكل معامل احتكاك أقل من ذلك الذي لبُدرة التلك التي لطالما كانت المكون الأساسي لمعظم مستحضرات التجميل على مدار قرون. لكن عندما ورد تقرير في تسعينيات القرن الماضي مفاده أن بُدرة التلك قد ترتبط بسرطان المبايض، فقدت هذه المادة استحسان مصنعي مستحضرات التجميل والمنظفات الشخصية، واستعاضوا عنها بنتريد البورون سداسي الشكل.

مستحضرات الوقاية من الشمس، والتسمير الفوري للبشرة[٤]

عندما ترغب في حماية بشرتك من أشعة الشمس فوق البنفسجية، التي يمكنها أن تسبب السرطان، توجد مستحضرات يمكنك استخدامها تتنوع في درجة الحماية. وتوجد أيضًا منتجات تمكنك من تسمير بشرتك في التو، بل وتوجد بعض المستحضرات يمكنها أن تفتح لون البشرة.

النموذج الحالي للجمال هو ذاك الذي يتمتع بسمار ما بين الخفيف والمعتدل. فلا يزال من المناسب للذوق العصري أن يُنظر لمثل هذا السمار على أنه صحي، وهو يبدو جذابًا بلا ريب. ويحصل معظم الناس على السمار لدى قضائهم العطلات؛ إذ يعمدون إلى زيارة الأماكن المشمسة حيث يضمنون أن الشمس تسطع يوميًّا، فيحتشدون في المناطق الساحلية للبحر الأبيض المتوسط والبحر الكاريبي وأستراليا وجنوب شرق آسيا وكاليفورنيا وفلوريدا. وهم بهذا الصنيع لا يخاطرون بتعريض صحتهم لسرطان الجلد فحسب، بل أيضًا يتسببون في تلف للبشرة على المدى الطويل، الذي في آخر المطاف يقضي على نسيج الجلد، ويُشار إليه على نحو أقل حدة بـ«السفع». وهنا يُشار بإصبع الاتهام إلى الأشعة فوق البنفسجية، وفي المقام الأول تلك التي يُشار إليها بالأشعة فوق البنفسجية (ب) UV-B. وتستطيع هذه الأشعة النفاذ بعمق في الجلد، ويمكنها أن تسبب السرطان بتدمير الحمض النووي وجهاز المناعة.

يتألف الضوء المرئي من ستة ألوان يسهل تمييزها وهي: الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والبنفسجي. (بالطبع يمكن تقسيم الطيف بطرق أكثر تعقيدًا، لكن هذه الألوان تمثل الفئات الرئيسية، وتمثل جزءًا من لغتنا اليومية.) ويتراوح الطول الموجي للضوء الأحمر ما بين ٧٤٠–٦٢٠ نانومترًا، والبرتقالي ٦٢٠–٥٨٥ نانومترًا، والأصفر ٥٨٥–٥٧٥ نانومترًا، والأخضر ٥٧٥–٥٠٠ نانومتر، والأزرق ٥٠٠–٤٤٥ نانومترًا، والبنفسجي ٤٤٥–٤٠٠ نانومتر. ولا تستطيع العين البشرية في الغالب إدراك الأطوال الموجية الأقصر من ٤٠٠ نانومتر، لكن لو كانت

تستطيع، لكنا رأينا لونين آخرين هما: اللون فوق البنفسجي (أ)، الذي يتراوح طوله الموجي بين ٤٠٠–٣٢٠ نانومترًا، واللون فوق البنفسجي (ب)، ويتراوح طوله الموجي ما بين ٣٢٠–٢٨٠ نانو متر. وهناك لون فوق بنفسجي ثالث هو فوق البنفسجي (ج) وطوله الموجي ٢٨٠–١٠٠ نانو متر، لكنه لا يكاد يصل إلى سطح الأرض لأن طبقة الأوزون تمتص معظمه في طبقة الجو العليا.

ومع أننا لا يمكننا «رؤية» اللونين فوق البنفسجي (أ) و(ب)، فإنهما من الممكن أن يدمرا أعيننا، بالإضافة إلى تفاعل جلدنا معهما: فالأشعة فوق البنفسجية (أ) تحول لون الجلد إلى اللون البني ببطء، والأشعة فوق البنفسجية (ب) لها تأثير أسرع؛ إذ تلهب الجلد وتجعله شديد الاحمرار. وأحيانًا ما يُشار إلى الأشعة فوق البنفسجية (أ) على أنها أشعة الشيخوخة؛ لأن ذلك هو التأثير الذي تسببه في آخر الأمر، بينما يُطلق على الأشعة فوق البنفسجية (ب) الأشعة الحارقة لأنها تجعل الأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد تتمدد وتحمل المزيد من الدم، مما يجعل البشرة تصبح ساخنة وتبدو حمراء.

وخلايا جلد الإنسان عديمة اللون، وقد طورت آلية لحماية نفسها من الضوء فوق البنفسجي عن طريق إفراز جزيئات معينة. وتوجد هذه الجزيئات في الطبقة الخارجية للجلد، الطبقة القرنية، وتتمتع بالقدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية. وهذه الجزيئات هي في المعتاد «الأحماض الأمينية» (انظر المسرد) مثل حمض التريبتوفان وحمض التيروزين، إلى جانب حمض اليوروكانيك الذي يُصنع من الحمض الأميني الهيستيدين. ويثبط حمض اليوروكانيك الجهاز المناعي، وبالتالي فهو شيء لا نرغب في الكثير منه، على الرغم من الوقاية التي يوفرها ضد الأشعة فوق البنفسجية. وقبل إدراك هذا، كان يُضاف حمض اليوروكانيك إلى مستحضرات التجميل كعنصر مرطب، وفي ستينيات القرن الماضي، اعتبر «واقيًا طبيعيًّا من الشمس»، وهو كذلك بالفعل. وقد مُنع من الاستخدام الآن.

وأكثر المستحضرات فعالية التي تعوق الأشعة فوق البنفسجية صبغة كيميائية تُدعى الميلانين تفرز في الطبقات العلوية من الجلد في خلايا تسمى الخلايا الميلانينية. (الميلانين أيضًا هو الصبغ المسئول عن اللون الداكن للشعر والريش والفطريات.) وتُثار هذه الخلايا لإفراز هذه الصبغة السوداء عندما تتعرض للأشعة فوق البنفسجية (أ)، وهي تصنعها من الحمض الأميني تيروزين، الذي يمتزج مع جزيئات أخرى لتكوين بوليمر الميلانين. وكلما امتص المزيد من الأشعة فوق البنفسجية (أ)، تكون

المزيد من الميلانين، وأصبحت البشرة داكنة أكثر. وتعتمد مخلوقات أخرى على حماية الميلانين، بما فيها الثدييات والحشرات والعديد من النباتات والفطريات، وحتى الكائنات الدقيقة. والأناس ذوو الأصول الأفريقية يُولدون بنسب عالية طبيعيًا من الميلانين، ويحتفظون بهذه النسب على مدى الحياة. أما أفراد الجنس الأبيض، فجلدهم يستغرق بعض الوقت حتى يفرز الميلانين، لذا لا يمكن أن يقيهم الميلانين من حروق الشمس بعد التعرض المفاجئ لها.

ويُصنف الناس إلى أربعة أنواع من البشرة؛ النوع الأول هو أكثرها حساسية للحروق، والنوع الرابع هو أقلها حساسية. والسلالات السيلتية التي تقطن شمالي أوروبا من أصحاب البشرة الأولى والثانية، ويعانون حروق الشمس بسهولة، ولا يحصلون على لون البشرة السمراء إلا بقدر متواضع لأنهم لا يمكنهم أن يفرزوا ما يكفي من الميلانين اللازم لحمايتهم، بينما الناس في منطقة البحر الأبيض المتوسط ينتمون إلى نوعي البشرة الثالث والرابع، ويسمرون بسهولة، ونادرًا ما تحترق بشرتهم. أما أصحاب البشرة الشقراء والشعر الأحمر فهم عرضة على الدوام لخطر حروق الشمس، مع أن بشرتهم تفرز أيضًا شكلًا من أشكال الميلانين، لكن الميلانين الخاص بهم يوفر القليل من الحماية. وثمة عقار جديد يُسمى الميلانوتان، طُور في أستراليا، وربما يطرح يومًا ما في الأسواق، ويمكن تناوله بالفم، وهو يثير تكوين صبغ الميلانين في الجلد، ومن ثم يسمح للناس بالحصول على لون أسمر طبيعي، وحماية طبيعية للجلد. والميلانوتان يفوق إنزيمات الجسم ألف مرة في قدرته على إثارة تكوين الميلانين، ويدوم لفترة أطول.

وبعض الأفراد لديهم القليل جدًّا من الخلايا الميلانينية حتى إن بشرتهم تلتهب وتحمر لدى تعرضها لمستويات من أشعة الشمس لا تؤثر في الآخرين، وهم في حاجة إلى استخدام مستحضرات صناعية للوقاية من الشمس بصفة منتظمة إن أرادوا أن يقضوا بعض الوقت خارج المنزل. مثل أولئك الناس يُقال إنهم حساسون للضوء، وهذه الحالة يمكن أن تحدث كأثر من الآثار الجانبية لدى تناول أدوية معينة.

ويمثل سرطان الجلد الجانب السلبي للتعرض لحمامات الشمس لفترات طويلة، لكن ليس كل تعرض للشمس سيئًا، والوقت الذي يُقضى بالخارج هو مفيد عامة. فتأثير الأشعة فوق البنفسجية على البشرة له دور مهم في إمداد الجسم بحاجاته من فيتامين د، الذي يؤدي نقصه لدى الأطفال إلى ضعف في الهيكل العظمي، والذي يؤدي بدوره إلى الإصابة بكساح الأطفال؛ لأن الجسم يحتاج هذا الفيتامين

كي ينتفع بالكالسيوم الذي يُبنى منه العظم. وفي البالغين، يساعد فيتامين د في الحفاظ على الهيكل العظمي، ويقي من الاكتئاب السريري، وأيضًا يقي من مرض القلب. ومن ثم فمن المفيد التعرض لأشعة الشمس عدة دقائق يوميًّا، وطبقًا لما ورد عن الباحث مايكل هوليك بجامعة بوسطن، ماساتشوستس، يمكن أن تمنع أشعة الشمس الإصابة بأنواع أخرى من السرطان، مثل سرطان القولون وسرطان الثدي وسرطان البروستاتا، بتعزيز كمية فيتامين د في الجسم. ومع أننا يمكننا الحصول على فيتامين د في نظامنا الغذائي، فإن ذلك الذي تنتجه أشعة الشمس التي تتعرض لها البشرة يبدو أنه يمكث في الجسم لفترة أطول، وربما تنتج معه جزيئات أخرى نافعة أيضًا.

ويُصاب أكثر من نصف مليون شخص سنويًّا في الولايات المتحدة وحدها بأحد أنواع سرطان الجلد، وتزعم جمعية السرطان الأمريكية أن واحدًا من بين كل ستة أشخاص سيُصاب بهذا المرض في فترة من فترات حياته. وأكثر أنواع سرطان الجلد شيوعًا هو سرطان الخلايا القاعدية، الذي يتكون كبقع حمراء صلبة بارزة في أكثر أجزاء الجسم المكشوفة مثل الوجه واليدين والرقبة. ويليه شيوعًا سرطان الخلايا الحرشفية، وهو عبارة عن نتوء صلب القشرة يظهر عادة في الشفاه والأذنين واليدين. ولا يعد كل من سرطان الخلايا القاعدية وسرطان الخلايا الحرشفية مهددًا للحياة، لأنهما لا ينتشران إلى أعضاء أخرى ويسهل القضاء عليهما.

ولا يمكن أن ينطبق هذا على النوع الثالث من سرطان الجلد، الميلانوم، الذي ينتشر في الجسم. وهو غالبًا ما يبدأ في شكل شامة، ثم تنمو بطريقة غير طبيعية وتتحول إلى اللون الأزرق الضارب إلى السواد. لكن الشيء المطمئن هو أن الميلانوم نادر للغاية. ومع ذلك فهو يقتل ما يقرب من ٦ آلاف أمريكي سنويًّا، ويكاد يقضي على نفس النسبة من الأوروبيين أيضًا، مما يعني أنه في مدينة متوسطة الحجم بها ١٠٠٠٠٠ نسمة على سبيل المثال، ستوجد حالة أو حالتي إصابة بالميلانوم سنويًّا، مقابل نحو ٦٥ حالة إصابة بأنواع سرطان الجلد الأخرى.

لكن هل الأشعة فوق البنفسجية (ب) هي الملومة بحق؟ ربما لا. ويبدو الآن أن معظم من يصابون بالميلانوم يكون لديهم استعداد مسبق للإصابة به بسبب طفرة جينية، مما يعلل سبب ظهوره أولًا في أماكن من الجسم قلما تتعرض لضوء النهار. أما الخلل الجيني فقد اكتشفه ريتشارد ووستر وبعض الباحثين بمعهد ويلكوم تراست سانجر بكامبريدج، إنجلترا، عام ٢٠٠٢. وقبل ذلك الحين بسنوات قلائل،

كانت ماريان بيرويك بمركز ميموريال سلوان-كيترينج للسرطان، قد اقترحت أنه ربما لا توجد علاقة بين التعرض لأشعة الشمس والميلانوم. وقد حللت الكثير من دراسات علم الأوبئة التي تدور حول العلاقة الافتراضية بين مانع الشمس والميلانوم، وخلصت إلى أن ثمة دليلًا ضعيفًا للغاية على أن مانع الشمس يقي منه. غير أن حاجب الشمس يقي فعليًّا من أنواع سرطان الجلد الأخرى، وهو يعمل بطرق مختلفة، ومن ثم لا ينبغي أن نندهش عندما نعرف أن إجمالي سوق مستحضرات الوقاية من الشمس يتجاوز الآن المليار دولار سنويًّا.

وثمة ثلاث طرق يمكننا من خلالها أن نحمي بشرتنا من الأشعة فوق البنفسجية وهي: أن نجعل الأشعة تنعكس بعيدًا عن جسدنا؛ أو أن نسمح للجسم بامتصاصها لكن في الوقت نفسه نبطل مفعولها؛ أو أن نمنع التلف الذي تحدثه ونصلحه. وثمة مواد كيميائية متاحة لعمل هذه الطرق الثلاث. وفي الولايات المتحدة وأوروبا، ينفق الناس قرابة ٢٠٠ مليون دولار سنويًّا في شراء حاجبات وموانع الشمس، ومعظم الناس الآن على دراية بأن استعمال زيت أو كريم حاجب الشمس فقط في بداية اليوم قد لا يكون كافيًا، لأنه قد يُفقد مع العرق إذا انخرط من يضعه في أنشطة قوية، أو قد ينمحي أثناء السباحة. ومع أننا قد نشعر بجو منعش في حمام السباحة، فإن هذا لا يعني أننا في مأمن من الأشعة فوق البنفسجية؛ لأنها تخترق الماء دون أن تُمتص. وزيوت السليكون الطاردة للماء بطبيعتها والتي تُضاف إلى بعض الكريمات، توفر درجة حماية أطول لأولئك الذين يريدون ممارسة التمرينات الرياضية في الشمس أو السباحة.

وينبغي أن يحتوي حاجب الشمس الجيد على ثاني أكسيد التيتانيوم في شكل جزيئات دقيقة أو أكسيد الزنك للحماية من الأشعة فوق البنفسجية (أ)، ومركب عضوي للحماية من الأشعة فوق البنفسجية (ب). إلى جانب أنه ينبغي أن يكون سهل الوضع على الجلد، ويعطي طبقة تدوم لوقت طويل، وغير مرئي. ولا ينبغي أن يكون لزجًا أو يُمحى بسهولة أثناء السباحة، وفي الوقت عينه ينبغي أن تسهل إزالته باستخدام الصابون أو جيل الاستحمام. ولا ينبغي أن يأوي الجراثيم، ويجب أن يكون ذا رائحة طيبة. وأخيرًا بالطبع ينبغي أن يحتوي على معامل حماية من الشمس مرتفع ارتفاعًا مناسبًا يصل إلى ١٥، ليبقي الحماية مرتفعة طوال اليوم.

ومعامل الحماية من الشمس هو مؤشر لمدى منع حاجب الشمس للأشعة فوق البنفسجية، ويُعطى كرقم على مقياس يتراوح من ٢ إلى ٣٠ فما فوق. ويُحسب

معامل الحماية بمقارنة الوقت المنقضي حتى يحترق جلد موضوع عليه مادة واقية من أشعة الشمس بالوقت المنقضي حتى يحترق جلد غير محمي. فعلى سبيل المثال، إذا احترق جلد غير محمي بمادة واقية من أشعة الشمس بعد مرور ساعتين، بينما احترق جلد موضوع عليه حاجب الشمس بعد مرور اثنتي عشرة ساعة، فإن معامل الحماية في حاجب الشمس هذا يُحسب بقسمة ١٢ على ٢ فتكون قيمته ٦. من ثم فإن معامل الحماية ضد الشمس هو مقياس لدرجة «تقليل» حاجب الشمس من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الجلد. والمعامل الذي يساوي ٢ يقلل الأشعة فوق البنفسجية للنصف، أو بكلمات أخرى، يقلل الأشعة بنسبة ٥٠٪، والمعامل الذي يساوي ٤ يسمح بنفاذ ربع الأشعة فقط للجلد، ومن ثم يمتص ٧٥٪ من الأشعة فوق البنفسجية، بينما المعامل الذي يساوي ١٠ يمنع ٩٠٪، والمعامل الذي يساوي ٢٥ يمنع ٩٦٪، فيسمح لنسبة ٤٪ فحسب بالنفاذ. ومن الناحية النظرية، من الممكن أن يكون لدينا معامل يساوي ٥٠، مما يصد ٩٨٪ من الأشعة فوق البنفسجية، ولكن مع أن مثل هذه الكريمات قد أُنتجت بالفعل، فإنها توفر حماية لا تزيد كثيرًا عن تلك التي يقدمها المعامل الذي يساوي ٣٠.

وقد كان يُعد في الأصل المعامل الذي يساوي ١٠ عالي الحماية، غير أن بعض المستهلكين الذين تساورهم المخاوف يستخدمون الآن المعامل ٣٠، فتكون محصلة الشمس التي يحصلون عليها على مدار أسبوعين من الاستخدام المنتظم على مدار اليوم لحاجب الشمس تعادل أقل مما يحصلون عليه من الشمس لدى التعرض لها على مدار يوم واحد بأكمله. ويمكن أن تكون أرقام معامل الحماية من الشمس مضللةً، فقد توحي لبعض الناس بأن الكريم الذي يحتوي على معامل حماية ٣٠ سيمنح حماية «ضعف» تلك التي يمنحها كريم يحتوي على معامل حماية ١٥. لكن هذا لا يحدث؛ إذ لن تمنحك سوى ٤٪ حماية زائدة؛ فهي تصد ٩٧٪ من أشعة الشمس فوق البنفسجية، بينما يصد معامل الحماية ١٥ نسبة ٩٣٪ من الأشعة.

ويتركب مستحضر حاجب الشمس العادي من ٥٪ ثاني أكسيد التيتانيوم في شكل جزيئات دقيقة، و٥٪ مواد كيميائية تمتص الأشعة فوق البنفسجية، و١٠٪ زيوت متنوعة، و٥٪ عامل استحلابي، أما الباقي فيكون ماءً مقطرًا. وتتركز وظيفة العامل الاستحلابي في منع الزيت والماء من الانفصال إلى طبقتين. ويحتاج المستحضر أيضًا مادة حافظة كي تحفظه من الكائنات الدقيقة.

وأفضل طريقة لعكس الأشعة فوق البنفسجية هي وضع طبقة من أكسيد الزنك ZnO أو ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 على الجلد، وتُوضع هذه الصبغات البيضاء أحيانًا في شكل مرهم (من الزنك) على أكثر مناطق الوجه حساسية مثل الأنف والوجنتين والشفاه. وأولئك الذين يقضون بحكم الضرورة ساعات طويلة في الشمس، كعمال المزارع وعمال الإنشاءات والرياضيين، ربما يختارون وضع مثل تلك المراهم الواقية. وتتوافر أيضًا مراهم تعلق فيها هذه الملونات التي قلما تُلاحظ بفضل براعة الكيميائيين، فتظهر شفافة لدى استعمالها.

وتكمن البراعة مع ثاني أكسيد التيتانيوم في استخدام جزيئات دقيقة أو في «حجم النانو» (انظر المسرد) لا تُرى بالعين المجردة، والحجم الأمثل هو ٥٠ نانومترًا تقريبًا. ويمكن أن تُمزج مثل هذه المادة الواقية أيضًا مع مرشحات أخرى للأشعة فوق البنفسجية، ولهذه المرشحات حقًا تأثير متضافر إذ يدعم كل منها قوة الآخر؛ لذا القليل منها يفي بالغرض. غير أنها من الممكن أن تعمل بعضها ضد بعض، فحاجب الشمس العضوي يجعل الجزيئات التي في حجم الميكرو تتكتل معًا، مما يقلل من تأثيرها الواقي، ناهيك عن جعل حاجب الشمس ملحوظًا لأنه يتخذ مظهرًا ضاربًا في البياض. ولتجنب هذا تُضاف زيوت السليكون لحاجب الشمس، لأنها تحفظ أكسيد التيتانيوم وأكسيد الزنك في حجمهما الدقيق. وثمة طريقة أخرى لإبطال مفعول ثاني أكسيد التيتانيوم المسبب للون الأبيض، عن طريق تغطيته لحبيبات الميكا، مما يجعل لون البشرة يبدو أكثر طبيعية.

والطريقة الثانية لحماية البشرة هي بطلائها بطبقة شفافة من شأنها أن ترشح الأشعة فوق البنفسجية الضارة، مثلما يفعل الزجاج. وثمة العديد من المواد الماصة للأشعة فوق البنفسجية من شأنها أن تبطل مفعولها بطرق شتى. على سبيل المثال، يمتص الأورثو-هيدروكسي-بنزوفينون الإشعاع فوق البنفسجي بطول موجي يقرب من ٣٣٠ نانومترًا، وفي أثناء ذلك تنتقل إحدى ذرات الهيدروجين من ذرة الأكسجين المرتبطة بها كيميائيًّا إلى ذرة أكسجين مجاورة. عندئذ يرتد هذا الجزيء مرتفع الطاقة إلى شكله السابق، وفي ذلك الحين يطلق طاقته الزائدة في صورة حرارة خفيفة.

ويمكن أن تؤدي جزيئات أخرى حيلة مشابهة؛ إذ تدفع بإلكترون إلى مدار خارجي، ثم يعود منه مطلقًا الطاقة الممتصة عن طريق جعل الجزيء يهتز، ولكي تؤدي هذه الخدعة، يحتاج الجزيء أن يحتوي على مجموعة من الذرات تُعرف باسم جالب اللون.

ويُصنع سنويًّا من العناصر الواقية ضد الأشعة فوق البنفسجية ما يزيد على ٦٠٠٠ طن عن طريق الصناعة الكيميائية، ويتضمن هذا مواد كيميائية ترتكز على حمض الأمينوبنزويك، والكافور، وحمض السيناميك، وهي مواد لها فعالية أكيدة ضد الأشعة فوق البنفسجية (ب)، بينما تلك التي ترتكز على البنزوفينون، وثنائي بنزويل ميثان، فهي ترشح الأشعة فوق البنفسجية (أ).

ويُشار إلى أنواع المواد الكيميائية المذكورة أعلاه بمستحضرات حاجب الشمس العضوية، وسبب هذه التسمية أنها تحتوي على جزيئات تقوم على الكربون. وبالتالي تقبل تلك المواد الذوبان عامة في الزيوت، مع أنها لا تقبل الذوبان في أوقات أخرى بالدرجة التي تحتاجها المستحضرات التجارية، وفي هذه الحالة تحتاج أن تكون أكثر قابلية للذوبان بربطها بمجموعات هيدروكربون. ومع ذلك حتى لو ضُمن حدوث هذا، هناك بعض مستحضرات حاجب الشمس العضوية تكون غير ملائمة، إذ يتغير لونها لدى تعرضها لضوء الشمس، بينما ينتشر البعض ويمتزج ببلاستيك الأوعية الموضوعة فيها.

والطريقة الثالثة للوقاية من الأشعة فوق البنفسجية هي إصلاح التلف الذي أحدثته الأشعة باستخدام كاسحات الشقوق الطليقة. تمتلك الأشعة فوق البنفسجية القدرة على كسر الروابط الكيميائية، وهي تنتج بهذا الصنيع شظايا جزيئية يطلق عليها «الشقوق الطليقة» (انظر المسرد). وتتفاعل الشقوق الطليقة بقوة مع أي جزيء آخر يصادفه تقريبًا، بما في ذلك الجزيئات التي تكون الحمض النووي دي إن إيه. والجزيء الذي ينتج أكثر الشقوق الطليقة خطورة هو الأكسجين O_2، وينتج عن امتزاج هذا الغاز بالضوء فوق البنفسجي ما يطلق عليه ذرات الأكسجين أحادية التركيب الإلكتروني المثار، وهي جنس شديد التنشيط، وهو الأخطر على الإطلاق.

ويسهل على الجسم إصلاح التلف الذي تسببه الشقوق الطليقة للدي إن إيه، غير أن الضوء فوق البنفسجي يؤثر أيضًا في الجهاز المناعي المسئول عن رصد التلف وإصلاحه. ومن ثم تزداد فرصة هروب سلالة دي إن إيه حدثت بها طفرة من الرصد. وتنتج خلايا الجسم كاسحات للشوارد الحرة لحمايتها. وتتخلص إنزيمات معينة من الشقوق الطليقة، وتوجد مضادات الأكسدة، مثل فيتامين ج وفيتامين هـ، التي يمكنها أيضًا أداء هذه المهمة. ولا يثير دهشتنا أن هذه المضادات تُضاف كمكونات لمستحضرات حاجب الشمس، بالإضافة إلى مضادات الأكسدة الأخرى مثل

البوليفينولات الطبيعية، التي هي عبارة عن مواد كيميائية يمكن استخراجها من مصادر طبيعية مثل بذور العنب.

وثمة ادعاءات بأنه يمكن تحقيق الوقاية من الشمس بتناول بيو أستين، وهو مكمل غذائي يدين بفاعليته للمادة الكيميائية أستازانثين، وهي مضاد أكسدة قوي مسئول عن اللون الأحمر في الجمبري والسلمون البري؛ ويُقال إن قوته كمضاد للأكسدة تبلغ ٥٠٠ مرة ضعف قوة فيتامين هـ. وقد بينت الاختبارات التي أُجريت على مجموعة من ٢١ فردًا تناولوه بانتظام أنها قللت الحساسية لحروق الشمس في نصف أفراد المجموعة. وتُجرى الآن تجارب على نطاق واسع.

ولم يكن الطريق المؤدي لمستحضرات حاجب الشمس الموجودة حاليًا خاليًا من البدايات الخاطئة والجدال؛ فقد أطلق أول مستحضر حاجب الشمس في الولايات المتحدة عام ١٩٢٨، واحتوى على ساليسيلات البنزيل وسينامات البنزيل، ولم يكن أي منهما عاملًا أكيد الفاعلية. وكان الهدف من كريمات ومستحضرات الجلد الأخرى تخفيف التأثير المؤلم للتعرض المفرط لأشعة الشمس. ولكن في ستينيات القرن الماضي، تزايد الإقبال على الرحلات السياحية الشاملة إلى المناطق ذات المناخ المشمس، الأمر الذي أدى إلى بداية الربط بين التعرض المفرط لأشعة الشمس وزيادة حالات الإصابة بسرطانات الجلد.

ويجب أن تتوافر معايير معينة في مستحضرات حاجب الشمس، وثمة قوائم بالمكونات المصرح بها والممنوع استخدامها. غير أن ١٧ مادة كيميائية مصدق على استخدامها في صنع حاجب الشمس في الولايات المتحدة، و٢٥ مادة في أوروبا. ونتيجة لتفاعلات الحساسية المحتمل حدوثها لدى بعض الأفراد، فُرضت القيود، ومُنع استخدام بعض من مستحضرات حاجب الشمس التي كانت تستخدم فيما مضى، مثل حمض البارا أمينوبنزويك الذي كان شائع الاستخدام في وقت من الأوقات. وكان هذا العنصر بالأخص قد استخدم في أولى مستحضرات حاجب الشمس التي نجحت بالفعل، لكن اكتشف في آخر الأمر أن ١٪ ممن استخدموه وجدوا أن بشرتهم أصبحت أكثر حساسية للضوء. وقد بينت الاختبارات التي أُجريت على الخلايا البشرية أنه بينما لم يسبب حمض البارا أمينوبنزويك نفسه السرطان، لكنه زاد من تكوين العلامات المنذرة بالسرطان. وكان يُظن في الأساس أن حمض البارا أمينوبنزويك هو أحد فيتامينات ب، ومن المصادر الجيدة له الردة والكلى والكبد والزبادي. غير أن المزيد من الدراسات أوضحت أنه يستحيل حدوث

أعراض نقص تغذية لدى إزالته من النظام الغذائي، ومن ثم لم يعد يُوصف بأنه فيتامين.

وأشهر المواد الكيميائية التي تعمل كحاجب شمس هي أوكتيل الميزوكسي سينامات (المشفرة برمز OMC، ومن الأسماء التجارية لها بارسول أو نيو-هليوبان)، التي لم يكد أحد أن يجد أنها تسبب تفاعل حساسية له، ومع ذلك عندما تُمزج ببعض العناصر التقليدية لمعالجة أمراض الجلد، مثل بلسم بيرو، يمكن أن تتفاعل كيميائيًّا لتكون مركبًا يمكنه أن يحدث استجابة حساسية. وقد انتقد أخصائيو السموم البيئية أوكتيل الميزوكسي سينامات ومركب حاجب شمس آخر شائع الاستخدام هو 4-MBC باعتبارهما مصدر تلف محتملًا للغدد الصماء. أعقب هذا بحث قامت به مارجريت سكولبف بجامعة زيورخ بسويسرا عام ٢٠٠١، أظهرت فيه أن الفئران عديمة الشعر التي غُمرت في محلول هذه المركبات في زيت الزيتون شهدت زيادة في وزن الرحم. وبعد ذلك، أظهر تيرج كريستسن، من سلطات مكافحة الإشعاع النرويجية بالقرب من أوسلو، أن أوكتيل الميزوكسي سينامات قد قتل أنسجة الفئران في جرعات أقل جدًّا مما كان يعتقد في السابق. ويُعتقد أن خطر هذه العناصر على البشر ضعيف للغاية لأنها لا تخترق الطبقة الخارجية لخلايا الجلد الميتة الذي توضع عليه. واكتشفت شركة ميرك الكيميائية طريقة لوضع عناصر أوكتيل الميزوكسي سينامات بداخل بوليمر، ومن ثم لا تتلامس أبدًا حتى مع الطبقة الخارجية من خلايا الجلد.

ويمكن أن تكون مستحضرات حاجب الشمس مرتفعة الثمن جدًّا. وفي استبيان قامت به جمعية المستهلك في المملكة المتحدة في عام ٢٠٠١، تبين أن وضع حاجب شمس من أفضل الأنواع المعروفة (أمبريه سولير) للحماية الكاملة على مدار إجازة مدتها أسبوعان يتكلف ٦٣ جنيهًا إسترلينيًا، في حين تصل تكلفة نوع رخيص من السوبر ماركت نحو ٣١ جنيهًا إسترلينيًّا.

إذن ماذا يجب أن نفعل كي نحمي بشرتنا من الدمار الذي تلحقه بها الأشعة فوق البنفسجية؟ أفضل نصيحة هي تجنب الخروج في الشمس في الفترة ما بين الساعة الحادية عشرة صباحًا والثالثة مساءً. وبخلاف هذه الساعات، استخدم مستحضر حاجب شمس معامل الحماية به يساوي ١٥ إذا كنت تريد أن تستلقي في الشمس على الشاطئ أو عند ممارسة السباحة في مكان مفتوح. والأفضل من ذلك، إن كان من المتوقع أن تقضي وقتًا طويلًا في الشمس، للتمشية على سبيل المثال أو للعمل في الحديقة أو لممارسة الرياضة، فارتدِ ثيابًا وضع غطاءً للرأس. إن أفضل طريقة

لحماية البشرة هي الملابس، حتى إن شركة الكيماويات الألمانية بي إيه إس إف، قد أنتجت أليافًا من النيلون تحتوي على جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم. والملابس المنسوجة بإحكام المصنوعة من هذه المادة يمكنها أن توفر الحماية الكاملة بكل فعالية.

تسمير البشرة في الظلام: ثنائي هيدروكسي أسيتون

عندما تُطهى أطعمة معينة أو تُترك للتخمر تأخذ لونًا برونزيًا لطيفًا؛ إذ يحدث لها ما يُعرف باسم «تفاعل ميلارد»، الذي تتفاعل فيه الكربوهيدرات مع البروتين.[٥] والطبقة الخارجية من الجلد هي بروتين في المقام الأول، وينبغي أيضًا أن تكون قادرة على التفاعل مع الكربوهيدرات ومن ثم تتحول إلى اللون البني. والمادة الكيميائية التي يمكن أن تسبب حدوث هذا هي ثنائي هيدروكسي أسيتون، وهي بُدرة بلورية بيضاء حلوة المذاق. ضع محلولًا من هذه المادة على بشرتك وسوف تعطيك مظهر السمار، مع أنه في المرة الأولى التي بيعت فيها هذه المنتجات، كان يغلب عليها ترك تأثير يبدو كالبقع؛ الأمر الذي كان أكثر إحراجًا من البشرة الباهتة التي يُقصد تلوينها، ولم يكن يُزال هذا التأثير بالغسل؛ بل كان على المستخدم البائس أن ينتظر أسبوعًا تقريبًا حتى تختفي الطبقة الخارجية من الجلد.

وعُرف ثنائي هيدروكسي أسيتون كمادة كيميائية صناعية مساعدة على السمار في مستشفى الأطفال بجامعة سينسيناتي في منتصف خمسينيات القرن الماضي، حيث كانت إيفا فيتجنشتاين تفحص الأطفال الذين كانوا يعانون عجزًا في تخزين الجليكوجين، المادة الكربوهيدراتية الأساسية التي يستخدمها الجسم كمورد سهل متاح للجلوكوز. وقد رأت أن هذه الحالة يمكن معالجتها عن طريق تناول جرعات كبيرة من ثنائي هيدروكسي أسيتون. ويُنتج هذا الجزيء في النباتات والحيوانات كمركب وسيط في أيض الكربوهيدرات، وهو يُمثَّل بعد هضمه أسرع من الجلوكوز نفسه. لكن للأسف تقيأه بعض الأطفال، فلوحظ أن المكان الذي سقط عليه من الجلد المكشوف قد تحول إلى اللون اللبني بعد بضع ساعات. تحيرت فيتجنشتاين واختبرت بشرتها بمحاليل مائية من ثنائي هيدروكسي أسيتون، وتحولت بشرتها هي الأخرى بالفعل إلى اللون البني.

ويُحضر ثنائي هيدروكسي أسيتون صناعيًا عن طريق تخمير الجليسرول (الجليسرين) ببكتريا أسيتوباكتر صب أوكسيدنز. وهذا الميكروب يزيل ذرتي

هيدروجين من الجزيء، ومن ثم يحوله إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون، الذي يمتزج مع مجموعات الأمينو الحرة في البروتينات الموجود في طبقة القرنية ويحولها إلى اللون البني في غضون ثلاثين دقيقة؛ وتُعرف المركبات التي تتكون باسم الميلانويد. ويقتصر هذا النوع من التسمير على الطبقة الخارجية من الجلد فحسب.

وثمة العديد من مستحضرات وكريمات التسمير في الأسواق، وهي تحتوي ما بين ٢٪ و٥٪ من ثنائي هيدروكسي أسيتون. وينبغي أن تكون حمضية بنسبة طفيفة، وهي «تُنظم» (انظر المسرد) بإضافة الفوسفات كي يصل الأس الهيدروجيني إلى ٥. ومستحضرات التسمير الفوري المتوافرة، مثل مان-تان، وأكساتون، وكيو تي، وينتر تان، تعد من هذا النوع. وتكمن مشكلة ثنائي هيدروكسي أسيتون، على الرغم من سهولة امتزاجه بالماء، في أنه يميل إلى تكوين جيل فلا يتوزع بسهولة أو بالتساوي على الجلد، لهذا السبب يمكن أن يعطي مظهر البقع. ويمكن التغلب على ذلك عن طريق إضافة مواد كيميائية أخرى، سواء لتحافظ على انسياب السائل بسهولة أو لتكوين كريم يتوزع فيه ثنائي هيدروكسي أسيتون بشكل مناسب. وفي بعض صالونات التجميل، تستخدم أيضًا عوامل التسمير الذاتي في شكل رذاذ باستخدام بخاخة.

ومنتجات التسمير الذاتي ليست حاجب شمس فعليًّا، مع أنها تمنح بعض الحماية بمعامل حماية ٢ تقريبًا. لقد صُممت خصيصًا كي تمنح البشرة البرونزية التي يرغب الناس فيها دون الحاجة إلى التعرض للأشعة فوق البنفسجية للوصول إلى درجة اللون هذه. بالطبع إن أردت أن تخدع أولئك الموجودين على الشاطئ بسمار جاهز وأنت لا تزال تتمتع بالوقاية من أشعة الشمس، عندئذ ثمة مستحضرات تجمع ما بين ثنائي هيدروكسي أسيتون وثاني أكسيد التيتانيوم؛ ومن الممكن أن تحتوي على معامل حماية يساوي ١٥ بل وحتى ٣٠.

كريمات تفتيح البشرة

كما أنه من الممكن أن تستخدم المواد الكيميائية للحصول على سمار «زائف»، ثمة مواد كيميائية أيضًا من شأنها أن تجعل البشرة تبدو أفتح. إحدى أمارات الشيخوخة ظهور بقع صغيرة من الميلانين تُعرف باسم البقع الكبدية أو نمش الشيخوخة. ولإيقاف تكوين هذه البقع، يجب إيقاف الأيض الذي ينتجها، وذلك يعني تثبيط إنزيمات تيروسيناز (المعروفة أيضًا باسم الفينول أكسيداز) التي تحيل التيروسين

إلى ميلانين. وينتشر التيروسيناز انتشارًا واسعًا في الطبيعة، وذلك لوجوده في النبات والحيوان والإنسان. وهو الإنزيم المسئول عن تغير لون التفاحة المقطوعة سريعًا إلى البني. فالتيروسيناز يحتوي على ذرة نحاس في منطقته النشطة، وإذا جرى تثبيط فاعلية هذه الذرة بطريقة ما، فعندئذ يفقد الإنزيم قدرته على الأكسدة. ولهذا السبب إذا قطعت تفاحة ثم بللتها بعصير ليمون، تظل بيضاء لأن فيتامين ج في العصير يثبط الإنزيم. ولهذا السبب أيضًا كان عصير الليمون يستخدم على نحو تقليدي كعامل لتفتيح البشرة.

ومن الحالات الأخرى التي قد تدفع الشخص لاستخدام مستحضرات تفتيح البشرة النمش الزائد، وكلف الحمل، وحتى التسمير المفرط. وترتبط البشرة السمراء أيضًا ببعض الحالات الطبية.

وربما يحتوي كريم تفتيح البشرة العادي على مثبطات التيروسيناز المعروفة، مثل حمض الكوجيك والهيدروكينون، بالإضافة إلى حمض الجليكوليك الذي يزيل الطبقات السطحية من الجلد، ومن ثم يمكن للعناصر الفعالة أن تصل إلى الخلايا المستهدفة. ويحتوي كريم تفتيح البشرة أيضًا على مادة حافظة ومكونات أخرى متعددة مثل المذيبات والفيتامينات والعطور.

وفي الماضي كان يمكن تفتيح البشرة السمراء بسهولة عن طريق استخدام الهيدروكينون، وهي مادة كيميائية شائعة الاستخدام في التصوير، لكن لا يُحبذ استخدامها الآن كعامل لتفتيح البشرة لأنها قد أحدثت تأثيرًا مناوئًا لدى بعض الناس. ويُعرف الهيدروكينون أيضًا بالاسم القديم للكينول، وكان يُسوق بأسماء تجارية متعددة مثل أيدا، وبلاك أند وايت بليتشنج كريم، وإيلدوبيك، وتيكينول.

ويأخذ الهيدروكينون صورة بلورات بيضاء تنصهر عند درجة ١٧١ مئوية، وتقبل الذوبان في الماء والكحول. وتبيض المحاليل ذات التركيزات المنخفضة منه البشرة، غير أنه أدى إلى التهاب جلد بعض الناس، لذا يحظر استخدامه الآن في أوروبا والولايات المتحدة واليابان. لكنه لا يزال يستخدم في بعض البلدان، لكن بتركيز لا يتعدى ٢٪، لكنه يكاد يكون غير فعال في مثل هذا التركيز المنخفض. وقد سُجلت براءات اختراع مواد كيميائية مشابهة لكن أكثر سلامة، مثل THPOP (اختصار 4-oxyphenol)، كعناصر لتفتيح البشرة لكنها لم تطرح في الأسواق بعد.

وثمة العديد من المواد الكيميائية الطبيعية التي تستخدم لتفتيح البشرة مثل: حمض الكوجيك، ومستخلص عرق السوس، ومستخلص نبات الدرقة، والتوت، وهي

تثبط التيروسيناز أيضًا. ويعد حمض الكوجيك،[٦] الذي ينتجه ميكروب رشاشية أوريزه، مُفتِحًا للبشرة ومضادًا حيويًا، ويمكن إنتاجه صناعيًا أيضًا كي يُحول إلى المالتول، الذي يمنح الخبز والكعك رائحته الطازجة. ويُعد هذا الحمض وعناصر التبييض الأخرى جيدة شأنها شأن الهيدروكينون، بل وقد تفوقه جودة أيضًا، أو هذا هو ما يظهر لدى مقارنة قدراتهم النسبية على تثبيط الإنزيم؛ فمحلول الهيدروكينون بتركيز ٥٪ يثبط فعالية التيروسيناز بنسبة ٥٠٪، بينما يتطلب الأمر محلولًا تركيزه ١٠٪ من حمض الكوجيك لتحقيق نفس النسبة، في حين أن مستخلص التوت بتركيز ٠٫٥٪ كافٍ لتحقيق نفس الغرض.

وبالنسبة لكل هذه الكيماويات الطبيعية، ينبغي أن يُداوم على استخدام العلاج لعدة أسابيع لإحداث تأثير ملحوظ، ولكي تكون فعالة، تحتاج هذه الكيماويات لوجود مادة تساعد على اختراق الجلد. إلى جانب أنها تحتاج إلى عنصر منظم للحفاظ على الأس الهيدروجيني عند ٤، وأيضًا ينبغي أن تتوافر مادة مضادة للأكسدة، مثل ميتا بيكبريتيت الصوديوم، لحفظ الخليط من التلف.

وفي أجزاء من أفريقيا، أحيانًا ما يستخدم الناس ذوو البشرة شديدة السمار صابون يوديد الزئبق لتفتيح بشرتهم أو لإخفاء العلامات السمراء وعيوب البشرة، فالبشرة السمراء تتندب بسهولة جدًّا. وكان يُنصح الناس الذين يستخدمون مثل هذا الصابون بترك رغاوي الصابون على جلدهم طوال الليل. ويُعزى سبب منع استخدام هذا الصابون إلى خطر الزئبق على الصحة، ومن أجل صحة أولئك الذين يُصنعون مثل هذا الصابون. وفي سبعينيات القرن الماضي، أسفرت الفحوصات التي أُجريت على العاملين في مثل هذه المصانع عن وجود نسب عالية من الزئبق في دمهم، وفي جامعة لوزان بسويسرا، أظهرت الفحوصات التي أُجريت على مستخدمي هذا الصابون أن نسبة الزئبق ارتفعت في الدم والبول، مما يشير إلى أن المعدن قد امتص عن طريق الجلد.

الليبوسومات

يعتمد الجلد على مادة تُسمى الكولاجين لتمنحه ليونته. وتفقد البشرة المتقدمة في العمر والتي دمرتها الشمس الكولاجين وتصبح أكثر تهدلًا وأقل ليونة. ويبدأ القصور في إفرازات أخرى، وتصبح البشرة أكثر جفافًا وتفقد الزيوت الطبيعية والفيتامينات وحتى المعادن. ويمكننا أن نجد العون في

الكريمات والمستحضرات التي تعوض بعض المكونات المفقودة، وتعمل هذه المستحضرات باستخدام الليبوسومات.

ويحتوي المرطب النموذجي على الآتي: ماء (الذي يُدرج عادة تحت اسمه اللاتيني أكوا)، ومرطبات، ومسدات، وليبوسومات، ومضادات أكسدة، ومواد حافظة. وسبب وجود الماء أن البشرة تحتاجه دائمًا، والمرطبات تساعدها على الاحتفاظ به. ومن المرطبات الشائعة «الجليسيرول» العادي (انظر المسرد)، وشكل متقدم منه هو السوربيتول. أما المسدات فتعمل كحاجز لمنع فقدان الماء، ومن المسدات الجيدة اللانولين الذي يستخرج من الصوف الخام، والهلام النفطي، الذي يُستخرج من تكرير البترول ويشتهر أكثر بالاسم التجاري له وهو الفازلين.

والليبوسومات هي الطريقة المفضلة لتوصيل الجزيئات إلى الطبقات تحت سطح الجلد، لا سيما الطبقة تحت الطبقة القرنية. والليبوسومات كرات دقيقة تحوي بداخلها مكونًا نشطًا وتحمله إلى الموضع محل الاحتياج، لا سيما إلى مناطق في طبقة البَشَرة لا يستطيع المكون أن يخترقها، وبهذه الطريقة أصبح من الممكن نقل المخدر والفيتامينات والهرمونات والاسترويدات إلى الطبقات الأدنى من الجلد. وتحتوي الليبوسومات على طبقة خارجية من جزيئات الفوسفوليبيد من النوع الذي يكون أغشية خلايا الجسم. ويتكون الفوسفوليبيد من جزيء جليسرين يرتبط به اثنان من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة ومجموعة فوسفات. وترتبط مجموعة كولين، التي تحتوي على نيتروجين موجب الشحنة كجزء من تركيبها، بالفوسفات أيضًا، الذي يحمل ذرة أكسجين سالبة الشحنة. وهذه الذرات المشحونة تعطي الفوسفوليبيد القدرة على التفاعل لتكوين طبقة من مادة توجد هذه الذرات بداخلها والأحماض الدهنية بخارجها، ومن ثم تصنع غشاءً مقاومًا للماء سمكه نحو ٤ نانومترات. وأفضل فوسفوليبيد معروف هو الليسيثين، الذي ينتج بغزارة عن طريق النباتات والحيوانات ويستخرج من صفار البيض وفول الصويا. وهو يستخدم على نطاق واسع في الصناعات الغذائية.

والليبوسومات عبارة عن قطيرات في «حجم النانو» (انظر المسرد)، قطرها عادة ١٠٠ نانومتر (ما يعادل عشرة على مليون من المتر لذا هي غير مرئية بالعين المجردة)، وكل قطيرة يمكنها أن تحمل مليارات من جزيئات العناصر النشطة. وهي تخترق الطبقات السطحية للجلد، وعندئذ تطلق ببطء العناصر النشطة عبر غشاء

الليبوسوم، أو تطلقها بسرعة إذا كان الغشاء ممزقًا، وهي تعد مثالية في نقل المواد صعبة الذوبان إلى الأماكن التي تحتاجها.

وأول من أورد عن قدرة الليبوسومات على تصيد الجزيئات والأيونات كان أليك بانجهام بمعهد فسيولوجيا الحيوان، في بابرهام بالقرب من كامبريدج، إنجلترا، في أوائل ستينيات القرن الماضي. وفي الواقع أصبحت الليبوسومات نماذج علمية للأغشية الخلوية. فهي كيانات مستقرة للغاية، ومثالية في احتواء المواد الكيميائية الأخرى. ويمكن أن ترتب الفوسفوليبيدات نفسها إلى كرات تتراوح في قطرها بين ٢٠ نانومترًا وحتى ١٠٠ ميكرون، أي أكبر ٥٠٠٠ مرة. والليبوسومات الأصغر يُشار إليها أحيانًا بالنانوسومس.

وتُصنع الليبوسومات عن طريق تبخير محلول من الليبيد في مذيب مثل الكلوروفورم والميثانول، لتكوين طبقة. وعندما تُوضع الطبقة بعدها في الماء، وتُقلب بشدة، تنتفخ وتتحطم، وعندئذ تتجعد الأجزاء المحطمة إلى كرات تحتجز بداخلها الجزيئات المرغوب فيها. ويمكن تفصيل الكرات إلى الحجم المطلوب بتفتيتها بالموجات فوق الصوتية، أو بدفعها تحت ضغط مرتفع عبر ثقوب دقيقة، لتُعيد الليبوسومات الأكبر حجمًا تشكيل نفسها إلى كرات أصغر.

وتحضر صناعة مستحضرات التجميل الليبوسومات الخاصة بها من الليبيدات عديمة الشحنة وليس من الفوسفوليبيدات الطبيعية. وهذه الليبيدات التي يطلق عليها «غير القطبية» تذوب في الإيثانول وتُجانس قبل أن تُرشح عبر الثقوب التي تقلل الحجم إلى أن يصبح قطرها نحو ٢٠٠ نانومتر، الحجم الأمثل لاختراق الجلد.

وحتى لو كان من المفترض أن تنقل الليبوسومات الماء فحسب إلى الطبقات أسفل الطبقة القرنية، فإن هذا في حد ذاته يمنح فوائد ملحوظة عن طريق ترطيب الجلد، ومن ثم جعله أقل جفافًا وأكثر ليونة. وإذا كانت الليبوسومات تحمل فيتامينات مضادة للأكسدة، مثل فيتامينات أ، ج، هـ، فعندئذ تتعاظم الاستفادة لأن هذه المضادات تبطل عمل الشقوق الطليقة التي يُعتقد أنها شديدة التدمير. ومن بين هذه الفيتامينات، يحظى فيتامين أ (الذي يطلق عليه أيضًا الريتينول) باهتمام خاص باعتباره عنصرًا مضادًا للتجاعيد، وهو يستطيع فعليًّا أن يجعل البشرة تبدو أكثر شبابًا عن طريق تقليل التجاعيد الكبيرة، والبقع البنية، وخشونة سطح الجلد.

وفي الماضي استخدمت جزيئات فيتامين أ، مثل التريتينوين، وحققت بعض النجاح في علاج حب الشباب، وهي تستخدم الآن على نطاق أوسع كي ترجئ شيخوخة البشرة. (يُعرف التريتينوين أيضًا باسم حمض فيتامين أ، أو حمض الرتينويك.) والأسماء التجارية للتريتينوين هي رتينوفا في المملكة المتحدة، ورتين-إيه في الولايات المتحدة الذي أقرته هيئة الغذاء والدواء في منتصف تسعينيات القرن الماضي. وقد قُدِّم التريتينوين في سبعينيات القرن الماضي باعتباره العلاج المثالي لحب الشباب، لكن أولئك الذين استخدموه لاحظوا أنه يسبب اختفاء التجاعيد أيضًا. وتُباع هذه المستحضرات دون وصفة طبية، وهي ستجعل تجاعيد وبقع الشيخوخة تبدأ في التلاشي بعد شهرين من استخدامها، وستقل على نحو ملحوظ بعد مرور ستة أشهر. وينبه التريتينوين إنتاج الكولاجين ويمنعه من التلف، ويمكن أن تدوم فوائده لبضع سنوات.

وبالطبع، جذبت الليبوسومات أنظار كيميائيي مستحضرات التجميل في الشركات العملاقة، وقدمت كل من شركة لوريال، وكريستيان ديور صيغ الليبوسوم المضاد لشيخوخة البشرة في عام ١٩٨٧. في البداية احتكرت هاتان الشركتان هذه المنتجات وتحدد سعرها بناءً على ذلك، لكن سرعان ما لحقت بهما الشركات المنافسة مثل نيفيا التي استطاعت أن تقدم فوائد الليبوسومات لتصبح في متناول المستهلك.

السعر ليس دليلًا على الفعالية ...

في عام ٢٠٠١، أجرت مجلة ويتش — مجلة المستهلك بالمملكة المتحدة — دراسة عن المرطبات كي تعرف إن كانت قد حسّنت من ملمس البشرة. وشاركت في هذه الدراسة ٣٢ امرأة تتراوح أعمارهن بين الخامسة والعشرين والرابعة والخمسين، وجربت كل واحدة اثني عشر منتجًا، كل منتج لمدة خمسة أيام. وكانت نتيجة هذا الاختبار المحدود بعض الشيء أن بشرتهن قد تحسنت عامة، مع أنه كانت توجد صلة غير وطيدة بين فعالية المنتجات وأسعارها. وكانت عبوة المرطب العادية تحوي ٥٠ مليلترًا، وتراوحت الأسعار بين ٣ و٢٦ جنيهًا إسترلينيًا. وكانت أفضل المنتجات المختارة هي «بوتس رقم ٧» (وهو أرخصهم؛ إذ إن سعره ٣,١٥ جنيه إسترليني)، ومنتج آخر متوسط السعر هو «سنيرجي رينكل ليفت» (٧,٩٩ جنيه إسترليني)، ومنتج عالي السعر هو «أويل أوف أولاي» (١٨,٥٠ جنيه إسترليني). ومن الواضح أن المكونات في هذه المنتجات لا تبرر غالبًا الأسعار المرتفعة، في حين أن الدعاية الضخمة والتعبئة باهظة التكلفة قد تعلل ذلك.

... ولا المفاهيم المغلوطة الشائعة

ثمة أولئك الذين ينتقدون كل ما هو كيميائي باعتباره يمثل خطرًا محتملًا، بينما يمدحون فوائد كل ما يصفونه بأنه طبيعي، بمعنى أنه يأتي من مصدر بيولوجي مثل النبات. ومن الناحية الكيميائية لا فرق بينهما، والبشرة لا تأبه لمصدر الكريمات أو المستحضرات التي تستخدمها لتعيد إليها شبابها أو تحميها. ولعل المادة الكيميائية المصدر تكون أفضل، لأن جودتها تخضع للسيطرة، وتخلو من آثار المواد الدخيلة التي قد تسبب الحساسية. على سبيل المثال يحتوي المطاط الطبيعي على إنزيمات تسبب حساسية لبعض الناس، لهذا السبب تُصنع الآن قفازات الجراحة من اللاتكس الصناعي. ومع ذلك أصبح الاتجاه الحالي أن تختار المنتج الذي يدعي أنه يحتوي على مكونات «طبيعية» فحسب، وأن تدفع الكثير من أجل الحصول عليه. في الواقع مع أنه قد يُزعم أن المنتج «طبيعي»، فإنه يُقصد بهذا غالبًا أن المكونات يمكن أن توجد في الطبيعة، وليس أنها تأتي من ذلك المصدر. فمعظمها مصدره شركات الصناعات الكيميائية.

الفصل الثاني

الحيوية

أطعمة تدعو للتأمل

يعرف الناس في العالم المتقدم أنهم سيموتون على الأرجح إما بسبب مرض في القلب وإما بسبب السرطان، وبالتالي فهم دائمًا على أهبة الاستعداد لاتباع النصائح التي يمكن أن تمنع ذلك. ربما تصبح هذه الأمراض يومًا ما شيئًا يذكره التاريخ فحسب، أو على الأقل تصبح نادرة الحدوث، مثل الكثير من الأمراض التي ابتلي بها آباؤنا وأجدادنا. وإلى أن يأتي ذلك اليوم السعيد، فأفضل ما يمكننا فعله هو أن نصغي للنصيحة التي يسديها لنا أولئك الذين يوصون بالإجراءات الواقية، وهذه تتطلب منا عامة تغيير نمط حياتنا: نقلع عن التدخين، ونمارس التمارين الرياضية بصفة يومية، ونأكل بتعقل أكثر. ومن وجهة نظر الكثيرين من الناس، فإن أسهل مسار يُتبع هو تغيير النظام الغذائي، وثمة العديد من أخصائيي التغذية على استعداد لإسداء النصيحة السليمة، مثل فقدان الوزن إذا كان لديك وزن زائد، وتناول المزيد من الفاكهة والخضراوات، والمقدار الموصى به هو خمس وبات يوميًّا (على ألا تتضمن البطاطس).

ولكن هل من الممكن زيادة العمر المتوقع للإنسان بتغيير النظام الغذائي؟ الإجابة تبدو نعم، وسنلقي الضوء في هذا الفصل على ثلاثة أشياء حظيت بشعبية كبيرة في السنوات القليلة الماضية: شيء يُنصح بالحد من تناوله، وشيء ينبغي الإكثار من تناوله، وشيء يُقال إنه يجدر تجنبه تمامًا. أول هذه الأشياء الدهون، وثانيها فيتامين ج، وثالثها الواجب تفاديه هو النترات. وسوف ننظر إلى هذه الأشياء من

منظور كيميائي في المقام الأول، لأنه أيًّا كان ما يُقال عن هذه المكونات في طعامنا، فهي جميعها مواد كيميائية. والرسائل البسيطة التي رسخت في أذهان معظم الناس عن هذه المواد هي كالتالي: الدهون، وبالأخص الدهون المشبعة والدهون غير المشبعة، تسبب مرض القلب؛ وفيتامين ج مضاد للأكسدة ويمكن أن يقي من السرطان (وربما يعالجه أيضًا)؛ والنترات الموجودة في مياه الشرب يمكن أن تسبب السرطان. غير أن هذه الرسائل مبسطة إلى حد ما، والمثير للغرابة أن أجزاءً منها خاطئة.

لقد أدت الاكتشافات التي ظهرت عن الطعام إلى تحسن صحة الإنسان، وفي النصف الأول من القرن العشرين، كان يوجد الكثير من الاكتشافات العلمية عن الأشياء التي نتناولها، مثل الحاجة إلى فيتامينات متنوعة. وفي النصف الثاني من نفس القرن ظهرت اكتشافات أخرى، غير أنها غالبًا لم تبحث جيدًا كسابقتها. ومن ثم أصبحت لدينا كتب تدافع عن النظم الغذائية الغنية بالزنك، والماغنسيوم، والسيلينيوم، والجرمانيوم، والأحماض الأمينية، والألياف الشائعة. وظهرت كتب أخرى محملة بتحذيرات من خطورة بعض المكونات مثل الدهون غير المشبعة، والسكر، والملح، والجلوتامات أحادية الصوديوم، وبقايا المبيدات الحشرية بعد استخدامها على المحاصيل الزراعية، والكوليسترول. وكانت بعض هذه النصائح تستحق أن يُعتد بها، لكن البعض الآخر لم يكن يستحق.

كانت الأجيال القديمة مقيدة بدورة المواسم، إذ كان يتوافر الطعام في أعقاب الحصاد في الخريف، وينقص في الربيع. وربما كانت الحمية التي يتبعونها «طبيعية» و«عضوية»، ولكننا نعلم من رفاتهم أن حياتهم كانت غير صحية. وليس غريبًا أنهم عانوا أمراض نقص التغذية، مثل الإسقربوط الذي ينتج عن نقص فيتامين ج، وكساح الأطفال الذي ينتج عن نقص فيتامين د. وقد وضع التطور الذي حدث في علم الأغذية في القرن العشرين نهاية لهذا النوع من سوء التغذية، مع أن أخصائيي التغذية ما زالوا يستقبلون حالات من كساح الأطفال لعلاجها حتى في المجتمعات الغربية.

إن جسم الإنسان مصنع معالجة كيميائية في المقام الأول؛ إذ يتلقى المواد الخام ويحولها إلى آلاف المنتجات، ويخزن المواد التي لا يستطيع أن يستخدمها في الوقت الحالي لكنه قد يحتاجها إذا حدث عجز في الموارد، ويتخلص من الأشياء التي لا يستطيع أن يستخدمها، بالإضافة إلى الفضلات الأخرى. والمواد الخام الأساسية التي يحتاجها مصنع الجسم هي الكربوهيدرات، والدهون، والبروتين، لكنها غير كافية في

حد ذاتها؛ فالمصنع يحتاج أيضًا كميات معقولة من بعض المعادن، مثل الصوديوم، والبوتاسيوم، والكالسيوم، وكميات صغيرة من البعض الآخر مثل الحديد، والزنك، والماغنسيوم. وحتى هذه لا تعد كافية، إذ يحتاج الجسم أيضًا إلى عدد من الفيتامينات والعناصر النادرة (التي يحتاج الجسم لمقادير زهيدة منها فقط). وأخيرًا لكي نضمن أن تعمل أمعاؤنا بسلاسة، نحتاج إلى تناول وفرة من الماء، ومن الألياف التي تتكون من مادة نباتية غير قابلة للهضم مثل السليلوز.

ومن غير المجدي أن تحدث تغييرات في نظامك الغذائي بلا فهم للآلية الحادثة، فالأمر أشبه عندئذ بمحاولة لعب أحجية الصورة المقطوعة في الظلام. فمفتاح الوصول إلى نظام غذائي ناجح هو الكيمياء، وخير ما يوضح هذا هو الطاقة. والطاقة ليست مادة مغذية في حد ذاتها، لكنها الطاقة الكامنة في الطعام التي تحتاجها أجسامنا كي تبقى دافئة وقادرة على التحرك والتفكير. وتنطلق الطاقة من الطعام بتفاعل مكوناته مع الأكسجين، ونحن نطلق داخل أجسادنا نفس كمية الطاقة التي يمكن أن ننتجها إذا أشعلنا النار في الطعام. والمكونات التي يمكن أن تطلق الطاقة بهذه الطريقة هي: الكربوهيدرات (تطلق ٤ سعرات حرارية لكل جرام)، والبروتينات (تطلق ٤ سعرات حرارية أيضًا لكل جرام)، والكحول (يطلق ٧ سعرات حرارية لكل جرام)، والدهون والزيوت (تطلق ٩ سعرات حرارية لكل جرام).[٧] والجزء السليلوزي من الألياف هو أيضًا كربوهيدرات، وهو يشبه القطن أو الورق من الناحية الكيميائية، ويطلق أيضًا ٤ سعرات حرارية من الطاقة لكل جرام عند حرقه، لكن أجسامنا لا يمكنها أن تطلق هذه الطاقة لأننا ليس لدينا الإنزيمات القادرة على تكسيرها إلى جزيئات الجلوكوز التي تتكون منها.

توضيح طبيعة الدهون

> تُوصف الدهون والزيوت بطرق متنوعة: مشبعة، وغير مشبعة أحادية، وغير مشبعة متعددة، وأوميجا-٣، وأوميجا-٦، ومفروقة، وحمض اللينولييك المقترن CLA، وكل هذه المصطلحات ترتبط بنوع واحد فحسب من الروابط الكيميائية، وهي الرابطة الثنائية. وإذا ما تيسر لنا فهم هذه الرابطة البسيطة، فستتضح كل الأمور.

إن كلمة fat في اللغة الإنجليزية (بمعنى «بدين» أو «دهن») كلمة بذيئة؛ فعندما يُنعت شخص بأنه «بدين»، فلا يخلو هذا من الإهانة. وحتى عندما نتحدث عن

الطعام، فإن هذه الكلمة لا تزال تحمل في طياتها عدم استحسان لأننا نعلم أن تناول الكثير من «الدهن» يجعلنا «بدناء». لكن الأمر لا يتوقف عند هذا الحد، إذ يُقال إن بعض أنواع الدهون، وبالتحديد الدهون المشبعة وغير المشبعة، تهدد صحتنا.

وعلى الرغم من كل ما يُثار حول الدهون الغذائية وما تلحقه بنا، فإننا لا نعرف الكثير عن ماهية الدهون كيميائيًّا، وطبيعة عملها في الجسم. وعلى ما يبدو يظن الكثيرون أن الدهون التي يتناولونها تصبح على الفور جزءًا من دهون الجسم، في حين أنها يجب أن تُهضم أولًا في الأمعاء قبل أن تُمتص إلى الجسم، مما يعني تكسيرها إلى مكوناتها الجزيئية، وهي مجموعة من الجزيئات الأصغر التي يمكن أن يستخدمها الجسم بشتى الطرق، وفي الأساس لاستخراج الطاقة، ولكن أيضًا لصنع جزيئات جديدة. لكن المشكلة تكمن في كمية الطاقة التي تستطيع أن تطلقها الدهون. فالجسم الذي يجد أن لديه فائضًا في الطاقة يبدأ في تكوين دهون الجسم، والتي يخزنها في كل أجزائه، لا سيما تلك التي تبدو بارزة بالأخص.

والطريقة الواضحة لتجنب البدانة هي تناول القليل من الأطعمة عالية الطاقة، ويمكن فعل هذا بتناول المزيد من الأطعمة منخفضة الدهون. ويحرص مصنعو الأغذية على تقديم مثل هذه الأطعمة، كما تظهر أرفف السوبر ماركت، بل إنهم يصنعون أنواعًا من الزبدة والأجبان تكون الدهون مكونها الأساسي وتوصف بأنها «منخفضة السعرات الحرارية»، بل وحتى «منخفضة الدهون». ويُعزى ذلك إلى أنها تحتوي على الكثير من الماء، إلا أنها ما زالت تبدو مثل الدهون؛ لأن الماء يظل عالقًا في الدهون بإضافة عوامل استحلاب. ومثل هذه الأطعمة قليلة الدهون تحتوي عادة على نحو ٤٠٪ دهون، بينما تلك منخفضة الدهون للغاية تحتوي على نحو ٢٥٪. والغريب إلى حد ما أن منتجي الزيوت النباتية قد حظوا بشعبية كبيرة لسنوات كثيرة، وذلك مع أنها منتجات مشبعة بالدهون، ومع أن الأمور لم تسر على ما يرام بين الفينة والأخرى؛ وهذا ما يتضح في الإطار التالي.

ويتناول الإنسان العادي قدرًا كبيرًا من الأطعمة التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون، إذ يستهلك نحو ١٠٠ جرام من الدهون يوميًّا تمده بـ ٩٠٠ سعر حراري، بينما يمكن أن تكفي ١٠ جرامات يوميًّا فحسب تمده بـ ٩٠ سعرًا حراريًا، مع أن هذا قد لا يضمن الحصول على ما يكفي من الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن والزيوت الأساسية. (يلزم عادة نحو ٢٥ جرامًا يوميًّا من الدهون، وهذه الكمية تنتج ٢٢٥ سعرًا حراريًا.) وغالبًا ما نحصل على الدهون عن طريق الآتي:

٢٥٪ من منتجات اللحوم؛ و٢٠٪ من الكعك والبسكويت والحلويات؛ و١٥٪ من أنواع الزبدة والأجبان؛ و١٥٪ من اللبن ومنتجاته كالجبن والزبادي؛ و١٠٪ من الخضراوات (يشكل معظمها رقائق البطاطس المحمرة)؛ و٥٪ من الأسماك؛ و٥٪ من البيض، أما الـ ٥٪ الباقية فتأتي من أشياء مثل المكسرات وأنواع الصلصة.

وينصحنا أخصائيو التغذية بأن نأكل كمية أقل من الدهون، ومن الواضح أن أسهل طريقة لفعل ذلك هي تقليل تناول منتجات اللحوم، والكعك، والبسكويت، والطعام المقلي. وكلما أمكن وجب علينا تناول الأسماك بدلًا من اللحوم،[٨] وأن تكون الزبدة والأجبان منخفضة الدهون. وليست هذه تضحيات عظيمة، فلن تفقد إلا القليل من متعة الطعام، لكنك قد تفقد أيضًا بعض الوزن، وهذا في حد ذاته قد يكون أفضل طريقة لإطالة عمرك المتوقع وتحسين نوعية حياتك. غير أننا لا يمكن أن نحيا على نظام غذائي يخلو تمامًا من الدهون، نظرًا لأن بعض الفيتامينات لا توجد سوى في الدهون، وبالتحديد الفيتامينات أ، د، هـ، ك القابلة للذوبان في الدهون. وعند تناول الدهون عامة، ينبغي أن يكون هدفنا الحصول على كمية من الدهون غير المشبعة ضعف كمية الدهون المشبعة. والأطعمة التي تحتوي على أعلى نسب من الدهون غير المشبعة هي الزيوت النباتية، مثل زيوت الزيتون، وعباد الشمس، والذرة، واللفت، والصويا، وبعض زيوت المكسرات (ولا يتضمن هذا زيت جوز الهند، الذي يعد أكثرها على الإطلاق احتواءً على الدهون المشبعة). والأغذية التي تحتوي على أعلى نسب من الدهون المشبعة هي منتجات الألبان، وشحم الماشية، ودهون اللحم البقري.

عندما ينتهي الحال بمصنّعي السمن الصناعي والخجل يكسو وجوههم

في عام ٢٠٠١، أصدرت هيئة المعايير الإعلانية بالمملكة المتحدة، التي تتعامل مع الشكاوى حول دقة الإعلانات، بيانًا حول زبدة مارجرين من ماركة بينيكول. وكانت هذه الزبدة قد ظهرت في الأسواق في عام ١٩٩٩، وكان يُزعم أنها يمكن أن تقلل مستويات الكوليسترول في الدم بمتوسط ١٤٪، لا سيما الكوليسترول الذي يرتبط بالبروتين الشحمي منخفض الكثافة، وهو النوع الخطير من الكوليسترول. وظن البعض أن هذا يستحق أن يُدفع الكثير من أجله، واستطاعت بينيكول أن تغرم مستهلكيها ثلاثة أضعاف ما كانوا يدفعونه في المنتجات العادية الأخرى من هذه الأطعمة.

قدمت إحدى الشركات المنافسة، وهي شركة فلورا برو أكتيف، شكوى إلى هيئة المعايير الإعلانية تتهم فيها إعلانات شركة بينيكول بأنها مضللة، وقبلت الوكالة الشكوى. فما فشلت الإعلانات في

ذكره هو أنه لكي يقل الكوليسترول بنسبة ١٤٪، على الفرد أن يتناول ٣٢ جرامًا يوميًّا من زبدة بينيكول (ومعظم الناس لا يتناولون سوى ٢٠ جرامًا يوميًّا من مثل هذه المنتجات)، وأن يكون الفرد في سن يتراوح ما بين الخمسين والتاسعة والخمسين. فقد بينت الاختبارات أن الأشخاص الأقل سنًا سينقص الكوليسترول لديهم بمعدلات أقل كثيرًا. ومن ثم أخبرت الوكالة بينيكول أن تلغي هذه الادعاءات.

لكن حدث تطور غير متوقع في الأحداث؛ فقد أصدرت الهيئة أيضًا حكمًا على شركة فلورا برو أكتيف وعلى الادعاءات التي كان يطلقها أصحابها، والتي كانت تقول إن تناول ٢٠ جرامًا يوميًّا من منتجها هي (مرتفع السعر) سوف يقلل الكوليسترول الخطير بنسبة تتراوح من ١٠ إلى ١٥٪ في غضون ثلاثة أسابيع. ومع أن هذا الادعاء كان أكثر واقعية، لكنه لم ينل استحسان الهيئة أيضًا التي قالت إن الأشخاص الذين ظهروا في إعلانات فلورا برو أكتيف، كان واضحًا أنهم فعليًّا يتبعون نمط حياة صحيًا، والتأثير الذي سيحدث في مستويات الكوليسترول لديهم سيكون أقل جدًّا، ومن ثم فهذه الإعلانات مضللة أيضًا.

ومن الذي اشتكى فلورا برو أكتيف للهيئة؟ بالطبع عرفتم من: بينيكول!

وتعد الزيوت والدهون مواد كيميائية من نفس النوع؛ فهي عبارة عن مشتقات من الأحماض الدهنية مع «الجليسرين» (انظر المسرد)، وتُعرف باسم ثلاثي الجلسريد، وتعرف أيضًا باسم لبيدات، لكن معظمنا يشير إليها بالدهون أو الزيوت. وفي الواقع سواء كانت في صورة دهن صلب أو زيت سائل فهذا يتوقف على درجة انصهار ثلاثي الجلسريد. ويشبه التركيب الجزيئي لثلاثي الجلسريد شكل حرف E مع إطالة شرطاته الأفقية. فالشرطة الرأسية في حرف E تمثل جزيء الجلسرين، أما الشرطات الأفقية فتمثل «الأحماض الدهنية» (انظر المسرد)؛ وهذه هي التي تُوصف بأنها دهون غير مشعبة، وغير مشبعة أحادية؛ وغير مشبعة متعددة، ومفروقة، وأوميجا-٣، وأوميجا-٦، وحمض اللينولييك المقترن CLA.

ويحتوي ثلاثي الجلسريد الموجود في الطعام على العديد من أنواع الأحماض الدهنية: على سبيل المثال، يحتوي بيض الدجاج على ١١٪ دهن، منها ٣٪ دهن مشبع، و٤,٥٪ دهن غير مشبع أحادي، و٣,٥٪ دهن غير مشبع متعدد. أما أوميجا-٦ فيمثل ١,٦٪ من الدهون غير المشبعة المتعددة، بينما أوميجا-٣ يمثل ٠,١٪، ولا تمثل الأحماض الدهنية غير المشبعة سوى ٠,١٪، أما حمض اللينولييك المقترن فيمثل نسبة أقل، ولا ترتبط بنية الدهن بما إذا كانت الدجاجة التي وضعت البيض موضوعة في قفص أم طليقة.

وترتبط كافة المصطلحات الكيميائية المستخدمة لوصف الأحماض الدهنية بمفهوم الرابطة الثنائية بين ذرتي الكربون؛ وإذا فهمنا ماهية هذه الرابطة، فستتضح كافة الأمور. لكن دعونا أولًا نلقي نظرة على الأحماض الدهنية التي لا تحتوي على روابط ثنائية، وهي الأحماض الدهنية المشبعة.

وتتألف الأحماض الدهنية من سلسلة من ذرات الكربون، حيث يوجد الكربون في أحد طرفي السلسلة ويمثل جزءًا من مجموعة حمضية، وهي هنا مجموعة حمض كروبوكسيلي CO_2H. وفي الحمض الدهني المشبع، ترتبط كل ذرة كربون على امتداد السلسلة بذرتي هيدروجين (الصيغة الكيميائية $CH_2–CH_2$، وتعني الشرطة الواحدة رابطة أحادية). وغالبًا ما تحتوي السلاسل على عدد زوجي من ذرات الكربون، وأكثرها شيوعًا حمض الباليتيك، الذي يحتوي على ١٦ ذرة كربون، وحمض الستياريك، الذي يحتوي على ١٨ ذرة كربون. وفيما يلي أسماء الأحماض الدهنية التي توجد في الطعام:

الأحماض الدهنية المشبعة في الطعام

عدد ذرات الكربون في السلسلة	الاسم[٩]
٤	حمض البوتيريك
٦	حمض الكابرويك
٨	حمض الكابريليك
١٠	حمض الكابريك
١٢	حمض اللوريك
١٤	حمض الميرستيك
١٦	حمض الباليتيك
١٨	حمض الستياريك

وتوجد أحماض دهنية مشبعة تحتوي على سلاسل أطول، لكن هذه ليس لديها دور في كيمياء الطعام، وثمة البعض الذي يحتوي على عدد فردي من ذرات الكربون، لكن هذه نادرة للغاية، مع أنها ليست مجهولة. فعلى سبيل المثال، هناك مقادير زهيدة من حمض بنتاديكانويك، الذي يحتوي على ١٥ ذرة كربون، وحمض هيبتاديكانويك، الذي يحتوي على ١٧ ذرة كربون، في اللبن وبعض الزيوت النباتية، بينما يعد حمض الفاليريك (٥ ذرات كربون) وحمض الإينانثيك (٧ ذرات كربون) جزءًا من الروائح المميزة في أطعمة مثل الأجبان، حيث تكونها الكائنات الدقيقة.

والدهون المشبعة صلبة عامة لأن مثل هذه السلاسل تميل إلى تنظيم نفسها بدقة في صف واحد مع بعضها بعضًا، ومن ثم تتجمع معًا بصورة أفضل كجزيئات، وهذا هو ما يؤدي إلى ارتفاع درجة انصهارها. ومن ناحية أخرى، إذا كانت واحدة أو أكثر من سلاسل الحمض الدهني غير مشبعة، عندئذ يصبح التجمع في صورة غير مستقيمة، وتقل درجة الانصهار، ويصبح لدينا زيت في درجة الحرارة العادية.

أزل ذرة هيدروجين من كل من ذرتي كربون متجاورتين في سلسلة الحمض الدهني المشبع، فتحصل على رابطة «ثنائية» بين ذرتي كربون؛ وتصبح السلسلة «غير مشبعة» عند تلك النقطة؛ لأنها تحتوي على عدد أقل من ذرات الهيدروجين من الحد الممكن نظريًا. ويعبر الكيميائيون عن الرابطة الثنائية هكذا: CH=CH. تشكل الروابط التي كونتها ذرتا الكربون في وقت من الأوقات من أجل فصل ذرات الهيدروجين الآن رابطة ثانية. وأكثر أنواع الأحماض الدهنية غير المشبعة شيوعًا في الطعام هي حمض الأوليك وحمض اللينولييك، وكلاهما يحتوي على ١٨ ذرة كربون. وهما يختلفان في أن الأول به رابطة ثنائية واحدة، بينما الآخر به اثنتان؛ وبكلمات أخرى، الأول هو حمض غير مشبع أحادي (كلمة mono باليونانية تعني رقم «١»)، والثاني هو حمض غير مشبع متعدد (كلمة poly اليونانية تعني «متعدد»).

الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية

فيما يلي الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية التي توجد في الطعام، بالإضافة إلى تصنيفها طبقًا لفئة أوميجا، والتي تشير إلى حيث تقع الرابطة الثنائية على سلسلة الهيدروكربون.

الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في الطعام

الاسم المتداول	عدد ذرات الكربون	تصنيف الأوميجا
حمض الميريستوليك	١٤	أوميجا-٥
حمض البالميتوليك	١٦	أوميجا-٧
حمض الأوليك	١٨	أوميجا-٩
حمض الإيلايديك	١٨	أوميجا-٩
حمض الإروسيك	٢٢	أوميجا-٩

وتُرقم ذرات الكربون في رموز الأوميجا بداية من الذرة الأبعد عن مجموعة الحمض؛ بكلمات أخرى، بداية من آخر ذرة كربون في السلسلة (أوميجا هي آخر حرف في الأبجدية اليونانية). ومن ثم فالرابطة الثنائية في حمض الأوليك، وهو أحد زيوت أوميجا-٩، والأكثر شيوعًا، تقع بين ذرتي الكربون التاسعة والعاشرة. وكما ذكرنا من قبل، هناك أيضًا الأحماض الدهنية أوميجا-٣ وأوميجا-٦، لكنها غير مشبعة متعددة، وسوف نتعرض لها بمزيد من التفصيل لاحقًا.

ونظريًّا الرابطة الثنائية في الحمض الدهني المكون من سلسلة من ١٨ ذرة كربون، مثل حمض الأوليك، يمكن أن تكون بين أي زوج من ذرات الكربون، لكن ليس هناك سوى شكل واحد، وهو حمض الأوليك أوميجا-٩، والذي يوجد في أشياء مثل زيت الزيتون (إذ يشكل الحمض ٧٥٪ منه)، وزيت اللفت (٦٣٪)، وزيت الفول السوداني (٥٥٪). وحتى دهن الخنزير يحتوي على ٤٣٪ من حمض الأوليك أوميجا-٩.

ولا تُعد كل الزيوت غير المشبعة الأحادية صحية، فزيت الإروسيك من الزيوت التي ينبغي تجنبها، مع أن حتى هذا له مؤيدوه. ويحتوي زيت اللفت على ٢٥٪ من حمض الإروسيك، وعندما أُطعمت الفئران بكميات عالية من هذا الزيت، حدث لديها اضطرابات في أيض اللبيدات، مما أوحى باحتمال تأثر الإنسان أيضًا، وعليه أطلق برنامج تكيفي للحصول على نوع من نبات اللفت ينتج زيتًا يحتوي على حمض الإروسيك منخفض التركيز. وكان هذا ناجحًا، واحتوى زيت اللفت الذي خصص للاستهلاك الآدمي على أقل من ٢٪ من حمض الإروسيك؛ ويُعرف باسم زيت الكانولا في أمريكا الشمالية. ويُشتق اسم «كانولا» canola من الاسم Canadian oil، بمعنى الزيت الكندي، وهو يحتوي على نسبة طفيفة من حمض الإروسيك تصل إلى نحو ٠٫٥٪. أما زيت اللفت المخصص للاستخدامات الصناعية، كاستخدامه كسائل للتزييت أو كسائل هيدروليكي، فلا يزال يتكون من النوع الغني بحمض الإروسيك، وهذا يعد ضروريًا لاستعماله كسائل تزييت في درجات الحرارة المرتفعة.

ومع ذلك قد لا يكون حمض الإروسيك خطيرًا للغاية على الإنسان مثلما تشير الاختبارات التي أُجريت على الحيوانات، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى أننا من المستبعد أن نتناوله بأي حال من الأحوال بنسب قريبة من تلك التي أُطعمت بها تلك الفئران التعسة. والحقيقة أنه في بعض الحالات اتبع نظام غذائي غني بحمض

الإروسيك كنوع من العلاج الطبي، وحصل على شعبية كبيرة نتيجة للفيلم المشهور «زيت لورنزو»؛ انظر الإطار التالي.

ومع ذلك لا يزال الاتجاه العام يميل نحو إنتاج زيت اللفت الخالي من حمض الإروسيك، ويمكن هذا عن طريق التعديل الوراثي أو الهندسة الوراثية. وقد طورت أنواع من الكانولا لتنمو في كندا، ولكنها لم تزدهر في بعض بلدان العالم، وفي الهند، حيث يعد اللفت ثاني أهم المحاصيل المنتجة للزيوت، نهج العلماء نهجًا مختلفًا. ففي عام ١٩٩٨، أنتج عالما التكنولوجيا الحيوية، إيه أجنيوتري، وإن كوشيك، سلالة من اللفت لا تفرز حمض الإروسيك مطلقًا، وذلك باستخدام الهندسة الوراثية. والمحتوى الرئيسي لزيت هذه السلالة هو حمضا الأوليك واللينولييك، بنسب منهما تزيد عن ضعف تلك الموجودة في زيت اللفت العادي.

زيت لورنزو

في عام ١٩٩٢، أخرج جورج ميلر فيلمًا يحمل هذا الاسم، وقام ببطولته نيك نولت وسوزان ساراندون وبيتر أوستينوف؛ ورُشح كل من نولت وساراندون لجائزة أوسكار عن أدائهما في هذا الفيلم. كان الفيلم مأخوذًا عن قصة واقعية لولد، لورنزو أودون، يصاب بمرض حثل الكظر وبيضاء الدماغ ALD، ويصبح طريح الفراش، ويُصاب بالعمى والشلل التشنجي. وهذا المرض عبارة عن خلل وراثي يمنع الجسم من التعامل الصحيح مع الأحماض الدهنية ذات السلسلة بالغة الطول، ويؤدي إلى حدوث تلف في الغمد الميالييني الذي يحيط بالخلايا العصبية في المخ ويعزلها، ومن ثم لا يستطيع المخ أن يعالج المعلومات معالجة صحيحة. وهي حالة لا تصيب سوى الصبيان، وينتقل الجين التالف الذي يحمل هذا الخلل من الأم.

يرفض والدا لورنزو، أوجستو وميشيلا أودون، الاستسلام لفكرة أنه لا يمكن فعل شيء لولدهما، فتكرس الأم بالأخص حياتها من أجل رعايته وعلاجه؛ فتصبح خبيرة في هذه الحالة. وأحد أعراض هذا المرض هو ارتفاع مستوى الأحماض الدهنية المشبعة ذات السلاسل الطويلة جدًّا في الدم. فهل من الممكن أن يكون هذا هو بالفعل سبب هذه الحالة؟ هكذا ظن والداه، ورأيا أن ابنهما سوف يستفيد من تناول كميات كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلاسل الطويلة جدًّا أيضًا. ولهذا الغرض اختارا حمض الإروسيك، واستطاعا الحصول عليه من شركة كرودا للكيماويات، التي تقع في مدينة هيل بإنجلترا، حيث أخذ أحد الكيميائيين، دون سودابي، على عاتقه مسئولية استخراج هذا الزيت.

وعندما تناول لورنزو حمض الإروسيك، وصلت كميات الأحماض المشبعة ذات السلاسل الطويلة جدًّا إلى المستوى الطبيعي في الدم. لكن هذا كان أملًا زائفًا. فحتى عندما عُرض الفيلم، كان يوجد أولئك الذين أجروا اختبارات على العديد من الفتيان المصابين بهذا المرض، والذين عرفوا حينها

أن العلاج باستخدام حمض الإروسيك غير فعال. وعلى غرار أفلام هوليود، ينتهي الفيلم بإشارات على أن لورنزو قد يستجيب للعلاج. وبإلقاء الفيلم الضوء على حالة لورنزو، ربما يكون قد رفع الوعي العام بهذا الاضطراب الجيني الذي يصيب واحدًا من كل ٢٥٠٠٠ صبي. وللأسف، لم يشهد لورنزو الحقيقي شفاءً كبيرًا من المرض، وقد ظل عاجزًا طريح الفراش حتى العشرينات من عمره.

الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة

إذا كانت توجد أكثر من رابطة ثنائية واحدة في سلسلة الحمض الدهني، يُقال إنه حمض دهني غير مشبع متعدد، وأكثر حمضين من هذا النوع شيوعًا هما حمض اللينولييك، الذي يحتوي على ١٨ ذرة كربون ورابطتين ثنائيتين (بين الذرتين السادسة والسابعة، والذرتين التاسعة والعاشرة)، وحمض اللينولينيك، الذي يحتوي أيضًا على ١٨ ذرة كربون لكنه يحتوي على «ثلاث» روابط ثنائية (بين الذرتين الثالثة والرابعة، والذرتين السادسة والسابعة، والذرتين التاسعة والعاشرة). وتعد أول رابطة ثنائية في السلسلة هي أهم رابطة لأجسامنا، ومن ثم يتحدث أخصائيو التغذية عن الأحماض الدهنية أوميجا-٣ وأوميجا-٦، إذ يمثل حمض اللينولييك الأول، وحمض اللينولينيك الثاني.[١٠] والأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة الشائعة هي كالتالي:

الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة في الطعام

الاسم المتداول	عدد ذرات الكربون	عدد الروابط الثنائية في السلسلة	تصنيف الأوميجا
اللينولييك	١٨	٢	أوميجا-٦
اللينولينيك	١٨	٣	أوميجا-٣
الأراكيدونيك	٢٠	٤	أوميجا-٦
إي بي إيه	٢٠	٥	أوميجا-٣
دي إتش إيه	٢٢	٦	أوميجا-٣

ويشوب الدهون غير المشبعة المتعددة عيب متأصل نتيجة لاحتوائها على روابط ثنائية. فبينما تقاوم الدهون المشبعة الأكسدة، فإن الروابط الثنائية في الدهون غير المشبعة تجعلها عرضة للأكسدة. ليس لأن الأكسدة عملية سريعة، لكن الخطر وارد دائمًا، لهذا يجب اتخاذ الإجراءات الوقائية لضمان عدم حدوث الأكسدة، لأن هذا

يجعل الزيت أو الطعام يزنخ. والأكسدة يمكنها حتى أن تكون «قشرة» صلبة على الزيت، مثلما كان يحدث عندما كانت الدهانات وأنواع الورنيش تصنع من زيت بذر الكتان، الذي تمثل الأحماض الدهنية غير المشبعة ٩٥٪ منه.

ونفس عمليات الأكسدة هذه تحدث في الجسم، وهذا قد يعلل ميل الحيوانات التي تعيش لفترة طويلة للحصول على المزيد من الدهون المشبعة؛ لأن هذا يقلل التلف والإجهاد الناجمين عن الأكسدة. وفي عام ١٩٩٨، نشر رينالد بامبلونا وزملاؤه بجامعة ليدا بإسبانيا أبحاثهم حول الأحماض الدهنية في أكباد الحيوانات. وقد اكتشفوا وجود علاقة بين أقصى عمر افتراضي لحيوان ما وكمية الأحماض الدهنية المشبعة في خلايا كبده. فكلما عاش الحيوان عمرًا أطول، كانت الأحماض الدهنية بجسده مشبعة أكثر. والإنسان هو مخلوق يعيش عمرًا مديدًا، ومن ثم من المتوقع أن توجد نسبة عالية من الدهون المشبعة في أجسادنا، الأمر الذي لا يُعد ضارًّا في حد ذاته. والحقيقة أنه إن كانت هذه النظرية صحيحة، فهو أمر نمتن له.

ويحتوي كل جزيء من ثلاثي الجلسريد على ثلاثة أحماض دهنية، وهذه يمكن أن تكون جميعها متماثلة أو مختلفة. في الواقع، الأمر أكثر تعقيدًا من كونه توليفة فقط تتم بالاختيار والمزج، ويمكن أن توجد (نظريًا) عشرات الآلاف من جزيئات «ثلاثي الجلسريد» المختلفة (انظر المسرد). ولا يوجد في الطبيعة سوى القليل منها فقط؛ فعلى سبيل المثال، الأحماض الدهنية الثلاثة في جزيء ثلاثي الجلسريد في زيت الزيتون أساسًا متماثلة، وهي من حمض الأوليك (أولييك-أولييك-أولييك O–O–O)، مع أنه جرى تحديد خمسة عشر نوعًا مختلفًا من جزيئات ثلاثي الجلسريد في زيت الزيتون. ومن ناحية أخرى، نجد أن زيت فول الصويا وزيت عباد الشمس يحتويان على القليل جدًّا من ثلاثي الجلسريد أولييك-أولييك-أولييك، وزيوتهم الأساسية هي لينولييك-لينولييك-لينولييك (L–L–L)، ولينولييك-لينولييك-أولييك (L–L–O). ومن ثم يحتوي زيت فول الصويا إجمالًا على نحو أربعة عشر نوعًا مختلفًا من جزيء ثلاثي الجلسريد، بينما يحتوي زيت عباد الشمس على عشرين أو أكثر.

وقد أظهر تحليل شحم الخنزير، الذي يُصنع من دهن الخنزير، أنه يتكون في الأساس من دهون «غير مشبعة»، وهو ما لا يعتقده معظم الناس عنه، إذ يفترضون أنه حتمًا دهن مشبع في الأساس لأنه صلب ومن أصل حيواني. ويستخدم شحم الخنزير كثيرًا في الخبز. ويُظهر تركيبه الجزيئي أن ١٨٪ منه أولييك-باليتيك-أولييك (O–P–O)، يليه ١٣٪ ستياريك-باليتيك-أولييك (S–P–O)،

ثم ١٢٪ أوليك-أوليك-أوليك-أوليك، بالإضافة إلى ما يزيد على ثلاثين توليفة أخرى تشكل البقية.

وتتألف بعض جزيئات ثلاثي الجلسريد أساسًا من توليفة واحدة، وفي زبدة الكاكاو مثلًا، تضم هذه التوليفة ستياريك-أوليك-باليتيك. وهذا الثبات هو الذي يجعل الشوكولاتة تنصهر في مدى قصير نسبيًّا من درجات الحرارة، مماثل لذلك الموجود داخل فم الإنسان.

الأحماض الدهنية الأساسية

أظهرت الأبحاث التي أُجريت على الفئران في أوائل القرن العشرين وجود حمضين دهنيين لا يمكن إزالتهما من نظامها الغذائي، وإلا عانت الحيوانات مجموعة كبيرة من الاضطرابات. ووجد أن هذين الحمضين الدهنيين ضروريان لتصنيع مجموعة من المواد الكيميائية الأساسية لجسم الإنسان تُعرف بالبروستاجلاندينات، واعتبر أنهما «أساسيان»، أو بكلمات أخرى، توجب أن يكونا جزءًا من النظام الغذائي لأنه لم تكن توجد طريقة أخرى أمكن لجسم الحيوان تخليقهما بها. ويستطيع جسم الإنسان تصنيع كل الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة الأحادية التي يحتاجها من مكونات الطعام الأخرى في النظام الغذائي، وبالتحديد من الكربوهيدرات، والكحول، وحتى من البروتينات. ومع ذلك فهو لا يمكنه صنع الأحماض الدهنية أوميجا-٣ وأوميجا-٦، ونحن نحتاجها لبعض عمليات الأيض، وعلى وجه التحديد لتخليق حمض الأراكيدونيك الذي يُعد مصدرًا للعديد من المواد الكيميائية الأخرى التي تسهم في دفاعات الجسم، مثل تكوين الجلطات الدموية، وكذلك تعد مسئولة عن الالتهابات الموضعية التي تنبه الجسم إلى تلف الأنسجة.

ويمكن للبشر، شأنهم في ذلك شأن بقية الحيوانات، تخليق الأحماض الدهنية المشبعة التي تصل طول سلسلتها إلى ١٨ ذرة كربون، بل ويمكنهم أيضًا صنع الأحماض الدهنية غير المشبعة بإزالة ذرات الهيدروجين من السلاسل المشبعة، لكن لا يمكنهم فعل ذلك إلا عند نقط معينة على طول السلسلة. ومن ثم، مع أنه يمكننا تحويل حمض الستياريك إلى حمض الأوليك بإزالة ذرات الهيدروجين عند ذرتي الكربون الثامنة والتاسعة، فإنه لا يمكننا تحويله إلى حمض اللينولييك (أوميجا-٦) بإزالة ذرات الهيدروجين عند ذرتي الكربون السادسة والسابعة، ومن ثم يعد حمض اللينولييك من الأحماض الدهنية التي تعد أساسية. وينطبق الشيء نفسه على

الأحماض الدهنية أوميجا-٣، وهو ما يعني أننا نحتاج إلى مصدر خارجي للحصول عليها كي يعمل جسدنا كما ينبغي.

وقد نُشر عام ١٩٨٧ كتاب «ظاهرة أوميجا-٣: طفرة في عالم التغذية في ثمانينيات القرن العشرين»، من تأليف دونالد رودين، وكلارا فيلكس، وكونستانس شرادر، وكان يدور حول النظرية القائلة بأن الأنظمة الغذائية الحديثة كانت تفتقر للأحماض الدهنية الأساسية التي يؤدي نقصها إلى العديد من المشكلات الصحية المعاصرة. وطبقًا لما أورده رودين، تنظم الأحماض الدهنية، لا سيما زيوت أوميجا-٣، كل وظيفة في جسم الإنسان فعليًّا. وإذا أُعيدت إلى أنظمتنا الغذائية، عندئذ ستختفي مجموعة كبيرة من العلل: مرض القلب، والتهاب المفاصل، ومشكلات البشرة، واضطرابات الحساسية، والشيخوخة، والمشكلات السلوكية عند الأطفال، والأمراض العقلية مثل الفصام (الشيزوفرينيا)، ورهاب الخلاء (الخوف المرضي من الأماكن المفتوحة)، ومرض السكر، وبالطبع أنواع عديدة من السرطان. وإحقاقًا للحق، بدا هذا أروع من أن يكون حقيقيًا، وقد كان كذلك بالفعل. بيد أن الرسالة الأساسية لهذا الكتاب كانت صائبة: بكلمات أخرى، يجب أن تكون الأحماض الدهنية الأساسية جزءًا مهمًّا من نظامنا الغذائي.

فما الأطعمة الغنية بزيوت أوميجا-٦ وأوميجا-٣؟ أحد هذه الأطعمة زيت السمك، لا سيما من أسماك الرنجة والماكريل والسلمون والتروتة (السلمون المرقط). وتُفرز الطحالب الأحماض الدهنية أوميجا-٣، ثم تنتقل عبر السلسلة الغذائية البحرية حتى تصل إلى الأسماك، ومنها أخيرًا إلى الإنسان. وقد كان شعب الإسكيمو بأمريكا الشمالية يتبع نظامًا غذائيًا ربما احتوى على محتوى من الدهون أعلى من النظم الغذائية لأي جماعة إنسانية على الإطلاق، ومع ذلك فنادرًا ما كانوا يصابون بأي من أمراض القلب نتيجة لزيادة تناولهم للأحماض الدهنية الأساسية. ومن ثم ينبغي أن نحذو حذوهم ونكمّل غذاءنا بمصدر للأحماض الدهنية أوميجا-٦ وأوميجا-٣، مثل حمضي اللينولييك واللينولينيك، وهو ما يسهل تحقيقه بتناول زيت كبد سمك القد، أو زيت كبد سمك الهلبوت، أو زيت الذرة، أو زيت زهرة الربيع المسائية.

ويأتي زيت زهرة الربيع المسائية من بذور زهرة الميولا المسائية أو إينيثيرا، وهو مصدر غني بحمض اللينولينيك، ويحتوي على نحو ١٠٪ من هذا الحمض الدهني، والذي يتوافر على نحو أكثر غزارة في زيوت بذور نبات لسان الثور (الزهرة النجمية)، إذ يمثل نحو ٢٠٪ منه. وكان يوصف زيت زهرة الربيع المسائية لعلاج

الإكزيما — عادة بجرعة يومية ٢٥٠ مليجرامًا — غير أن الادعاءات بأنه يخفف أعراض توتر ما بعد سن اليأس والتهاب المفاصل الروماتويدي لم تثبت عندما أجريت اختبارات مزدوجة التعمية. ويبدو أن الزعم بأنه يقي من مرض القلب، وارتفاع ضغط الدم، والربو خاطئ أيضًا.

وينبغي أن تكون الكمية اليومية الموصى بها من الأحماض الدهنية الأساسية للشخص البالغ نحو ٤ جرامات من الأحماض الدهنية أوميجا-٦، وعلى الأقل جرام واحد من الأحماض الدهنية أوميجا-٣. ولحسن الحظ، توجد هذه الأحماض بوفرة في طعامنا، إذ يتواجد كل من حمض اللينولييك (أوميجا-٦) وحمض اللينولينيك (أوميجا-٣) في كل أنواع الطعام، وبغزارة على نحو خاص في زيوت الأسماك والزيوت النباتية. ويُعد سمك السردين والرنجة والماكريل والسلمون مصادر غنية بهما، وكذلك الزيوت النباتية التي تستخرج من فول الصويا واللفت وعين الجمل.

الدهن البشري

نحن نتغذى على الدهون منذ لحظة ميلادنا، وتفرز أجسامنا إنزيم الليباز لهضم الأحماض الدهنية في طعامنا؛ وهو لا يعنيه أي حمض بعينه؛ فالجميع يُكسّر إلى مكونات أصغر. وهي لا تُخزَّن على الفور كجزء من دهوننا، ومن ثم لا يعني تناول الكثير من الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية أنها سوف تُخزن في مستودع الدهون في الجسم، ويتغير تركيبها. ويتكون الدهن البشري من الآتي: ٤٩٪ حمض الأولييك، و٢٧٪ حمض الباليتيك، و٩٪ حمض اللينولييك، و٨٪ حمض الباليتولييك، و٧٪ حمض الستياريك. وبالتالي تكون نسبة الأحماض المشبعة (الباليتيك والستياريك) إلى الأحماض غير المشبعة (الأولييك واللينولييك والباليتوليك) هي ٣٤٪ إلى ٦٦٪، وتتكون الدهون غير المشبعة من ٥٧٪ أحماض غير مشبعة أحادية (الأولييك والباليتوليك)، و٩٪ أحماض غير مشبعة متعددة (اللينولييك). وتشكل أحماض أوميجا-٦ نسبة ٩٪، بينما تختفي أحماض أوميجا-٣.

ونحن في بداية حياتنا لا نملك أي سيطرة على ما نتناوله من الدهون. والنساء اللواتي لديهن أطفال رضع يفرزن لبن الثدي، وهو غذاء كامل في حد ذاته؛ فاللتر منه يعطي نحو ٧٥٠ سعرًا حراريًا، ويحتاج الرضيع عامة نحو هذا الكم يوميًّا. ويتنوع تركيب لبن الثدي في غضون الأسبوعين الأولين، عندما ينخفض محتوى البروتين إلى النصف (من ٢٣ جرامًا للتر إلى ١١ جرامًا)، بينما يزيد محتوى الكربوهيدرات (من

٥٧ جرامًا من اللاكتوز للتر إلى ٧٠ جرامًا)، ويزيد أيضًا محتوى الدهن (من ٣٠ جرامًا للتر إلى ٤٥ جرامًا). والحقيقة أن المحتوى الدهني يزيد أثناء رضاعة الطفل، وربما يرتفع من ١٠ جرامات إلى ٦٠ جرامًا للتر بنهاية فترة الرضاعة. ويكمن سبب هذا في الطريقة التي يُفرَز بها اللبن، فاللبن الذي يُفرَز من مقدمة الثدي، الذي يُعرف باسم لبن «أول الرضعة»، يكون أقل في نسبة الدهون وأعلى في نسبة اللاكتوز والماء، وهذا ما يتناوله الرضيع أولًا. أما لبن «آخر الرضعة»، الذي تفرزه خلايا أنسجة مؤخرة الثدي، فيحتوي على نسب دهون أعلى ويتناوله الرضيع في آخر الرضعة.

وتتكون دهون لبن الأم من ٥٠٪ دهون مشبعة و٥٠٪ دهون غير مشبعة. والدهون المشبعة عبارة عن حمض الباليتيك (٢٦٪)، وحمض الستياريك (٨٪)، وحمض الميرستيك (٨٪)، وحمض اللوريك (٥٪)، وحمض الأراكيديك (١٪)، بالإضافة إلى مقادير ضئيلة من أحماض أخرى. أما الدهون غير المشبعة الأحادية فهي حمض الأوليك (٣٥٪)، وحمض الباليتوليك (٣٪)، أما الدهون غير المشبعة المتعددة فهي في الأساس حمض اللينولييك أوميجا-٦ (١٠٪)، بالإضافة إلى آثار ضئيلة لأحماض أخرى. وأحماض أوميجا-٣ هي حمض اللينولينيك (٠٫٩٪)، وحمض الأراكيدونيك (٠٫٦٪).

أما لبن الأطفال الصناعي فقد تطور على مدار السنين، مع إضافة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة إليه لجعله أكثر شبهًا بلبن الأم. بل وقد زعمت أبحاث أجريت في المملكة المتحدة أنه قد وُجد أن الأطفال الذين تربوا على مثل هذه الألبان المطورة كانوا أكثر ذكاءً من أولئك الذين تربوا على الألبان الصناعية التقليدية. ويبدو هذا بعيد الاحتمال.

وثمة نوعان من ثلاثي الجلسريد لطالما أُعطيت النصائح الغذائية حولهما في السنوات الأخيرة؛ وهما الدهون المفروقة، وحمض اللينولييك المقترن.

الأحماض الدهنية المفروقة

هدرجة الزيوت النباتية تحولها إلى دهون، لكن ليس نفس نوع الدهون الذي تفضله الطبيعة. وسواء أكان هذا النوع الجديد من الدهون ضارًّا أم لا، لا يزال أمرًا لم يُبت فيه بعد.

في الجدول الذي استعرضنا فيه الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية، يوجد حمضان، الأوليك والإيلايديك الأكثر ندرة، واللذان يبدوان متشابهين في عدد ذرات

الكربون، إذ يحتوي كل منهما على ١٨ ذرة، وفي أن الرابطة الثنائية في كل منهما تقع بين ذرتي الكربون التاسعة والعاشرة، ومن ثم فكلاهما من أحماض أوميجا-٩. غير أنهما مختلفان، ويُعزى هذا الاختلاف إلى طبيعة الرابطة الثنائية نفسها: ففي حمض الأوليك تكون الرابطة مقرونة (سيس)، وفي حمض الإيلايديك تكون الرابطة مفروقة (ترانس). ومن ناحية أخرى، جميع الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة التي استعرضناها في الجدول الخاص بها هي أحماض دهنية مقرونة.

وفي الرابطة الثنائية المقرونة، تواجه ذرتي هيدروجين الرابطة الثنائية CH=CH أحدهما الآخر، وتكونان في نفس الجانب من الرابطة الثنائية، مثل طرفي حرف C. أما في الرابطة الثنائية المفروقة، فتوضعان متقابلتين قطريًا عبر الرابطة، مثل طرفي حرف S.[١١] ويرى البعض أن الأحماض الدهنية المقرونة أفضل لنا من الأحماض الدهنية المفروقة، مع أن الدليل على أن الأخيرة ضارة بالفعل لم يُحسم بعد. وفي الولايات المتحدة، يصل مقدار ما يتناوله الفرد منها يوميًّا إلى نحو ٨ جرامات، وفي بريطانيا نحو ٧ جرامات، يأتي جرامان منها من مصادر حيوانية، والباقي من الزيوت النباتية المعدلة.

وأينما وُجدت رابطة مقرونة عبر سلسلة الحمض الدهني، أدى ذلك إلى انحناء عند تلك النقطة، وتنحني السلسلة في شكل زاوية. ومن ناحية أخرى، إذا وُجدت رابطة مفروقة في السلسلة، فهي تحدث فقط ليَّة خفيفة في السلسلة، ويستمر النصفان الأطول من السلسلة في الامتداد في نفس الاتجاه. ويكون نتيجة ذلك أن السلاسل المفروقة تكسر ترتيب التجمع الجزيئي الذي تحققه الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة.

ومع أن الزيوت قد تستخدم في القلي والخبز، فإن الدهون أكثر بعض الشيء في تعدد استعمالها، إذ تُتناول مع الخبز. وهذا علاوة على أنها أكثر ملاءمة فيما يتعلق بتعبئتها، وعندما نرغب في تقديمها على المائدة. ويمكن تحويل الزيوت إلى دهون بسهولة بتفاعلها مع غاز الهيدروجين تحت درجة حرارة وضغط عاليين، ومن ثم تُحول الروابط الثنائية إلى أحادية. وتتطلب هذه العملية التي تعرف بالهدرجة مادة حفازة من النيكل كي تتم بكفاءة. (ولا تدخل أي من جزيئات النيكل في الناتج النهائي.) أما إلى مدى تصبح الأحماض الدهنية مشبعة فهذا يعتمد على مدى الصلابة التي تريد أن يكون عليها المنتج النهائي؛ وكلما شبَّعت السلسلة أكثر، ارتفعت درجة انصهار المنتج، وازدادت احتمالية أن يكون دهنًا صلبًا. وتحدث إضافة ذرتي

هيدروجين إلى رابطة ثنائية عامة في السلسلة التي تحتوي على أكبر عدد من الروابط الثنائية، وعند الرابطة الثنائية الأقرب إلى نهاية السلسلة. ويجري التحكم في درجة الهدرجة لضمان عدم إنتاج دهون ثلاثي الجلسريد المشبعة تمامًا.

وما يحدث أيضًا في غضون عملية الهدرجة، وهو ما لم يكن يفطن إليه مصنعو السمن الصناعي الأوائل، أن الروابط الثنائية المفروقة يتم تكوينها في سلاسل الأحماض الدهنية. وتكون نسبة الأحماض الدهنية المفروقة منخفضة، إذ تصل إلى ٥٪، أو أقل، في أنواع السمن الممتاز، لكنها قد ترتفع إلى نحو ٤٠٪ أو أكثر في دهون القلي العادية. وكانت النتيجة أن معظم الناس في البلدان الغربية يحصلون على قسط يومي يبلغ نحو ٥ جرامات من الأحماض المفروقة، معظمها يأتي من الزيوت المهدرجة. غير أن بعض الأحماض المفروقة تأتي من الحيوانات التي تتغذى على الأعشاب، كالبقر والغنم، وأن البكتريا التي تعتمد عليها هذه الحيوانات في الهضم لها أيضًا القدرة على إنتاج أحماض دهنية مفروقة، وهذه تنتقل إلى لحومها ومن ثم إلى طعام الإنسان. وتتواجد حتى كميات صغيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة في بعض النباتات، بما فيها البازلاء والكرنب.

وفي ثلاثينيات القرن الماضي، بدأت مجموعة بقيادة أخصائي الكيمياء الحيوية الكندي آر جي سينكلير تتساءل هل أيض الأحماض الدهنية المفروقة يتم بنفس طريقة أيض الأحماض الدهنية المقرونة، وخلصت إلى أن هذا هو ما يحدث عامة. لكن في ثمانينيات نفس القرن، تبين أنها قد تؤثر في أنظمة إنزيمية معينة تأثيرًا مختلفًا، على الأقل في حيوانات التجارب، ومن المحتمل في الإنسان أيضًا. وأظهرت الأبحاث التي أجريت على الإنسان أيضًا أن الأحماض الدهنية المفروقة قد زادت مستوى البروتين الشحمي منخفض الكثافة LDL، إذ يتركز معظم الكوليسترول الموجود في الدم. من أجل هذا، وُجه اللوم إلى الأحماض الدهنية المفروقة في تسعينيات القرن الماضي على أنها تسبب مرض القلب، غير أن البعض نظر إليها على أنها أشد ضررًا من ذلك، وربطها بأمراض السكر، وسرطان الثدي، وسرطان البروستاتا. وذهب آخرون أبعد من هذا وقالوا إنها قد تضر الأجنة (فتجعلهم يُولدون ووزنهم أقل من الطبيعي)، والأطفال الذين يرضعون رضاعة طبيعية (لأنها تسبب اضطرابات في جهاز الغدد الصماء).

وكان أشهر باحث في التأثيرات الصحية للأحماض الدهنية المفروقة هو والتر ويليت بكلية هارفارد للصحة العامة بالولايات المتحدة. وقد أدت أبحاثه إلى لفت

انتباه وسائل الإعلام وعامة الناس إلى الدهون المفروقة. فبداية من عام ١٩٩٤، اكتشف هو وزملاؤه دليلًا من علم الأوبئة ربط الأحماض الدهنية المفروقة بمرض القلب في الرجال والنساء. وانتشرت آراؤه انتشارًا واسعًا، جزئيًا بفضل دورية «نيو إنجلاند جورنال أف ميدسين» الطبية المؤثرة، التي نشرت افتتاحية مؤيدة تعبر عن الرأي القائل بأن الأحماض الدهنية المفروقة في النظام الغذائي قطعًا تزيد من خطر الإصابة بمرض القلب التاجي. ولفتت مكانة ويليت الأكاديمية، إلى جانب المصادقة النزيهة والموضوعية لهذه المجلة العالمية على أبحاثه، انتباه وسائل الإعلام إلى هذه القضية، وأصبحت الدهون المفروقة قضية مهمة مما جعل هيئة الغذاء والدواء بالولايات المتحدة تقترح أنه ينبغي وضع ملصقات على الأطعمة توضح محتواها من الأحماض الدهنية المفروقة.

ولم يتفق الجميع مع ما كان ويليت يقوله، ودفعت اكتشافاته باحثين آخرين للدراسة والاستقصاء؛ وتوصلوا إلى نتائج مختلفة تمام الاختلاف. على سبيل المثال، أخفقت دراسة في إسكتلندا، حيث السكان عرضة على وجه الخصوص للموت المبكر بمرض القلب، في إيجاد أي علاقة لذلك بالأحماض الدهنية المفروقة، وخلصت دراسة مماثلة غطت تسع دول أوروبية إلى جانب إسرائيل إلى نفس النتيجة. (وأظهرت أبحاث أخرى أن أجسامنا تهضم هذه الأحماض الدهنية بنفس الطريقة التي تهضم بها الأحماض الدهنية المقرونة سيس.) وبناءً على هذه الأدلة المتضاربة، انتقد البعض اكتشافات ويليت ووصفوها بأنها «علم زائف»، مع أن هذا يبدو تجنيًا عليه إلى حد ما؛ فهو يقينًا كان حسن النية بشأن النتائج التي توصل إليها، وإن كان قد تسرع قليلًا.

ويكمن جزء من مشكلة تقييم الأحماض الدهنية المفروقة في أنه يصعب للغاية تحليل الطعام لمعرفة محتواه من الأحماض الدهنية المفروقة، فهذا يتطلب عامة مزيجًا من تقنيتين تحليليتين: مطيافية الأشعة تحت الحمراء، وكروماتوجرافيا الغاز. نظريًّا يفترض أن كل طريقة منهما قادرة وحدها على قياس الأحماض الدهنية المفروقة، غير أن دراسة قام بها المختبر الكيميائي الحكومي بالمملكة المتحدة أظهرت أنه عندما استخدمت كل منهما بمعزل عن الأخرى، أعطتا نتائج مختلفة بنسبة ٢٠٪.

ويجري عادة اختبار تأثيرات الأحماض الدهنية المفروقة باستخدام الأحماض الثلاثة التي تحتوي على ١٨ ذرة كربون في سلسلتها، وهي: حمض الستياريك المشبع؛

وحمض الأوليك، الذي يحتوي على رابطة ثنائية مقرونة في منتصف سلسلته، وحمض الإيلايديك، الذي يحتوي على رابطة ثنائية مفروقة في منتصف سلسلته. وحمض الإيلايديك هو المكون الأساسي للأحماض الدهنية المفروقة التي تنتج عن هدرجة الزيوت النباتية.

وفي عام ١٩٩٠، أطعم رونالد مينسينك ومارتيجن كاتان، بالجامعة الزراعية بفاجننجن بهولندا، هذه الدهون الثلاثة لثلاث مجموعات مختلفة من الناس، الذين وافقوا على اتباع نفس النظام الغذائي بالضبط فيما عدا إعطاء كل مجموعة حمضًا دهنيًا مختلفًا من الأحماض الثلاثة. وبنهاية التجربة، وُجد أن أولئك الذين تناولوا الحمض الدهني المفروق ارتفعت لديهم مستويات البروتين الشحمي منخفض الكثافة LDL، وانخفضت مستويات البروتين الشحمي مرتفع الكثافة HDL، النوع «الجيد» من الكوليسترول. ولكن كان عدد الأفراد المشاركين في هذه التجربة صغيرًا، ومن ثم ربما لا ينبغي أن نهتم كثيرًا بنتائجها.

وفي الوقت نفسه، كانت توجد مجموعة في جامعة هارفارد تجري تحليلًا على مدار ثماني سنوات شمل ٩٠٠٠٠ ممرضة، ونُشرت نتائجه في عام ١٩٩٣. وفي هذه الدراسة، اعتمد المقدار المتناول من الأحماض الدهنية المفروقة على ما قالت المرضات إنهن قد تناولنه، لكن النتيجة أنه قد بدا أن خطر الإصابة بمرض القلب قد زاد قليلًا بين أولئك اللواتي تناولن أعلى كمية من الأحماض الدهنية المفروقة.

وقد ظهرت تقارير أخرى عن الأحماض الدهنية المفروقة طوال تسعينيات القرن الماضي، وربما كان أهمها تقرير مشترك نشره عام ١٩٩٦ المعهد الأمريكي للتغذية، والجمعية الأمريكية للتغذية الإكلينيكية. وقد ورد بهذا التقرير أن تناول الأحماض الدهنية المفروقة بالمستويات الحالية لا يمثل خطورة على الصحة. وكان هذا منسجمًا مع ملاحظة أنه بينما ظل تناول سكان الولايات المتحدة من الأحماض الدهنية المفروقة ثابتًا عند نحو ٨ جرامات يوميًّا للفرد على مدار أكثر من نصف قرن، فإن معدل الوفيات من مرض القلب قد انخفض بنسبة تتجاوز الثلث. وفي عام ١٩٩٩، خلص جون ستانلي من جامعة أكسفورد إلى نفس النتيجة؛ وهي أن الأحماض الدهنية المفروقة لم تكن سبب مرض القلب، وأشار إلى الخلل في بعض الدراسات السابقة التي وجدت علاقة بينهما، مع أنه قد تعاطف مع الباحثين بسبب الصعوبات التي جابهوها في محاولة قياس المقادير المتناولة في الغذاء من الأحماض الدهنية المفروقة.

وأوردت أيضًا هيئة الغذاء البريطانية أن «الدراسات التي أجريت على الحيوانات لم تشر إلى وجود تأثيرات ضارة للأحماض الدهنية المفروقة على العمر المتوقع أو الكفاءة الإنجابية أو النمو. وأنها لم تشر إلى أي احتمالات لحدوث تشوهات أو سرطانات أو تلف في الكروموسومات،[١٢] ولم تكشف عن أي خلل معين في الأعضاء التي خضعت للفحص.» ولم يجد التقرير أي دليل فعلي على أن الأحماض الدهنية غير المشبعة تسبب مرض القلب، وهو ما كان السبب الأصلي للمخاوف. ولعل الاكتشافات الأخيرة، القائلة بأنه لا توجد صلة، لم تكن من فراغ، لأن الأحماض الدهنية المفروقة ليست مواد كيميائية صناعية أوجدتها عمليات تصنيع الأطعمة؛ ولكنها توجد في الطبيعة أيضًا، ويتناولها البشر منذ أن بدءوا في رعي الأغنام وتناول لحمها.

ويحتوي دهن الضأن على ٥٪ أحماض دهنية مفروقة، مما قد يقترح أن سكان بلدان الشرق الأوسط، حيث يجري تناول لحوم الخرفان على نطاق واسع، أكثر عرضة للإصابة بمرض القلب مقارنة بسكان البلدان التي عادة ما يُتناول فيها اللحم البقري أو لحم الخنزير، ولكن لا يوجد دليل على هذا. وتحتوي دهون الحيوانات الأخرى على مكونات أقل من الأحماض الدهنية المفروقة؛ فيحتوي دهن اللحم البقري على ٢٪ فحسب، بينما يحتوي دهن لحم الخنزير على أقل من ٠٫٥٪. ويحتوي شحم الماشية،[١٣] وهو الدهن الصلب الذي يحيط بخاصرة الأبقار والضأن، على ٦٪ تقريبًا أحماض دهنية مفروقة، مع أن بديل شحم الماشية الذي يُشتق من الزيوت النباتية يحتوي على ضعف هذه النسبة. ويحتوي الزبد على ٣٪ تقريبًا أحماض دهنية مفروقة، والسمن الصناعي الطري على ضعف هذه النسبة تقريبًا، والسمن الصناعي الصلب على أربعة أضعافها، في حين لا تحتوي الزيوت النباتية التي يُصنع منها الأخيران إلا على نسبة ضئيلة للغاية، أقل من ٠٫١٪.

وقد خُففت كمية الأحماض الدهنية المفروقة في أنواع الزبد والأجبان وفي الدهون المستخدمة في الخَبز تخفيفًا كبيرًا على مدار السنين؛ إذ إن الشركات المنتجة للزيوت المهدرجة قد بحثت في الكيمياء التي تكمن وراء تكوين هذه الأحماض، وتوصلت إلى طرق لتخفيف الكمية المتكونة. وفي وقت من الأوقات فيما مضى، وفي بعض الأطعمة الجاهزة أو المصنعة مثل المعجنات والبطاطس المقلية والدجاج المقلي، شكلت الأحماض الدهنية المفروقة ثلث محتواها من الدهون. غير أن مصنعي السمن الصناعي الطري قد قللوا محتوى الأحماض الدهنية المفروقة في مثل هذه الأطعمة من نحو ١٠٪ في منتصف تسعينيات القرن الماضي إلى أقل من ١٪ الآن.

الأحماض الدهنية المقترنة

هذه الأحماض نادرة نسبيًّا، لكن يُشاد بأحدها على وجه الخصوص، وهو حمض اللينولييك المقترن CLA، باعتباره مفيدًا في الصحة الغذائية، وهناك أسباب للاعتقاد في أنه قد يقي من سرطان الثدي.

إذا كانت توجد رابطتان ثنائيتان على طول سلسلة من ١٨ ذرة كربون تقعان في زوجين متجاورين من ذرات الكربون، لنقل رابطة بين الذرتين السادسة والسابعة، ورابطة بين الذرتين الثامنة والتاسعة، عندئذ تؤثر كل منهما في الأخرى إلى حد ما، وتجعلان الرابطة الأحادية التي تربطهما (وهي في هذه الحالة بين الذرتين السابعة والثامنة) تتخذ بعضًا من سمات الرابطة الثنائية أيضًا.[١٤] ويُقال في هذه الحالة إن الرابطتين الثنائيتين «مقترنتان». وتوجد مثل هذه الأحماض الدهنية المقترنة في دهون البقر والغنم، وتُفرزها في معدة هذه الحيوانات بكتريا لاهوائية تعيش هناك، ويعتمد عليها الحيوان في المساعدة في هضم طعامه.

ويحتوي حمض اللينولييك العادي على رابطتين ثنائيتين؛ رابطة أوميجا-٦ بين الذرتين السادسة والسابعة، ورابطة ثنائية أخرى بين الذرتين التاسعة والعاشرة؛ أو بكلمات أخرى، توجد رابطتان أحاديتان تفصلان بين الرابطتين الثنائيتين، ومن ثم لا يوجد اقتران بينهما، وكلتاهما رابطة ثنائية مقرونة سيس. أما في حمض اللينولييك المقترن، فأولى الرابطتين الثنائيتين مفروقة ترانس، بينما الثانية مقرونة. ويوجد شكل آخر لحمض اللينولييك المقترن، تكون فيه الرابطتان الثنائيتان بين الذرتين السادسة والسابعة، والذرتين الثامنة والتاسعة؛ وتكون الأولى مقرونة، والثانية مفروقة، ولكن في معظم المنتجات الطبيعية، يوجد القليل من هذا النوع.

وتستطيع البكتريا أن تحول حمض اللينولييك إلى حمض الستياريك بإضافة أربع ذرات هيدروجين إلى الجزيء. غير أنها تقوم بهذا بطريقة غاية في التعقيد تتضمن تكوين حمض اللينولييك المقترن كمركب وسيط، والذي عندئذ ينتهي به الحال في الأطعمة المشتقة من هذه الحيوانات، وبالتحديد في لحم الضأن واللحم البقري واللبن والقشدة والزبد والزبادي والجبن. وكمية حمض اللينولييك المقترن تعتمد على مصدرها؛ فقد أظهرت أبحاث أجريت في إسكتلندا أن الأبقار التي تتناول العشب النضر تفرز ضعف الكمية التي تفرزها الأبقار التي تتغذى على العلف. ولا تعد نسبة حمض اللينولييك المقترن عالية، لكنها قد تكون أكثر أهمية مما نتخيل.

وقد يحتوي دهن الضأن على ١,٢٪ من هذا الحمض، ودهن اللحم البقري على ٠,٦٪، ودهن اللبن كامل الدسم على ١٪، والقشدة على ٠,٨٪، والزبد على ٠,٩٪، والدهن الموجود في الجبن على ١,٧٪. ويتناول الفرد العادي نحو ٠,٤ جرام (٤٠٠ مليجرام) من حمض اللينولييك المقترن يوميًّا.

وقد بدأت قصة حمض اللينولييك المقترن بأبحاث مايكل باريزا بمعهد أبحاث الأغذية بجامعة ويسكونسن-ماديسون؛ حيث كان يدرس تأثيرات الحرارة على اللحم البقري المفروم، واكتشف أنه يحتوي على عامل يحمي الجينات من الطفرات. وليس هذا فحسب، بل إن اللحم البقري النيء يحتوي على نفس العامل أيضًا. وكان ذلك منذ فترة طويلة ترجع إلى عام ١٩٧٩، وكشفت أبحاث أخرى لباريزا وزملائه في العقد الذي تلا ذلك أن هذا العامل النشط هو حمض اللينولييك المقترن.

ويعد حمض اللينولييك المقترن أحد أكثر العناصر الواقية من السرطان فعالية؛ على الأقل في الفئران. أما الآلية التي يعمل بها بالضبط فلا تزال غير مفهومة، أو عند أي مرحلة من مراحل السرطان يعمل: الابتداء، أم النمو، أم التفاقم، أم أثناء انتشار المرض لأعضاء الجسم الأخرى. وقد يعمل على الوقاية من السرطان في كل مراحله. وقد اتضح أيضًا أنه يقي الأرانب وحيوان الهمستر من تضيُّق الشرايين، ويقوي الجهاز المناعي للفئران والجرذان والدجاج. بالإضافة إلى أنه عامل نمو للفئران الصغيرة، ويمكنه أن يحفز الجسم لإطلاق الطاقة من مخزونه من الدهون. ويقال إن تناول كميات كبيرة من حمض اللينولييك المقترن يوفر الحماية، لأن بعض الإنزيمات تحبذ حمض اللينولييك المقترن على حمض اللينولييك العادي، الذي جرى ربطه بالخطر المتزايد للسرطان في القوارض. وليس هذا فحسب، بل اكتشفت دراسات أجريت في النرويج أن البدناء الذين اتبعوا نظامًا غذائيًا غنيًا بحمض اللينولييك المقترن (أكثر من ٣ جرامات يوميًّا) قد انخفض وزنهم فعليًّا.

ويمكن تصنيع حمض اللينولييك المقترن كمكمل غذائي بمعالجة الزيوت التي تحتوي على الكثير من حمض اللينولييك العادي، مثل زيت عباد الشمس، بمادة قلوية. ومع أن هذه العملية تحول حمض اللينولييك العادي إلى حمض اللينولييك المقترن في المقام الأول، غير أنها تكوّن أيضًا أحماضًا مقترنة أخرى ذات رابطتين ثنائيتين في أماكن مختلفة على طول سلسلة ذرات الكربون. وقد أكدت أبحاث أخرى أن حيوانات التجارب قد هضمت كل أنواع حمض اللينولييك المقترن، واستخدمتها كمصدر لطاقة الطعام، مع عدم وجود فارق ملحوظ عن أنواع الدهون والزيوت

الغذائية العادية. ومع ذلك، ربما يكون سابقًا للأوان إلى حد ما أن نتصرف طبقًا لهذه الأبحاث، ونعود لتناول الكثير من دهون منتجات الألبان مثل القشدة والزبدة والجبن كامل الدسم، لا سيما إن كانت هذه ستحل محل الأطعمة منخفضة السعرات الحرارية، مثل الفواكه والخضراوات.

فيتامين ج

> من دون فيتامين ج نعاني مرض الإسقربوط، كما عانى الكثيرون في الماضي. وبتناول الطعام الصحيح، يمكننا أن نحصل على كل ما نحتاجه من فيتامين ج كي ننعم بحياة صحية. ويظن البعض أنه بتناول جرعات كبيرة جدًّا من فيتامين ج يمكننا أن نتجنب السرطان. وتلك كانت النظرية التي وضعها شخص حاز جائزتي نوبل؛ لكنها خاطئة في الغالب.

تعد أمراض نقص التغذية نادرة لأن التغذية الواعية المتعقلة تمدنا بكل ما تحتاجه أجسامنا؛ وحتى تناول الوجبات السريعة ذات القيمة الغذائية المنخفضة من المستبعد أن يسبب هذه الأمراض. وتعرف أمراض نقص التغذية بأنها نقص مادة مغذية ثانوية، لكن ضرورية، وستكون هذه المادة حتمًا من المواد التي توجد في أطعمة قليلة نسبيًّا.

واليود خير مثال على ذلك، ونقصه يسبب مرض نقص التغذية المعروف بالدراق (تضخم الغدة الدرقية)، والذي يسبب تورم الرقبة. ويتفشى هذا المرض في المناطق التي ينخفض فيها محتوى التربة من اليود، وقد قُضي على هذا المرض إلى حد ما بإضافة كميات صغيرة من يوديد البوتاسيوم إلى ملح الطعام. والكساح مرض يصيب الأطفال نتيجة لنقص فيتامين د والكالسيوم، مما يؤدي إلى التشوه الذي يعرف بتقوس الساقين. ويؤدي نقص فيتامين ب١ إلى الإصابة بمرض البري بري الذي يسبب التهاب الأعصاب، وهو غالبًا ما يحدث في أوقات المجاعات. وأشهر أمراض نقص التغذية هو داء الإسقربوط الذي أصبح نادرًا الآن لحسن الحظ، غير أنه أتعس الأجيال السابقة، وكان يسببه نقص فيتامين ج.

ونحن نحتاج نحو ٢٠٠٠ مليجرام من فيتامين ج في جسمنا للوصول إلى الأداء الأمثل، ويمكننا أن نمتص منه حتى ٥٠٠ مليجرام يوميًّا مع أننا قد لا نحتاج لأن نستخدمها، وما يزيد على ذلك تخرجه الكلى. ومن الناحية النظرية، يمكننا أن نتحمل العيش بحد أدنى أساسي ١٠ مليجرامات فحسب يوميًّا من فيتامين ج، وهو

ما يكفي فقط لمنع الإصابة بداء الإسقربوط، لكن توجد أسباب كثيرة الآن للاعتقاد في أن تناول عشرة أضعاف هذه الكمية سيكون مفيدًا على المدى البعيد، وهناك من يتناولون ضعف هذه الكمية مئة مرة كجرعة يومية، اعتقادًا منهم بأنها سوف تقيهم الشيخوخة ومرض القلب وحتى السرطان.

ويُعد فيتامين ج ضروريًا لتكوين الهرمونات، وتتواجد أعلى تركيزات منه في الغدتين الكظرية والنخامية. بالإضافة إلى أنه يحمي الخلايا من الأكسدة؛ فعلى كل خلية في جسدنا أن تتصارع مع الآلاف من «الشقوق الطليقة» (انظر المسرد) الضارة المؤكسِدة كل يوم. ومعظم تلك الشقوق الطليقة هي نواتج ثانوية للعمليات الطبيعية، غير أن فيتامين ج يبطل مفعولها. ولفيتامين ج دور في امتصاص الجسم للحديد، وفي قدرتنا على تحمل البرد. وهو ضروري لأيض الأحماض الأمينية التريبتوفان والفينيل ألانين والتيروزين، ولتخليق عديد السكاريد والكولاجين. وفيتامين ج ضروري لتكوين الغضروف وعاج الأسنان والعظم والأسنان. وهو يقي الجسم أيضًا عندما يعاني من التوتر أو عندما يتعرض لإشعاعات مؤينة. وتزيد الجروح الحادة من انتفاع الجسم بفيتامين ج الذي يقوم بدور في إنماء الأنسجة الجديدة، لذا فهو ضروري في علاج الجروح وتكوين العظام. وإجمالًا، فيتامين ج ضروري للغاية، ونقصه كارثة بحق.

وتكاد كل الحيوانات أن تصنع حاجتها من فيتامين ج، فيما عدا الأسماك والخفافيش والخنافس وخنزير غينيا؛ والإنسان. فمنذ ٢٥ مليون سنة، فقد أسلافنا من الرئيسات جينًا كان مسئولًا عن إنتاج إنزيم إل-جلونولاكتون أكسيداز، والذي من دونه لا يمكن صنع فيتامين ج. وقد وجه هذا كل من انحدر من ذلك الفرع التطوري إلى نظام غذائي يعتمد على الخضراوات في الأساس للحصول على جرعتهم اليومية من فيتامين ج؛ وتضمن هذا البشر أيضًا، مع أن بإمكانهم الحصول على ما يكفيهم منه تمامًا من اللحم الطازج، كما سنرى.

وتحتوي أطعمة قليلة نسبيًّا على فيتامين ج، وهو ما ندمره غالبًا بالطهي لأن فيتامين ج حساس للحرارة، أو بالتخزين لفترات طويلة لأنه حساس أيضًا للأكسجين. فبعد غلي الكرنب لمدة عشر دقائق، يتدمر ربع ما به من فيتامين ج، ويكون معظم المتبقي في الماء.

وفي المملكة المتحدة، تبلغ الكمية الموصى بها يوميًّا، أو المأخوذ المرجعي من المواد المغذية[١٥] من فيتامين ج ٤٠ مليجرامًا، وفي الولايات المتحدة ٦٠ مليجرامًا، بينما في روسيا ٩٠ مليجرامًا؛ لكن ربما تكون هذه الكميات كلها أقل من المطلوب.

وأحيانًا نحتاج من فيتامين ج أكثر مما نحتاجه منه أحيانًا أخرى؛ كما في فترة الحمل، والرضاعة، وعند تعرضنا للجروح، وفي الشيخوخة، وعند المرض. وقد ذكر بالز فري، من جامعة كاليفورنيا ببيركلي، في عام ١٩٨٩، أنه عندما يُستنفد كل فيتامين ج الموجود بالدم، فإن الدهون والبروتينات تتعرض لأضرار الأكسدة، واقترح تناول جرعة يومية مقدارها ١٥٠ مليجرامًا. واقترحت أبحاث لاحقة قام بها بروس إيمز، في بيركلي أيضًا، أنه حتى هذه الكمية قد تكون منخفضة للغاية. ويرى إيمز أن فيتامين ج يقوم بدور خاص في حماية الحيوانات المنوية بسبب ارتفاع نسبته نسبيًّا في المني، وأظهر أنه كلما زاد مستوى فيتامين ج في المني، قل تعرض المادة الوراثية للحيوانات المنوية لتلف الأكسدة. وخلص إلى أن الرجل يحتاج على الأقل ٢٥٠ مليجرامًا يوميًّا من فيتامين ج إذا كان يكترث بشدة لحماية الحيوانات المنوية. (يوجد المزيد عن خصوبة الذكور في الفصل الثالث.)

والمشكلة عند البشر أن أشهى الأطعمة وأكثرها شيوعًا لا تحتوي البتة على فيتامين ج، وينطبق هذا على الزبد، والجبن، والبيض، والسمن الصناعي، واللحوم، والأسماك، والدواجن، والخبز، والكعك، والبسكويت، والشوكولاتة، والحبوب، والمكرونة، والأرز، والمكسرات، والفول. أما الفواكه والخضراوات فتحتوي على بعض منه، والقليل منها هو الذي يحتوي على كمية كبير جدًّا. فالبطاطس المتواضعة مصدر جيد له، وقد كانت الخضراوات هي المسئولة في المقام الأول عن اختفاء داء الإسقربوط في القرن التاسع عشر.

وينبغي أن نكون على دراية بالأطعمة الغنية بفيتامين ج، وأن نحرص على تناول البعض منها كل يوم. والأطعمة التالية هي مصادر طبيعية جيدة بدرجة خاصة:

كوب من عصير الكشمش الأسود	٩٥ مليجرامًا
برتقالة	٩٠ مليجرامًا
طبق فراولة	٦٠ مليجرامًا
قطعة من الكرنب المسوّق (كرنب بروكسيل)	٤٥ مليجرامًا
قطعة من البروكلي	٣٠ مليجرامًا
قطعة من رقائق البطاطس المقلية الطازجة[١٦]	٣٠ مليجرامًا
نصف ثمرة جريب فروت	٣٠ مليجرامًا
شريحة ليمون	٢٠ مليجرامًا
ثمرة طماطم	١٥ مليجرامًا

ومن الأطعمة الأخرى التي تحوي على الأقل ٥٠ مليجرامًا من فيتامين ج في كل ١٠٠ جرام: الفلفل الأحمر والأخضر، والكرنب، والسبانخ، ومع أن البازلاء تحتوي على نسبة أصغر من فيتامين ج، فهي تؤكل بكميات كبيرة ومن ثم تُعد مصدرًا رئيسيًا لفيتامين ج. وتحتوي كل الفواكه على بعض من فيتامين ج، والمانجو، والشمام العسلي من مصادره الغنية بدرجة خاصة. ويحتوي لبن الأم على ٥٠–٧٠ مليجرامًا من فيتامين ج في كل لتر، ومن ثم يكاد يكون الأطفال الذين يرضعون رضاعة طبيعية في مأمن، على اعتبار أنهم يرضعون في المتوسط نحو ٧٥٠ مليلترًا يوميًّا، مما يمدهم بنحو ٥٠ مليجرامًا يوميًّا من فيتامين ج. ومن ناحية أخرى، يحتوي لبن البقر الطازج على نحو ١٠ مليجرامات فحسب للتر الواحد، ويختلف هذا تبعًا لمواسم السنة، ويصل إلى أدنى حد له في أوائل فصل الربيع.

إذا أصغى الناس للنصيحة الغذائية التي تحث على تناول خمس حصص من الفواكه أو الخضراوات كل يوم، فسيكون من المستبعد تمامًا أن يكونوا بحاجة إلى تناول فيتامين ج كمكمل غذائي. وعلى كل حال، يُضاف فيتامين ج الآن إلى الكثير من الأطعمة والمشروبات، لا سيما الأطعمة الجاهزة أو المصنعة والتي قد عملت المعالجة على إزالة ما كان موجودًا بها طبيعيًا من فيتامين ج. وعلى الرغم من توافر كل هذه المصادر الغذائية، ربما لا يزال يُنصح بأخذ جرعة يومية من فيتامين ج في صورة أقراص، والتي قد تصل إلى ١٠٠٠ مليجرام، إن كنت ممن يتناولون الكثير من الوجبات السريعة.

ويُوضع فيتامين ج في الدقيق لتحسين خواصه؛ إذ يجعل العجين أكثر ليونة، ويزيد من حجم رغيف الخبز؛ غير أنه يتلف من حرارة الخبيز. ويستخدم فيتامين ج في مزارع الأسماك لوقايتها من متلازمة الظهر المكسور، التي تنجم عن نقص فيتامين ج. إلى جانب أنه يُضاف إلى شرائح الفواكه والخضراوات لمنع تغير لونها إلى اللون البني، وإلى بعض الأطعمة كمادة حافظة بسبب خواصه المانعة للأكسدة. وعندما استخدم فيتامين ج في أوروبا كإضافة غذائية، أُعطي رقمًا كوديًّا من أرقام المواد المضافة وهو E300.

وتصنع النباتات فيتامين ج لنفس الغرض الذي من أجله تنتجه معظم الحيوانات؛ وهو حمايتها من الضرر التأكسدي، والذي يسببه في هذه الحالة أوزون الهواء وكذلك الشقوق الطليقة التي تتكون كنواتج ثانوية في عملية البناء الضوئي. وتحتاج النباتات أيضًا إليه، فهو الأفضل لمقاومة الضغوط البيئية مثل الجفاف والبرد والتلوث الهوائي،

وتحتاجه من أجل عملية النمو، والنباتات ذات الأوراق التي تعيش لفترات طويلة، مثل أشجار الصنوبر ذات الأوراق التي تشبه الإبر، تحتاج إلى فيتامين ج بالأخص لحمايتها.

وحتى وقت قريب، كانت الطريقة التي تصنع بها النباتات فيتامين ج تحير العلماء. وقد حُلت المشكلة منذ قريب فقط وبالتحديد في عام ١٩٩٨ عندما توصل نيكولاس سميرنوف وزملاؤه في قسم العلوم البيولوجية بجامعة إكستير بإنجلترا إلى الإجابة، وهي أن النباتات تصنع هذا الفيتامين من الجلوكوز، عن طريق سكر آخر يسمى الجالاكتوز، وقد أثبتوا أنه إذا تغذت أوراق الشجر بالجالاكتوز مباشرة، فإنها سوف تنتج فيتامين ج بسرعة كبيرة، واستطاعوا أيضًا عزل الإنزيم المسئول عن هذا التحويل، وهو إنزيم إل-جالاكتوز ديهيدروجينيز.

التحق بالبحرية وقل وداعًا لفيتامين ج

لعلنا لم نعد بحاجة للقلق بشأن داء الإسقربوط، لكنه كان خطرًا محدقًا على الدوام للأجيال السابقة، لا سيما وسط أولئك الذين لم يكن يمكنهم الحصول بسهولة على الفواكه والخضراوات الطازجة، مثل البحارة الذين يسافرون لرحلات طويلة، وقاطني المدن. فعليًّا كل سكان البلدان الشمالية كانوا في خطر بنهاية فصل الشتاء عندما لا تتوفر الأطعمة الطازجة.

وبلا ريب كانت تحدث إصابات بداء الإسقربوط في العالم القديم، غير أن المرض لم يتفشَّ بصورة كبيرة إلا عندما بدأ البحارة الأوروبيون يقومون برحلات طويلة. وعندما أبحر المستكشف البرتغالي فاسكو دا جاما (تقريبًا في الفترة ما بين عامي ١٤٦٠–١٥٢٤) لأول مرة حول رأس الرجاء الصالح في عام ١٤٩٧، فقد ١٠٠ رجل من طاقمه الذي كان يضم ١٦٠ رجلًا بسبب داء الإسقربوط. وعندما أبحر فرديناند ماجلان (تقريبًا في الفترة ما بين عامي ١٤٨٠–١٥٢١) حول طرف أمريكا الجنوبية في عام ١٥٢٠، وجد أن رجاله قد أصيبوا بالمرض بالمثل. أما الفرنسي جاك كارتيه (١٤٩١–١٥٥٧)، الذي شرع في استكشاف مناطق شمالي غرب مقاطعة نيوفاوندلاند عام ١٥٣٥، فقد كان عليه أن يتصارع مع تفشي داء الإسقربوط، لكن من حسن حظه أنه قد وجد من يساعده؛ فقد علم من السكان الأصليين أن هذه الحالة تستجيب لمغلي أوراق شجر معينة، وهو ما حدث بالفعل. وفي غضون أسبوع، توقف تفشي المرض، وبدأ رجاله يتعافون. ولا نعرف الآن نوع الأوراق الذي استخدم حينذاك — فقد

أشار إلى الشجرة بالاسم الأمريكي الأصلي «هانيدا» — غير أن تقليب أوراق صنوبر إبرية صغيرة في ماء ساخن يعطي مشروبًا غنيًا بفيتامين ج، وربما يكون هذا ما قد أُستخدم حينها.

وبنهاية القرن السادس عشر، بات داء الإسقربوط حالة طبية معروفة، واقترحت العديد من الأدوية العشبية لعلاجه. وقد اقترح جون جيرارد (١٥٤٥–١٦١٢) في كتابه «إيربال»، الذي نُشر عام ١٥٩٧، علاجه بنبتة الرشاد الشتوي وعشبة الإسقربوط (نبتة أشبه بالرشاد تنمو بالقرب من البحر). أما القائد البحري جيمس لانكستر، الذي كان مسئولًا عن رحلة استكشافية إلى جزر الهند الشرقية في فبراير/شباط ١٦٠٠، فقد أخذ معه مؤنًا من البرتقال والليمون، وبينما كانت توجد حالات من الإسقربوط على متن السفن الأخرى، لم تكن هناك أية حالات على متن سفينته، إذ أصر أن يتناول كل رجل ملء ثلاث ملاعق من عصير الليمون كل صباح. وأصبحت شركة إيست إنديا كومباني تؤمن بشدة بالفواكه الحمضية، وأشاد الطبيب الجراح بالشركة، جون وودال (١٥٥٦–١٦٤٣)، بفوائدها في كتابه «رفيق الجراح»، الذي نشر عام ١٦١٢. وكان هذا العلاج فعالًا، غير أن الفوائد قد أُرجعت إلى حموضة المشروب وليس إلى المصدر الذي جاءت منه. ولأنه لم يكن من السهل حفظ مشروبات الفواكه في المناخ الحار، كانت تستخدم بدلًا منها مشروبات حمضية، كالخل أو قطرات قليلة من زيت الزاج في الماء (حمض الكبريتيك). وقد استمر هذا الاعتقاد الخاطئ في حمض الكبريتيك كعلاج على مدار مائة عام.

وفي المرحلة المتقدمة من داء الإسقربوط، يحدث تورم في أطراف المصاب، لا سيما في الساقين والقدمين، التي غالبًا ما تسود ويتغير لونها كما لو كانت مصابة بكدمات شديدة؛ وهذا كان يسببه حدوث نزف تحت الجلد. وتصبح رائحة النفس كريهة بسبب اللثة المتقرحة النازفة، وغالبًا كانت الأسنان تتقلقل. وكان السجناء يحبسون على متن سفن تستخدم لهذا الغرض وأولئك الذي يُنقلون إلى المستعمرات كانوا معرضين بشدة للإصابة بداء الإسقربوط، وكانت العقوبات القاسية تزيد الأمر سوءًا.

وقد توصل بعض الأطباء إلى النصيحة التي من شأنها أن تزيل أخيرًا خطر داء الإسقربوط؛ ففي عام ١٧٣٤، أسدى طبيب يُدعى جوهانز باكستروم من مدينة لايدن بهولندا نصيحة إلى أولئك المسئولين عن مؤن السفن بتزويدها بالخضراوات كوسيلة للوقاية من الإصابة بداء الإسقربوط في البحر. وللأسف لم يعبأ أحد بنصيحته، مع

أنه كان من شأنها أن تنقذ أرواح الكثيرين. ومن ناحية أخرى، قال ببساطة طبيب يُدعى ميد إن المرضى ينبغي أن يستنشقوا بخارًا باردًا، ومرة أخرى لم يبالِ أحد بهذه النصيحة، غير أنها لو اتُبعت ما كانت لتنقذ أحد.

كتب جيمس ليند (١٧١٦–١٩٩٤) العمل الكلاسيكي «أطروحة داء الإسقربوط» في عام ١٧٥٣، وصنف المرض فيه إلى ثلاثة أنواع حسب طريقة تفشيه. أولها وأخطرها عندما «يهجم بخبث عظيم ومعدٍ ... كوباء أو فاجعة عامة»، مثلما حدث مع البحارة في الرحلات الطويلة، أو بين سكان المدن التي تقع تحت الحصار، أو حتى بين شعوب كاملة، ومثلما حدث أيضًا عندما انتشر انتشارًا واسعًا في هولاندا عام ١٥٦٢. أما النوع الثاني فقد كان أقل خطرًا، عندما يكون المرض مستوطنًا في شعب معين، أو بكلمات أخرى، توجد دائمًا حالات إصابة قليلة، ولا يخلو الشعب خلوًا تامًا من المرض. ورأى ليند أن الناس الذين يعيشون في أقصى الشمال — مثل أولئك الذين يعيشون في أيسلندا، وجرينلاند، وإسكندينافيا وشمالي روسيا — هم الأكثر عرضة. وثالثها وأقلها خطرًا، هو الشخص العرضي الذي ينتقل من مكان لآخر حاملًا المرض، كما حدث في بلدان مثل بريطانيا، إذ حدث ذلك أساسًا في لندن.

وكان ليند من أكثر مؤيدي الفواكه الحمضية باعتبارها واقية من المرض، وقد بنى ادعاءه على تجربة أجراها على اثني عشر مصابًا بداء الإسقربوط على متن السفينة «ساليسبري». ففي مايو/أيار ١٧٤٧، قسم الرجال إلى ستة أزواج، وأعطى كل زوج علاجًا مختلفًا: عصير تفاح، وزاج، وخل، وماء بحر، ودواء جاهز، وفاكهة حمضية. (كان الدواء الجاهز يتركب من ثوم وبذر الخردل والفجل الحار والمر.) وكان علاج الفاكهة الحمضية عبارة عن ثمرتي برتقال وليمونة يوميًّا، وحدث أن الرجلين اللذين تناولا هذا العلاج قد شُفيا في غضون أسبوع، بينما تدهورت حالة الباقين. لكن للأسف لم يُعتد باكتشافات ليند على الفور، وفي حرب السبعة أعوام (١٧٥٦–١٧٦٣) بين بريطانيا وفرنسا، مات أكثر من ١٠٠٠٠٠ بحار في البحرية الملكية من جرّاء الإسقربوط. وفي عام ١٧٨١، توفي ١٦٠٠ شخص بسبب داء الإسقربوط من إجمالي ١٢٠٠٠ رجل في أسطول بريطاني.

ومع ذلك بدأ بعض ربابنة البحار يأخذون بعين الاعتبار اكتشافات ليند. فعلى سبيل المثال، أخذ الملاح الإنجليزي كابتن جيمس كوك (١٧٢٨–١٧٧٩) معه الكرنب المخلل في رحلته حول العالم التي امتدت لثلاث سنوات (١٧٧٢–١٧٧٥)، ولم يفقد رجلًا واحدًا من جرّاء هذا المرض. ولكن بينما قدم هذا الخضار المحفوظ بعض

الحماية، فإن محافظته على تموين السفينة بكميات كبيرة من الفواكه والخضراوات الطازجة كلما أمكنه ذلك هي التي وفرت معظم الحماية.

غير أن التقدم في القضاء على المرض كان بطيئًا جدًّا، وحتى الإجراءات التي ربما ثبت أنها قد تكون ناجحة ألغى فاعليتها الإهمال. وفي عام ١٧٩٣، لاحظ الطبيب ميرتنس، وهو من مدينة فينا، أن الخضراوات المطهية كانت أقل من الخضراوات الطازجة في قدرتها على الوقاية من داء الإسقربوط، غير أن الخضراوات الطازجة لم تكن خيارًا مطروحًا بالفعل في الرحلات الطويلة. فالبحارة والمسافرون كانوا يعيشون في المقام الأول على العصيدة المصنوعة من دقيق الشوفان، ولحم الخنزير الملح، والبسكويت، والجبن، واللحوم الملحة، وجميعها لا تحوي فيتامين ج على الإطلاق. لكن كان واضحًا أن شيئًا ما يجب أن يُفعل، وأخيرًا في منتصف تسعينيات القرن الثامن عشر أصدرت البحرية البريطانية قرارًا بأنه ينبغي أن يُزود كل بحار يخدم في البحرية الملكية بحصة يومية من عصير الليم (الليمون الحامض). كان المفترض أن يقي هذا من داء الإسقربوط، مع أن هذه الفاكهة المالحة تحوي فيتامين ج أقل من البرتقال أو الليمون، لكن هذه النسبة القليلة انخفضت بشدة عندما غُلي العصير لحمايته من أن يفسد، ولهذا لم يكن مفاجئًا أن داء الإسقربوط واصل إزعاج سفن جلالته، وإن لم يكن بنفس الانتشار كسابق عهده.

وفي عام ١٨٤٥، فرض قانون النقل البحري أن السفن التي تمكث في البحر بعيدًا عن الميناء أكثر من عشرة أيام، يجب أن تُزود بالمواد المكافحة لداء الإسقربوط، مثل عصير الليم أو عصير الليمون، باعتبارها جزءًا من الحصص الغذائية للبحارة (وعُينت أوقية كل يوم، وهي تحتوي على ٥ مليجرامات من فيتامين ج في عصير الليم، و١٠ مليجرامات من فيتامين ج في عصير الليمون)، وكان يُفضل عصير الليم المحفوظ باستخدام الرَّم (مادة مسكرة). وبات البحارة البريطانيون معرفين في الولايات المتحدة باسم «الليميّين»، نتيجة للوائح اللجنة التجارية. وفي عام ١٩٢٧، منحت اللجنة السلطة لربابنة السفن بصرف نصف أوقية من عصير البرتقال المركز يوميًّا، التي من شأنها أن تمنح الفرد ٣٠ مليجرامًا من فيتامين ج. وهذا ضمن التخلص من داء الإسقربوط بين البحارة البريطانيين، بيد أن الجنود لم يكونوا محظوظين للغاية مثلهم.

فقد ظهر داء الإسقربوط في صفوف الجيش البريطاني في حرب القرم عام ١٨٥٤–١٨٥٦، وكذلك في الحرب العالمية الأولى في عام ١٩١٥. ففي حرب القرم،

ظهر المرض سريعًا، وبحلول شهر أكتوبر من عام ١٨٥٤ كان المرض يخرب صفوف الجيش. وحاول رئيس الأركان، اللورد راجلان (١٧٨٨–١٨٥٥) الحصول على الخضراوات الطازجة محليًا، ولكن دون طائل، لذا أرسل إلى وزارة الحربية البريطانية بلندن للحصول على المؤن من عصير الليم. ومن ثم بُعث إليه بألفي جالون وصلت القاعدة العسكرية في قرية بالاكلافا في ديسمبر/كانون الأول عام ١٨٥٤، غير أن راجلان نفسه كان مريضًا وتوفي في يونيو/حزيران من عام ١٨٥٥، وعليه أُهمل عصير الليم ونُسي حتى نهاية الحرب. وقد لاحظت الممرضة البريطانية فلورنس نايتينجل (١٨٢٠–١٩١٠) التي أسست مهنة التمريض، وكانت قد ذهبت إلى القرم، أن عدد ضحايا داء الإسقربوط في هذه الحرب يفوق عدد ضحايا الحرب نفسها. وقد ذكرت أنه من بين الألف ومائتي رجل الذين وصلوا مرضى إلى سكوتاري في يناير/كانون الثاني ١٨٥٥، كان يوجد ألف مصاب بداء الإسقربوط. ولم يكن الجيش الفرنسي الحليف أفضل حالًا، إذ فقد نحو عشرين ألف جندي من جرّاء الإصابة بهذا المرض.

ونحو هذا الوقت أيضًا، كان يوجد تفشٍ لداء الإسقربوط في الولايات المتحدة أثناء الهجرة الجماعية إلى كاليفورنيا للتنقيب عن الذهب عام ١٨٤٩. وسافر الرجال للوصول إلى الثروة المزعومة برًا أو بحرًا عن طريق رأس هورن، وكان طعامهم الأساسي هو الدقيق، والبسكويت، ولحم الخنزير المملح، واللحم البقري. وقُدِّر من ماتوا من جرّاء الإصابة بالمرض بنحو ١٠٠٠٠ رجل ممن كانوا ينقبون عن الذهب.

وفي مطلع القرن العشرين، نادرًا ما كانت تحدث حالات إصابة بداء الإسقربوط بين القوات المسلحة، ومع ذلك ففي ديسمبر/كانون الأول عام ١٩١٥، ضرب المرض الجيش البريطاني مرة أخرى. وكان الجنرال تاونزند وقوات الإمبراطورية البريطانية يتقهقرون بعد محاولة الاستيلاء على تسيفون، أحد المعاقل التركية على نهر دجلة، على بعد نحو ٣٢ كيلومترًا جنوب شرقي بغداد. قرر تاونزند أن يتخذ موقفًا دفاعيًا عند مدينة كوت العمارة، حيث حاصرته على الفور القوات التركية التي كانت تتعقبه. وفي يوم عيد الميلاد، بدأت عملية ترشيد صارمة للمؤن، وبمرور الأسابيع، أخذت تقل حتى أصبحت حصة القوات البريطانية، بحلول الأسبوع الأول من مارس/آذار، ٢٠ أوقية من لحم الأحصنة، و١٠ أوقيات من الخبز يوميًّا؛ أما نصيب القوات الهندية فكان ١٠ أوقيات من دقيق الشعير، و٤ أوقيات من الشعير الكامل، والقليل من الزبد

السائل، والقليل من التمر. وكلا النظامين الغذائيين أدى إلى نوع مختلف من أمراض نقص التغذية: فالقوات البريطانية أخذت تتدهور من جرّاء الإصابة بالبربري نتيجة لنقص فيتامين ب١، بينما أُصيبت القوات الهندية بداء الإسقربوط نتيجة لنقص فيتامين ج.

ولأن لحوم الأحصنة تحتوي على نسبة من فيتامين ج، فقد كان هذا كافيًا لوقاية القوات البريطانية من داء الإسقربوط، بينما أدى احتواء الشعير الكامل على فيتامين ب١ إلى وقاية القوات الهندية من البري بري، وهذا يعلل الطبيعة الحصرية لتفشي مرضي نقص التغذية هذين. وعندما استسلم تاونزند أخيرًا في نهاية إبريل/نيسان، كانت توجد ١١٠٠ حالة إصابة بداء الإسقربوط في مراحل متقدمة منه، و١٥٠ مصابًا بالبري بري من إجمالي عدد قواته المكونة من ٩٠٠٠ رجل. وكان داء الإسقربوط على وشك أن يخرب صفوف قوات الإمبراطورية البريطانية في بلاد ما بين النهرين، الاسم الذي كان يُطلق على العراق وقتها، طوال الحرب العالمية الأولى (فقد أُصيب أكثر من ١٠٠٠٠ رجل في وقت ما)، وحتى عصير الليم لم يقِ وقاية تامة منه، مما أدى إلى إعادة النظر في أمره، واستخدام عصير الليمون بدلًا منه، الذي أضحى جزءًا لا يتجزأ من مؤن القوات الإمبراطورية في الشرق.

اكتشاف فيتامين ج

على مدار قرون، كان يوجد الكثير من الافتراضات فيما يتعلق بسبب داء الإسقربوط، والكثير من الطرق المقترحة للوقاية منه أو علاجه. ومن الأشياء التي كان يُشار إليها بأصابع الاتهام الزبد الزنخ، والطاسات النحاسية، وشراب الرم المسكر، والسكر، والتبغ، والرطوبة، والطقس البارد، وهواء البحر، والعوامل الوراثية، والروح المعنوية المنخفضة، وقلة تناول الفاكهة، والعدوى، وقلة ممارسة الرياضة، وقدوم الربيع. بعض هذه الافتراضات كانت صحيحة، بينما ارتبط بعضها الآخر بطريقة غير مباشرة بالسبب الحقيقي. على سبيل المثال، تزامن انتهاء فصل الشتاء وقدوم فصل الربيع مع مرور العديد من الأشهر دون الحصول على الفواكه والخضراوات الطازجة، ومن ثم كان من الطبيعي أن يصل داء الإسقربوط إلى ذروته في هذه الآونة؛ واستخدام الطاسات النحاسية في الطهي كان سببًا أكيدًا إلى حد ما، لأن هذا المعدن يعمل كعامل محفز في تفاعل فيتامين ج مع الأكسجين، مما يجعل فيتامين ج عديم الفائدة.

وجاء أول دليل علمي على السبب الحقيقي وراء داء الإسقربوط في عام ١٩٠٧، عندما مولت الحكومة النرويجية بعض الأبحاث عن مرض البري بري. وبدأ طبيبان، هما أكسيل هولست وثيودور فروليتش، سلسلة من التجارب على خنزير غينيا، حاولا فيها تحفيز حدوث هذه الحالة بوضع الحيوانات على نظم غذائية مقيدة. وكانت النتيجة أن بعض هذه الخنازير قد تدهورت حالتها، ليس بسبب البري بري، لكن بسبب داء الإسقربوط، مما أثبت أن هذا المرض هو بالفعل مرض من أمراض نقص التغذية. ومثلما كان شائعًا آنذاك في الاختبارات المعملية، كانا يعملان على حيوانات ينعدم لديها أيضًا الجين الذي من شأنه تخليق فيتامين ج.

وكان من تلاهما في دراسة المرض هاريت تشيك بمعهد ليستر، لندن. ففي عام ١٩١٨، حدد تشيك العديد من الأطعمة التي تقي من داء الإسقربوط في خنازير غينيا. وبعدها بنحو عام، أطلق جاك دروموند على العنصر المكافح لداء الإسقربوط «فيتامين ج»، مع أن ماهيته الحقيقية ظلت غامضة. وعزل عالم الكيمياء الحيوية المجري ألبرت سانت جورج[١٧] (١٨٩٣–١٩٨٦) المادة الكيميائية للمرة الأولى من الفلفل الأحمر في عام ١٩٢٨، وأراد أن يُطلق عليها اسم "ignose" من الكلمة اللاتينية "ignorare"، بمعنى «غير المعروف أو مجهول الهوية»، لأنه لم يكن يعرف ماهيتها. غير أن محرر مجلة بيوكميكال جورنال، التي أرسل سانت جورج إليها بحثه، لم يرق له هذا الاسم ورفضه على أساس أنهم لا ينشرون النكات.

ثم جاء سانت جورج باسم أفضل هو "godnose"، ولكن هذا أيضًا لم يثر الانتباه، وفي نهاية المطاف أطلق عليه اسم حمض الهكسورونك، وأوضح أن صيغته الكيميائية هي $C_6H_8O_6$. ومع أنه قد أشار في بحثه إلى أن هذا قد يكون العنصر الذي حقق الوقاية من داء الإسقربوط، فإنه لم يتمكن من إثبات ذلك. لكن من تمكن من ذلك هو تشارلز كينج، من جامعة بيتسبرج بالولايات المتحدة، إذ أوضح أن حمض الهكسورونك الذي استخرجه من الكرنب وعصير الليمون هو نفسه فيتامين ج. غير أن سانت جورج هو الذي حاز جائزة نوبل في عام ١٩٣٧ في الفسيولوجيا أو الطب من أجل هذا الاكتشاف الذي توصل إليه بينما كان يعمل بمركز مايو كلينيك، بروتشيستر، مينيسوتا. وعاد سانت جورج إلى المجر في عام ١٩٣١ وعمل أستاذًا للكيمياء الطبية بجامعة سيجد، وظل هناك حتى عام ١٩٤٥، ثم هاجر إلى الولايات المتحدة في عام ١٩٤٧ كي يتولى منصب مدير معهد بحوث العضلات، وودز هول، ماساتشوستس.

تصنيع فيتامين ج والأرباح الهائلة

في عام ١٩٣٣، كان نورمان هاورث يعمل أستاذًا للكيمياء العضوية بجامعة برمنجهام بإنجلترا، وكان خبيرًا رائدًا في السكريات. كانت قد أُرسلت إليه عينة من فيتامين ج، ونجحت مجموعته في معرفة تركيبه الجزيئي، وأثبتوا أيضًا أن تحليلهم كان صائبًا عن طريق تخليقه كيميائيًّا في المختبر. ونحو هذا الوقت تقريبًا اتخذ فيتامين ج اسم حمض الأسكوربيك عن الكلمات اليونانية التي تعني «وداعًا للإسقربوط». وعن هذا العمل حصل هاورث على جائزة نوبل للكيمياء بالمشاركة مع عالم آخر في عام ١٩٣٧.[١٨]

ويحتوي حمض الأسكوربيك على حلقة خماسية العناصر من الذرات التي تتركب من ذرة أكسجين واحدة وأربع ذرات كربون، ترتبط اثنتان منها برابطة ثنائية (وهو السبب في أن فيتامين ج عرضة للأكسدة بفعل أكسجين الهواء، وهو السبب أيضًا إلى حد ما في أن فيتامين ج مضاد جيد للأكسدة). وما أن عُرف التركيب الجزيئي لفيتامين ج، أصبح جليًّا أنه يمكن تصنيعه من السكريات الشائعة، لا سيما الجلوكوز. وبالفعل في عام ١٩٣٣، استطاع تاديووس رايخشتاين إنتاجه صناعيًا باستخدام الجلوكوز كمادة بادئة. وعلى الفور أخذت الشركات الكيميائية في تصنيع فيتامين ج بكميات وفيرة، وكانت أولاها شركة الأدوية السويسرية روشيه، التي بدأت في إنتاجه عام ١٩٣٤. واليوم، يُنتج على مستوى العالم أكثر من ٥٠٠٠٠ طن سنويًّا منه، كثير منها في مصنع يقع في بلدة دالري بشمال إيرشير بإسكتلندا، التي تصدر ٩٠٪ من إنتاجها.

وتنطوي عملية تصنيع فيتامين ج على العديد من المراحل، أولاها مرحلة تحويل الجلوكوز إلى سوربيتول بتفاعله مع الهيدروجين. ثم يُخمر السوربيتول مع بكتريا أسيتوباكتر سبوكسيدانس، التي تحوله إلى صوربوز. ويتأكسد الصوربوز عن طريق بيرمنجانات البوتاسيوم، أو غيرها من العناصر المؤكسدة، إلى أحد مشتقات حمض الجولونيك الذي يُحول بسهولة إلى حمض الأسكوربيك بمعالجته بحمض الهيدروكلوريك. وفي عام ١٩٨٥، ابتكرت شركة التكنولوجيا الحيوية جينيتك عملية أسهل مكونة من خطوتين فحسب، والتي صممت فيها بكتريا معدلة وراثيًا كي تحول الجلوكوز إلى حمض الجولونيك مباشرة.

وأوشكت الأرباح التي يدرها تصنيع فيتامين ج، وغيره من الفيتامينات، أن تكون هائلة بحق، لا سيما لأن المصنعين البارزين يكونون اتحادًا احتكاريًا غير قانوني

للبقاء على الأسعار مرتفعة بدرجة مبالغ فيها وغير مبررة. وقد تأسس الاتحاد الذي يضم الشركات السويسرية والفرنسية والألمانية والأمريكية واليابانية في عام ١٩٨٩، وكان الشريك الرائد فيه هو شركة هوفمان-لا روش. وفي أواخر تسعينيات القرن الماضي، فُضحت أنشطة هذا الاتحاد، وتبعت ذلك دعاوى قضائية في الولايات المتحدة وأوروبا. ووافق أعضاء الاتحاد على دفع تعويضات تصل إلى ١,٢ مليار دولار في الولايات المتحدة، دفعت شركة هوفمان-لا روش نصفها باعتبارها رائدة الاتحاد. وفي تلك الأثناء، قامت المفوضية الأوروبية بفرض غرامات بلغت ٨٦٠ مليون يورو على عدد من الشركات، ومرة أخرى دفعت شركة هوفمان-لا روش معظمها؛ إذ دفعت ٤٦٠ مليون يورو، وكانت الأطراف المذنبة الأخرى هي شركات بي إيه إس إف، وأفنتس، وسولفاي، وميرك، والشركتان اليابانيتان دايتشي فارماسيوتيكال وإيساي. وفرضت الغرامات كنسبة مئوية من إجمالي أرقام المبيعات السنوية للشركات. ولم يكن من المستغرب أن عوائد تصنيع فيتامين ج قد تراجعت فجأة، وفي أوروبا وحدها، هبطت من ٢٥٠ مليون يورو إلى أقل من ١٢٠ مليون يورو بحلول عام ١٩٩٨. (وباعت شركة هوفمان-لا روش منشآت تصنيع فيتامين ج التي تملكها إلى شركة دي إس إم الهولندية للكيماويات مقابل ١,٩ مليار يورو في عام ٢٠٠٣.)

فيتامين ج ونزلات البرد والسرطان

مع أن لينوس بولينج (انظر الإطار) قد دافع عن فوائد تناول جرعات ضخمة من فيتامين ج، لم يكن هو مبتكر هذا العلاج المثير للجدل، فمن اخترعه هو إروين ستون. فقد بنى إروين كتابه «عامل الشفاء»، الذي نُشر في عام ١٩٧٤، على اعتقاد بأن حمض الأسكوربيك يقوم بدور في جسم الإنسان يفوق كثيرًا ما كان معتقدًا من قبل. ولم يُكترث كثيرًا لرأي ستون إلى أن جاء اليوم الذي التقى فيه بولينج في المصعد وجرى حوار بينهما. وقد قيل إنهما لم يغادرا المصعد إلا وقد اهتدى بولينج إلى النظرية القائلة بأن حمض الأسكوربيك يكاد أن يحمي جسم الإنسان من أي مرض.

ومن ذلك الحين فصاعدًا، حمل بولينج لواء فيتامين ج، ودافع عن تناول جرعات تصل إلى ١٠٠٠ مليجرام على الأقل يوميًّا للوقاية من أمراض تتراوح بين البسيطة نسبيًّا، كنزلات البرد، والخطيرة للغاية، كالسرطان. وأنشأ معهد لينوس بولينج للعلوم والطب في سبعينيات القرن الماضي من أجل تدعيم مزاعمه. غير أن المؤسسة الطبية ظلت متشككة. ومع ذلك، يبدو أنه اليوم يلقى دعمًا أكثر لأفكاره، لأننا نعي جيدًا

الضرر الذي قد تسببه الشقوق الطليقة، وكم أن مضادات الأكسدة، كفيتامين ج، ضرورية لمكافحتها.[١٩]

أما عن الفكرة الرائجة التي تقول إن فيتامين ج علاج جيد لنزلات البرد، فقد لاقت مؤازرة في عام ١٩٨٧ عندما أثبت إيليوت ديك، رئيس مختبر أبحاث الفيروسات بجامعة ويسكنسون، أن فيتامين ج يخفف من أعراض البرد ويقلل انتشار الفيروس. وأورد الباحثون في وحدة أبحاث القلب والأوعية الدموية بجامعة إدنبره بإسكتلندا في عام ١٩٩٢ أن مخاطر الذبحة الصدرية تزيد عند الرجال الذين تقل لديهم مستويات فيتامين ج.

لينوس بولينج (١٩٠١–١٩٩٤)

حاز لينوس بولينج جائزتي نوبل: جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٥٤، وجائزة نوبل في السلام عام ١٩٦٢. ومع أنه لم يعلن عن سبب رسمي لمنحه جائزة السلام، فقد كان معروفًا عامة أنها كانت من أجل جهوده لتنبيه العالم إلى مخاطر اختبار الأسلحة النووية في الجو. فقد كان كتابه «لا حروب أخرى» (١٩٥٨)، بالإضافة إلى الالتماس الذي قدمه إلى الأمم المتحدة، موقعًا من ١١٠٢١ عالمًا من كل أنحاء العالم، من أسباب إنشاء معاهدة حظر التجارب النووية، التي وُقعت في اليوم نفسه الذي تسلم فيه جائزة نوبل للسلام.

أما عن جائزته في الكيمياء فقد كانت من أجل أعماله الرائدة والمبدعة في مجال الترابط الكيميائي والتركيب الجزيئي. وكانت أعظم إنجازاته رؤيته لطبيعة الطريقة التي تتجمع بها الذرات لتكوّن الجزيئات، وللكيفية التي يمكن بها تفسير تركيب هذه الجزيئات. وقد نُشر كتابه المرجعي «طبيعة الرابطة الكيميائية» لأول مرة في عام ١٩٣٩، ويعد كتابًا كلاسيكيًا في هذا الموضوع.

رأى بولينج أن الكيمياء هي المفتاح لفهم الجزيئات الحيوية، كالأجسام المضادة، والهيموجلوبين، والبروتينات، وكيف تقوم بوظائفها. وقد اكتشف أن البروتينات يمكن أن تلتف في شكل حلزون يشبه الزنبرك، وقد أشرف على أن يثبت تركيب الحمض النووي دي إن إيه. وقد عرض بحثه الذي نُشر مع إي جيه كوري في عام ١٩٥٣، حلزونًا ثلاثيًا لهذا التركيب، وليس الحلزون المزدوج الذي نال عنه كل من موريس ويلكنس وفرانسيس كريك وجيمس واطسون جائزة نوبل عام ١٩٦٢.

وفي مسقط رأسه، نُظر إليه على أنه غير وطني، وينتمي إلى الجناح اليساري المتطرف، وفي خمسينيات القرن الماضي دخل في صدام مع حكومة الولايات المتحدة لدرجة أن جواز سفره قد أُلغي. وفي عام ١٩٦٠، كان عرضة لأن يُلقى في السجن بسبب ازدرائه للكونجرس؛ إذ رفض أن يفصح لإحدى اللجان الفرعية عن أسماء أولئك الذين ساعدوه في جمع التوقيعات على التماسه المناهض للأسلحة النووية.

ونشر بولينج آراءه بشأن فيتامين ج في اثنين من الكتب الأكثر مبيعًا، هما كتاب «فيتامين ج ونزلات البرد»، وكتاب «كيف تعيش أطول وتشعر أنك أفضل». وكان ينصح بتناول جرعة يومية إجمالية مقدارها ١٠٠٠٠ مليجرام من فيتامين ج، مدعيًا أنه قد يزيد من العمر المتوقع للإنسان، ويحسن الصحة النفسية، ويشفي حالات العدوى. وقد أوضح أن أسلافنا من الرئيسات كانوا نباتيين في المقام الأول، وبدراسة ما كانت تتناوله الغوريلا، قدر أن هذه الرئيسات كانت تستهلك نحو ١٠٠٠٠ مليجرام يوميًّا من فيتامين ج. وقد أكد أيضًا على أن البشر من الرئيسات، وربما يستفيدون أيضًا من تناول كمية مساوية.

وأسهم بولينج أيضًا مع جراح إسكتلندي يُدعى إيوان كاميرون في تأليف كتاب بعنوان «السرطان وفيتامين ج»، والذي عزز الفكرة القائلة بأن حمض الأسكوربيك يقوم بدور رئيسي في الوقاية من السرطان، مع أنهما لم يزعما أنه يعالج السرطان الموجود فعليًّا. وفي سبعينيات القرن الماضي، عالج كاميرون ١٠٠ مريض يعانون من حالات سرطان متقدمة، في مستشفى فيل أف ليفين في لاك لوموندساید، بجرعات تصل إلى ١٠٠٠٠ مليجرام من فيتامين ج، ووجد أنهم عاشوا على الأقل ضعف الفترة التي عاشها مرضى مشابهون في مجموعة ضابطة لم تتلق نفس العلاج. ونشر الاثنان هذه الاكتشافات في عام ١٩٧٦ في الجريدة الأمريكية الشهيرة بروسيدينجز أوف ذا ناشونال أكاديمي أوف ساينس. غير أن أطباءً آخرين تحدوهما، إذ لم يجدوا دليلًا واحدًا يؤيد مزاعمهما. وحقًا يمكن أن تُنتقد الدراسة التي قام بها كاميرون في أن المجموعتين (مجموعة التجربة والمجموعة الضابطة) لم يتم عزلهما من أجل تجنب المتغيرات المشوشة التي على الأرجح جعلت التحليل خاليًا من الدقة.

ولا يزال فيتامين ج يدهشنا

في عام ١٩٩٩، ذكر بي صمويل كامبيل وزملاؤه بجامعة ألاباما بالولايات المتحدة أن الجرعات الكبيرة من فيتامين ج يمكنها أن تخفف التوتر، على الأقل في الفئران. وأيد هذا البحث دراسات سابقة اختُبرت فيها نساء متقدمات بالعمر وعداءون في سباقات المارثون بعد تناولهم كميات كبيرة من الفيتامين، فجاءت النتيجة أن الوظائف المناعية للنساء قد تحسنت، بينما حدث للعدائين القليل من عدوى الجهاز التنفسي. وفي دراسة كامبيل، جرى تعريض الفئران للتوتر، وذلك باحتجازها في قفص صغير من شبكة سلكية لمدة ساعة كل يوم على مدار ثلاثة أسابيع. وقد وجد أن إعطاء جرعة كبيرة

مناسبة للفئران من فيتامين ج يوميًّا قد وقاها من التوتر الناجم عن الحبس. أما الفئران التي عوملت بالطريقة نفسها — أي حبست حتى تصاب بالتوتر — لكنها لم تُعط فيتامين ج، فقد عانت نقصًا في الوزن، وقلت لديها مستويات الهرمونات، وزادت مستويات الأجسام المضادة في دمها. وربما يكون لفيتامين ج نفس الفوائد مع البشر الذين يعانون من التوتر.

وعلى مدار السنين، لطالما افترض أن النسب القليلة جدًّا من فيتامين ج ضارة، وأي نسب زائدة لا يستخدمها الجسم ويجري التخلص منها. والآن يبدو أن النسب العالية من فيتامين ج قد لا تكون بالشيء المحبذ أيضًا، وهذا ما أشار إليه البحث الذي أجراه إيان بلير وزملاؤه في مركز علم عقاقير السرطان بجامعة بنسلفانيا بفيلاديلفيا. فقد أوردوا في مجلة ساينس في عام ٢٠٠١ أن فيتامين ج قد يكون لديه نزعات مدعمة للأكسدة؛ أو بكلمات أخرى، يمكنه أن يزيد مستويات المواد الكيميائية التي يُحتمل أنها تسبب التلف في الجسم. وهذه المواد تنتج عندما تتفاعل الهيدروبيروكسيدات الدهنية مع فيتامين ج كي تكون الألدهيدات غير المشبعة، التي ربما تكون مضرة للدي إن إيه على وجه الخصوص. وقد ذكروا أن هذه الاكتشافات ربما تفسر لماذا لا تقي جرعات فيتامين ج الكبيرة من السرطان.

وأخيرًا هناك بعض الاستخدامات لفيتامين ج تقترب من الغرابة. ففي تسعينيات القرن الماضي، أُنتج في اليابان سروال ضيق به جيوب صغيرة تحتوي على الفيتامين، وقيل إن هذه الجيوب تطلق الفيتامين عندما تحتك بالأرجل، وافترض أن لها تأثيرًا لطيفًا منعشًا، وتجعل الأرجل أكثر صحة وجمالًا. وإن كنت تصدق ذلك ....

أحجية النترات

> في ثمانينيات القرن الماضي، انطلقت بعض الإنذارات بشأن ارتفاع مستوى النترات في ماء الشرب، ومزاعم أنها تسبب متلازمة الطفل المزرق لدى الأطفال حديثي الولادة، وسرطان المعدة لدى الكبار. وقد اتضح الآن أنه لم يكن يوجد مبرر لأي من هذين الادعاءين، والحقيقة أن هناك دليلًا على أن هذه المادة الكيميائية التي يُفترض أنها خطيرة قد تكون جزءًا من الدفاعات الطبيعية للجسم.

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى البروتين، ويتكون البروتين من «أحماض أمينية» (انظر المسرد)، التي تحتوي على النيتروجين كجزء من بنيتها الأساسية.

وهذه الأحماض تتحد معًا لتكوّن روابط الببتيد –NH–CO–، وتكون النواتج هي عديد الببتيد، الاسم البديل للبروتين. وعليه يعد النيتروجين عنصرًا ضروريًا للحياة، ويظهر هذا في الكمية الموجودة منه في جسم الإنسان: كيلوجرامان في الشخص البالغ العادي.

وثمة وفرة من النيتروجين على الأرض لأنه يمثل نحو ٨٠٪ من الغلاف الجوي، إذ يبلغ إجمالًا ٤ تريليونات طن؛ وجميعها ليس لها أهمية كمادة غذائية. وافترض الكيميائيون الزراعيون الأوائل في القرن التاسع عشر أن النباتات لديها طريقة ما لامتصاصه من الهواء مباشرة، ومن ثم فشلت محاولاتهم المبكرة لصناعة مخصبات عامة لأنهم لم يضعوا فيها أي مصدر للنيتروجين القابل للاستخدام. وعندما أُدرك أن النباتات لا تمتص النيتروجين عن طريق أوراقها، ولكن عن طريق جذورها، بدأ المزارعون يضيفون مخصبات النيتروجين للتربة، وهذه المخصبات تأتي إما من رواسب نترات ذرق الطيور بجزر المحيط الهادي، والتي تكوّنت من فضلات الطيور على مدار أجيال لا حصر لها، وإما من الرواسب المعدنية من نترات صحاري شيلي.

وعدد محدود من الميكروبات والنباتات فحسب هي التي بمقدورها أن «تحفظ» النيتروجين الجوي، ولكن بفضل مجهوداتهم على مدار دهور، يمكن الحفاظ على التوازن البيئي لكوكب بأكمله. وهذا المصدر النيتروجيني سوف يدعم حتى الزراعة المستمرة لو أدير كما يجب، غير أنه يفرض حدًا أقصى على الكثافة السكانية للبشر. ويمكن لتدوير المحاصيل، إلى جانب إضافة الأسمدة والروث الحيواني ومياه المجاري، أن يجعل من الممكن لهكتار من الأرض الزراعية أن يُطعم ١٠ أشخاص؛ على أن يتبعوا نظامًا غذائيًا نباتيًا. ومن ناحية أخرى، فإن إنتاجية هكتار من الأرض مخصب بسماد نيتروجين «صناعي» يمكن أن يطعم ٤٠ شخصًا بسهولة، وفق نظام غذائي متنوع.

ولطالما أزعجت كيميائيي القرن التاسع عشر احتمالية وجود مورد لهذا العنصر في الجو، لو أمكن فحسب تحويل غاز النيتروجين إلى شيء مفيد كالأمونيا NH_3. وأخفقت كل محاولات جعل النيتروجين يتفاعل مع الهيدروجين لينتجا أيًّا من هذا، بغض الطرف عن كيفية تسخينهما. لكن إن استطاع أحدهم أن يحدث هذا التفاعل معًا، سيحوز جائزة عظيمة. وعندما تحقق الأمر أخيرًا في القرن العشرين، أحدث طفرة في المجال الزراعي وسمح بنمو كميات محاصيل أكبر بكثير على رقع زراعية أصغر.

وقد كافح الكيميائي الألماني فريتز هابر على مدار سنوات عديدة في محاولة لإنتاج الأمونيا بهذه الطريقة، حتى أثبت في آخر المطاف أن ذلك ممكن باستخدام الحديد كعامل حفاز. ثم جاء المهندس الكيميائي كارل بوش الذي أثبت أنه يمكن عمله من أجل أغراض تجارية. وفي الثالث من يوليو/تموز ١٩٠٩، افتتحت شركة بي إيه إس إف أول مصنع كيميائي ناجح يعمل باستخدام طريقة هابر-بوش. واليوم تنتشر مصانع هابر-بوش حول العالم لإنتاج ١٥٠ مليون طن من الأمونيا سنويًّا، يستخدم معظمها في عمل الأسمدة، إلى درجة أن هذا المورد من النيتروجين الذي يُوضع في الأراضي الزراعية يفوق ذلك الذي توفره الطبيعة.

لكن من سوء الحظ، لم يُر مصنع هاربر-بوش الأول على أنه حل لمورد العالم من الأغذية، بل مدّ ألمانيا بالمتفجرات التي كانت في حاجة إليها كي تحارب في حربين عالميتين. فالأمونيا الذي أُنتج في هذه المصانع استُخدم في صناعة حمض النيتريك، ومن ثم في صناعة المتفجرات. ولم تستخدم منتجات مثل هذه المصانع لصناعة سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 إلا بعد حلول السلام إثر الحرب العالمية الثانية عام ١٩٤٥، حتى إن نحو مليارين من السكان حول العالم يعتمدون الآن على هذا السماد لإنتاج الكثير من الأطعمة التي يتناولونها.

ولطالما كان هذا المركب أحد أهم منتجات الصناعات الكيميائية على مدار ما يزيد على خمسين عامًا، غير أنه لا يزال محفوفًا بالمخاطر، لا سيما عندما تُخزن نترات الأمونيوم أو تُشحن بكميات كبيرة؛ نظرًا لاحتمالية وقوع انفجار هائل. ووقع أول انفجار من هذا النوع في أوباو بألمانيا، في ٢١ سبتمبر/أيلول عام ١٩٢١، في مصنع هابر-بوش الأول، عندما انفجر مخزون يبلغ ٤٠٠٠ طن مما أسفر عن مقتل ٤٣٠ شخصًا من العاملين بالمصنع والسكان المحليين. أما ثاني انفجار مدمر فقد وقع في مدينة تكساس بالولايات المتحدة في ١٥ إبريل/نيسان عام ١٩٤٧، عندما انفجرت سفينة تحمل ٥٠٠٠ طن مما أسفر عن مقتل ٥٥٢ شخصًا وإصابة أكثر من ٣٠٠٠ آخرين، وتدمير جزء كبير من البلدة. أما آخر كوارث نترات الأمونيوم فقد وقعت في ٢١ سبتمبر/أيلول عام ٢٠٠١ في تولوز بفرنسا عندما انفجر ٣٠٠ طن، أما عدد الضحايا فقد كان صغيرًا نسبيًّا، إذ توفي ٢٩ شخصًا وأُصيب نحو ٦٥٠، غير أن الدمار الناجم عنه كان واسع النطاق؛ إذ تحطم زجاج نصف نوافذ هذه المدينة التي يقطنها مليون شخص.

وتحتاج المصانع إلى النترات، ويوجد مخزون طبيعي منها في التربة؛ إذ يُعاد تدويره من عدة مصادر بفضل الجراثيم والكائنات الأخرى التي تعمل على بقايا النباتات والحيوانات. وحتى القليل من النترات يصل مع مياه الأمطار التي تذيب أكاسيد النيتروجين التي تنتج في العواصف الرعدية. وبعض الجراثيم يمكنها أن تزيل النيتروجين من الهواء، وهي تعيش في علاقات تكافلية مع البقوليات، مثل الفول، والبرسيم. ويمكن للجذامير (السوق الأرضية) التي تنمو على جذور النبات أن تحول غاز النيتروجين إلى أمونيا، وتمرر بعضًا منها إلى النبات مقابل الحصول على الكربوهيدرات.

ويمكن لسماد نترات الأمونيوم أن يضاعف إنتاجية المحصول ثلاث وأربع مرات، لكن يوجد خطر يكمن في ترشيح النترات من التربة إلى الأنهار لأن النترات قابلة للذوبان في الماء بدرجة عالية. والأثر المباشر لهذا هو تعزيز نمو النباتات المائية، مما يصعب بدوره الملاحة في المسطحات المائية ويشوه منظرها، لكن هذا قد يرفع أيضًا من نسبة النترات في مياه الشرب. وقد ظُن في الأصل أن هذا يمثل خطرًا على الأطفال الذين يرضعون رضاعة صناعية، إذ تسبب حالة تُعرف باسم «متلازمة الطفل المزرق». وفي عام ١٩٧٢، زُعم أنها تسبب سرطان المعدة، مما أدى بدوره إلى شن حملة إعلامية كبيرة، الأمر الذي فُرضت على إثره قيود قانونية في دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة. (أظهرت أبحاث تقوم على أسس أكثر علمية أن سماد النترات لا يسهم سوى مساهمة ضئيلة في انجراف التربة.)

وفي خمسينيات القرن الماضي، أُصيب العديد من الأطفال الرضع في المجتمعات الريفية بالولايات المتحدة بمتلازمة الطفل المزرق، والتي فيها ينقص الأكسجين في دم الطفل، مما يفقده لونه الأحمر الصحي. وكان السبب في هذا هو مياه الآبار الملوثة بمستويات عالية من النترات والتي كانت تستخدم في إنتاج اللبن الصناعي. من الواضح إذن أن النترات مثلت تهديدًا للصحة البشرية، وأخيرًا حددت منظمة الصحة العالمية جرعة يومية من النترات كحد أقصى نحو ٣,٦٥ مليجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم.

وخضعت النترات للبحث باعتبارها سببًا محتملًا لإصابة الإنسان بسرطانات القناة الهضمية (سرطانات الفم والمريء والمعدة والأمعاء) عندما ربطت دراسة في علم الأوبئة أجريت في شيلي في عام ١٩٧٠ بين المستوى المرتفع للنترات في مياه الشرب وهذه الحالات. ثم تلتها دراسات في أوروبا وأمريكا الشمالية أكدت هذه

الاكتشافات، مع أن بعض الباحثين قد وجدوا العكس تمامًا، إذ وجدوا حالات قليلة من هذه السرطانات بين أولئك الذين يتعرضون لأعلى مستويات من النترات. ومن بين عشرين دراسة من هذه الدراسات الخاصة بعلم الأوبئة التي بحثت العلاقة بين النترات والسرطان، لم تظهر سوى دراستين فحسب وجود ارتباط طردي بينهما، في حين أظهرت إحدى عشرة دراسة أنه لا يوجد أي ارتباط، وأظهرت سبع دراسات وجود ارتباط عكسي؛ بمعنى أنه كلما زادت النترات، قلت حالات السرطان.

وتوصل أخصائيو الوبائيات بمجموعة السير ريتشارد دول بمستشفى جون رادكليف بمدينة أكسفورد بإنجلترا في ثمانينيات القرن الماضي إلى نتيجة مفادها أنه لا يوجد ارتباط بين النترات ومرض السرطان. وفي دراسة أجريت على عمال مصانع الأسمدة، حيث ترتفع إمكانية التعرض للأتربة التي تحتوي على النترات، ظهر أنه لم تحدث أي زيادة في معدلات الإصابة بالسرطان. واتضح أنه كانت توجد بعض العوامل التي لم يُسبر غورها والتي كانت تشوش علم الأوبئة المبكر؛ مثل المصادر الأخرى للنترات في النظام الغذائي التي لم تُؤخذ بعين الاعتبار. وبالفعل نجد أن بعض الأطعمة، كالخس والسبانخ وجذر الشمندر والكرفس، تحتوي بطبيعتها على مستويات عالية من النترات، والخضراوات مسئولة عن ٨٠٪ من النترات التي نتناولها في الغذاء، في حين أن مياه الشرب مسئولة عن ٢٠٪ فقط. وتحتوي كل ١٠٠ جرام من الكرفس على ٢٣٠ مليجرامًا من النترات، والسبانخ على ١٦٠ مجم، وجذر الشمندر على ١٢٠ مجم، والخس على ١٠٥ مليجرامات، ومع أنه من المستبعد تناول أي من هذه بكميات كبيرة، فإن بعض الأطعمة، مثل البطاطس، تُتناول بكميات وفيرة. ولعل البطاطس، التي يحتوي كل ١٠٠ جرام منها على ١٥ مليجرامًا من النترات، هي مصدر الكثير من النترات في النظام الغذائي للفرد العادي.

وفي عام ١٩٨٥ اكتُشف أن عملية الأيض في الإنسان هي نفسها قادرة على مدّ الجسم بـ ٧٠ مليجرامًا من النترات يوميًّا، وهو ما يعادل ما يحصل عليه الجسم من المصادر الخارجية. وتطلق الخلايا النترات استجابة للعدوى، وحتى للتمارين الرياضية المجهدة مثل الركض وركوب الدراجات. وعلاوة على ذلك، طالما كانت توجد صعوبة في قبول الحقيقة التي تقر بأنه على الرغم من أن استخدام سماد النترات يزداد عامًا بعد عام، فإن الإصابة بسرطانات القناة الهضمية تتراجع عامًا فعام. وفي حين أنه شبه مستحيل أن نثبت أن النترات لا تسبب السرطان، ثمة أسباب وجيهة الآن للاعتقاد في أنها تقي فعليًّا جسم الإنسان من الجراثيم المسببة للأمراض.

(في القرن التاسع عشر، استخدمت النترات في الأدوية لعلاج الحمّيات، ليحل محلها الأسبرين أخيرًا.)

وتتمثل الوقاية التي تقدمها النترات في الآتي: بعض من النترات الغذائية NO_3^- تتحول إلى النتريت NO_2^- بفعل بكتريا متخصصة تعيش على اللسان، ويكوِّن هذا النتريت أكسيد النيتريك NO عندما يتعرض للوسط الحمضي القوي في المعدة؛ ويقتل أكسيد النيتريك البكتريا الضارة، مثل بكتريا السلمونيلة والإشريكية القولونية، التي قد لا تستطيع الحموضة وحدها أن تقتلها. وقد قامت النظرية المبكرة على افتراض أن إفراز النتريت هو المسئول عن إمكانية تكوّن السرطانات، نظرًا لاحتمال تفاعل النتريت مع الأمّين ليكون إن-نتروزامين، وهذه المواد الكيميائية تُعرف بأنها من المواد المسرطنة؛ وهذا ما ثبت في التجارب التي تُجرى على الحيوانات. ويبدو الآن أنه من المستبعد أن تحدث عملية تكوين إن-نتروزامين في البشر.

وعلى الرغم من ضعف الأدلة التي ربطت بين النترات في مياه الشرب والسرطان في الإنسان، فقد فرضت قيود على مستويات النترات في الأنهار، وحددت هذه بـ ٥٠ جزءًا في المليون في دول الاتحاد الأوروبي، و٤٥ جزءًا في المليون في الولايات المتحدة، لا سيما إن كانت هذه الأنهار موردًا لمياه الشرب. وزُودت مصانع تنقية المياه بالعديد من المعالجات كي تقلل من منسوب النترات الأعلى من النسب المقررة، وفُرضت القيود على استخدام أسمدة النترات في المناطق «الحساسة»، على الرغم من توافر الأدلة على أن معظم النترات الموجودة في الأنهار تُعزا إلى نشاط «طبيعي» لجراثيم التربة، ولا علاقة له بالأسمدة. وبالفعل يُرشح ٤٠ كيلوجرامًا من النترات لكل هكتار من الأرض سنويًّا بهذه الطريقة، سواء كانت الأرض مزروعة أو لا.

وقد أُجريت أبحاث على أسمدة النترات في محطة روثامستد إكسبريمنتال الشهيرة، التي تبعد نحو ٣٠ كيلومترًا شمال لندن بإنجلترا، على مدار ما يزيد على المائة عام. وهنا راقب الباحثون مستويات النترات في أراضٍ مزروعة وفي أخرى لم تُزرع من قبل. وكان اهتمامهم منصبًا في الأساس على بحث امتصاص المحاصيل وميكروبات التربة للنترات، وتقييم تسرب النترات من التربة. وقد وصلوا إلى أنه يمكن تقليل هذا التسرب إلى الحد الأدنى بتغيير ممارسات إنتاج المحاصيل، وربط مستويات استعمال الأسمدة باحتياجات المحصول، واستعمالها في أوقات معينة من السنة فحسب. والنتيجة أن ثمة حاجة لترشيح القليل من النترات إلى الأنهار ومياه الشرب.

إن اللوائح التي تنظم نسب النترات قد اعتمدت على بيانات لا تستند على أسس علمية سليمة. وقد طرحت اللجنة العلمية للأغذية التابعة للمفوضية الأوروبية ما

استخلصته بشأن النترات في سبتمبر/أيلول من عام ١٩٩٥ في وثيقتها «وجهة نظر فيما يتعلق بالنترات والنتريت»، والتي ذكرت فيها أن «دراسات علم الأوبئة قد أخفقت حتى الآن في تقديم دليل على وجود ارتباط عرضي بين التعرض للنترات وخطر إصابة الإنسان بالسرطان.» وهناك آخرون أدانوا هذه اللوائح بالمثل، فقد ذكر د. جين-لويس ليروندل بمركز ريجيونال هوسبيتال بمدنية كان بفرنسا، الذي كان مشهورًا بكونه خبيرًا في النترات والصحة: «التعليمات التي أصدرتها منظمة الصحة العالمية التابعة للأمم المتحدة، ومنظمة الأغذية والزراعة في عام ١٩٦٢، وتلك التي أصدرها الاتحاد الأوروبي عام ١٩٨٠، لم تعد الآن ذات أهمية، بل وتحتاج أن تُلغى، وسيصبح هذا أمرًا لا مفر منه في النهاية.»

وفي مقال نُشر في مجلة فود ساينس آند تكنولوجي في عام ٢٠٠٠، كان لكل من توم أديسكوت من معهد أبحاث المحاصيل الزراعية-روثامستد، ونيجل بنيامين من مستشفى سانت بارتولوموي بلندن، نظرة أعمق، إذ زعما أن النترات هي في الواقع «مفيدة» لجسم الإنسان، وأنها توفر آلية دفاعية أساسية ضد التهاب المعدة والأمعاء، وهو ما يعلل وجودها طبيعيًا في اللعاب. وبالفعل، قد تعلل إحدى عواقب إزالة النترات من الطعام أسباب تزايد حالات التسمم الغذائي تزايدًا ملحوظًا في ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. وقد خلص هذان الكاتبان إلى أنه: «ينبغي أن يتوقف الاتحاد الأوروبي عن القلق إزاء تقليل الجرعة التي نتناولها من النترات، بل ويبدأ في الحرص على أننا نحصل على كفايتنا منه.»

ولا يقتنع الجميع بأن النترات آمنة بحق، ويبذل بيتر ويبر بمركز الولايات المتحدة لتأثيرات التلوث البيئي على الصحة قصارى جهده كي يحتفظ بنسبة الـ ٤٥ جزءًا في المليون التي حددتها الوكالة الأمريكية لحماية البيئة. وهو يدعي وجود علاقة بين مستويات النترات ومجموعة من الأمراض مثل السكر، وسرطان المعدة، وسرطان المثانة لدى النساء الطاعنات في العمر، واللِمْفُومة اللاهودجكينيَّة؛ وتؤدي صعوبة قياس الجرعات الغذائية من النترات وناتج الأيض من النترات إلى إضعاف هذه النتائج في أفضل الأحوال.

بيد أن هناك أسبابًا وجيهة للحد من جرعة النترات لمجموعات بعينها هي الأكثر عرضة للخطر، مثل كبار السن. ويكمن السبب في أنه مع التقدم في العمر، يقل إفراز حمض الهيدروكلوريك في المعدة، مما يجعلنا أكثر عرضة للخطر لأن قلة الحموضة تعني قلة كفاءة جسدنا في التعامل مع النترات. ونفس هذا النقص أيضًا يعرض

أولئك الذين يتبعون نظامًا غذائيًا فقيرًا للخطر بالمثل، جاعلًا من الكبار أكثر عرضة للخطر، وثمة أدلة من علم الأوبئة تشير إلى ارتفاع معدل الإصابة بسرطان المعدة وسط الكبار في المناطق المحرومة اجتماعيًا، حيث تكون نسب النترات في مياه الشرب أعلى من العادي، على الأقل في المملكة المتحدة.

تسميد حقل بترول

إحدى المشكلات التي تجابهها شركات البترول أنه يمكن، في أفضل الأحوال، استخراج ٥٠٪ فحسب من البترول من الطبقات العميقة الحاوية له بداخل القشرة الأرضية. وفي بعض الأحيان، يبقى نحو ٦٥٪ من البترول عالقًا بشدة في الصخور المسامية مثل الحجر الرملي. وقد توصل النرويجيون إلى طريقة للتغلب على هذه المشكلة؛ وذلك بحقن محلول نترات الصوديوم في مخزون البترول الكامن في باطن الأرض، مما شجع على تكاثر البكتريا التي تقلل من نسبة النترات، وهذه بدورها تحرر البترول من الصخور. وبنهاية هذا العقد، قد يمكن إنتاج ما يقرب من ٥٠٠ مليون برميل من البترول،[١] وهو ما يزيد عن ضعف الكمية التي تستخرج الآن من حقل بترول نوم، الذي يقع تحت بحر النرويج وبالقرب من منطقة القطب الشمالي.

[١] البرميل = ١٥٩ لترًا، أو ٤٢ جالونًا أمريكيًا.