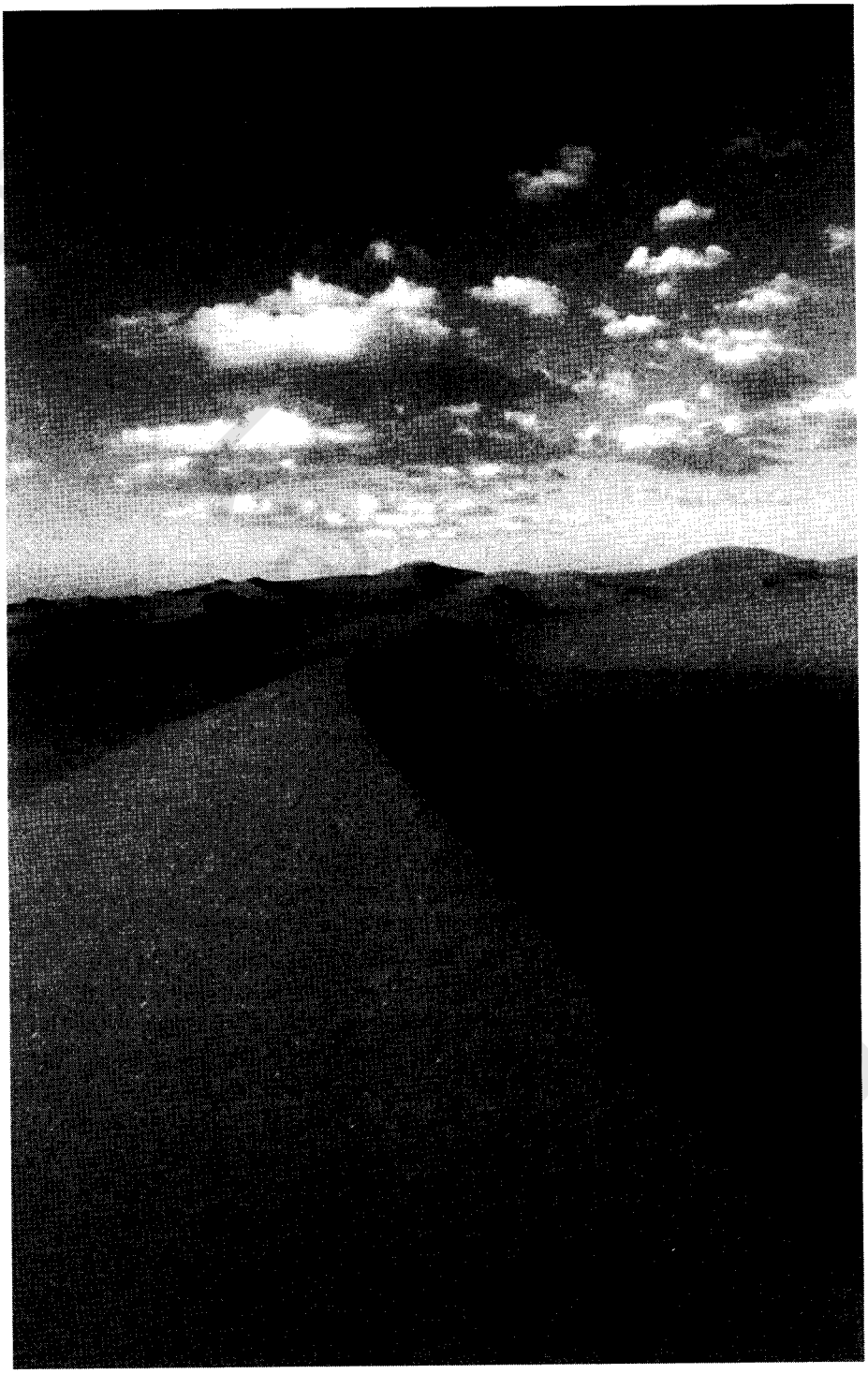
3

العيش في المناطق الحارة

«قوتي جفَّت كقطعة من فخار
ولساني علق بين فكيّ
وقد جئت بي إلى غبار الموت»

المزمور 22

obeikandl.com



نحو نهاية القرن التاسع عشر وذات صباح، غامر أمين سر الهيئة الملكية في لندن، السيد بلاغدن، بالدخول إلى غرفة درجة حرارتها 105 مئوية، آخذاً منه بعضاً من البيض، قطعة من لحم البقر النيء وكلباً. بعد ربع ساعة كان البيض قد سلق تماماً واللحم قد شوي حتى صار هشاً، لكن بلاغدن وكلبه خرجا دون أن يصابا بأذى (برغم أنه كان على الكلب أن يبقى في سلة كي لا تحترق أقدامه). غير أن قدرتهما على تحمل درجة حرارة أعلى من درجة غليان الماء تبدو مدهشة أكثر حين يأخذ المرء بالاعتبار أن البروتينات تتغير طبيعتها الأصلية والخلايا تبدأ بالتلف تلفاً غير قابل للإصلاح. حين ترتفع درجة الحرارة فوق 41 مئوية، حتى إن درجة حرارة الجسم حين تصل إلى 43 مئوية تكون مميتة للبشر وأن كل الخلايا تقريباً تقتل إذا تجاوزت درجة الحرارة 50 مئوية بضع دقائق. مع ذلك، كما يبين السيد بلاغدن بكل وضوح، يمكن لجسم الإنسان أن يبقى على قيد الحياة مع تعرضه لدرجة حرارة 105 مئوية نحو 15 دقيقة تقريباً. كيف هي هذه الحالة؟ هوذا موضوع هذا الفصل.

تعتمد حياتنا على مفاعل نووي يبعد 93 مليون ميل ويقوم بإضاءة كوكبنا وتدفئته معاً. درجة حرارة سطح الشمس هي 6300 درجة، فيما سطح الأرض أبرد بكثير جداً، لكن ما يزال بإمكاننا أن نصل إلى مستويات يصعب

obeikandl.com

على البشر تحملها. إن أعلى درجة حرارة للهواء سجلت على الأرض هي الدرجة اللافحة 58 مئوية التي أخذت في الظل وذلك في العزيزية، ليبيا، في أيلول / سبتمبر 1992. درجات الحرارة فوق 45 مئوية تسجل بشكل عادي خلال أشهر الصيف في أواسط أستراليا، دول الخليج والسودان. والأشياء التي تتعرض تعرضاً مباشراً للشمس يمكن أن ترتفع حرارتها أكثر من ذلك أيضاً، بحيث يصبح المعدن أشد حرارة من أن تلمسه باليد، كما أن الرمل يصبح حارقاً للقدمين. كذلك يمكن لآثار الشمس أن تكون كبيرة في بيئة باردة. فالشمس ترفع حرارة حقول الثلج في إيڤرست إلى 30° مئوية، والمستكشفون القطبيون يمكن أن يعانوا في آن واحد من الحروق الشمسية وقضمات الصقيع معاً، بل حتى في الفراغ الفضائي المتجمد يمكن للأشياء التي تتعرض لأشعة الشمس أن ترتفع حرارتها سريعاً.

أعلى درجات الحرارة على الأرض هي في الصحارى، والصحراء، تعريفاً، هي المكان الذي يقل فيه معدل المطر السنوي عن 10 بوصات، لكن معظم الصحارى معدلات مطرها أقل من ذلك بكثير. بل إن بعضها قد لا يعرف المطر سنوات عدة. افتقاد الغيوم يعني أن الإشعاع الآتي من الشمس والجو كثيف، مما يرفع حرارة الهواء والأرض بسرعة في النهار لكن لتنخفض بالسرعة نفسها وعلى نحو شديد في الليل. الماء نادر، بحيث إن الأرض تظل بعض أيام السنة جافة، لكن الهواء الذي يظل حاراً عند الظهيرة يصنع سراباً يحول الأرض المحمصة إلى بحيرات وهمية متلامعة الحرارة يمكن أن تكون شديدة لكن تزيد من شدتها الرياح الجافة الساخنة التي تخلص الجسم من مائه وتذبل الجلد وتجفف المجاري الأنفية. كما أن الرمل والغبار الذي تثيره رياح الصحراء يكون مخرشاً ويكشط الجلد ويمكن أن يصيب المرء بالاختناق. كذلك تسبب الأشعة فوق البنفسجية الحروق الجلدية فيما يسبب الضوء الباهر غبش البصر. إن مناخ الصحراء ليس مناخاً مريحاً للإنسان. مع ذلك، فإن الإنسان استوطن الصحراء قروناً من الزمان

وآلاف الزوار يؤمونها كل سنة كي يشهدوا جمالها الأخاذ، الكثبان العظيمة التي تنقشها الرياح، والصخور المنحوتة الملونة بأجمل الألوان. ذلك أن هناك جملة من التكيفات السلوكية والفيزيولوجية تضمن بقاء الإنسان على قيد الحياة.

حرارة الجسم

كيف نفهم إمكانية تكيُّف الإنسان مع الحر الشديد؟ من المفيد أن ننظر أولاً ماذا نعني بحرارة الجسم وكيف تنظم في الأحوال العادية. ليست مناطق الجسم كلها ذات درجة حرارة واحدة، وما نقصده عموماً بحرارة الجسم يقتصر فعلاً على حرارة اللب، ذلك العمق الواقع بين أنسجة الصدر والبطن. هنا، الحرارة تبقى 37° مئوية على الرغم من أنها تتغير خلال اليوم بفارق نحو نصف درجة، إذ تكون أعلى عصراً وأدنى فجراً. كذلك تتأثر درجة حرارة اللب، لدى النساء، بالدورة الشهرية، إذ ترتفع قبل الإباضة مباشرة وتبقى عالية بدءاً من اليوم الخامس عشر إلى اليوم الخامس والعشرين من أيام الدورة الثمانية والعشرين. هذا التغير يتيح للمرأة أن تقرر متى تكون أشد خصوبة وتستفيد منها في عملية ضبط النسل.

تختلف درجة حرارة الغلاف الخارجي للجسم اختلافاً بيناً عن حرارة اللب، طبقاً لما تبينه بوضوح عدسة تصوير حرارية. إذ يمكن لشخص عار في غرفة باردة أن تكون حرارة جلده أقل من 20° كما يكون ذراعاه وساقاه أبرد أيضاً من لب الجسم. والعكس صحيح، فأثناء القيام بتمارين مجهدة يمكن أن ترتفع الحرارة داخل العضلات العاملة إلى 41° مئوية، رغم أن حرارة اللب قد لا تزيد سوى درجة أو درجتين. كذلك فإن المناطق التي يكون دفق الدم فيها عالياً تكون أكثر حرارة، وهو ما يفسر لماذا تشعر أن وجهك أشد حرارة حين تحمر خجلاً.

إن الحدود العادية لحرارة اللب هي ما بين 36 إلى 38° مئوية، وسريرياً

يحدد فرط انخفاض الحرارة بما هو دون 35° مئوية وفرط ارتفاع الحرارة بما هو فوق 40° مئوية، فإذا زادت حرارة اللب عن 42° مئوية يحدث الموت بسبب ضربة الحر، لهذا، ورغم أنه يمكن للبشر، في ظروف خاصة، أن يعيشوا في البرد الشديد (أنظر الفصل 4) فإن الزيادة في حرارة لبهم زيادة ضئيلة لا تزيد عن 5 درجات مئوية، تكون مميتة. على أن السائل المنوي حساس حساسية خاصة تجاه الحرارة العالية، وأكثر بكثير من بقية الجسم، وهو ما يفسر لماذا تتوضع الخصى، لدى الثدييات، خارج الجسم، حيث تظل أبرد. ومن المثير للسخرية أن البنطلونات المحكمة على الجسم، رغم أنها قد تبدو مثيرة جنسياً أكثر، إلاّ أنها عملياً تخفض خصوبة الرجل نظراً لأنها تقلل من فقدان الحرارة وبالتالي من إنتاج المني.

الشعور بالحرارة

لسنوات طويلة، شغلت العلماء مسألة الكيفية التي يحس بها الجسم بحرارته الداخلية. ذاتياً، من الواضح لنا جميعاً أن نهايات الأعصاب في الجلد هي التي تزوده بالأحاسيس الواعية للحر والبرد. مع ذلك فإن شيئاً من التأمل يدل على أن الحرارة التي تتعلق ببقائنا أحياء ليست حرارة الجلد بل هي بالأحرى حرارة الدماغ. لذلك، يمكن أن يكون أكثر منطقية أن نضبط حرارة الدماغ ونراقبها أكثر من حرارة مسطح الجسم، تماماً مثلما يتم التحكم بأجهزة التدفئة المركزية من قبل منظم حرارة مركزي وليس من قبل مئات كثيرة من المنظمات المفردة على الجدران الخارجية للمنزل.

سنة 1885، اكتشف إي. آرونسون وجـ. ساخ المنظم الحراري للجسم الذي يقع تحت السرير البصري، وهي منطقة من الدماغ تقع في قاعدة الجمجمة. لكن بعد زمن طويل من ذلك الاكتشاف، استمر الجدل في ما إذا كان الدماغ أو الجلد هو الأكثر أهمية في ضبط الحرارة. أخيراً حلت القضية بزرع جهاز إحساس حراري داخل دماغ عالم تطوع لهذه الغاية ومن ثم جرب

في ما إذا كان رد فعل جسده تجاه البرد تؤثر فيه حرارة الدماغ أم حرارة الجلد. ولكي يبرد الدم الذي يصل إلى الدماغ بسرعة دون أن يتأثر الجلد، فقد أعطي الشخص الخاضع للتجربة قطعة مثلجات (بوظة) ليأكلها فثار لديه في الحال رد الفعل النموذجي تجاه البرد وهي الحقيقة التي حسمت الجدل: فالمنظم المسيطر لحرارة الجسم يقع في الدماغ.

غير أن الحساسية تجاه الحرارة لا تقتصر على الدماغ. إذ حسبك أن تشرب فنجاناً من القهوة الحارة إلى درجة حارقة، دون أن تنتبه لها، فإذا أريقت عليك قفزت عالياً مصدوماً، كي تقدر أن جلدك، لسانك، بطانة فمك وبلعومك هي أيضاً تمتلك أجهزة إحساس حرارية. وإذا كانت لا تكتشف الحرارة الفعلية لمحيطنا، أي أنها تكشف حرارة الجلد الذي تتوضع فيه. هذه الحقيقة توضحها تجربة بسيطة، الهواء المنفوخ على اليدين بواسطة مجفف أيدٍ كهربائي يبدو بارداً حين تكون اليدان ما تزالان رطبتين لكنه يصبح حاراً على نحو مزعج حين تجفان.

تكون أجهزة الإحساس الحرارية في جلدنا من نوعين مختلفين: نوع يستجيب للحرارة التي تراوح بين 15 و35° مئوية وتشير إلى درجة البرودة أو السخونة، وهذه تعرف باسم مستقبلات البرد، نظراً لأن السرعة التي ترسل بها الإشارات الإلكترونية للدماغ تزداد حين تهبط الحرارة وتكون حساسيتها أشد نحو 28° مئوية، مما يدل على أن الإنسان يمكن أن يكون قد تطور في بيئة متوسط حرارتها حول هذه الدرجة.

أمّا النوع الآخر من المستقبلات فتحرضه الحرارة التي يشعر بها كما يشعر بالألم، لقد تم مؤخراً عزل هذه المستقبلات كما حددت سلسلة الـ د.ن.أ. فيها وذلك بالاستفادة من جاذبيتها الشديدة للبهار الكابزيسين، وهو عنصر فعال من بهارات الفلفل الحار. ذلك الفلفل، إذا ما أدخلته بشكل غير ضار داخل ثمار حمراء لامعة في فمك، فإنه ينفجر انفجار بركان، معطياً

نوعاً من الإحساس الشديد بالحرق يشبه كثيراً الإحساس الحارق الذي يتركه تناولك لطعام هندي أو مكسيكي. وإذا حاولت إخماد النار الحارقة بالماء فإنك تزيد الطين بلة ويتنشر الإحساس الحارق إلى النواحي الأخرى من الفم. وغالباً ما يعقب الألم الأولي تفصد شديد للعرق، كما لو أن التوابل رفعت درجة حرارة الجسم فعلاً.

تطور ميزان الحرارة

إن أول من صنع ميزان الحرارة هو غاليلو غاليلي الذي اشتهر أكثر بملاحظاته حول جهاز آخر هو المنظار الفلكي، وكان ذلك نحو 1610. لقد كان غاليلو أستاذاً للرياضيات في جامعة بادوا، ولكي يدعم دخله الضئيل نوعاً ما، كان يصنّع ويبيع أدوات وأجهزة طبية. وميزانه الحراري كان، بكل بساطة عبارة عن أنبوبة زجاجية جوفاء مملوءة جزئياً بالماء، تقفل من أحد طرفيها وتغمس من الطرف الآخر بكوب من الماء (بعض المراجع تذكر أنه نبيذ). حين تزداد الحرارة، يتمدد الهواء في الأنبوبة دافعاً بالماء نزولاً على العمود، وهكذا كلما ارتفعت الحرارة أكثر فأكثر نزل مستوى الماء أدنى فأدنى. وبكتابة مدرج رقمي على جانب الأنبوبة، يمكن القيام بقياس كمي للحرارة. غير أن الصعوبة الأساسية التي واجهت هذا الجهاز هي أن مستوى السائل كان حساساً أيضاً تجاه الضغط الجوي بحيث إنه كان يتذبذب حتى عندما تكون الحرارة ثابتة. هذه المشكلة حلت بإغلاق الطرف الآخر للأنبوبة.

التطوير الأساسي التالي أدخله غابرييل دانييل فهرنهايت وهو صانع أدوات علمية ألماني عمل في أمستردام، وأدخل استخدام الزئبق بدلاً من الماء (أو الكحول) في موازين الحرارة سنة 1724. يتمتع الزئبق بميزة خاصة هي أنه يتمدد بسهولة أكثر بفعل الحرارة كما أنه لا يتبخر وتسهل رؤيته أكثر. إن مقياس فهرنهايت الحراري هو شكل معدل من المقياس الذي كان يستخدمه ريامور، العالم الأقل شهرة، وكان يرتكز أساساً على ثلاث درجات ثابتة: درجة تجمد الماء (32 فهرنهايت)، درجة غليان الماء (212 ف) ودرجة حرارة إبط رجل سليم الجسم (98,4 ف). هذا المقياس ما يزال يستخدم في الولايات المتحدة حتى اليوم، فقد كان فهرنهايت أيضاً أحد الأوائل الذين سجلوا درجة غليان الماء المختلفة باختلاف الضغط الجوي.

إضافة إلى فهرنهايت وريامور، ثمة عدد من الأشخاص الآخرين اخترعوا موازين حرارية، لكن مع تدرجات حرارية مختلفة، إذ كان هناك اعتقاد شائع بأن الدرجات الثابتة نفسها لا تنطبق على مختلف الأمكنة في العالم. ولقد أزال أنديرز سيلسيوس هذا التشوش سنة 1742 حين اخترع ميزان حرارة بمقياس المدرج 100 درجة. لقد كان يعمل في جامعة أوبزالا، أقدم جامعة في السويد، وقد يكون ميزانه الحراري موجوداً حتى الآن في المتحف. إنه ما يزال يحمل مقياسه المدرج بخط اليد. لقد بيّن سيلسيوس باستخدامه هذه الأداة، أن الثلج يذوب دائماً بدرجة الحرارة نفسها على المدرج، سواء تم القياس في المجاهل الشمالية من لابلاند أو في المناخ الأكثر لطفاً في جنوب السويد. والأكثر من ذلك، فقد بين، باستخدامه أحد موازين ريامور الحرارية أن درجة تجمد الجليد في السويد هي نفسها التي قاسها ريامور في باريس. كما ثبت الدرجة 100 باعتبارها درجة ذوبان الجليد بالدرجة صفر باعتبارها درجة غليان الماء، لكن بعد وفاته تم عكس المدرج ليعطي الدرجات التي نستخدمها اليوم.

بعد سنوات كثيرة مضت على هؤلاء الرواد الأوائل اخترع عالم الفيزياء البريطاني، اللورد كيلڤن (1824 ـ 1907) ميزان الحرارة ذا المدرج الذي يستخدمه العلماء. هذا المدرج يبدأ بالصفر المطلق، وهي درجة الحرارة الأخفض على الإطلاق. لقد حددها بالدرجة صفر ك (كيلڤن) وهي تتطابق مع الدرجة 273 مئوية. غير أن أول من قاس درجة حرارة الجسم بطريقة علمية إنما هو ڤينيتيان سانتوريو سانتوريو الذي نشر كتاباً طبياً هاماً هو «فن الإحصاء الطبي» سنة 1612. وقد عدل مقياس غاليليو كي يقيس تغيرات درجة حرارة، ليس الهواء فحسب، بل الجسم أيضاً. وتعليماته تقضي: أن يمسك المريض بالكوب الكروي أو يتنفس فوقه وهو داخل غطاء للرأس أو يدخل الكوب في فمه بحيث يمكننا أن نعرف إذا كان حال المريض أحسن أم أسوأ. كذلك أضاف سانتوريو سلّماً مدرجاً، لكن هذا كان لتمكين الطبيب من تحديد ما إذا كانت درجة حرارة المريض قد تغيرت عن الدرجة التي قيست حين كان في صحة جيدة، أكثر مما كانت الغاية منها مقارنتها بالقيمة «العادية» الثابتة. ففي أيام سانتوريو، لم يكونوا قد عرفوا بعد أن للناس كلهم درجة الحرارة العادية ذاتها.

يتفاعل الفلفل الحار (الكابزيسين) مع البروتيين النشائي نفسه المسؤول عن الإحساس بحرارة الوجع، وهو ما يمكن أن يفسر لماذا يعتبره الناس حاراً. كذلك يتم تحريض مستقبلات الفلفل الحار بواسطة الرزينيفراتوكسين، وهو السمّن الذي يؤخذ من عصارة الفنْريون الراتنجي (Euphorbia resinifera) الذي يسبب إحساساً شديداً بالحرق وحكة جلدية تنتج عن العصارة الحليبية لهذه النباتات. غير أن الناس الذين يتناولون بانتظام الكثير من التوابل في طعامهم يصبحون أقل حساسية تجاه تأثيرات الفلفل الحار والتوابل المشابهة له ويصبح بإمكانهم أن يستهلكوا «الكاري» الأحمر الحار دون أن يصيبهم أي أذى. كذلك من الممكن أيضاً أن التعرض الطويل للفلفل الحار يؤدي إلى تخفيض في عدد مستقبلاته. وهناك فرضية أخرى مخيفة أكثر هي أن التركيزات العالية للدوار تسبب موت الخلايا العصبية المزروعة مخبرياً. وأياً كان السبب، فإن إنقاص الفلفل الحار للإحساس بالألم في الألياف العصبية هو الأساس الذي يقوم عليه استخدامه كمسكن لآلام المفاصل (ويستخدم عموماً كمرهم).

يختلف محتوى الفلفل الحار عن مختلف أنواع البهارات. هذه الحقيقة هي التي دفعت ويلبور سكوفيل، سنة 1912، لاختراع طريقة لقياس شدة كل نوع من أنواع التوابل وذلك بغية توفير وسيلة للتقدير بشكل معياري للنوعية التي يتم استيرادها إلى الولايات المتحدة. وقد تضمن اختباره قياس الكمية الدقيقة من البهار التي يجب تخفيفها بالماء حتى يكون بالإمكان فحصها بمجرد وضعها على اللسان. وحسب مقياس سكوفيل، فقد كان لبهار الجرس اللطيف أقل من وحدة حرورية واحدة، في حين كان «للجالوبينو» الأشد حرورة 1000 وحدة، و«للهابانيرو» الناري 100,000 و«للكابزيسين» النقي كمية هائلة تصل إلى 10 ملايين وحدة حرورية.

مثلما يحرض الفلفل الحار مستقبلات الحرارة، كذلك هناك مواد كيماوية أخرى تتفاعل مع المستقبلات التي تحس بالبرد، خادعة الجسد،

دافعة به إلى التفكير بأن المادة باردة، والمنثول، وهو عنصر رئيسي من عناصر زيت النعنع، مثال على ذلك إذ كان يعتقد في الماضي أن للمنثول خصائص طبية معتبرة وفي ثلاثينيات القرن العشرين، تمت زراعة أكثر من 500 مذاق بالنعنع حول مدينة ميتشام في إنكلترا. كما حدثت زراعات مماثلة في فرنسا، إقليم بيدمونت في إيطاليا، وأماكن أخرى في أوروبا. كذلك كان اليابانيون مقتنعين بقيمته واعتادوا أن يحملوا المنثول معهم في علب فضية صغيرة تتدلى من أحزمتهم. وهو ما يزال يستخدم حتى اليوم في لفائف التبغ لتوفير نكهة «باردة» للدخان وفي العلكة ومعجون الأسنان لتزويد تلك المواد بنكهة «طازجة».

يمكن للإشارات الآتية من أجهزة الإحساس بالبرودة والحرارة الموجودة في الجلد أن تحدث آثاراً موضعية. فإذا غطست رأسك في ماء بارد فإنه سيحمر نظراً لأن مزيداً من الدم سيتوجه إلى هناك لتدفئة الجلد، على الرغم من أن درجة حرارة لب جسدك لم تتغير. والأمر الأكثر أهمية هو أن الإشارات تنتقل أيضاً إلى الدماغ حيث تتكامل المعلومات مع المعلومات الآتية من مستقبلات الحرارة المركزية في المنطقة ما تحت السريرية للدماغ والتي تنظم عادة المعدل الإجمالي لناتج الحرارة وفقدان الحرارة في الجسد.

لكن، خلافاً للبشر، ثمة عدد من الحيوانات لديها أعضاء متخصصة بالإحساس بالحرارة تكون قادرة على اكتشاف الأشعة تحت الحمراء وتقوم بدور عدسات التصوير الحراري، والأفاعي هي أفضل النماذج التي درست من هذه الحيوانات، فأفعى «ڤايبر» الحفر، شأنها شأن ذات الأجراس، لها «عينان» حساستان تجاه الحرارة تُعرفان باسم العضوين التجويفيين وتتوضعان على كلا جانبي الرأس. إنهما مدخلان دقيقان بقطر خرم الإبرة، يتسعان ليتحولان إلى تجويفين أوسع بقطر عدة مليمترات. يتمكن هذان العضوان ـ التجويفان من اكتشاف موضع الفريسة ذات الدم الحار وتحديد موضعها

بحيث يمكن للأفعى أن تضرب فريستها بدقة حتى في الظلام. لكن ما يزال من غير الواضح تماماً كيف يعمل هذان العضوان ـ التجويفان ربما جزئياً لأن أفعى القايبر عدوانية في الغالب وعضتها قاتلة، وكذلك تملك أفعى البوا العاصرة والأناكوندا والبيثون أجهزة إحساس بالحرارة ذات حساسية مفرطة، فأفعى البوا العاصرة قادرة على اكتشاف، وبشكل تلقائي تقريباً، ما يصل بضآلته إلى واحد من عشرة ملايين من الحريرة في السنتمتر المربع. وهذا يعادل اكتشاف الحرارة المنبعثة من مصباح كهربائي بقوة مئة واط (أو، بالحقيقة، إنسان) على بعد نحو 40 متراً. كذلك توجد أجهزة إحساس بالأشعة تحت الحمراء في الجانب السفلي من خنفساء النار Melanophila التي تضع بيوضها في الغابة المحترقة حديثاً. فالخنافس البالغة تنجذب لنيران الغابات في أعداد كبيرة، تهديها الحرارة نفسها إلى مصيرها. وهي حساسة تجاه هذه الحرارة إلى حد يمكنها معه أن تكتشف وجود نار على بعد 50 كم.

المشي على النار وما شابه ذلك

النار صديق مدهش وعدو مميت. والطفل سرعان ما يتعلم أن لهبها اللامع المتراقص يدل على الخطر. والخوف من «فرن ناري حارق» يستخدم في أقاليم عديدة لضمان خضوع التابع وتبعيته. سواء في الدنيا أو الآخرة. كما أن محاكم التفتيش الإسبانية كانت تعتقد أن الموت على المحرقة كان ضرورياً لتطهير الآثمين غير التائبين من آثامهم وبذلك تخلص أرواحهم من اللعنة، في حين أن مجرد ذكر الجحيم يستحضر معه صور النار دائمة الاشتعال. إن انبهارنا بقدرة مشاة النار وهم حفاة الأقدام على موقد من الجمر الأحمر دون أن يصيبهم أذى، إنما هو مستمد، ليس فقط من تصور الألم بل أيضاً ممّا يرتبط بذلك من موروثنا الثقافي. والحقيقة، يمكن للمشي على النار أن يبدأ كوسيلة لتقدير إثم الآثم أو اختبار الإخلاص والقوة الروحية للمترهبن.

مخلوقات النار

العنقاء طائر عربي مشهور، سمي كذلك للونه الأرجواني المحمر الرائع، وقد زعموا أنه يعيش أكثر من 2500 سنة، لكن حين تدنو منيته يبني لنفسه محرقة جنائزية من خشب البخور والمر ثم يتجه باتجاه الشمس ويندفع إلى قلب اللهب. بعد تسعة أيام تخرج عنقاء جديدة من رماد الطائر القديم. وفي العصور القديمة كانت العنقاء تقدم دعماً قوياً لفكرة بعث المسيح، ذلك أنه إذا كان لدى مجرد طائر القدرة على أن يموت ثم ينبعث للحياة ثانية، فكيف يمكن للمرء أن يشك في قدرة الرب على فعل ذلك؟

أصل أسطورة العنقاء ليس واضحاً، غير أن ت.هـ. وايت يشير إلى أنها ربما نشأت من عادة التضحية الاحتفالية لمالك الحزين الأرجواني من قبل الكهان المصريين في هليوپوليس، وذلك كرمز مقدس للشمس التي تموت ليلاً لتبعث من جديد في الصباح بما يشابه حال مالك الحزين. مع ذلك، ثمة فكرة أخرى هي أنها ربما نشأت من حقيقة أخرى وهي أن بعض أفراد عائلة الغراب تتكوم أحياناً على حافة نار صغيرة ثم تمدّ ريش أجنحتها إلى الجزء الأبرد من اللهب، وقد ذهب الظن إلى أن هذا السلوك قد يفيد في حرق الطفيليات، في حين يحمي جلد الطائر من الحرارة غطاؤه الريشي.

غير أن العنقاء هي مجرد أسطورة وإن كانت أسطورة رائعة. لكن سمندل النار هو مخلوق حقيقي ذو جلد لامع رطب منقط بشكل دراماتيكي بالأصفر الفاقع والأسود الفاحم. وقد كان ينظر إلى هذا البرمائي الرائع بمزيج من الخوف والهلع في العصور القديمة إذ كان يظن أنه شديد السمية ويطفئ النار. ونظراً لأنه لم يكن يظهر إلاّ نهاراً أو بعد عاصفة هوجاء، فقد أصبح مرتبطاً بالبلل والرطوبة، هذا، إضافة إلى حقيقة أخرى، هي أن الناس كانوا يشاهدون السمادل تخرج من الجذوع الرطبة التي توضع على النار أو ربما أدى هذا إلى الاعتقاد القديم بأنها تطفئ النار، أمّا «كتاب الحيوان»، وهو مؤلف لاتيني عن الحيوانات وعاداتها صدر في القرن الثاني عشر، يقول:

«السمندل أخذ اسمه هذا لأنه يتغلب على النار... إنه الحيوان الوحيد الذي يطفئ اللهب ويقضي على النار. وهو، بالحقيقة، يعيش في وسط النار دون أن يصاب بأذى ودون أن يحترق، وليس ذلك لأن النار لا تحرقه وحسب، بل لأنه عملياً يطفئ النار ذاتها».

أرسطو نفسه كتب شيئاً مماثلاً، أمّا پلايني فقد كان أكثر من تجريبي، إذ إنه اختبر الفرضية بوضع سمندل في اللهب، وبالطبع، احترق المخلوق سيِّئ الحظ وصار رماداً، لكن رغم الدليل الذي رآه بأم عينه، فقد ظل پلايني ينشر الأسطورة التي تقول إن السمندل قادر على إطفاء النار.

يخبرنا ت.هـ. وايت، في حاشية لترجمته الرائعة «كتاب الحيوان»، أنه كان لدى أمبراطور الهند بذلة مصنوعة من جلود ألف سمندل وأنه كان لدى البابا ألكسندر الثالث سترة قصيرة مصنوعة منها ولدى پريستور جون رداء من تلك الجلود، إذن، من المفترض أنهم كانوا يعتقدون، كما كان كاكستون يعتقد «أن لهذا السمندل صوفاً تصنع منه الثياب والأحزمة التي لا يمكن أن تحترق بالنار». والحقيقة حين اكتشف الحرير الخصري، ذهب الظن إلى أنه هو نفسه صوف السمندل الناري.

لا تتميز الخنفساء القاذفة بتحملها للنار وحسب، بل باستخدامها للحرارة كسلاح دفاعي، فحين تثار، تطلق رشاشاً كاوياً إلى درجة عالية، من بخار شديد الحرارة ممزوج بما فوق أوكسيد الهدروجين، على مهاجمها الذي لا يشك بشيء. ينتج هذا البخار المؤذي زوج من الغدد في بطن الخنفساء، كل منهما تتألف من حجرتين، إحداهما ملأى بمحلول سائل من بروكسيد الهدروجين والهدروكينون الكيماويين، والأخرى تحوي مزيجاً من الخمائر. حين تخاف الخنفساء، تدفع بالخمائر من مكانها إلى الحجرة الأخرى. وهذه تحرص على تفاعل باعث للحرارة بين بروكسيد الهدروجين والهدروكينون، أمّا الطاقة الناتجة عن التفاعل فتسخن المحلول إلى درجة الغليان وبتدوير طرف بطنها. تكون الخنفساء قادرة على رش مهاجمها بدقة عالية. إن الألوان السوداء والصفراء الفاقعة لهذه الحشرات، إضافة إلى صوت الانفجار المسموع الذي يرافق كل إفراغ مثير، كله يساعد في تذكير أعدائها بأنها حشرة ينبغي تجنبها.

مع ذلك، ليس هناك شيئاً خارقاً للطبيعة فيما يتعلق بالمشي على النار، ولا هو يتطلب «حالة ذهنية» خاصة. السر فقط يكمن في ناقلية الخشب المنخفضة للحرارة والفترة القصيرة نسبياً التي تبقى فيها القدمان على تماس مع الجمر. فالخشب ناقل بالغ السوء للحرارة (وهو ما يفسر لماذا تزود المقلاة بمقبض خشبي) والفحم الخشبي، كعازل، أفضل بأربعة أضعاف تقريباً. هذا يعني أن القليل من الحرارة الكامنة في الرماد الحار ينتقل إلى القدمين وأن من الممكن للمرء أن يمشي على جمر درجة حرارته تبلغ حتى 800° مئوية وحتى مسافة 52 متراً، إذن، المشي على النار هو مسألة فيزيائية أكثر مما هو مسألة فيزيولوجية.

يمكن للإنسان، المزود بملابس واقية، أن يحتمل حرارة مفرطة الشدة. والعسكريون يزودون ببذلات «عدم الخوف» المصنوعة من طبقات عدة من صوف اللباد، طُوِّرت أصلاً لحماية الوقادين من الشرارات المتطايرة، ثم عدلت بحيث تحمي الجنود من حروق الوهج أو الاندفاعات الخاطفة للحرارة الشديدة الناجمة عن الانفجارات. إذ يغدو باستطاعة

الرجل، إذا ما لبس قفازات «عدم الخوف» أن يلتقط قضيباً من المعدن حامياً حتى درجة الاحمرار. كما أن المواد التركيبية المقاومة للهب، كالنوميكس مثلاً، يستخرج من قبل سائقي سيارات السباق والأشخاص الذين يعملون في صيانة معدات النفط لحماية أنفسهم من الحروق التي تسببها النار المندلعة، كذلك يرتدي رجال الأعمال المثيرة بزات مصنوعة من مواد مشابهة لتصوير المشاهد التي تلتهم فيها النيران الممثل. إذ يصبح بالإمكان، والمرء يرتدي بزة كهذه، أن يظل جسمه بارداً في قلب اللهب عدة ثوان.

لكن، بغير حماية، حتى الحرارة المعتدلة تقتل الخلايا، بل إن لمس قضيب حام عرضياً بإصبعك أو أي جزء من لحمك يترك عليه علامة بيضاء وذلك لأن خلايا الجلد تقتل. إن حروقاً سطحية صغيرة كهذه تسبب موت الطبقة العليا من خلايا الجلد، لكن إذا ما طال التعرض للحرارة أكثر، فإن إيذاء النسج الواقعة تحتها قد يحدث أيضاً، ويمكن أن يستمر الأذى والتلف بعد إبعاد المنطقة المتأثرة عن النار وذلك بسبب الحرارة التي تختزنها النسج، وهذا ما يفسر لماذا يعتبر العلاج الأفضل للحروق الصغيرة هو التبريد السريع بماء بارد أو بقطعة ثلج.

وعلى الرغم من أن خلايا الثدييات جميعاً تموت بدرجة حرارة تزيد عن الخمسين مئوية لفترة بضع دقائق، إلاَّ أن الإنسان يستطيع أن يتحمل درجة حرارة جوية أعلى بكثير فترات قصيرة من الزمن شريطة أن يكون الهواء جافاً جداً كما أثبت ذلك بكل وضوح السيد بلاغدين، كما أن كثيراً من الناس يعرفون هذا بالتجربة فالساونا تصل حرارتها عادة إلى 90° مئوية. إذ بينت التجارب أن بالإمكان تحمل درجات حرارية، في جو جاف، تصل حتى 127° مئوية مدة عشرين دقيقة بل هناك تقارير عن قصص نوادر تتحدث عن درجات حرارة أعلى حتى من ذلك، تحمَّلها أناس، لكن فترات من الزمن أقصر. وذلك لأن التعرق يبرِّد سطح الجلد إلى درجة أخفض بكثير من درجة حرارة الهواء وهو ما يفسر لماذا يمكن للهواء الحار جداً أن يسفع

شعرك وحاجبيك دون أن يصاب جلدك بأذى.

إن درجات الحرارة الشديدة للغاية، كتلك التي يواجهها المرء في الحرائق المندلعة، تعتبر خطرة أشد الخطورة. ذلك أن الهواء الحار يتلف الأغشية الرقيقة التي تبطن الرئتين ويبطل عمل جهاز تبريد الجلد، مما يؤدي إلى حروق شديدة. لكن لحسن الحظ، نادراً ما تتجاوز حرارة هواء الأرض الخمسين درجة مئوية، والحرارة التي تكون شديدة إلى درجة تحرق الجلد لا يواجهها الإنسان عادة إلاَّ مع النار. لكن على الرغم من أن بإمكان الإنسان أن يتحمل درجة حرارة في جو جاف أعلى من درجة غليان الماء فترة قصيرة من الزمن، إلاَّ أنه لا يمكنه تحملها للأبد. ذلك أن درجة حرارة الجسم ترتفع، مع الزمن، بصورة حتمية. فخلايا الدماغ بالغة الحساسية تجاه الحرارة الدرجة 42° هي كل ما يمكنها أن تتحمل ـ وزيادة بضع درجات في حرارة الدم يمكن أن يكون لها أثر شديد على وظائف الدماغ. لهذا، وعلى المدى الطويل، يمكننا القول إن قدرة الإنسان على التكيف مع الحرارة وتحملها يعتمدان على الأجهزة المنظمة للحرارة التي تضمن بقاء درجة حرارة الجسم دون الـ 42° مئوية.

قوام حار

الحرارة هي ناتج ثانوي للحياة، كما يتضح من سرعة تبرد الجسم بعد الوفاة. وكما كتب الفيلسوف جون لوك نحو 1666 «لا أحد يصبح أكثر سخونة حين يتوقف عن التنفس»، فإن التفاعلات البيوكيماوية التي تزداد خلايانا بالطاقة لا تكون كافية تماماً. وهي، بشأنها شأن محرك السيارة، تولد قدراً صغيراً من الحرارة كناتج ـ ثانوي. وهكذا، فإن الحرارة التي تخبئ الجسم، عند الراحة وفي مناخ دافئ، تكون كافية لتوفير الدفء الداخلي الذي نحتاج، لكن في المناخ البارد يمكن أن يكون الفاقد الحراري في البيئة المحيطة كبيراً إلى درجة تقتضي توفير دفء إضافي. بالمقابل، فإن القيام

بتمارين جسدية يمكن أن يحرص على إنتاج حرارة أكثر من خمسة أضعاف ويصبح من الضروري بمكان زيادة الفاقد الحراري زيادة كبيرة. كذلك هناك أمكنة كثيرة في العالم، تكون فيها درجة حرارة المحيط أكبر من حرارة الجسم وبالتالي يتعين تخفيض ما يكسبه الجسم من حرارة الجو إلى أدنى حد.

قبل أن تكون هناك طريقة لقياس حرارة الجسم، كان يظن أن تلك الحرارة تختلف من ناحية إلى ناحية أخرى في العالم وأن الناس الذين يعيشون في المناطق المدارية والاستوائية درجة حرارتهم أعلى من أولئك الذين يعيشون في الشمال المتجمد، بل أن جوهانز هاسل الذي كتب سنة 1578، قدم مصوراً عن مقدار الحرارة والبرودة التي يتوقع وجودما لدى الناس الذين يعيشون في مختلف خطوط العرض، وفي أوروبا العصور الوسطى، كانت ممارسة الطب تقوم أساساً على نظرية جالينوس الكلاسيكية التي تزعم أن الجسم يحتوي أربعة أمزجة رئيسية (Humour) «وهذه الكلمة مأخوذة من الكلمة اللاتينية (Umor) وتعني السائل». هذه الأمزجة أو السوائل، هي الدم، البلغم، المرارة السوداء والمرارة الصفراء. لهذا، فإن درجة حرارة كل شخص، وهي الكلمة التي تستخدم بصورة مرادفة لدرجة حرارة الجو، إنما يحددها خليط هذه الأمزجة لدى كل فرد، فهيمنة الدم تؤدي إلى المزاج الدموي، البلغم طبيعة بلغمية، المرارة السوداء تسبب المزاج السوداوي، والصفراء المزاج الصفراوي والإنسان يكون سليماً صحيحاً، إذا ما كان مزيج هذه العناصر متوازناً. لكن نظراً لأن هذا التوازن يختلف من شخص إلى آخر، ينتج عن ذلك أنه ليس لكل جسم درجة الحرارة ذاتها. وبالتالي، ما يمكن أن يبدو وكأنه حمى لدى فرد ما قد يكون حرارة عادية لدى آخر. «من الواضح»، كتب السير وولتر رالي، في إحدى ملاحظاته سنة 1618، «أن الناس يختلفون كثيراً بالنسبة إلى درجة حرارة أجسامهم». كذلك علق السير فرانسيس باكون قائلاً: «هناك أشخاص

بدرجات الحرارة كلها». وإذا كنا ما زلنا نتكلم عن أشخاص ذوي دم بارد فإنها الحقيقة التي ورثناها من هذا المعتقد القديم».

مع ذلك فإن البشر شأن الثدييات الأخرى، هم عبارة عن حافظات حرارة تحافظ على حرارة الجسم ثابتة بغض النظر عن درجة الحرارة الخارجية. هذا يعني أنه ينبغي إقامة توازن دائم بين معدل إنتاج الحرارة ومعدل فقدانها. لهذا السبب، تكون الحياة في المنطقة الحارة مسألة تخفيض للناتج الحراري وزيادة للفاقد الحراري. أمّا الطريق الثالث ـ أي اختزان الحرارة داخل الجسم لعرضها فيما بعد، وذلك بالسماح لدرجة حرارة اللب بالارتفاع ـ فهو ليس خياراً متاحاً للبشر، بل تستخدمه، أحياناً، حيوانات أخرى، كما سيناقش لاحقاً.

التبرد

تخفف جميع الحيوانات، بما فيها البشر، من شدة الحرارة بواسطة مكيفات سلوكية تتضمن الخمول والبحث عن الظل. كما يخفض مقدار الطعام المتناول، نظراً لأن عملية الاستقلاب تولد حرارة فيما يصبح الطعام ذو المحتوى العالي من الماء ذا جاذبية متزايدة، كما تصبح أيضاً مفضلة المثلجات، الفواكه، الخيار والقثاء والأكواب الباردة الطويلة من شراب الليمون وقت الصيف. وبما أن النشاط العضلي يولد مقادير كبيرة من الحرارة. فإن العمل اليدوي يقتصر على بداية النهار ونهايته. حين يكون الجو أبرد قليلاً، لهذا فإن كثيراً من الناس يأخذون قيلولة ظهيرة طويلة ـ ما عدا، طبعاً، الكلاب المسعورة المشهورة والإنكليز الذين يسخر من حبهم لشمس الظهيرة نويل كاوارد، رغم أن أغنيته ليست مجرد خيال. فالراجا البريطاني في الهند كان يعتقد فعلاً أن ممارسة الرياضة الجسدية ضرورية لمنع الإصابة بالأمراض الاستوائية وكان الجميع، رجالاً ونساء على حد سواء، يمارسون نوعاً من الرياضة عصراً. وربما كانوا يقدرون كل التقدير الرشاقة

الجسدية التي كانوا يحافظون عليها، لكن الركض هنا وهناك تحت الشمس وهم يلعبون التنس أو البولو جعلهم يتعرضون لخطر الإصابة بضربة الشمس.

ينظم الناس ملابسهم أيضاً وكذلك مساكنهم، ودرجة تعرضهم للشمس في المناخ الحار. وخلافاً للسياح، فإن سكان الصحارى الأصليين غالباً ما يرتدون طبقات عدة من الثياب الواسعة الفضفاضة التي تغطي الجسم تماماً. كذلك فإن للجمال وحيوانات الصحارى الأخرى وبراً كثيفاً، وبصورة خاصة على ظهورها. الأمر الذي قد يبدو محيراً في البداية لكن إذا أمعنا النظر نجد أن ثمة تفسيراً بسيطاً. فالوبر والملابس واقية شديدة الفعالية من الحرارة ذلك أنها توفر طبقة عازلة، وظيفتها إبقاء الحرارة خارجاً حين يكون المحيط أكثر حرارة من الجسم. فالجمل مقصوص الوبر يتطلب ماء أكثر بكثير لأنه يكسب حرارة بسرعة أكبر، وبغض النظر عن توفير الإنعاش لك، فإن خلعك ملابسك يجعل جسدك أكثر حرارة بأسرع وقت. هنا الثياب الفضفاضة أفضل نظراً لأنها تتيح للتيارات الهوائية الجارية إمكانية تبخير العرق وفي الوقت نفسه توفر الحماية من شمس الصحراء الحارة.

لقد طورت الحيوانات سلوكات ملحوظة كثيرة لتفادي شدة الحر. فالعلجون الناميبي، وهو أحد البرمائيات الصحراوية القليلة، يقبع طوال النهار واضعاً نفسه تحت بضع بوصات من الرمل، حيث درجة الحرارة أدنى بكثير مما هي على السطح ثم لا يظهر إلاّ بمجيء الليل وبرودته. أمّا نحل العسل فيستخدم استراتيجية مختلفة، إنه يستخدم التبريد بالتبخر للحفاظ على درجة حرارة يرقاته النامية بصورة ثابتة وهي 35° مئوية. فإذا ارتفعت درجة الحرارة كثيراً داخل الحلبة، نشرت النحلات قطيرات الماء على سطح قرص الشهد ثم بدأت تهوي بأجنحتها بغية إيجاد تيارات هوائية تستبدل الهواء الرطب الحار ليحل محله هواء جاف أبرد. هناك حيوانات أخرى تتحمل حر الصيف الشديد باللجوء إلى حالة من الحذر الشديد يعرف باسم التصيف، حيث ينخفض معدل الاستقلاب انخفاضاً مذهلاً. إنها، بلجوئها إلى نقطة ظليلة أو

يلبس الطوارق، مثل معظم سكان الصحراء، الملابس الطويلة التي تغطي الجسم تماماً.

أخدود تحت الأرض، لا تفعل شيئاً سوىٰ الانتظار، وبكل بساطة، إلى أن يأتي وقت أفضل.

على المنوال نفسه، كان الناس، عندما لم يكن هناك مكيفات، يبنون مساكن تحت الأرض هروباً من الحر: فالمغول تراجعوا لكي يبردوا «التيخانا» (الأقبية)، ومساكن متماتا في الصحراء الكبرى تقع على عمق 10 أمتار تحت الأرض، والناس في البلدة الصحراوية الأسترالية، كوبر پيدي، المشهورة بمناجم الأوبال (حجر كريم) كانوا يعيشون أيضاً في مساكن تحت الأرض (ما يزال بعضها صالحاً). بل حتى في المناخات الأقل رعباً، فإن العمارة الشاقولية تعكس الحاجة لتخفيض شدة الحر. ولاقطات الريح كانت

ذات مرة تزين سقوف حيدر أباد في باكستان لكي تلتقط أنسام العصر العليلة وتدفع بها داخل الغرف. أمّا البيوت اليابانية التقليدية فإنها مصممة بحيث تكون الجدران مائلة إلى الخلف كي تعرض البيت للتبريد بالرياح. وفي ريف دورسيتشاير، حيث ترعرت كانت جدران البيوت تبنى من الخضار المشوي والقش، يعرف باسم اللبن، غالباً ما تصل سماكتها إلى القدمين، وفي أيام الصيف الحارة التي أتذكرها جيداً من طفولتي. فإن خصائصها العازلة كانت توفر ملاذاً بارداً من الحر.

التعرق

على الرغم من أن سلوكك يمكن أن يخفض المعدل الذي يمتص به جسدك الحرارة من محيطك، فإن الحرارة التي ينتجها الجسم نفسه ينبغي طرحها. هنا يخدم الجلد باعتباره عضواً رئيسياً في عملية التنظيم الحراري لدى الإنسان. فالحرارة التي تولدها العضلات والأعضاء الداخلية الأخرى ينقلها الدم إلى الجلد، في حين يقوم بتنظيم الفاقد الحراري إلى المحيط اختلاف مقدار الدم الذي يتدفق عبر شبكة الأوعية الدموية الدقيقة التي تمتد قريباً من سطح الجلد. إن الارتفاع في درجة الحرارة يؤدي إلى تمدد هذه الأوعية الدموية السطحية ويدفع بالدم الدافئ أقرب وأقرب إلى البشرة، وهو ما يزيد الفاقد الحراري. الأمر الذي يفسر توهج البشرة الذي يحدث حين تكون حران. والعكس صحيح، حين تهبط حرارة الجسم فإن الأوعية الدموية السطحية تتقلص وتنكمش، وبالتالي يفضل الدم الجريان باتجاه الأوعية الأعمق بحيث يتم الاحتفاظ بالحرارة. أي ببساطة، جهاز تنظيم الحرارة في الجسم هو نسخة أكثر تعقيداً من جهاز تبريد المحرك في السيارة، حيث القلب يحل محل مضخة الماء. والدم يقوم مقام المبرد الدوار والجلد مقام المشع الحراري.

يفقد الجلد الحرارة بعمليات أربع: الإشعاع، التوصيل، الحمل

الحراري، وتبخر العرق. فالإشعاع، أثناء الراحة في هواء ساكن، يكون مسؤولاً عن 60٪ من فقدان الحرارة، أمّا التوصيل والحمل فيسهمان بنحو 20٪ (أو أكثر حين يكون هناك رياح). وطالما حرارة الجلد أقل من حرارة لب الجسم فإن عمليات الإشعاع، التوصيل والحمل تكون كافية لتبريد الجسم إنها تتيح إمكانية الحفاظ على حرارة الجسم. في الهواء الساكن بدرجة حرارة أقل من 32° مئوية.

لكن ثمة أماكن أخرى كثيرة على الأرض، الحرارة السائدة فيها أعلى من حرارة الجسم وبالتالي فإن هذه العملية نفسها أي الإشعاع التوصيل، والحمل ستعمل على امتصاص الحرارة من الخارج أي تزيد من شدة حرارة الجسم. خلال حرب الخليج الأولى، أبحرت كثير من السفن إلى الخليج العربي عبر مضيق هرمز حيث كانت درجة الهواء الخارجي تتجاوز 47° مئوية والرطوبة عالية جداً. تلك الحرارة، تحت السماء الصافية، وأشعة الشمس الباهرة وانعكاس الأشعة على الماء، لم تكن تحتمل. وحين لبس الجند ملابسهم المضادة للحريق وبذلات عملهم لم يكن باستطاعة طاقم الرشاشات أن يثبت على متن السفينة أكثر من عشر دقائق. كذلك فإن المدنيين لا يمرون دون تأثر. ففي كل سنة يتوجه آلاف الحجاج إلى مكة المكرمة حيث معدل حرارة الجو يزيد على 40° مئوية، فيهلك الحر كثيراً من أولئك الحجاج.

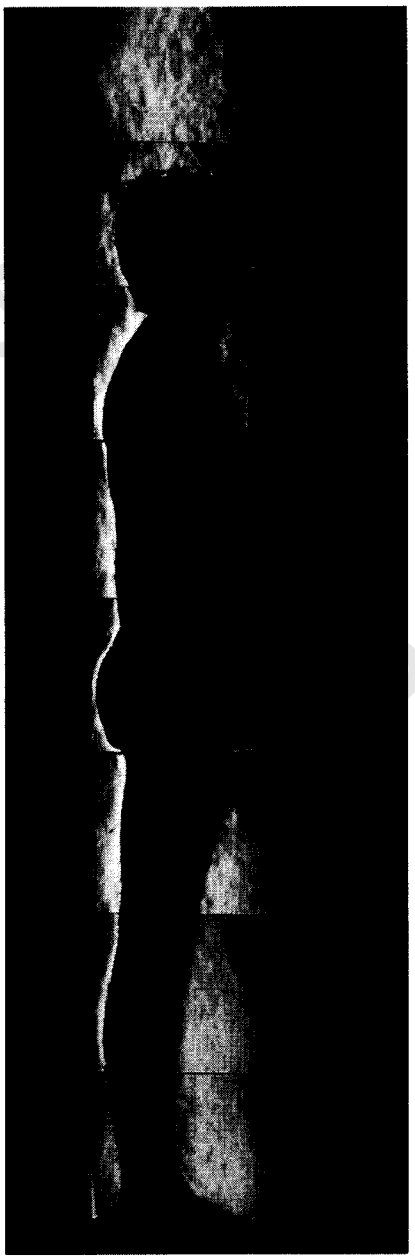
فيزياء انتقال الحرارة

الحرارة هي طاقة حركة الجزيء. تحدد حرارة الغاز السرعة المتوسطة للجزيئات التي يتكون منها: فكلما كانت حركة دوران الجزيئات أسرع كانت حرارته أعلى، وكلما كانت حركتها أبطأ كانت حرارته أدنى. تكون الجزيئات المكونة، في الأجسام الصلبة، مترابطة بعضها ببعضها الآخر وغالباً ما يتصورها العلماء على شكل مجموعات من النوابض المترابطة معاً. فكلما ارتفعت درجة الحرارة ازداد المدى الذي تهتز فيه النوابض وتتحرك. وكلما انخفضت الحرارة قل المدى الذي تتحرك فيه النوابض وتهتز. في درجة الصفر المطلق (273° ـ مئوية) تنعدم الحركة تماماً، وقد تتساءل متعجباً لماذا كان هذا هو المحدد الأساس ـ لأنه، بالتأكيد، وحسب التعريف، عند الصفر المطلق لا تحدث أي حركة. سبب هذا ليس نفسه سبب الحالة التي تنجم عن أوهام الفيزياء الكمية التي تذكر أنه من غير الممكن التكهن بوضع جزيء بدقة تامة كما تتكهن في الوقت نفسه بقوته الدافعة (وهذا المبدأ الشهير الذي قال به هايزنبرغ) إذ كلما حاولت أن تتكهن بدقة أكثر موضع الجزيء ومكانه فعلاً، يتعين عليك أن تكون أكثر ريبة حول مقدار الزخم الذي يملكه والعكس بالعكس. نتيجة لذلك، يتضمن مبدأ هايزنبرغ أنه يتعين على جزيئات جسم صلب أن تتحرك دائماً ولو قليلاً، حتى في درجة الصفر المطلق.

تنتقل الحرارة من جسم إلى آخر بالتوصيل، الحمل والإشعاع. فالتوصيل هو العملية التي تنتقل فيها الحرارة بين شيئين هما على تماس مباشر، كالجلد والهواء مثلاً، فإذا ما كانت درجة حرارتهما مختلفتين، ستنتقل الحرارة من الأكثر حرارة إلى الأقل، أي ببساطة، ستضخ جزيئات الجسم الأكثر حرارة إلى الجسم الأبرد ليزداد معدل حركتها. رغم أنها في الوقت نفسه ستخفض من سرعتها هي. تعرف السهولة التي تنتقل بها الحرارة عبر الجسم باسم: الناقلية الحرارية: فالخشب ذو ناقلية أدنى بكثير من النحاس وهو ما يفسر لماذا تزود مقلاة النحاس بمقبض خشبي، أمّا العزل ـ أي مقاومة تدفق الحرارة، فهو عكس الناقلية. يتصف الهواء والريش بناقلية حرارية متدنية (أو قيمة عزل عالية) وهو ما يفسر لماذا يمكن للريش الذي يصنع على شكل طبقات يتخللها الهواء أن يصبح حافظاً ممتازاً).

يزداد انتقال (الحرارة في السوائل (الماء أو الهواء) بعملية الحمل الحراري. وأفضل ما يفسر هذه العملية هو أن تتصور أنك غطست فجأة في حمام ماء بارد. فالماء الذي يلامس جلدك سيسخن تدريجياً وإذا استبدل ذلك الماء بماء بارد جديد ستبدأ العملية نفسها مرة ثانية لتسخين المزيد من الماء (وبالتالي تبريد جسدك). هذه العملية التي يتم فيها باستمرار إبدال الماء الملامس لجلدك تعرف باسم الحمل الحراري وتنتج عن حقيقة معروفة وهي أن الماء الساخن يرتفع إلى الأعلى (لأنه أخف). أمّا الفروق الحرارية في ماء الحمام فتعني أن هناك دوراناً مستمراً للماء يرتفع فيه الماء الدافئ وينزل الماء البارد. مع هذه التيارات الدوارة يتبدل باستمرار الماء الملامس لجلدك ويسهل انتقال الحرارة.

لقد تم، وبكل بساطة، تفسير الحمل الحراري والتوصيل، لكن العلماء وقفوا إزاء طبيعة الإشعاع قروناً من الزمن حائرين. ذلك أنه تنبعث من الأجسام كلها أشعة كهرطيسية وبقدر ما تكون أكثر حرارة، يكبر مقدار الإشعاع الذي ينبعث على كامل نطاق الطيف الكهرطيسي، لكن قمة الانبعاث هذا تتوقف على حرارة سطح الجسم وتتغير باتجاه الموجات الأقصر طولاً حين يحمىٰ الجسم أكثر.



صورة ضوئية أخذها شلايرن لرجل عار يظهر فيها عمود الهواء الدافئ الصاعد إلى أعلى والذي يحيط بنا باستمرار.

يحدد طول الموجة ما إذا كان بإمكاننا أن نرى الإشعاع أو لا نراه على شكل لون أو نشعر به كحرارة. فالإشعاع ذو الموجة الطويلة يكون غير قابل للرؤية بل نلحظه فقط كحرارة: مثال على ذلك، يظل بإمكانك أن تحس بحرارة النار التي توقفت عن التوهج منذ زمن طويل، ويعرف هذا باسم الأشعة تحت الحمراء. لكن حين تزداد درجة حرارة الشيء، فإن طول الموجة، حيث معظم الإشعاع ينبعث، يتغير متحولاً إلى النطاق المرئي ويبدأ الشيء بالتوهج. المظهر الأول له هو اللون الأحمر المعتم، ثم يتغير اللون من الأحمر إلى الأصفر فالأبيض (ومن هنا عبارة حام حتى الابيضاض) وذلك طبقاً لارتفاع درجة حرارة الشيء والمعدل الذي يقصر به طول الموجة، وبإمكانك، التوقع أن يتغير اللون تبعاً لألوان الطيف ويتحول من الأصفر إلى الأخضر فالأزرق. لكن يتضح ببساطة أن هذا ليس هو الذي يحدث حين نحمي محراكاً من حديد. السبب (كما ذكرنا سابقاً) هو أن المحراك يبقى في الآن نفسه ضوءاً على كامل نطاق الطيف الكهرطيسي، ووحده طول الموجة الذي يحدث به انبعاث الذروة هو الذي يتغير مع تغير درجة الحرارة، الأبعد من ذلك هو أن المقدار الإجمالي للإشعاع المنبعث يزداد ازدياداً كبيراً مع ازدياد درجة الحرارة وبذلك تنبعث أيضاً أشعة ذات موجات طويلة أكثر بكثير. من هنا، فإن الضوء المنبعث من المحراك هو مزيج من أمواج ذات أطوال شتى، لهذا تبدو بيضاء، كضوء الشمس، والمحراك الحامي حتى درجة الابيضاض يكون أشد حرارة بكثير من قضيب أحمر معتم الحمرة أو من جمرات نار على وشك الانطفاء.

تبلغ حرارة سطح الشمس نحو 6300° مئوية وتبعث أشعة مرئية طول موجتها الذروة نحو 0,5 ميكرومتر. الأمر الذي يفسر لماذا تبدو تلك الأشعة لامعة، إلى حد الإبهار. كذلك فإنها ترسل أشعة ذات أمواج أطول وتوفر الحرارة التي تحافظ على كل حياة على الأرض. يطلق أيضاً جسم الإنسان، الذي تبلغ درجة حرارته 37° مئوية، أشعة طول موجتها الذروة هو 10 ميكرومتر وهو يظل خارج نطاق الرؤية تماماً. لكن، إذا ما تم عزل المحيط جيداً، يصبح بالإمكان أن تحس بالحرارة المنبعثة من كائن بشري آخر (في الفراش، مثلاً). وبشكل عرضي، من الجدير أن نلاحظ أن حرارة الشمس تزيد بمقدار 20 ضعفاً عن حرارة جسم الإنسان على مقياس كيلڤن (6600° ك مقابل 300° ك) وأن ذروة طول موجة الأشعة المنبعثة أقصر نحو عشرين مرة مما هو لدى الإنسان، وهو ما يوضح أن ذروة طول الموجة يتناسب بكل بساطة مع درجة الحرارة.

والحرارة، شأنها شأن الضوء، يمكن أن تنظر إليها كموجات أو كجسيمات (تعرف باسم فوتونات) على حد سواء. ولكي نفهم كيف يحدث انتقال الحرارة المشعة ـ ولماذا يمكنها أن تعبر هذا الفضاء الفاصل بين الشمس والأرض ـ قد يكون من المفيد أن ننظر إلى الحرارة باعتبارها فوتونات تمتصها أو تبعثها ذرات جسدك.

فالذرة هي أشبه بمنظومة شمسية مصغرة. في القلب منها، هناك النواة التي يدور حولها إليكترون أو أكثر. تفصل الإلكترونات عن النواة فواصل محددة دقيقة، تماماً مثلما تفصل مدارات الفلك الكواكب عن الشمس. عند هذه النقطة، ينتهي التماثل لأن المدار الذي يجد الإلكترون نفسه فيه يتوقف على طاقته، لذا يمكن للإلكترونات أن تقفز من مدار إلى مدار آخر تبعاً لما إذا كانت تمتص طاقة أو ترسل طاقة. يمكننا هنا أن ننظر إلى هذه الطاقة على شكل فوتونات أو جسيمات ضوئية. إن قفزها إلى مدار خارجي إنما يحدث بسبب امتصاص فوتون، في حين ينبعث فوتون حين ينزل الإلكترون راجعاً إلى مدار أدنى.

تمتص الجزيئات الأشعة وترسلها إلى الذرات بطرق مختلفة: تزيد أو تنقص مقدار اهتزازها. تنتقل الفوتونات عبر الهواء بسرعة الضوء (186000 ميل في الثانية). أمّا الأشعة التي تصل من الشمس فتمتصها الجزيئات في جلدنا معززة اهتزازها ومسخنة إياها أكثر. تسبب فوتونات الأشعة فقدان الحرارة حين يتناقص مقدار اهتزاز الجزيء. إن جسدك وأنت تقرأ هذا، يشع فوتونات إلى العالم من حولك. إنك في حالة دائمة من التبادل الثنائي؛ تشع فوتونات وتأخذ فوتونات من الناس أو الأشياء في الغرفة، حيث تجلس.

عندما تكون حرارة الجسم أعلى من حرارة الجو تكون الطريقة الوحيدة لفقدان الحرارة هي التعرق. وهذا يقوم على المبدأ نفسه الذي يتم به تبريد النبيذ بالفخار ويستغل حقيقة معروفة، هي أن تحويل الماء السائل إلى بخار ماء يتطلب قدراً كبيراً من الحرارة. يستخدم، في حرارة الجسم العادية، نحو 2400 حريرة لتبخير كل مليمتر من الماء من درجة التجمد إلى درجة الغليان[1]. معظم هذه الحرارة، يأتي من الجسم نفسه لهذا فإن تبخر العرق

(1) الحريرة، أو الكالوري، هي مقدار الطاقة المطلوب لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة. ولأن هذا الكم يتفاوت قليلاً حسب درجة الحرارة والضغط، فإن من

يبرد الجلد، نتيجة لذلك. فإن الدم الجاري عبر الجلد يبرد، وخلال دورانه إلى اللب الأكثر حرارة يساعد في تخفيض حرارة الجسم.

يوجد في جسم الإنسان نحو 3 بلايين غدة عرقية، نصفها تقريباً موجود في جلد الصدر والظهر. وهناك أعداد كبيرة منها أيضاً على الجبهة والراحتين. إن من السهل عملياً أن ترى المسام واحدة واحدة وذلك بدهن جلدك بزيت واقٍ من الشمس والجلوس تحت الشمس الحارة بضع دقائق. إذ ما إن يسخن الجلد حتى تبدأ قطرات العرق بالظهور، كل من فوهة غدّة عرقية بذاتها. فالطبقة الزيتية تخفض معدل تبخر الماء وتجعل من الأسهل رؤية العرق (على أن عدسة تمسكها باليد ستجعل الأمر أوضح حتى).

يحرض هرمون الأدرينالين على التعرق، والأدرينالين يطلقه الجسم حين ترتفع حرارته. كذلك يزيد التوتر من إطلاق الأدرينالين وهو ما يفسر لماذا نعاني من تعرق الراحتين والجبهة عند الخوف. ثمة مثل قديم يقول: «الخيول تتبلل بالعرق، الرجال يتعرقون أمّا النساء فيتوهجن) وعلى الرغم من أنه ينظر إلى هذا القول على أنه مجاملة ڤكتورية، إلاّ أن ثمة شيئاً من الحقيقة في هذا القول نظراً لأن النساء يفرزن نحو نصف العرق الذي يفرزه الرجال حين التعرض لدرجة الحرارة ذاتها. كذلك، هناك تباين لا بأس به في التعرق من عرق إلى آخر. فسكان غينيا الجديدة، مثلاً يتعرقون أقل من النيجيريين أو السويديين.

يمكن أن يزيد التعرق من الفاقد الحراري بمقدار عشرين ضعفاً تقريباً، لكن فقط على حساب الماء الضروري للجسم، وذلك إلى حد يصل إلى الـ

الأدق أكثر تعريفها بأنها الطاقة المطلوبة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء من 15° إلى 16° درجة مئوية. وهي بالضبط واحدة من ألف حريرة تستخدم لحساب المحتوى الغذائي للطعام. ويشار إليها على نحو أكثر دقة بالكيلو كالوري. أمّا الطاقة التي تستخدم لتبخير الماء فإنها تنطلق على شكل حرارة عندما يتكاثف البخار، وهو ما يفسر لماذا يسبب البخار حروقاً أكثر شدة من الماء وبدرجة الحرارة ذاتها.

3 ليترات كل ساعة، لكن معدلات تعرق عالية كهذه لا يمكن أن يتحملها الجسم طويلاً، والمعدل العادي لفقدان الماء ولدى رجل يعمل في الحر هو 10 ـ 12 ليتراً في اليوم. وفي الجو الصحراوي الجاف، يمكن أن يتبخر العرق بسرعة كبيرة إلى درجة يصير معها الجلد جافاً. ضع راحتك على ذراعك ولسوف تجد أنها سرعان ما تتغطى بالعرق. بل حتى وإن لم تكن تشعر بالحر، يحدث فقدان الحرارة بالتبخر بمعدل نحو 0,8 ليتر من الماء كل يوم.

إن التبريد بالتبخر ذو أهمية بالغة للرياضيين. إذ يتمكن راكبو الدراجات في «سباق فرنسا» المرهق من ركوب دراجاتهم باستمرار صاعدين التلال فترات من الزمن تصل حتى الاثنتي عشرة ساعة، لكن في المختبر، غالباً ما يفاجأون ويصيبهم الغم حين يجدون أنهم لا يستطيعون تحمل المعدل نفسه من الممارسة حتى ساعة واحدة. ذلك أن الريح الرأسية، وهم على الطريق، تلك التي تسببها حركتهم إلى الأمام، تطرد بسرعة طبقة الهواء المجاورة لجلدهم وتعزز بصورة ملحوظة عملية التبريد بالتبخر، لكن على دراجة ثابتة في مختبر، تنخفض عملية الحمل الحراري هذه انخفاضاً شديداً. يرافق ذلك أن معدل الفاقد الحراري يصبح أقل، لهذا سرعان ما يصبح الدراج مرهقاً منهكاً. لكن إذا ما حركنا له نسيماً اصطناعياً بتدوير مروحة، فإن الدراج سيتمكن من الاستمرار مدة أطول. يمكن أن يكون الانخفاض المفاجئ للحرارة بواسطة التبريد بالتبخر وراء عدد من الحوادث التي يصاب فيها الدراج أو العداء فجأة بضربة حرارة إثر توقفه عن التمرين. ولعل التوقف السريع لحركة الهواء الحار بالجسم ينقص معدل الفاقد الحراري إلى درجة تكفي لحدوث ارتفاع هام في درجة حرارة الجسم. ولعل هذا أيضاً هو السبب وراء القاعدة المأثورة في أن الخيول يجب أن «تتبرد» تدريجياً بعد الجري لا أن تتوقف مباشرة.

إن غطسة سريعة في حوض ماء، في يوم حار، أو رشة ماء سريعة

تترك جسدك كله مغطى بقطيرات ماء وتساعدك في التبرد وذلك بتعزيز الفاقد الحراري بالتبخر. تستخدم الفيلة استراتيجية مماثلة وذلك بأن ترش بخراطيمها أو بعضها بعضاً بالماء. كما أن عدداً من حيوانات أستراليا طوّرت شكل عمل أكثر تكثيفاً لفقدان الحرارة بالتبخر. إذ إنها بدلاً من التعرق، تلحس نفسها لحساً شديداً معتمدة على أن تبخر لعابها يبردها. ليست هذه الطريقة، كما يمكن تصورها، طريقة تبريد شديدة الفعالية، كما أنها تبدو أشبه بالملاذ الأخير. ثمة طريقة أخرى يلجأ إليها لقلاق الغابات الذي يبول على قائمته كل دقيقة وبالتالي يزيد من التبرد بالتبخر. أمّا الكلاب، قرب المنازل، فتمد ألسنتها المرطبة من أفواهها وبذلك تسرّع الفاقد الحراري كما تلهث فينجم عن ذلك تبريد المجاري الأنفية وتسهيل الفاقد الحراري بالتبخر في المجاري العلوية.

يمكن للبشر أن يعيشوا مرتاحين في درجة حرارة محيطة أعلى من حرارة أجسادهم وذلك شريطة أن يكون الهواء جافاً إلى درجة كافية. لكن إذا كانت الرطوبة أعلى من 75 بالمئة فإن العرق يسيل من الجلد على شكل سائل دون أن يتبخر. في هذه الظروف يغدو التعرق مجرد فقدان ماء من الجسم دون أن يكون له أي أثر تبريدي، وهذا يفسر لماذا يكون اجتماع الحرارة الشديدة والرطوبة العالية ضاغطاً جداً. لقد كتب الحاكم إليز عن المناخ في جزر الهند الغربية وجامايكا يقول: «من الصعب على المرء أن يقول إنها حياة، لمجرد أن يتنفس ويجر جسداً مهدود الحيل، لكن هكذا عموماً هي حالتنا بدءاً من أواسط حزيران / يونيو وحتى أواسط أيلول / سبتمبر. على أن الشاعر الأسترالي ليز موراي حددها بصورة أشد بلاغة:

بشدة أمسكت بنا أنصاف ليالٍ

ملحية زنخة لطقس جهمني

لتلقينا على الرمل الرطب، ماسحة كل أثر لهواء...

حين تتلامس الجلود تبلل بعضها بعضاً

وحين يلمس الجلد أي شيء يبلله

كما يبلل نفسه بنوع من الاحتواء المتبادل

أمّا الرؤوس الخافقة بشدة فتغدو عرائش من هراء[2]

يجد معظم الناس صعوبة في تحمل درجة الحرارة 50 مئوية حين يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة، لكنهم يجدون الحرارة الجافة بدرجة 90 مئوية لفترة قصيرة من الزمن مقبولة تماماً. وعلى الرغم من أنه قد يبدو حاراً تماماً كالساونا، إلاّ أن الحمام البخاري يكون دائماً أدنى حرارة من الساونا. يتضح من هذا كله أن التعرق يمكن أن يكون غير ذي تأثير على فقدان الحرارة إذا ما غطست في الماء. وهذا يعني أنه يمكن أن يكون مميتاً ـ بالمعنى الحرفي للكلمة ـ أن تبقى مدة طويلة في حوض استحمام عميق حرارته أعلى من حرارة جسدك. على أن أشد الحمامات اليابانية حرارة (الأونسن) تصل حرارته إلى 46 ـ 47° مئوية. إلاّ أن أقوى الأقوياء وأشجع الرجال لا يستطيع البقاء فيها أكثر من 3 دقائق، فيما معظم الناس لا يستطيعون أن يتحملوا إلاّ درجة الحرارة 43° مئوية.

يشعر الناس عادة بالإرهاق والإنهاك أول وصولهم إلى منطقة استوائية حارة، مع ذلك تحدث لهم درجة ما من التأقلم، فالجنود الذين نقلوا جواً من شمالي أوروبا إلى المملكة العربية السعودية خلال حرب الخليج الثانية، ظلوا طوال الأيام القليلة الأولى يشعرون بالتراخي والتخبط والإرهاق. وقد زادت التمارين من حالتهم سوءاً. لهذا سرعان ما غدوا مستنفدي القوى، وهي حالة غير مثالية بالنسبة إلى جيش. لكن خلال أسبوع أو نحو أسبوع، تأقلم الجنود مع الحر واستعادوا قوتهم وقدرتهم على الاحتمال. يعزى

(2) ليز. إ. موري «استرجاع الرطوبة».

التأقلم أساساً إلى التزايد الملحوظ في مقدار العرق المفرز مصحوباً بانخفاض في مقدار الملح الذي يحويه.

إبقاء الرأس بارداً

يواجه الظبي مشكلة خاصة. إنه يعيش في سهول أفريقيا الحارة والجافة، حيث الظل قليل، ووسيلته الوحيدة للهرب من الحيوانات المفترسة هي الجري أسرع منها حين تطارد. غير أن الجري يولد مقادير كبيرة من الحرارة، تصل حتى الأربعين ضعفاً لحرارته وهو في حالة الراحة. وبالتالي فإن الظبي الذي يجري يكون عرضة لخطر الإنهاك الحراري.

إن دماغ الثدييات حساس حساسية خاصة تجاه الحرارة، كما ذكرنا من قبل، فهو العضو الذي يموت أولاً حين ترتفع درجة حرارة الجلد. لهذا فإن الطريقة الوحيدة لتفادي فرط الحرارة هي إبقاء الدماغ بارداً حتى وإن ارتفعت حرارة بقية الجسم. إنها الاستراتيجية التي يتبناها الغزال والبقر الوحشي الذي يتحمل جسده حرارة تصل حتى 45° مئوية بكل رباطة جأش.

تمتلك هذه الحيوانات مبدلاً حرارياً وعائياً متخصصاً يعرف باسم «ريتي ميرابيل» (وتعني حرفياً الشبكة العجيبة) تبرد الدم الذاهب إلى الدماغ. فقبل أن يصل إلى الدماغ، يتفرع الشريان السباتي إلى شبكة من مئات التفرعات الصغيرة التي تتداخل وتختلط مع شبكة مشابهة من الأوردة الدقيقة التي تعيد الدم بارداً من المجاري الأفقية إلى القلب. يتم تصريف الحرارة من الشرايين الساخنة إلى الأوردة الباردة بحيث تنخفض حرارة الدم الداخل إلى الدماغ، وعلى الرغم من أن حرارة الجسم قد ترتفع ما يزيد على أربع درجات مئوية، إلاَّ أن درجة حرارة الدماغ لا تزيد إلاَّ أقل من درجة واحدة. بهذه الطريقة، يحافظ الغزال الذي يعدو بأقصى سرعته على دماغه بارداً ويختزن الحرارة الزائدة داخل جسمه إلى أن تنتهي أزمته، ثم تبدد هذه الحرارة المختزنة ليلاً بواسطة التوصيل أو الحمل الحراري. وبالتالي، فإن هذه

الاستراتيجية تحافظ أيضاً على الماء لأنها تخفض الحاجة إلى التعرق.

أهمية الحجم والشكل

إن حجم الجسم أمر مهم بالنسبة إلى التنظيم الحراري، إذ مثلما تذوب الكتلة الكبيرة من الجليد، حين تترك سليمة لا تمس، ببطء أشد مما هي الحال عندما تكسر إلى قطع، نظراً لأنه يكون لها مساحة سطحية بالنسبة للحجم أقل بكثير. كذلك فإن حيوان كبير الحجم يفقد الحرارة بسرعة أقل من حيوان أصغر. إن حيوانات ضئيلة الحجم، مثل الطائر الطنان والزّبابة (حيوان شبيه بالفأر يأكل الحشرات) يمكن أن يفقد الحرارة بسرعة كبيرة إلى درجة يعجز معها من الحفاظ على حرارة جسمه ليلاً. والعكس صحيح، فالحيوانات الكبيرة تكون عرضة لخطر فرط الحرارة إذا جرت في مناخ حار، لهذا فإن المطاردات في سهول أفريقيا هي دائماً نوع من جري المسافات القصيرة.

لقد لاحظ علماء الأعراق والآثار منذ زمن طويل أن أبعاد جسم الإنسان مترابطة مع درجة حرارة المحيط الذي نشأت فيه مختلف الأعراق البشرية وترعرت. إن الانتقاء الطبيعي هو الذي كوّن أجسامنا وبناها، بحيث إن الناس تكيفوا مع العيش في الأقاليم الباردة، كالأنويت في مناطق القطب الشمالي، حيث واحدهم قصير ممتلئ، ذراعاه، ساقاه، أصابع يديه وحتى قدميه قصيرة. فهذا يساعده في الحفاظ على الحرارة لأنه يضمن مساحة ـ سطح بالنسبة إلى الحجم ذات معدل منخفض. على أن الأعراق التي نشأت في بيئة جافة حارة، كسهول أفريقيا الاستوائية، تكون طويلة وناحلة وذات أطراف أطول بكثير. مثال على ذلك شعب الماساي والسامبورو اليوم الذين لا تخدم بنيتهم هكذا وحسب، بل كان هكذا أيضاً بعض أشباه الإنسان من الأوائل الذين كانوا يعيشون في المنطقة نفسها من أواسط أفريقيا. إن صبي الناريوكتوم ـ وهو أكمل هيكل عظمي للإنسان منتصب القامة وجد حتى الآن

ـ له، كما وصفه آلان ووكر وبات شيبمان بوضوح كبير، أطراف أطول حتى من الأفارقة الأحياء الآن. فكون المرء طويلاً يسهل فقدان الحرارة نظراً لأنه يوفر مساحة سطحية أكبر نسبياً لإفراز العرق، في حين أن التوصيل الحراري من أنسجة الجسم العميقة يتعزز إذا كان هناك قليل من الشحم تحت الجلد. لهذا السبب، فإن الشكل الطويل النحيل هو الشكل المثالي للمناخ الحار وهو ذو أهمية خاصة إذا ما كنت صياداً تحتاج إلى الجري للإمساك بغذائك، كذلك لدى الحيوانات طرق متطورة لزيادة مساحتها السطحية بغية تعزيز الفاقد الحراري. وهذه هي الوظيفة الرئيسية لأذني الفيل الضخمتين ولقوائم الطيور الدقيقة الطويلة الخالية من الريش.

غالباً ما يكون الطعام نادراً في الصحراء، لهذا فإن البشر والحيوانات الأخرى تختزن طبقات من الشحوم حين يكون الغذاء وافراً. لكن الشحوم عازل شديد الكفاءة والفعالية ويعيق فقدان الحرارة إذا ما تكدس متوزعاً تحت الجلد. نتيجة لذلك، يغلب على سكان الصحراء أن يختزنوا شحومهم في مكان بعينه. وسنام الجمل يخدم هذا الغرض إذا أنه ليس، كما يعتقد أحياناً، لاختزان الماء. على المنوال نفسه، فإن الهوتنتوت في جنوب أفريقيا يختزنون الشحوم بصورة رئيسية في أردافهم، وهي الحالة التي تعرف باسم التألي (تراكم الدهون في الإليتين)، بينما تكون لديهم أطراف نحيلة طويلة تسهل فقدان الحرارة. كذلك نجد التألي شائعاً لدى الأوروبيين والأمريكيين الشماليين مفرطي الوزن، لكنه لم يعد ذا قيمة تكيفية لدى شعب حسن التغذية أو في الأقاليم الأكثر برودة.

ضربة الحرارة

يموت في الولايات المتحدة كل سنة نحو 250 نسمة من ضربة الحرارة وفي السنين السيئة قد يصل الرقم إلى 1500 ونيف. فدرجة الحرارة في الغرب الأوسط ارتفعت في شهر تموز / يوليو 1998، أي ما يزيد عن 38°

مئوية وبقيت هكذا حتى في الليل طوال أربعة وعشرين يوماً، فقضى نحبه مئة وخمسون نسمة. وخلال موجة حر مماثلة، لكن أقصر، في السنة التالية مات خمسون نسمة في ليلة واحدة في مدينة شيكاغو وحدها. ذلك أن الإنسان في شروط مفرطة هكذا، يمكن أن يذهب إلى فراشه وهو حسن على ما يبدو، ولكنه يوجد ميتاً أو مريضاً مرضاً شديداً في الصباح التالي. إن إغلاق النوافذ خشية اللصوص يمكن بدلاً من ذلك أن يسرّع الأزمة الناجمة عن ضربة الحرارة. وكبار السن يكونون، وبصورة غير متناسبة، عرضة للخطر لأن تعرقهم يكون أقل، لهذا في موجة حر 1998، نصح كبار السن والفقراء بأن يذهبوا إلى أسواق التبضع المكيفة خلال النهار. أمّا الأطفال فقد حددت حركتهم في الداخل وأدخل نظام المناوبات الليلية لعمال من الخارج.

في مطلع القرن العشرين، كانت ضربة الحرارة تعتبر شكلاً من أشكال السكتة الدماغية الشمسية. إذ كان يظن أن ضوء الشمس يحتوي أشعة أكتينية خطرة يمكن أن تخترق الجمجمة وتصل إلى الدماغ حيث «تسبب ضربة الشمس». هذا أفضى إلى انتشار زي الخوذة الشمسية ولبادة العمود الفقري لإعاقة وصول الأشعة الشمسية. على أن بعضهم نادى بوضع صفيحة رفيعة من معدن خفيف في أعلى القبعة الشمسية. وإليزابيث هوكسلي في كتابها «العظاءة المرقشة» وهو وصف مثير لحياتها في كينيا كفتاة شابة بعد الحرب العالمية الأولى، أن المسافرين كانوا يلبسون: «لبادات عمود فقري مصنوعة من اللباد المنسوج مع مادة حمراء والمزرر إلى الجهة الخارجية من القميص. ذلك أن الشمس ما تزال تعتبر نوعاً من الحيوان المتوحش الخطر الذي يصرعك أرضاً إذا لم تأخذ حذرك منه كل دقيقة من اليوم ما بين الساعة التاسعة والساعة الرابعة.

كما أن وصفها لوصول ابن عم لها يدعى هيلاري، يقدم صورة أكثر وضوحاً، فقد كان ملفوفاً بطبقات من الملابس الواقية من ضمنها: قبعة

هندية ضخمة ربط بها لفاع أرجواني طويل ينساب نازلاً حتى أسفل الظهر. تحت هذا كان هناك لبادة ممتدة فوق العمود الفقري مصنوعة من جلد الكونغوني ومبطنة بالفانيلا الحمراء. أما الوجه فكان يختفي خلف نظارات سوداء كبيرة بارزة وفوق هذا كله، كان هناك مظلة شمسية مخططة ضخمة. لقد أسرع، وهو يمسك بالمظلة، إلى ظل الشرفة وبحذر بدأ يجرِّد نفسه من بعض حواشيه، قائلاً «قش فوق حديد مموج هي ذي خطوة في الاتجاه الصحيح، لكن يجب أن يكون هناك ما تبلغ سماكته الضعفين من اللباد المعيَّر بين الصفيح والقش. رغم ذلك لست أحسب أن باستطاعتي أن أغامر بعدة رأسي الأخف».

على أن اهتماماته لم تكن مقتصرة على نفسه فقط، فقد أنحى باللائمة على ابنة عمه، أم إليزابيث:

«هل تحسبين أنه شيء آمن أن نبقى على هذه الشرفة دون قبعة؟ وتلك «البلوزة» ـ ساحرة، لائقة، لكن هي لا شيء بالنسبة للحماية من الأشعة الأكتينية... يجب أن تكوني أكثر حذراً، تيللي!! أنت تعلمين أن الشمس تؤثر في السائر الشوكي وتتلف العقد العصبية وفي النهاية تصيبك، بكل تأكيد، بالجنون.

لم يكن ابن العم هيلاري الوحيد الذي يخشى أشعة الشمس الأكتينية المشؤومة. وقد كانت الأوامر تقضي بأن يلبس الجندي البريطاني خوذة من نسيج اسفنجي أو قبعة هندية خاصة بالشمي طوال النهار، وعقوبة عدم انصياع هذا الأمر كانت بالغة القسوة، الحجز في الثكنة مدة 14 يوماً.

سنة 1917 فقط تبيَّن بالدليل القاطع أن ضربة الشمس هي قصور في تنظيم الحرارة أكثر مما هي تأثير مباشر للشمس الاستوائية. مع ذلك فقد استغرق وقتاً من الزمن إلى أن تلاشى الاعتقاد بالأشعة الأكتينية، وظل يعتبر أحد الاحتمالات حتى سنة 1927. أما هذه الأيام فيشار إلى ضربة الشمس على أنها ضربة حرارة تمييزاً لطبيعتها الإيديولوجية (علم الأسباب المرضية).

أكوام من خوذ النسيج الاسفنجي وهي قيد الفحص النهائي قبل توزيعها على الجنود البريطانيين سنة 1942.

إن القيام بتمارين وتدريبات في المناخ الحار هو سبب شائع لضربة الحرارة. وضمن عوامل الخطر أن تكون غير معدّ جسدياً، ألاّ تشرب كفاية لفترات طويلة والتوقف السريع. إن العدائين الهواة في سباقات الماراثون هم عرضة للإصابة على نحو خاص كما أن منظمي السباقات يواجهون أحياناً صعوبة اتخاذ القرار فيما إذا كان عليهم أن يلغوا السباق بسبب الطقس أم لا. لكنه لا يستثنى منه الرياضيون المحترفون. ففي سنة 1999، انهار جيم كورييز معانياً من التجفف والإنهاك الحراري إثر فوزه في المباراة الثانية لأطول إفراديات جرت في ويمبلدون أربع ساعات وسبع وعشرين دقيقة. لكن دون أن تتأثر حشود المتفرجين التي كانت تشهد المباراة، إذ نادراً ما تكون إنكلترا حارة في الصيف. كما أن ذلك النهار لم يكن حاراً على نحو غير عادي. فحرارة الجسم الداخلية الناشئة عن شدة منافسته للحمية هي التي أدت إلى انهيار كورييز.

لم يكن كوربير يحتاج إلى أكثر من بعض السوائل في أوردته وإلى الراحة. أما النجم السينمائي مارتن لورنس فكان أبأس حظاً، إذ قضى ثلاثة أيام في العناية المركزة وهو في حالة غيبوبة نتيجة ضربة شمس. فقد مضى هذا الممثل، لرغبته في خسارة بعض الوزن من أجل دور جديد، يعدو عدواً وئيداً في درجة حرارة 38 مئوية وهو يلبس عدة طبقات من الملابس وسرعان ما دقت حرارة صيف لوس أنجلوس ناقوس خطرها فانهار خارج منزله وحرارة لبه تبلغ 42 درجة مئوية، وقد كان حسن الحظ إذ نجا من الموت.

يكون خطر ضربة الشمس عالياً على نحو خاص، حين لا يتم التبرد بالتبخر. إذ لا تكون الظروف الرطبة والحارة مخيفة وحسب بل تكون فعلياً أشد خطراً. يمكن للملابس أن تضعف تبخر العرق أيضاً. فالخيوط الجديدة «القابلة للتنفس» والمستخدمة في صناعة الملابس الحديثة الواقية من الماء، تسمح للعرق بالتسرب خارجاً. لذلك من المريح أن يلبسها المرء حين يمشي، أكثر من الملابس الواقية من المطر المطاطية القديمة الطراز. والبذلات غير النفاذة يمكن أن تكون خطرة إذا اجتمعت مع التمارين الرياضية العنيفة. فقد مات جندي بريطاني شاب، شارك في سباق ضاحية، من ارتفاع الحرارة المفرط لأنه كان يرتدي بذلة غوص مطاطية. لقد حالت ملابسه دون فقدان الرطوبة بحيث إن العرق المتصبِّب منه تجمَّع داخل البذلة محدداً تحديداً شديداً قدرته على فقدان الحرارة بالتبخر. ولحرصه على إثبات جدارته، فقد تابع، الأمر الذي أدَّى إلى نتائج مأسوية.

تكون ضربة الشمس لدى الناس كثيري الجلوس، عادة نتيجة قلة التعرُّق. أما الناس المصابون بالتليف الكيسي فهم عرضة على نحو خاص للإصابة بضربة الشمس وذلك لعدم قدرتهم على التعرق. وعلى الرغم من أنهم يتحملون عادة درجات الحرارة المعهودة في المملكة المتحدة دون صعوبة، إلاَّ أنهم قد يعانون من إنهاك الحر في الأقاليم الاستوائية. ويحدث هذا أحياناً حين يؤخذ المرضى البريطانيون الشبان في رحلة إلى ديزني ورلد

في فلوريدا. ومن المثير أن ازدياد تعرض المصابين بالتليف الكيسي لضربة الحر، هو المفتاح الذي فتح الباب لفهم أساس هذا المرض. فقد لاحظ طبيب الأطفال بول دي سانت آغنيز، أثناء موجة حر في نيويورك سنة 1951، أن كثيراً من الأطفال الذين أدخلوا المستشفى بسبب ضربة الحر كانوا يشكون أيضاً من التليف الكيسي، فقام، وقد تحقق من أهمية هذه الملاحظة، بتحليل عرقهم ليكشف أنه كان يحوي نسبة من الملح عالية بشكل غير عادي، فشكّل هذا الاكتشاف الأساس لفحص العرق الذي ما يزال يستخدم سريرياً لتشخيص المرض. إننا نعلم الآن أن التليف الكيسي هو نتيجة نقص وراثي في بروتين غشائي هو المسؤول عن نقل أيونات الذكور خارج الخلايا. ويتكون العرق من محلول ضعيف من كلور الصوديوم(ملح الطعام) لذا فإن البحر، عن طريق طرح الكلور، يعيق تدفق الماء إلى الغدة العرقية وبذلك يمنع تشكل العرق.

إن التعرض الطويل لمناخ حار، حتى لدى الناس العاديين، يمكن أن يؤدي إلى قصور في التعرق. يسبق هذا عادة التهاب الغدد العرقية المعروف باسم الحر الواخز الذي يتميز بظهور حبيبات صغيرة حمراء مثيرة للحكاك على كل بوصة من الجسم بحيث لا يمكنك أن تضع دبوساً بين حبيبة وحبيبة: إنه يصيب واحداً من كل ثلاثة أشخاص يتعرضون للمناخ الحار، كأولئك الذين يعملون في المناجم العميقة مثلاً أو في الأفران. وفي أيام الحكم البريطاني للهند، كان البريطانيون يعانون كثيراً من الحر الواخز خلال الفصل الحار في الهند طبقاً لما كتب أحدهم في الملاحظة الآتية: «يمكن للفتى أن يكون جالساً يلعب الورق ويبدأ الحك حكاً خفيفاً. لكن ما إن ينتهي المساء حتى يبدأ الاندفاع هنا وهناك كالمجنون، راغباً في تمزيق نفسه إرباً إرباً في محاولة منه لتهدئة التهيج. ولقد رأيت واحداً أو اثنين يمزقان نفسيهما وهما يحكان صدريهما إلى أن بدا الجلد كله يتدلى نازلاً على شكل طبقات».

وعلى الرغم من أن الالتهاب يخمد أخيراً، فإن الغدد العرقية قد تتوقف عن أداء وظيفتها معرضة المرء للإصابة بضربة الحر. ولحسن الحظ، فإن الحالة تنعكس لدى العودة إلى أحوال مناخية باردة.

يمكن لبعض الفقارات أن تسبِّب فرط الحرارة. ولعل أشهر هذه الفقارات هو الفقار سيِّئ السمعة إكستاسي 3 (النشوة)، وهو الفقار المنشط الذي يؤخذ غالباً في «حالات الافتتان» لمنح المرء زخماً «عالياً» أو الحفاظ على زخمه وقدرته على التحمل أثناء الرقص. يمكن لاستخدام هذا الفقار، إذا ما اجتمع مع التمارين البدنية، أن يؤدي إلى ارتفاع مميت تماماً في درجة حرارة الجسم. على هذا النحو تعرف جيداً مشكلة فرط الحرارة الناجمة عن الإكستاسي، مما دفع ببعض النوادي لتوفير مساحات خاصة «للتبرد»، وهي العبارة التي دخلت الآن معجم اللغة الإنكليزية.

تحدث ضربة الحر، حين يخفق الجهاز العادي المنظم للحرارة في تنظيم حرارة الجسم وتزداد درجة اللب إلى 41° مئوية أو ما فوق. يمكن أن تكون بدايتها هذه سريعة، على نحو ملحوظ وعلائم الإنذار المبكر تتضمن الوجه المتوهج، الجلد الجاف الأحمر، الصداع، الدوار، افتقاد الطاقة، وسرعة الغضب المتزايدة. إذ، على الرغم من ارتفاع درجة حرارة الجسم، فإن التعرق يتوقف بحيث يمكن لدرجة الحرارة أن ترتفع أكثر وأكثر ويحدث الموت حين تتجاوز درجة الحرارة 42° مئوية.

إن ضربة الحر هي أحد الطوارئ الطبية التي تتطلب المعالجة فوراً. والمصابون الذين لا يعالجون يموتون بسبب تلف المخ الناجم عن ارتفاع درجة حرارة الجسم، بل حتى مع المعالجة يمكن أن تتجاوز نسبة الوفيات 30 بالمئة. إن الطريقة الأفضل لتبريد المصاب بضربة شمس هي مسح جبهته بإسفنجة مبللة بالماء الفاتر، ذلك أن التبريد بالتبخر يخفض حرارة الجلد بفعالية أكثر من تغطيس المرء في حوض ماء بارد الأمر، الذي يمكن أن

يسبب تقلصاً وعائياً عاماً يقوم بتوجيه الدم بعيداً عن الجلد وبالتالي يحد من فقدان الحرارة. تستخدم في الحالات الشديدة، الضمادات الثلجية التي توضع على الجلد حيث تكون الأوعية الدموية الكبيرة قريبة من سطح الجلد. كمناطق الرقبة مثلاً، أو تحت الإبطين أو في منطقة الإربية.

خنازير ترتعش وبشر يرتجفون

ثمة واحد من كل 20000 نسمة لديه مرض وراثي نادر يدعى فرط الحرارة الخبيث. حين يعطى هؤلاء الأشخاص الغازات المخدرة المعروفة كالهالوثين مثلاً، ترتفع درجة حرارتهم بسرعة كبيرة، تصل أحياناً إلى درجة مئوية واحدة كل 5 دقائق. هذا يحدث لأن المخدر يسبب تقلصات تلقائية في العضلات الهيكلية، أي ببساطة تامة، يرتعش المصاب من فرط الحرارة. يعد هذا المرض كابوس العاملين في مجال التخدير، إذ إنه يمكن أن يكون مميتاً إذا لم يعالج بسرعة.

يبتدئ التقلص العضلي من خلال الزيادة في تركيز شوارد الكالسيوم داخل الخلايا وهو ما ينشط البروتينات القابضة. ينحبس الكالسيوم عادة داخل حجيرة تخزين خاصة مغلقة بغشاء في الخلية العضلية ولا يطلق إلاّ استجابة لدافع عصبي. يعاني المصابون بفرط الحرارة الخبيث من نقص في المسام البروتينية التي تتحكم بإطلاق شوارد الكالسيوم من مخازنها داخل الخلايا، والمخدر، لدى هؤلاء الناس، يفتح أبواب المسام على مصاريعها سامحاً للكالسيوم بالتدفق من مخازنه إلى الخلية ليباشر التقلص. إن عالم الفيزيولوجية العضلية شيرلي بريانت هو أول من ذكر أن عقار الدانترولين الذي يمنع انفلاق الكالسيوم قد يكون علاجاً فعالاً لفرط الحرارة الخبيث. وما يزال هذا العقار حتى اليوم في مسارح العمليات في كل أنحاء العالم لمواجهة طارئ كهذا.

لا يقتصر فرط الحرارة الخبيث على البشر فقط، بل يوجد أيضاً لدى الخنازير حيث يعرف بعارض التوتر الخنزيري إذ يمكن أن ينجم عن فرط التوتر (خلافاً للمرض لدى البشر) فالجري، الجنس، الولادة، والتوتر الناجم عن نقل الخنازير إلى السوق، أو حتى الشروط العادية التي تعيش فيها هذه الحيوانات يمكن أن تطلق العنان لارتفاع مميت في درجة حرارة الجسم، وهو أمر ذو أهمية اقتصادية بالغة، إذ حين تموت الخنازير المصابة بهجمة من هجمات هذا المرض، يصبح لحمها قاسياً لا يباع.

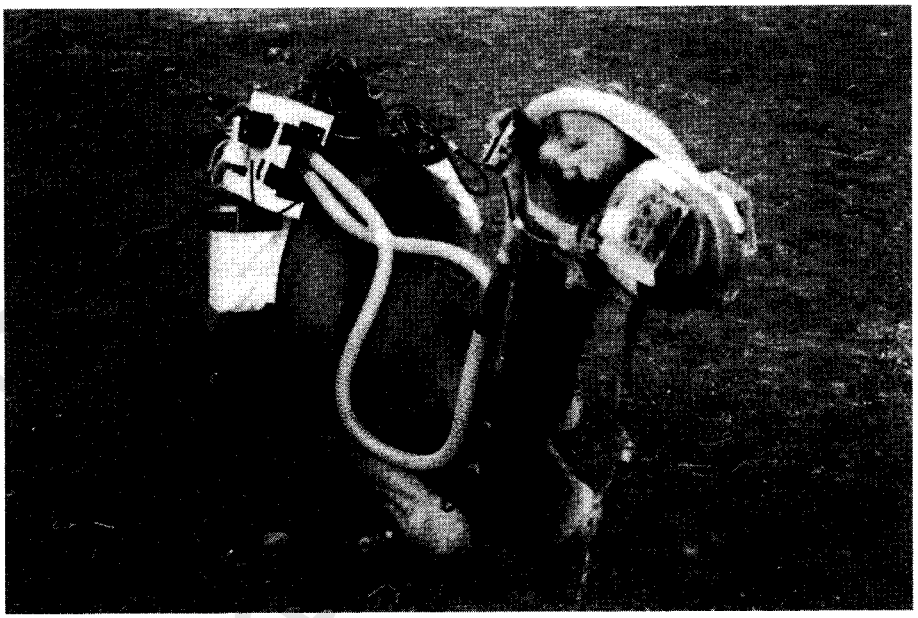
لقد برهن الخنزير أنه نموذج مفيد جداً لفهم هذا المرض لدى الإنسان. ففي سنة 1991، تم تحديد المورث المسؤول عن عارض التوتر الخنزيري وتبيان الكيفية التي يشغل بها مسام إطلاق الكالسيوم العضلية، كما تم اكتشاف التغيرات الأساسية في هذا البروتين الذي يؤدي إلى التقلصات العضلية حين يتعرض الخنزير للهالوثين. فقد تبين أن كل الخنازير المصابة بهذا العارض لديها التغير نفسه في المورث، مما يدل على أنها كلها تنحدر من حيوان مؤسس واحد طور بصورة تلقائية ذلك التغير في وقت ما في الماضي. وقد تم الآن إخراج هذا المورث من جموع الخنازير البريطانية بتحديد الحيوانات المشكوك فيها والتعرف إلى إصاباتها وذلك بإجراء اختبار بسيط، إذ تعطى الحلاليف نشقة سريعة بنسبة 3 بالمئة هالوثين كي تتنفسها. وللتو تصاب الحيوانات حاملة المورث المرضي بتصلب عضلي عابر (يمكن الشفاء منه) وتبعد في الحال من قطيع التربية.

وما إن تم تحديد المورث لدى الخنازير والتعرف إليه، حتى صار من اليسير نسبياً التوصل إلى المورث البشري وتبيان أنه هو المسؤول عن فرط الحرارة الخبيث. واختبار المورثات هذا متاح الآن لكل من يشك في أن لديه هذا المرض.

الحمى

تكون أداة تنظيم الحرارة في منطقة ما تحت السرير البصري لدى الإنسان ثابتة، عادة، على درجة الحرارة 37° مئوية تقريباً، لكن أثناء الإصابة بالحمى، يمكن أن تتوضع على درجتين أو ثلاث درجات أعلى، وتنتظم درجة الحرارة حينذاك، بالحساسية نفسها، حول نقطة التوضع الجديدة هذه. تعزو إعادة التوضع الحراري هذا إلى مركب من الناقلات الكيماوية المعروفة باسم الغديدات البروستية الواقعة بجانب المخ وهو المركب الذي نطلق استجابة لوجود جرثومة أو مواد مولدة للحمى تفرزها الجراثيم. وعمل الإسبرين الذي يخفض الحرارة إنما يقوم على حجزه لمركب الغديدات البروستية هذا.

طوال قرون، كان يدور جدل شديد حول ما إذا كانت للحمى أي وظيفة مفيدة في الأمراض السارية. إحدى النظريات، وصاحبها توماس



قياس استهلاك الأوكسجين لدى الجمل. لقد تكيف الجمل بشكل عجيب مع حياة الصحراء، حيث يعمل وبره السميك كعازل جيد ينقص الكاسب الحراري، فيما تقدم قوائمه الطويلة النحيلة سطحاً ذا مساحة كبيرة من أجل الفاقد الحراري. مما يسمح لحرارة جسده حين يقل الماء، بالارتفاع حتى 6 درجات مئوية قبل أن يبدأ بالتعرق وبالتالي يحتفظ بالماء. تفقد الحرارة المختزنة ليلاً، حين تكون حرارة الرطوبة أقل دون أن يفقد ماء بالتبخر. لا يخفض اختزان الحرارة في النهار من الفاقد المائي وحسب، بل ينقص أيضاً مما في الحرارة (نسبة الزيادة أو النقص) بين المحيط وسطح الجسم وبذلك ينقص ما يأخذه من الحرارة. يتحمل الجمل نقصان الماء الشديد دون أذى، فيما يعمل سنامه كخزان شحوم يلجأ إليه حين يقل الطعام. أمّا أذناه وخيشوماه فهي كلها مبطنة بأشعار دقيقة تقوم بدور المصفاة لغبار الصحراء، كما أن له صفين مزودجين من الأهداب لتقوم بالدور نفسه.

سيدنهام في القرن السابع عشر، تقول إن الحمى «ربما هي محرك قوي تأتي به الطبيعة إلى العالم لقهر أعدائها» هذه الحجة، إذا ما صغناها بعبارات حديثة مرة ثانية تدل على أن الحمى هي جزء طبيعي من آلية دفاع الجسم تجاه عدوى نشأت لأن بعض الجراثيم أكثر تأثراً بدرجة الحرارة المرتفعة من خلايانا ذاتها. لكن، ثمة نظرية بديلة فحواها أن الحمى هي مجرد عرض من أعراض شدة الإصابة وأنها، بمعزل عن كونها ذات قيمة علاجية، قد تتضمن

فعلياً قدرة المصاب على مكافحة العدوى. هذا الجدل ليس فقط ذا أهمية أكاديمية فقط بل في الصميم منه مسألة هامة وهي: هل من المجدي بذل الجهد لتخفيض حرارة المريض إلى مستواها العادي أم غير مجد؟

وحتى اليوم ما تزال القضية دون حل، إذ إن هناك أدلة تدعم كلا جانبي النقاش. مع ذلك، يفضل معظم الناس وجهة النظر القائلة، بأن ارتفاع حرارة الجسم درجة أو درجتين ليس بالأمر الضار، بل قد يكون نافعاً لدى البالغين[4]. هذه الفكرة تدعمها حقيقة معروفة وهي أن معدل البقاء على قيد الحياة لدى العظاءات التي تصاب بعدوى جرثومية يكون أعلى بكثير، حين توضع في شروط باردة. ذلك أن حرارة جسم العظاءة تتوازن مع حرارة المحيط. هذا الاكتشاف يدعم الحجة القائلة إن ارتفاع حرارة الجسم يعزز قدرته على مكافحة العدوى. والحقيقة، كانت المعالجة بالحمى، قبل ظهور المضادات الحيوية، تستخدم بنجاح كعلاج لمرض الزهري والسيلان. يمكن إحداث الحمى الاصطناعية بطرق عدة أكثرها غرابة الإصابة بطفيلي الملاريا الذي كان يقتل لاحقاً بواسطة الكينا. فإذا ما بقي المرء على قيد الحياة بعد هذه المعالجة، كانت جرثومة الزهري تقتل أحياناً بشيء من الحظ قبل أن يقتل مضيفها البشري ـ وكان المريض يشفى، ربما هو شكل غير عادي من أشكال التجربة بواسطة النار.

الحياة بغير ماء

مثلما الطعام هو مفتاح البقاء في المناطق الباردة، كذلك الماء هو العامل المحدد للحياة في المناطق الحارة. إن القدرة على التبرد، من خلال التعرق بغزارة، تتوقف على توفر الماء، لذا فإن الصعوبة الرئيسية بالنسبة إلى

(3) الاسم العلمي للإكستازي هو 3,4 ـ مثيلينديديوكسيميثامفيتامين إنه من مشتقات الأمفيتامين.

(4) هذه الحجة تطبق فقط على البالغين. أمّا الأطفال الصغار فيكونون عرضة لتشجنات ناجمة عن الحمى، لذا ينصح بالتبريد.

الحياة في الصحراء ليست في أنها حارة بل في أنها جافة. ففي حين يمكن للناس أن يعيشوا أياماً عدة دون طعام، إلاّ أنهم لا يستطيعون ذلك دون ماء. لهذا، لا يرفض المضربون عن الطعام، كما يلاحظ، تناول الماء، لافتراضهم أن هلاكهم سيكون أسرع من أن يترك تأثيراً عاماً كافياً.

يحدث التجفف، عندما لا يعوض الإنسان الماء المفقود بواسطة التعرق من خلال شربه للماء الذي يحرض إفراز الهرمونات التي تعمل للحفاظ على الماء، بإنقاص مقدار الماء المطروح بالبول، وكذلك بزيادة المأخوذ من الماء وذلك بجعلك تشعر بالعطش. لكن إذا ما استمر فقدان الماء، فإن الوجه والعينين، كلها تتخذ هيئة الغائر الكالح: كما يرافق ذلك فقدان وزن، وهي الحقيقة التي يستغلها فرسان السباق والمصارعة في كفاحهم لوضع حدود لأوزانهم، فيتعرقون أوزانهم الزائدة في حمامات الساونا. يستطيع معظم الناس أن يتحملوا نقص الماء في الجسم بنسبة 3 ـ 4 بالمئة دون صعوبة، لكن يحدث الإرهاق والدوخة حين يبلغ الفاقد 5 ـ 8 بالمئة في حين أن ما فوق 10 بالمئة يسبب إعاقة ذهنية وبدنية مصحوبة بعطش شديد. أمّا فقدان أكثر من 15 ـ 25 بالمئة من وزن الجسم فإنه مميت لا محالة.

وعلى الرغم من أن الناس يموتون حين ينخفض الماء في أجسامهم بنسبة 15 بالمئة، فإن الجمل لا يتأثر حتى وإن فقد ما يصل إلى 25 بالمئة من ماء جسمه، وهو ما يمكّنه من السير سبعة أيام دون طعام أو شراب، أحد أسباب تحمل الجمل الملحوظ وقدرته على مقاومة التجفف هو قدرته على منع انخفاض حجم الدم، رغم نقص الماء الكبير. إذ حتى عندما يفقد الجمل ربع مائه، لا ينقص حجم الدم إلاّ بمقدار يقل عن العشر. بالمقابل، فإن حجم الدم لدى البشر ينقص بنحو الثلث، لتزداد بذلك لزوجة الدم. وبقدر ما تزداد كثافة الدم، يصبح دورانه أبطأ وضخه أصعب، وبالتالي يغدو الفاقد الحراري عبر الجلد أقل، مما يجعل المرء يعاني من ارتفاع مميت في

حرارة الجسم، كما يعزز خطر الإصابة بالسكتة. ذلك أن نقص الماء لا ينقص حجم الدم والسوائل خارج الخلايا وحسب بل يسبب أيضاً زيادة امتصاص ماء الخلايا، مما يجعلها تتقلص وتنكمش فيتلف غشاء الخلية وبروتيناتها.

غير أن الموت بسبب التجفف ليس سهلاً، لأن الضحية يتعذب عذاباً مستمراً بالظمأ الحارق، لقد سجل عدة أشخاص ذوو قوة جسدية ملحوظة أرقاماً قياسية للأجيال القادمة. أنطونيو ڤيتربي، وهو محام أمام القضاء في الجمهورية الفرنسية الأولى، حكمته بالإعدام محكمة باستيا (في كورسيكا) خلال فترة الاسترداد لمعتقداته السياسية. لقد اختار، تجنباً لحبل المشنقة، أن يموت بحرمان نفسه من الطعام والشراب وقد استغرق ذلك سبعة عشر يوماً من الأيام المؤلمة وقوة الإرادة الخارقة تماماً. وتكشف مفكرته أنه كان يقاسي من ظمأ لا يحتمل ولا تخف حدته في حين هجره الشعور بالجوع بعد بضعة أيام.

عندما يتزامن نقص الماء مع الحر الشديد، يحدث التجفف والموت بسرعة أكبر من السرعة التي مات بها ڤيتربي، إذ يموت نصف الضحايا تقريباً خلال الساعات الست وثلاثين الأولى. والحكايات عن مسافرين في الصحارى فقدوا ماءهم فحلت بهم مصاعب مميتة أو شبه مميتة كثيرة للغاية، كما كتب في ملاحظاته أحد رحالة الصحارى المتمرسين:

«في درجة الحرارة المرعبة تلك، يتعين أن تتجدد رطوبة جسد المرء باستمرار، لأن الرطوبة هامة وحيوية شأنها شأن الهواء. إذ يشعر المرء كأنه في محرق زجاج حارق. فالحلق يجف ليصبح كالجلد ثم يبدو وكأنه ينطبق بعضه على بعض. كرات العين تحترق كما لو أنها تواجه ناراً سافعة فيما اللسان والشفاه تغلظ وتتشقق وتسودّ».

أشهر حالات البقاء الصحراوية وأبرزها هي حالة المكسيكي پابلو ڤالنسيا الذي تاه في منطقة أطلس تيناجاس جنوب غرب أريزونا صيف 1905.

لقد قضى سبعة أيام بلياليها دون أي ماء في درجات حرارة تراوح بين 85° فهرنهايت ليلاً و95° فهرنهايت نهاراً. وحين وجدوه، كان عارياً تماماً وقد حرقته الشمس حتى الاسوداد. أمّا أطرافه السفلية والعلوية ذات البنية العضلية ـ الحسنة سابقاً فقد كانت منكمشة على نفسها ترتعش. وكانت شفتاه قد اختفتا كأنما بترتا، تاركتين حواف واطئة من نسيج مسود، فيما كانت عيناه تحملقان دون أن يرف لهما جفن، وكان قد أصيب بالصمم تجاه كل شيء ما عدا الأصوات العالية، كما كان أعمى لا يميز شيئاً سوى الضوء والظلام. كذلك كان عاجزاً عن الكلام أو البلع لأن فمه كان جافاً كالجلد. لكن پابلو كان محظوظاً إذ إنه لم يصب بالهذيان أو الحركات العنيفة (كتلك التي تحدث في نوبة صرع) والتي تصيب أحياناً أولئك الذين يواجهون التجفف الشديد وتعجل في هلاكهم. لقد كان ما يزال قادراً على المشي وهو يترنح ببطء وألم وأن يميز نقطة علام مألوفة حين يواجهها. والحقيقة، كان بمستطاعه تقريباً العودة إلى المخيم قبل أن يجدوه. في الحال غطسه منقذوه في الماء ثم أدخلوا قسراً الماء والكحول المخففة بين شفتيه. وفي غضون ساعة كان قادراً أن يبلع ثم في غضون يوم واحد أن يتكلم وفي اليوم الثالث أن يبصر ويسمع، وخلال أسبوع كان على ما يرام مكتسباً 8 كلغ وزناً.

لكن ليس كل الناس لهم البنية الحديدية التي كان يمتلكها پابلو ڤالنسيا، لذا فإن الموت، بسبب اجتماع التجفف مع ضربة الشمس يمكن أن يكون أسرع بكثير. في هذا المقام، يروي لنا لويل وديانا ليندسي كيف أحس راكب دراجة نارية صحراوي بالوهن في رحلة عصر يوم حار في صحراء «عنزة» فأرسل جماعته أمامه للبحث عن مساعدة، ثم أصيب وقد أصبح وحده، بالتجفف والهذيان لينطلق، مهملاً الخطة التي اتفق عليها مع فريقه، في أن يجلس ساكناً وينتظر المساعدة لاحقاً بهم عبر المنطقة التي تدعى عن جدارة باسم أوروبا سيكاديل ديابيلو (غسالة إبليس الجافة). بعد أربع ساعات اكتشف أحد الجوالين جثته. مثل هذه القصص ليست نادرة للأسف، حتى

في الوقت الحاضر ولا هي تحدث، بالضرورة، في مناطق نائية. فتعطل آلة على طريق صحراوي، أو ضياعك في نزهة نهارية يمكن أن يكون ذا عواقب وخيمة إذا نفد منك الماء.

إنك، وأنت في حالة النشاط الشديد، تفقد ماء أكثر مما تستهلك بصورة إرادية، أي ببساطة، أنت لا تشرب ما يكفي لمنع التجفف، لذا يحتمل أن تصاب بالعجز بسبب نقص الماء دون أن تشعر بذلك الظمأ الذي لا يحتمل[5]. فقط حين تستريح وتأكل تشرب ما يكفي من الماء لتعويض ما فقدته بالتعرق. وإذا مارست الرياضة في طقس حار، من الضروري أن تشرب حتى وإن لم تشعر بالحاجة للشرب، لكن إذا لم يكن هناك ماء، فإن خير ما تفعله هو إيقاف نشاطك وجلوسك ساكناً في الظل. فالرياضة، بكل بساطة، تجعلك أكثر حرارة، لهذا امش في الليل حين يكون الهواء أبرد. لا تحاول أن تطيل أمد ما لديك من ماء بامتناعك عن الشرب: إذ هو فرض لازم عليك أن تشرب حين تشعر بالعطش وأحد الأقوال المأثورة في الصحراء يقول: «أن تختزن الماء في جسدك خير من أن تختزنه في زجاجتك». يجسد الجمل هذا القول تماماً. إن باستطاعته أن يشرب حتى 120 ليتراً لدى بلوغه الماء وفي أقل من عشر دقائق. بالمقابل، على الناس المصابين بتجفف حاد أن يرشفوا الماء رشفاً خفيفاً رغم ظمأهم الشديد. فاستهلاك الكثير من الطعام بعد الصيام لا يؤدي إلاّ إلى التقيّؤ.

يتوجب على مخلوقات الصحراء أن تستفيد من كل قطرة ماء تجدها وأن تطور بعض الأساليب الخارقة لفعل ذلك. وهكذا تجمع خنافس الصحراء الماء بواسطة التكثيف، مستبطنة أعلى الكثيب الرملي موجهة جسدها باتجاه نسيم الصباح العليل. كذلك فإن ريش الصدر لدى ذكر القطا

(5) عند العمل في إقليم حار، يمكن أن يحتاج المرء حتى إلى 18 ليتراً من الماء يومياً لمنع التجفف: وهو مقدار يوازي 36 علبة من الكوكاكولا.

يمتص الرطوبة مثل ورق النشاف، لهذا، يعمد هذا الطائر، بعد أن يشرب كفايته، إلى أن يغطس صدره في الماء محملاً به ريشه قبل أن يطير عائداً إلى فراخه، مما يتيح للقطا إمكانية التفريخ عميقاً في الصحراء، بعيداً عن الماء ـ والعلجوم القريض ـ المار في المناطق الخلفية الأسترالية يختزن الماء في مثانته حين يكون وافراً ويصنع لنفسه حجرة تحت الأرض، حيث يمكنه أن يعيش سنوات عدة حين يندر الماء، وهو نفسه ما يوفر مؤونة ماء مفيدة، أثناء الطوارئ، لسكان المنطقة الأصليين.

كذلك، طورت الثدييات طرقاً وأساليب لتخفيض ما تفقده من ماء، فجرذان الكنغارو لها مبدل حراري متخصص في مجاريها الأنفية يبرد الهواء المستنشق إلى درجة حرارية أقل من حرارة الجسم. مما يجعل بخار الماء الذي يحمله يتكثف في المجاري الأنفية، وهذا يخفض فقدان الماء بالتبخر، كما أن بعض الطيور تستخدم استراتيجية مشابهة. غير أن البشر لا يملكون هذه المقدرة، بل يفقدون الماء باستمرار من سطوح جهازهم التنفسي (إذ يفقدون قدراً كبيراً من الماء عبر الرئتين).

ينتج عن استقلاب الطعام نواتج لا قيمة لها، كالمبولة مثلاً. تلك التي تتطلب الماء لطرحها، على أن البشر يستطيعون أن يفرزوا بولاً شديد التركيز، بينما يمكن لبعض حيوانات الصحراء أن تفعل ذلك وعلى نحو أفضل بكثير. ذلك أن كثيراً منها لا تشرب أبداً خلال حياتها القصيرة لكنها تحصل على مائها كله من غذائها. ولهذه الحيوانات كِلَى كفوءة للغاية يمكنها أن تفرز بولاً عالي التركيز، يمكنها بواسطته أن تستخدم ربع الماء الذي تحتاجه الكلية البشرية لطرح المقدار نفسه من المبولة. أمّا الطيور فتظل أفضل، حتى إنها تفرز حمض البول الذي يتطلب القليل من الماء لطرحه، والمادة البيضاء الصلبة أو شبه الصلبة الناتجة عن ذلك يعرفها كل من يقف قرب مستوطنة نوارس أو سرب حمام.

إن المحيطات هي صحارى أيضاً، إذا كما هو معروف جيداً، ليس بالإمكان شرب ماء البحر من أجل البقاء. فماء البحر يحوي تركيزاً ملحياً أعلى مما يمكن للكلى أن تفرزه، لهذا فإن شرب ماء البحر يسرع التجفف عملياً. فإذا ما وجدت نفسك على خشبة نجاة في وسط المحيط والشمس الحارقة تسفعك، فإن أفضل برهان أمامك هو أن ترش نفسك بماء البحر لتسهل التبريد بالتبخر. وهو ما يساعد في إبقاء الماء في الجسم وذلك بإنقاص الحاجة للتعرق وللأسباب نفسها، عمد جون فيرفاكس، حين كان في المحيط الأطلسي سنة 1969 يجدف بيد واحدة ودون توقف، إلى النوم في النهار والتجديف ليلاً تحت النجوم عندما يبرد الجو.

ملح الأرض

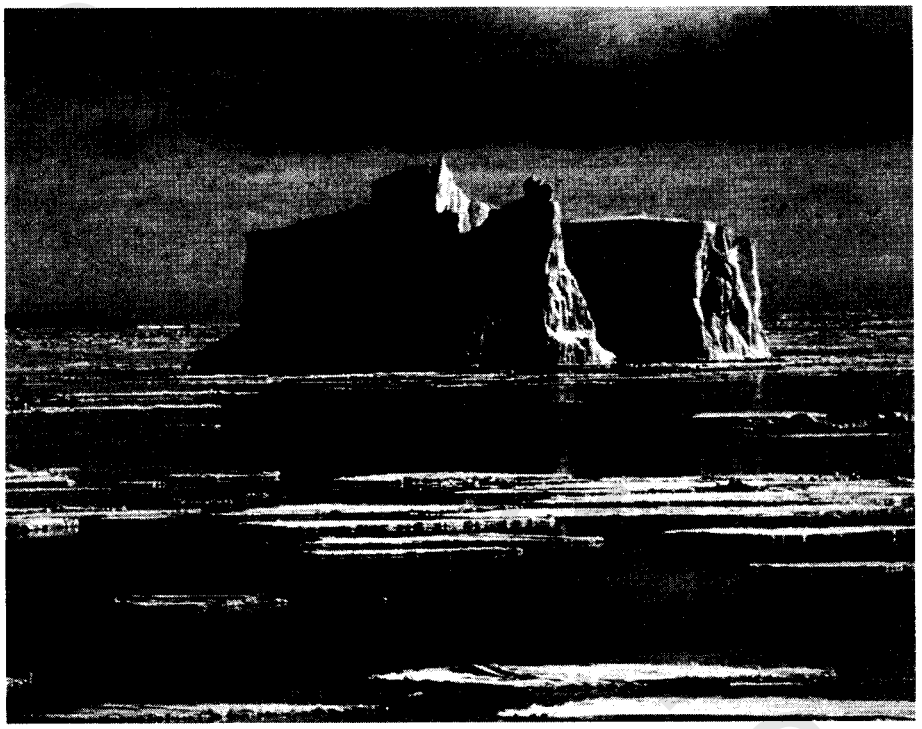
يحتوي العرق على مقدار هام من الملح. وبقدر ما تتعرق، يطرح المزيد من الملح، بل في بيئة حارة يمكن للملح المطروح من العرق أن يكون كبيراً يصل إلى 12 غراماً في اليوم أو ثلاث ملاعق ملح تقريباً. يتغلب الجسم على هذه المشكلة بإفراز هرمون يعزز احتفاظ الكليتين بالملح بحيث لا يطرح إلاّ أقل قدر منه في البول، كما يحرص على تناول الملح بحيث يأكل المرء المزيد منه.

كان جدي يعمل مراقب عمال في مصنع لعجلات القاطرات. وكان الفولاذ المنصهر يتدفق من أفران عملاقة إلى مراجل ضخمة تنقل المعدن الحار ـ حتى الابيضاض ـ إلى جزء آخر من المصنع حيث يصب في قوالب العجلات. وكانت الحرارة الشديدة تعني أن العمال يتعرقون تعرقاً غزيراً، مما يجعلهم عرضة لفقدان الملح والماء. وكان يسحر أمي حب أبيها الشديد للشطائر المالحة ذوق لا يمكن تفسيره على ما يبدو لطفلة صغيرة. لكن وراءه قاعدة فزيولوجية سليمة، نظراً لأن الملح المفقود بالتعرق يجب تعويضه بواسطة الغذاء.

إن نقصان الملح يؤدي إلى تشنجات عضلية مؤلمة في الذراعين والساقين تعرف أحياناً باسم «تشنجات الوقادين» إذ إنها كانت شائعة بين العاملين في تزويد محركات السفن بالوقود كذلك يمكن لمن يعملون في ظروف حارة كعمال المناجم أو الرياضيين الذين يمارسون الرياضة في بيئة حارة، أن يعانوا منها أيضاً. تظهر التشجنات فقط حين يترافق نقص الملح مع الممارسة العضلية، لكن لدى الناس الأقل نشاطاً، يسبب نقص الملح الإرهاق، النُّوام، الصداع والغثيان. أو العلاج فهو تناول المزيد من الملح وهي واحدة من المرات القليلة التي يوصي بها الطب عملياً.

مهد حار للجنس البشري

يعد التعرق مفتاح البقاء في المناطق الحارة. إذ يمكن للبشر أن يتحملوا درجة لا بأس بها من الحرارة الجافة، إذا ما كان لديهم وفرة من الماء (والملح) لتعويض ما يفقدونه بالتعرق ـ إنما ليست درجة الحرارة ذاتها حيث ندرة الماء والظل تجعل الصحراء مكاناً خطيراً. لكن، حين تترافق الحرارة الشديدة برطوبة عالية، لا يعود التبرد بالتبخر ممكناً فيرتفع خطر ضربة الشمس ارتفاعاً كبيراً يتكيف البشر، فزيولوجياً، تكيفاً سيئاً مع ظروف كهذه وبقاؤنا على قيد الحياة في بيئة حارة ورطبة يتوقف على الجمع بين تكيفات سلوكية معينة واستخدام التكنولوجيا (التكييف الهوائي، مثلاً). بالمقابل، نجد أننا حسنو التكيف مع الحرارة الجافة، لأن الطبيعة وهبتنا هبة رائعة تماماً هي الغدد العرقية التي توفر لنا واحداً من أعلى معدلات التعرق لدى الثدييات، وكذلك كوننا بلا شعر تقريباً إضافة إلى أن لنا أطرافاً نحيفة طويلة نسبياً، وهو ما يدل على أن الإنسان تطور في بيئة حارة، حيث المشكلة الكبرى هى أن يفقد الحرارة لا أن يحفظها. تميل فيزيولوجيتنا كلها لدعم الأدلة المستحاثية التي تؤكد أن الإنسان الأول «الهوموسابيان»، إنما نشأ في سهول أفريقيا الحارة.



المنظر المتجمد الرائع من القطب الجنوبي، أكثر مجاهل الأرض بدائية وأصالة.

أشياء زرقاء في ماء بارد

كان عيد الفصح وكان عصراً قارس البرد، وكنا قد قضينا الأسبوع الأخير ونحن نبحر هنا وهناك بين الجزر الهبريدية إلى أن عدنا بسلام ورسونا في خليج دونستافنيج، قرب أوبان نستعد للنزول على البر. لقد كنا مسرورين أن ننزل البحر، إذ إن عاصفة كانت تتشكل. وكانت غيوم رمادية كثيفة تتجمع فوقنا محيلة البحر إلى لون الرصاص، فيما كانت الريح تقول عبر صواري القارب وأشرعته، شادة إياي من ثيابي، رافعة البحر على شكل أمواج قصيرة متلاطمة كاسية إياه بغطاء رقيق من الزبد المندفع من أعالي الموج ليلفنا بضباب رقيق من رغوة قارسة البرد. كان الموج يلطم قوس القارب بجنون جعله ينحرف، ثم ينتزع فجأة المرساة. بسرعة صار المد جزراً، فاندفع القارب خطأ عبر الماء، تحركه الريح حيناً وحركة البحر حيناً آخر. حينذاك، رحت أتعثر في مشيتي على المتن المرتج وأنا أجمع أمتعتنا. نظرت إلى الأعلى، وقد لفت انتباهي صوت مفاجئ، فرأيت زورقاً صغيراً يعمل بالمجاذيف وهو يشق طريقه باتجاه اليخت في المرسى المجاور. كان شاغله، وهو رجل في أواسط العمر، يكافح كي يتجه في الاتجاه المعاكس للريح والتيار. وحين بلغ غايته، كان القاربان يغطسان وينحني واحدهما للآخر في رقصة معقدة جعلت من الصعب على القبطان أن يركن المركب الأصغر بصورة موازية للأكبر. قام باندفاعة شديدة للإمساك بسلسلة المرساة

لكنه أخطأها. فكانت خطيئته الكبرى، إذ أن الزورق الخفيف المصنوع من الزجاج الليفي ارتد بفعل التغير المفاجئ في الوزن، مائلاً رامياً إياه في البحر وبحركة سهلة بطيئة، كبيضة تنزلق خارج صدفتها الفضية. أمّا الزورق فقد امتلأ بالماء وغرق في الحال، فيما أمسك التيار بالرجل، فقلبه وسحبه دافعاً به إلى البحر.

لكن رد فعل رفيقي، تيم، جاء أسرع من رد فعلي. فقد قفز، بعد أن صاح طالباً أن أعطيه حبلاً وأربط طرفه الآخر بالرافعة، إلى الزورق المطاطي الصغير المربوط إلى مؤخرة قاربنا ثم بدأ التجذيف بهمة ونشاط باتجاه الشخص الذي كان يبتعد. فبدا وكأنه استغرق وقتاً طويلاً مؤلماً أشد الإيلام قبل أن يصل تيم إلى هدفه. رغم أنه لم يستغرق، ربما، إلاّ بضع دقائق. مع ذلك، كان الضحية، عندما وصل إليه، قد برد كثيراً إلى درجة لم يعد معها قادراً على الحركة، فيما أسنانه كانت تصطك بحيث إن كلماته نفسها لم تعد مفهومةً، أمّا يداه وأصابعه فقد فقدت قدرتها على الإمساك. ذلك أنه، هو الذي لم يكن يرتدي سترة نجاة وفي موج قصير متلاطم، كان قد ظل غارقاً تحت الأمواج وكان أكثر إنهاكاً وضياعاً من أن يساعد منقذه في رفعه إلى القارب. أمّا بالنسبة إلى منقذه. فقد كان الأمر أشبه برفع كيس من البطاطا كما يقول المثل وجذع خشبي مثقل بالماء في حالته تلك، ولقد تفاقمت الصعوبة بسبب التيار الذي سحب القارب إلى آخر مدى تسمح له السلسلة بالحركة داخل البحر ليتراقص هناك في نهايتها. كان ثقل الرجل شبه الفاقد وعيه قد ارتمى كله على جانب الزورق، مهدداً بأن يقلبه. وقد استغرق الأمر دقائق عدة قبل أن يتمكن تيم من سحبه إلى داخل الزورق، أمّا تدفئته (هو ومنقذه) فقد استغرقت نتيجة لذلك وقتاً أطول بكثير. لكن الضحية كان حسن الحظ، فالغطس في ماء بارد يمكن أن يقتل سريعاً، والخليج كان خالياً إلاّ منا وكانت حركة البحر عنيفة. إذ لو أنه سقط خارج الخليج وفي عرض البحر، لكانت الفرصة ضئيلة للغاية في أن يبقى على قيد الحياة.

تلك الليلة، وأنا أفكر في أحداث النهار، فكرت بجدي، وولتر بلاكبورن، وكيف أنني، لو لم ينج بأعجوبة من فرط انخفاض الحرارة، ما كنت لأوجد أصلاً كي أروي قصته.

إذ كان عندما اندلعت الحرب العالمية الأولى سنة 1914 في الثالثة والعشرين من العمر، شاباً، مفعماً بالمثالية والرغبة في أن يخدم بلاده دون أن يعي تماماً ما ينتظره في الخنادق، لهذا انخرط في الخدمة باكراً، حيث تم تعيينه ممرضاً في الوحدة الطبية المدرعة الملكية حيث زج سريعاً في وقائع الحرب القاسية. وبينما كان يساعد في أول عملية له في خيمة مزدحمة ملأى بالتوتر، رماه الجراح المرهق بساق مبتورة، آمراً إياه «هاك، يا غلام، تخلص من هذه» فأغمي عليه نتيجة الصدمة.

بعد أشهر من وصوله إلى الجبهة، أصيب وولتر بطلقة في الركبة أقعدته. لكن الأسوأ أن الجرح التهب. وفي تلك الأيام، قبل اكتشاف المضادات الحيوية، لم يكن العلاج متاحاً فانتشر التعفن، ونقل الرجل إلى إنكلترا في حالة حرجة. غير أن السفينة التي نقلته عبر القناة كانت مثقلة بحمولتها من المصابين، بحيث لم يكن هناك مكان لهم جميعاً داخل السفينة، فقرروا وضع الذين احتمال نجاتهم أقل، ومن بينهم وولتر، على سطح السفينة عرضة للبرد والريح والمطر. وعلى الرغم من أن سفينتهم كانت تبحر تحت جنح الظلام، إلاَّ أن طوربيداً أصابها وأغرقها. وبما أنها استقرت في الماء، فإن السطح مال. أمّا جدي المربوط بإحكام إلى نقالته، شبه الهاذي بسبب الحمى، فقد انزلق على مهل إلى البحر، ولكونها مصنوعة من الخشب والخيش، فقد طفت النقالة، ومن غير المؤكد كم من الزمن أمضى وولتر في الماء البارد قبل أن ينقذوه، لكن من المؤكد أنه أمضى الكثير من الساعات.

ولعل عدة أشياء أسهمت في نجاته العجيبة. أولها أنه كان عاجزاً عن

الحركة، لأن الأربطة حول ذراعيه وساقيه كانت مثبتة تماماً على النقالة. نتيجة لذلك انخفض كثيراً معدل ما فقده من الحرارة بالحمل الحراري، لأن الطبقة الرقيقة من الماء الملاصقة لجسده لم تكن تتبدد بكفاحه للنجاة. ثانياً أنه كان رجلاً ضخماً لديه طبقة عازلة من الشحوم تحت الجلدية. ثالثاً أن الحمى كانت قد رفعت معدل الاستقلاب لديه، زائدة بذلك معدل إنتاج حرارته. لكن أياً كانت الأسباب فقد كان محظوظاً لأن كثيراً من الأشخاص ومن بينهم رجال ذوو أجسام صحيحة قادرة، قضوا نحبهم بسبب فرط انخفاض الحرارة تلك الليلة. على أن أمي، لديها تذكار مؤثر من محنته هذه، إذ بينما كان وولتر متمدداً على الماء شبه فاقد لوعيه، لمح منديلاً أزرق صغيراً يطفو قريباً منه، فيما بعد قال إن شعوراً تملكه بأنه إذا استطاع الإمساك فقط بذلك المنديل الحريري الأزرق، فإنه سينجو. وعندما تم إنقاذه، كانت أصابعه ما تزال تتكور حول ذلك السحر الأزرق الرث.

obeikandl.com