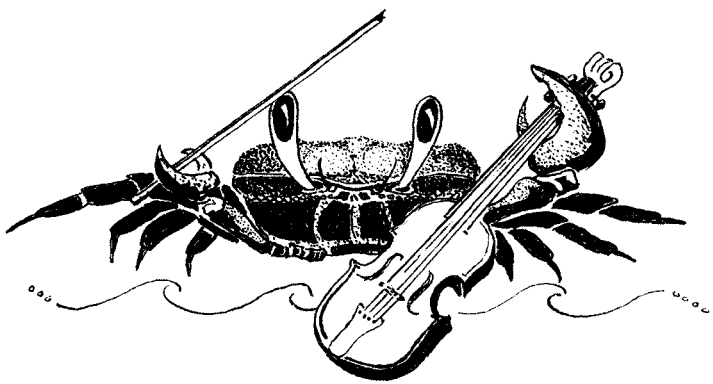
- 6 -

الإيقاعات عند قاطني الشاطئ

السرطان عازف الكمان، معقد من الإيقاعات



دعنا الآن نترك عالم الحياة في قطيرات الماء ونذهب إلى الحيوانات، كل التي يمكن أن ترى بالعين المجردة. لقد بدأنا

على الشاطئ في الفصل الأول؛ والآن نعود إلى هناك مرة أخرى.

هناك سرطان شائع نسبياً يقطن المنطقة المدية (حافة خط الشاطئ التي يغسلها المد، في معظم الأماكن مرتين يومياً) يسمى السرطان عازف الكمان (الصورة). تحمل الذكور، في نهاياتها المقاتلة، مخلبين: مخلب كبير بحجم جسم الحيوان وآخر صغير. يستعمل الأول للنشاطات القتالية، بينما يستعمل الصغير ملقطاً لتناول الطعام. منذ بضع سنوات، وصف عالم أحياء لوّحته الشمس بصورة عاطفية المخلب الكبير على أنه كمان، ومن هنا أتى اسم السرطان عازف الكمان (عدا عن بورا بورا في منطقة بولينيسيا الفرنسية حيث يسمى سرطان الكمان). بالنظر إلى الشكل الفعلي للمخلب الكبير، فإن كسارة البندق ربما كان اسماً مناسباً أكثر، لكنني أفترض أنه حتى عند السرطان، فإن الطلعة في عين الناظر.

إذا تكلمنا من وجهة نظر تخلقية، فإن السرطان العازف للكمان ناجح جداً: إنه يوجد على خطوط الساحل في جميع أنحاء العالم؛ إن السرطانات التي درستها تعيش قرب مختبر الأحياء البحرية في كاب كود في ولاية ماساتشوستس. يملك معظمها أجساداً لا تتعدى الإنش عرضاً، ولها ألوان كثيرة تتراوح من الأسود إلى الأسمر الزيتوني إلى الألوان الزاهية الأحمر والأصفر والأزرق، حسب النوع.

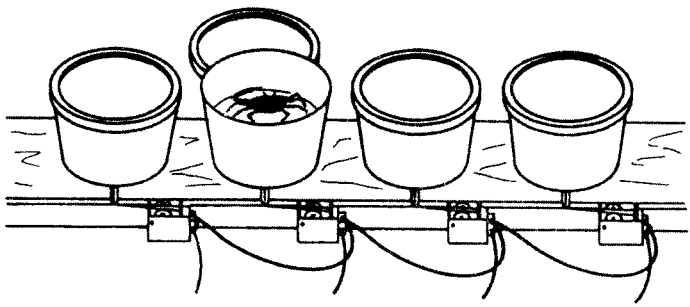
يتألف اليوم النموذجي من حياة السرطان عازف الكمان من الجلوس في كل مد تحت الماء في جحر يحفره بنفسه ومن ثم الخروج إلى المساحات الطينية أو الرملية المكشوفة ليتجول وهو يعدو (يركض هذا السرطان جانبياً) خلال فترة الجزر. حيث أن هذه السرطانات تستطيع أن تعيش في كل من الهواء وتحت الماء فهي تسمى برمائية. تقوم الذكور فوق الأرض بأربعة أمور: الأكل، نقب الصدف، والقتال، والتزاوج. إن الحياة أصعب نسبياً بالنسبة للذكر بالمقارنة مع الأنثى حيث أن الذكور لا تملك إلا مخلباً واحداً تستعمله في تناول الطعام. إن المخلب الكبير طويل جداً، والذراع التي تنشأ منه قصيرة جداً، بحيث أن الطعام الممسوك بذروة المخلب لا يمكن أن يصل إلى الفم. يتطلب الذكر أيضاً طعاماً أكثر من الأنثى لأنه عملياً يأكل لشخصين، هو وكماشته الهائلة. إضافة إلى ذلك فإن الوجبة تقطع لكي يقوم بطقوس المصارعة مع الذكور الأخرى؛ لا يؤدي القتال إلى شيء حيث أن القرص لا يؤذي المحارب الذي يلبس درعاً من الصفائح الهيكلية إلا قليلاً. (لكنهم يحاولون على كل حال: عندما تضع عدداً كبيراً من السرطانات صعبة المراس في دلو معاً فإنها تستمتع بالمصارعة الجماعية وتقبض جميعها على بعضها البعض في كتلة متشابكة موحدة، متصلة بمخالبها العملاقة. إن مخلب الكمان يستعمل أيضاً في القرع على الأرض والتلويح بإشارات إلى الإناث العابرات (لا

يوجد اتصال جنسي عفوي عند هذا النوع، يجب أن تُغوى الأنثى لدخول جحر العازب). تنتهي المداعبة الأخيرة أحياناً بالتقاط ناجح يعقبه تزاوج لمدة يومين تحت الأرض. بعد حوالي 14 يوماً تخرج الأنثى من حفرتها وترهو إلى حافة الماء. يجلس صغارها تحت بطنها مرتبطين بصفوف من زوائد السباحة، وقد تطوروا إلى مرحلة اليرقة لكن كلاً منهم ملفوف بغشاء. في الليل، عادة عندما يكون القمر في استهلاله أو يكون بدراً تغطس في الماء وتبدأ بضرب بطنها بالماء بقوة. يسبب ذلك تمزق الأغشية التي تغطي اليرقات وخلال العشر دقائق التالية تصبح الأنثى أماً فخورة لما يصل إلى 90,000 سرطان صغير... بعد ذلك، وهي تفكر في أن جهودها في حماية الصغار قد تعدت الشهامة المطلوبة، تترك الصغار لتدافع عن نفسها[8].

تجلس السرطانات أثناء المد عميقاً في جحورها. حتى إن بعض السرطانات تسد مدخل جحرها بكرة من الطين. عندما ينحسر الجزر ويكشف قاع البحر، تبقى الجحور مغمورة لفترة طويلة من الزمن، ويعتمد طول الفترة على نفوذية التربة ومعدل

(8) ذكر ويليام بيب، عالم طبيعة ممتاز ومستكشف تحت سطح البحر، مرة بأنه من الصعب النظر في السرطان عازف الكمان بالموضوعية الذي من المفترض أن يستعملها جميع علماء الطبيعة المرموقين. أنا أوافق على هذه العبارة، فهي أحياناً تبدو غير سوية...

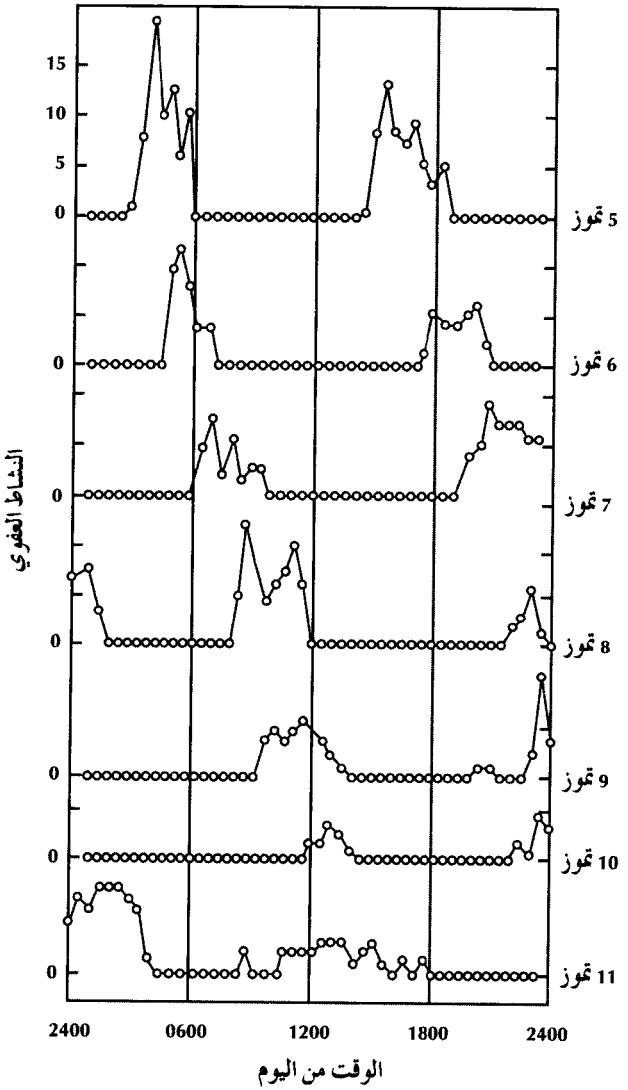
الصرف تحت الأرض. لكن السرطانات تبرز بعد تعرض أرض البحر للهواء بقليل، وأحياناً حتى قبل التعرض للهواء. كيف يعرف السرطان الذي لا يزال مغموراً متى يبرز؟ تظهر تجربة في المختبر الطريقة المجهولة.



الشكل 1.6 علب مقاييس الحركة المدورة

من السهل على الشخص المستعد لأن يتحمل الجروح الثاقبة التي تحدثها كماشة الذكر من آن لآخر أن يجمع بسرعة عدداً جيداً من السرطانات عازفة الكمان لكي تدرس في المختبر. توضع هناك في علب مقاييس الحركة المدورة (ذلك هو التعبير العلمي لما هو في الحقيقة علب زبدة صناعية مستعملة) (الشكل 1.6)، تتصل بآلة تحسب أوتوماتيكياً ما إذا كانت السرطانات تمشي في دوائر أو تقف دون حركة في أنابيبها. توضع مقاييس الحركة عندئذ في حاضنة أزيلت منها جميع الأدلة على الوقت والمد والجزر. وهي في منزلها هذا،

عندما ينحسر الجزر في مملكة السرطانات السابقة على الشاطئ، وتظهر السرطانات الحرة وتبدأ أعمالها الأربعة، فإن الحيوانات في الحاضنة تجري في دوائر؛ وعندما يغمر المد منطقة موطنها الأصلي فإنها تقف ساكنة لسبب غامض (بالنسبة لحيوان بري محبوس في قفص) ـ ما يعادل في المختبر كونها في منزلها في غياهب جحورها المغمورة. قد يستمر هذا النموذج لأيام أو أسابيع ويسمى ذلك إيقاع نشاط المد والجزر المستمر (الذي يظهر في الشكل 2.6). لاحظ أن ذرى النشاط الذي يحصل مرتين في اليوم يأتي متأخراً إلى حد ما كل يوم، كما يفعل المد والجزر تماماً في الطبيعة. من الواضح أن ساعة عازفي الكمان المتكونة في داخلها تسيطر على حياتها الزمنية. إن العرض الذي يظهره الشكل 2.6 عرض دقيق: ليست إيقاعات جميع السرطانات واضحة ودقيقة بهذا الوضوح. عندما نقع على سرطان عازف كمان فنان مثل هذا، فإن فريق الطلاب في مختبري يشعرون أن المستعرض يستحق تقديراً خاصاً. لذلك، مضياً مع جنون العصر في الخوارق، مثل تسمية بطولة كرة القدم الأمريكية الكرة الخارقة، وبطاقات الخطوط الجوية الرخيصة التوفير الخارق، فإن طلابي/الكوميديين يسمون السرطان بالسرطان الخارق (أو بسبب التأثير الانكليزي على محطات التلفزة): السرطان السوبرمان، وهو الاسم الذي أفضله). استمر إيقاع السرطان لمدة أيام في المختبر الذي ليس

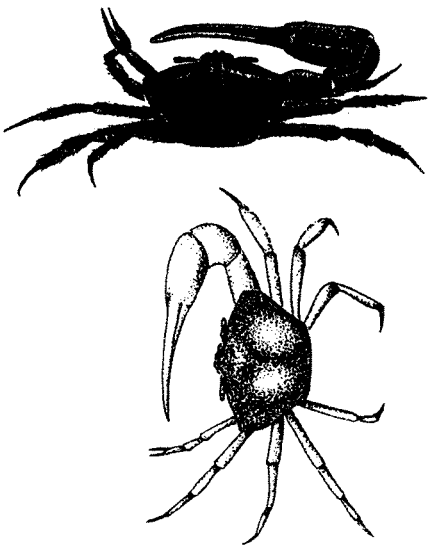


الشكل 2.6 نموذج نشاط سرطان عازف كمان منفرد في ظروف ثابتة في المختبر.

فيه مد ولا جزر، لكننا بعدئذ أوقفنا قصداً هذا النغم الجميل لنحررها (وهي لا تزال في إيقاعها) عائدة إلى موطنها الأصلي - آملين أن تنشر جينات مواهب معرفة المد والجزر بشكل واسع. تم هذا التحرير دون أي تذمر من طلابي دائمي الجوع؛ حيث أنهم لا يحبون وجبة السرطان عازف الكمان - لكن الكركند أمر مختلف! كان تشارلز داروين يقول عند الانتهاء من عناصر الاختبار، «إنها جيدة لقدر الطهي».

مباشرة تحت أصدافها، تمتلك السرطانات خلايا جلدية تسمى الخلايا الحاملة للون، والتي يشبه شكلها روث النورس المتبعثر على زجاج سيارتك. تحتوي الخلايا الحاملة للون حبيبات ذات صباغ داكن تتركز إما في مركز الخلية أو تتوزع بشكل متساو في أذرع الخلية المنتشرة. عندما يتوزع الصباغ في جميع الخلايا الحاملة للون لدى الحيوان في السيتوبلازما، فإن المظهر العام للحيوان يصبح أسود؛ وعندما يتركز الصباغ في نقطة صغيرة في مركز الخلية، يبيض رداء الحيوان من الدروع. في مكانها الطبيعي على شاطئ البحر، عندما تبرز السرطانات من جحورها خلال أوقات الجزر النهاري فإن صدفها يكون أسود اللون، لكنها عندما تتقدم في الليل، تكون أصدافها أفتح لوناً. كما في النشاط الإيقاعي الموصوف في الفقرة السابقة، عندما درس إيقاع تغير اللون هذا في ظروف ثابتة في المختبر ظهر أنه هو أيضاً مستمر. الفارق بين الإيقاعين هو أن الذرى

المتتابعة لإيقاع النشاط تتشكل بفترات تتناوب حوالي كل 12.4 ساعة (هذا إيقاع مد وجزر)، بينما إيقاع تغير اللون هو إيقاع يومي تفصل بين ذراه مدة حوالي 24 ساعة. وهكذا، على سبيل التشبيه، فإن ساعة السرطان الحية تشبه ساعة الصياد التي تشير إلى كل وقت من اليوم وحالة المد والجزر.



الشكل 3.6 التلون النهاري (في الأعلى) والليلي (في الأسفل) للسرطان عازف الكمان.

لكن مكونات إيقاع تغير اللون يتناوب أيضاً بتواتر مد وجزر منخفض السعة. ووجد أن هذا الإيقاع يظهر حتى في الأجزاء من السرطان المفصولة عنه. والقصة تأتيكم كما يلي.

يملك السرطان عازف الكمان ثمانية أرجل يستعملها للمشي (تنتهي الرجلان الباقيتان بالكماشات)؛ تبرز هذه الأرجل بشكل واضح من جسمه بجميع الاتجاهات. لذلك، إذا أمسك حيوان مفترس مثل النورس السرطان فإنه يمسك به بأحد المقابض المتيسرة، الرجل، ويخلعها من مكانها. بينما يتناول النورس الفضلة المقدمة كتضحية، يهرب السرطان ذو الأرجل السبعة إلى أمان جحره تحت الأرض.

يكفي هذا القدر من خلفية المعلومات. يجلب السرطان إلى المختبر ويستعمل الملقط ليقلد عضة النورس: قرصة قوية على الرجل وتخلع. توضع الرجل الحرة عندئذ في ظروف ثابتة وتفحص على فترات منتظمة لرؤية تبدل اللون. يستمر الإيقاع طالما بقيت الرجل حية!

السرطان الأخضر

يعيش السرطان الأخضر جنباً إلى جنب مع السرطان عازف الكمان على شاطئ أمريكا الشمالي الشرقي. (إن السرطان الأخضر يكون أحياناً أحمر اللون، مما يظهر إحدى نقاط ضعف استعمال الأسماء الشائعة للحيوانات.) يبدي هذا السرطان أيضاً إيقاعاً يومياً في تغيير اللون تماماً مثل السرطان عازف الكمان. التشابه الآخر هو أن لديه ساعة تنتج إيقاع نشاط متعلق بالمد والجزر لكنه مختلف عن إيقاع السرطان عازف

الكمان في أن الحيوان ينشط في وقت المد، مما يعني أنه يجري تحت الماء بدلاً عن الجري عند انحسار الجزر. نتيجة لهذا الفارق في الطور، يمكن أن يعيش نوعي السرطان متجاورين دون أن يتنافسا بشكل علني على الطعام في نفس الوقت.

يعيش السرطان الأخضر أيضاً على ساحل البحر الأبيض المتوسط حيث تبدلات المد والجزر قليلة جداً. أجريت تجارب مخبرية في مركز دراسة الحيوانات في نابولي على النشاط الإيقاعي للسرطان الأخضر المحلي. لم تظهر أية إشارة إلى إيقاع مد وجزر ثابت في سرطانات نابولي، بل أن نشاطها كان من نمط ذروة ـ واحدة ـ في ـ اليوم. يدل ذلك على القدرة العالية لهذه السرطانات على التقلب. سيكون مفيداً أن تنقل هذه السرطانات إلى الساحل البريطاني، وأن تعرض لنظام المد والجزر مرتين كل يوم لعدة أيام، ومن ثم أن تختبر ليرى ما إذا كانت ستعطي ذلك الإيقاع في المختبر.

باعتبار أن نشاط السرطان الأخضر يومي في البحر الأبيض المتوسط ومرتبط بالمد والجزر في الأماكن الأخرى، فإنه سيكون من الطبيعي أن يفترض القارئ أن النباتات والحيوانات تتعلم بشكل ما أن تكون إيقاعية بالتعرض للدارات البيئية مثل تناوب النهار مع الليل والتراوح بين المد والجزر. على الرغم أن هذا الاستنتاج يبدو بديهياً، فإنه ليس بصحيح. نحن نولد

جميعاً بساعاتنا، ولكن، حسب النوع، يحتاج بعضها لأن يفعل، بينما تولد الأخرى وهي تجري. تعطي ساعة السرطان الأخضر واحداً من أدلة كثيرة على هذا، كما سأشرح ذلك الآن.

اختارت عالمة الأحياء الرائعة، باربرا ويليامز، التي تأخذ بجرأة المهمات الصعبة، أن تقوم بالمهمة الشاقة بأن تكون الأم المستعارة لمجموعة من بيض السرطان الأخضر. حيث أنها تمتلك أصبع عالم الحيوان الخضراء فقد ربت السرطانات حتى حوالي عمر الكهولة في مختبرها في نيوزيلندا. عندما وصلت أخيراً إلى الحجم المناسب لكي تجلس بضعة أيام في مقياس الحركة، وضعتها هناك. لكنها في الأيام القليلة التالية لم تظهر أي دليل على نشاط يشابه النشاط مع المد والجزر.

عندها قامت الدكتور ويليامز بأمر مثير للعجب: غمرت الحيوانات في ماء قريب من درجة التجمد عدة ساعات، ثم دفأتها من جديد، ووضعتها مرة أخرى في مقياس الحركة. ومع أن السرطانات حتى لم تر المحيط وليس من الممكن أن تكون قد تعلمت أي شيء عن نموذج المد والجزر من غطسه واحدة في الماء المثلج، انظر ماذا حصل، بدأ نشاطها بأخذ نمط إيقاع المد والجزر! التفسير هو أن ساعات أجسامها كانت موجودة طوال الوقت، لكنها لم تبدأ العمل إلى أن تعرضت لصدمة البرد. إن الأمر يشبه ساعة المنبه ذات النابض الذي يجب أن

تربطه قبل أن تبدأ بالعمل. أو إذا كنت تفضل مثالاً حياً: مثل صفق مؤخرة الطفل عند الولادة لكي يبدأ إيقاع حركاته التنفسية. إن الرسالة التي نؤكد عليها هنا هي أن الساعة الحية مبينة داخلنا - إنها جزء من التركيب الجيني؛ لا نتعلم الإيقاعات من البيئة بعد أن ندخل إليها. إن دورات البيئة تلعب دوراً مهماً في ضبط عقارب الساعة الحية، وهي هنا تضبط طور إيقاع المد والجزر كما تعلم من مناقشة فتور السفر في الفصل الرابع.

إن من استمتع منكم بالسفر من خليج إلى خليج على طول أميال قليلة من الساحل قد يلاحظ أن المد يمكن أن يكون بمراحل مختلفة كثيراً من التقدم والانحسار. إن سبب عدم التوافق هذا هو اختلاف تضاريس الساحل وكذلك شكل قاع المحيط في المنطقة المحلية. إذا فحصت ضبط إيقاع السرطانات في كل خليج، ستجد أنه يتناغم مع المد والجزر في خليجها الخاص. صممت تجارب حول قدرة المد والجزر على ضبط طور الإيقاع؛ هاكم مثالاً رائعاً عن تلك التجارب. هناك تبادل واحد فقط للمد والجزر في الساحل الكاريبي لكوستاريكا، بينما يحصل المد والجزر مرتين على ساحلها الهادي. تبدي السرطانات عازفة الكمان المجموعة من الشاطئ الكاريبي ذروة حركة واحدة فقط في المختبر، بينما تظهر السرطانات المجموعة من الشاطئ الغربي ذروتين. عندما نقلت السرطانات إلى البر من الشاطئ الشرقي وعرضت في أقفاصها للمد والجزر المستثير من

المحيط الهادي لبضعة أيام، أظهرت إيقاعاتها أنها تأقلمت مع برنامج المرتين في اليوم للمد والجزر.

ساعة الكوكل

حيوان الكوكل يعيش مطموراً مباشرة تحت الرمل في الشاطئ الجميل للجزر الجنوبية في نيوزيلندا، الذي سميناه مجازاً الساعاتي. خلال فترة الجزر فإن الرمل مباشرة فوق رأسه(ربما الأفضل أن نقول مباشرة فوقه لأن هذه الرخويات لا تملك رأساً) يتعرض للهواء ويغلق الساعاتي صدفته بإحكام. أما خلال المد فإنه يفتح صدفته إلى حد يكفي لضخ الماء إلى جوف معطفه حيث تصفى العضويات الدقيقة كمصدر للطعام. يسمى طقس الفتح والإغلاق إيقاع فرجة الصدفة وهو يستمر عندما يدرس الحيوان في المختبر بعيداً عن المد والجزر.

الرخويات كتقاويم وكمؤرخين

في كل مرة يفتح الساعاتي صدفته، يتوضع القليل من الكالسيوم على حافة الصدفة؛ تكبر جميع الرخويات في حجمها بهذه الطريقة. عندما تغلق الصدفة، تتوضع مادة قاتمة. ولذلك فإن الصدفة تظهر بوضوح وجود طبقات فيها. عندما تقطع الصدفة عرضاً وتلمع الحافة المقطوعة إلى أن تصبح ملساء، يمكن للمرء عند استعمال التكبير أن يرى الطبقات الفردية التي

توضعت خلال فترات الجزر. لذلك، بمجرد النظر إلى الصدفة بهذه الطريقة، يمكن للمرء أن يعرف ماذا كان نظام المد والجزر الشهري إلى أن وضع الساعاتي في دلو الجمع. إن لهذه الطريقة البسيطة من دراسة التاريخ عواقب بعيدة المدى.

مع تقدم عمر الأرض، يتباطأ معدل دورانها. إحدى الطرق الكثيرة لتأكيد ذلك كحقيقة هي استعمال مستحثات أصداف الرخويات، أو الأفضل من ذلك حتى، المرجان المستحاث؛ يخدم كل من الحيوانين جيداً كشاهد صامت على التاريخ. سأركز هنا على المرجان لأنه أسهل في تفسيره. عندما ينمو طولاً فإنه يضع طبقة من الكالسيوم كل يوم، ويتوافق ثخن الطبقة مع الفصل من السنة. وهكذا، إذا نظرنا إلى مقطع في مرجان جديد فإننا نرى الطبقات الثخينة تصبح أرق بالتدريج ومن ثم تثخن من جديد إلى ثخانتها الأصلية. وعندما تعد عدد الطبقات ضمن هذه الفترة، ستجد أنها 365 طبقة، واحدة لكل يوم من السنة. يجعل هذا النموذج سوق المرجان مفيدة كتقويم بسيط، غير مبهم نسبياً، وطبيعي لذلك يمكن أن نصفها بأنها مقاييس زمنية أرضية. مع تأكيد هذه الحقيقة، يمكن للمرء أن يفحص مرور الوقت في الحياة السابقة لما هو الآن مستحاثات المرجان، ونجد عندها أنها تخدم كساعات إحاثية. افترض أننا نظرنا إلى مستحاثة عاشت في الحقبة الديفونية التي بدأت منذ 405 ملايين سنة. من عد الطبقات نجد أنه كان يوجد 400 يوم

في السنة الديفونية، مما يعني أن الأرض كانت تدور بشكل أسرع عندئذ ـ كان طول اليوم 22 ساعة!

هاك طريقة أخرى لدراسة التاريخ. في بعض السواحل، حيث الظروف مواتية تماماً، يضع كل مد طبقة من الطين والرمل على خط الساحل. مع مرور الوقت تنضغط هذه الطبقات وتتحول في النهاية إلى صخرة رسوبية واضحة الطبقات. تسمى هذه الصخور بالمدية، ولقد جمعت صخور عتيقة منها تتراوح في عمرها من 305 إلى 900 مليون سنة من قاع البحر القديم الذي ارتفع والذي يسمى اليوم إنديانا، وألاباما، ويوتا، وأستراليا. إن الطبقات الرسوبية ضمنها تختلف بشكل إيقاعي من سميكة إلى رقيقة حسبما توضعت بمد الربيع أو الجزر المحاقي. تدل الصفيحات المتناوبة للصخور المدية التي تشكلت قبل 900 مليون سنة أن الأرض كانت تدور حول محورها حينئذ أسرع 30 في المئة مما هي عليه اليوم، مما يعني أنه كان في السنة 481 يوماً، كل منها طوله 18،2 ساعة.

تفقد الأرض حالياً ثانيتين كل 100،000 سنة، مما يعني أنه يجب في النهاية أن نجيب على السؤال، «أين يمضي الوقت؟» هناك مظهر مهم لهذه المداخلة على التاريخ وهي أن المؤرخين المنقحين لا يمكن أن يشوهوا هذه المعطيات ـ إنها منقوشة في الحجر.

هاك قاطع حقيقي للاستعراض: إن أفعال البشر تخفض فعلاً من معدل تباطؤ الأرض. أكد هذه الحقيقة الدكتور بنجامين فونغ تشاو، عالم الفيزياء الأرضية في مركز غودارد الفضائي. إن معظم خزانات حفظ المياه التي بنيناها نحن البشر تقع في نصف الكرة الشمالي، مما يعني أننا ركزنا وزن الماء أقرب إلى محور الأرض مما لو كانت الخزانات مبنية قرب خط الاستواء. إن وزن الماء المخزون يصل قريباً من تريليون طن. يسبب كل هذا الوزن المنقول قريباً من محور الأرض الكوكب لأن يدور بشكل أسرع (فكر بأن المتزلقين يمكنهم أن يجعلوا أنفسهم يدورون أسرع بجذب أذرعهم إلى أجسادهم). كما يتوقع المرء، فإن التناقص قليل جداً، لكنه يمكن أن يقاس بمقاييس الدكتور تشاو.

المدود الأرضية

هاكم بضع كلمات عن الكيفية التي يتشكل فيها المد والجزر. عندما تمر الشمس، وخاصة القمر، فوق رؤوسنا (لو قلناها بشكل أدق ـ والفضل يعود إلى كوبرنيكوس وغاليلو ـ فإننا نعلم أن الأرض تدور تحت هذه الأجرام السماوية) فإن قوة جاذبيتها تشد محيطات الأرض تحتها للأعلى، محدثة المد (في هذا البحث لا داع لأن أبحث في تولد المد الذي يحصل في نفس الوقت على الطرف الآخر من الأرض). إن ما لا يعلمه كثير

من الناس هو أن هذه القوى ترفع أيضاً الأرض الصلبة تحت أرجلنا ـ محدثة مداً من تراب وصخور الأرض! على سبيل المثال، عندما كان يمر القمر فوق ما كان مركز التجارة العالمي في نيويورك فإن بناءيها كانا يرتفعان حوالي 14 إنشاً تقريباً، وعندما كان يسطع القمر أول ما يسطع في الشرق فإن البناءين كانا يميلان إنشين نحوه، وعندما كان يغرب فإنهما كانا يميلان إنشين نحو الغرب. إن من يقف منا في مثل هذه الأبنية يرتفع وينخفض ببطء في تناغم مع الأرض لكننا غافلون عن حقيقة أننا نحن أيضاً (مثل العضويات في الفصل الأول) ندخل في إيقاع هجرة عمودية! المثال الأكثر إثارة هو المد الأرضي على يو، أحد أقمار المشتري الأربعة. إن هذا القمر حجمه أقل من ثلث حجم الأرض لكن سطحه الصلب يرتفع وينخفض بمد وجزر يبلغان 300 قدم أي حوالي 100 متر (ليس مدهشاً أننا نستطيع أن نعلم شيئاً كهذا على بعد 392 مليون ميل من الأرض!)

مع هذه الخلفية من المعلومات، هاكم قصة مثيرة عن المد الأرضي تثير بعض الأسئلة الكبيرة حول حقيقة عمل الساعات الحية ـ لكنها لا تجيب عليها ـ . هناك حشرة تسمى خطأً جدجد الكهوف والذي هو في الحقيقة جندب ولا يعيش دائماً في الكهوف. يمكن لخبراء التصنيف أن يتعاملوا مع بعضهم دون رحمة عندما يختلفون حول الاسم الصحيح الذي يطلقونه على نوع ما؛ وعندما عملت لأول مرة على هذه الحشرة كانت

تسمى، بشكل مطنب إلى حد ما ولكنه رومانسي، هادينيوكاس سبتيرانيوس ـ الحشرة من الأحشاء القاتمة للجحيم. إن اسمها الحديث أقل ابتذالاً وأقل أسراً. مهما يكن وضعت مجموعة من جدجد الكهوف في مقياس الحركة ووضعت في ظروف طبيعية ثابتة: حبست في مهوى منجم قديم عميق مغلق بأبواب فولاذية ثقيلة. أبقيت حرارة الهواء هناك ثابتة بدرجة 40 فْ، وأبقيت الرطوبة 93٪، وكان الظلام من النوع الذي لايفهم إلا من قبل هواة اكتشاف الكهوف عندما ينطفيء ضوء أبيالهم. وضع معهم في الكهف مقياس توتر مصمم ليقيس تبدلات المد الأرضي. كانت الأبواب الحديدية تفتح مرة فقط كل شهر إلى ثلاثة أشهر لتفحص الأدوات. عندما حللت روث سايمون، الباحثة في هذا المشروع، إيقاع النشاط لجدجد الكهوف، وجدت علاقة إيجابية قوية مع إيقاع المد الأرضي! هل يمكن أن يكون هذا علاقة مسبب ـ تأثير؟ هل يمكن أن نعتبر أن الظروف الثابتة المعيارية المستعملة في المختبر لا تعتبر ثابتة من قبل العضويات التي نفحصها؟ هل تستجيب هذه العضويات للمد الأرضي؟ حسب أفضل معلوماتي، لم يتأكد هذا العمل من قبل علماء آخرين، لذلك من المبكر جداً حتى طرح مثل هذه الأسئلة.

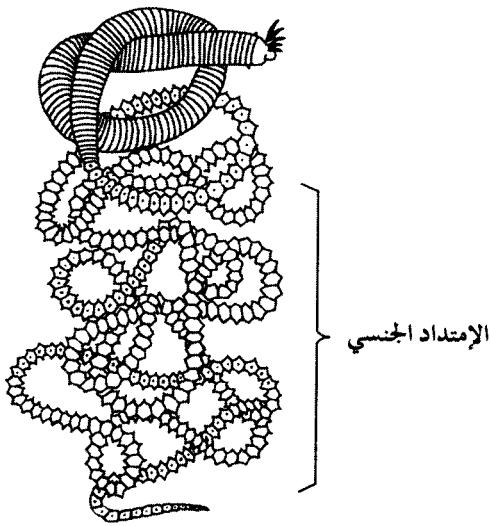
هاكم مثالاً آخر مثير للفضول عن التوافق بين النشاط الحيوي والمد الأرضي يأتي من قلم الدكتور إيرنست زورتشير في فلورانس بإيطاليا. وضع وزملاؤه شجرتين من البيسية بطول

خمسة أقدام، تنبتان في حوضين مختلفين، في غرفة مظلمة أبقيت فيها الحرارة ثابتة تماماً. قاسوا قطر الجذع كل عدة ساعات ووجدوا أن التبدلات كنت تظهر كإيقاع مدي! كان إيقاعا كل من النباتين متماثلين تقريباً، عدا عن الفارق في سعة المنحنى. قارن الباحثون هذه الإيقاعات مع شكل إيقاع المد الأرضي في كل يوم ووجدوا علاقة عكسية شبه كاملة: عندما كان الجذعان ينتفخان للحد الأقصى، كان إيقاع المد الأرضي يغور. بقيت هذه العلاقة حتى في الأجزاء من الجذع المعزولة عن النبات طالما بقيت حية. لا يعرف ماذا يسبب هذه العلاقة الظاهرة؛ يبدو من غير المحتمل أن قوى الجاذبية المطبقة على البيسية يمكن أن تحدث هذا التغير فيزيائياً.

يجب على المرء أن يحترس في تفسير الموجودات التي ذكرت في تقارير هاتين الدراستين الأخيرتين. إن ما اكتشف ـ حسبما ذكر في التعابير الإحصائية ـ هو التوافق، أي الحالة التي تختلف فيها عمليتان بطريقة تدل على أنهما مرتبطتان حقاً. كان هناك توافق إيجابي بين نشاط الجدجد والمد الأرضي وتوافق سلبي في دراسة قطر الجذع. إن أكثر الاستنتاجات تفاؤلاً التي يمكن الوصول إليها في كل من الحالتين هو أن التوافق يمكن أن يكون علاقة مسبب ـ أثر. يميل الشخص دائماً إلى استنتاج أن العلاقة سببية، لكن ذلك كثيراً ما لا يكون صحيحاً. على سبيل المثال افترض أن شخصاً ما قد لاحظ أن جميع الناس

الذين يعملون في مناوبات ثماني ساعات يموتون. مع أن التوافق إيجابي جداً، فإن من البديهي أن الاستنتاج الصحيح أن عدد ساعات العمل اليومية لا يسبب الموت. نحن جميعاً نموت، ومعظم الموظفين منا لديهم عبء عمل طبيعي؛ العلاقة مجرد مصادفة. من ناحية أخرى، فإن الموت المبكر يتوافق بشكل مهم مع تدخين السجائر.

ماذا يفعل سكان جزيرة ساموا في عيد الشكر



دودة بالولو سامون

هاكم مثالاً على إيقاع يومي، وشهري، وسنوي، كلها مغلفة معاً وتعرض في نوع حيواني واحد، هو دودة بالولو في

ساموا. يقوم القريب المائي لدودة الأرض هذا بطقوس في التزاوج أحر من تلك المشاهدة في المجلات الإباحية الرخيصة. تعيش الدودة في أنفاق في الحيز البحري قرب شواطئ جزيرة ساموا وجزر أخرى في المحيط الهادي. في نهاية الصيف، ينمو امتداد في نهاية ذيل كل بالولو، يسمى الامتداد الجنسي، وهو يتألف من الكثير من القطع المنفردة مملوءة جميعاً إما ببيوض خضر أو نطف زرق، حسب جنس المؤخرة التي تفرخها. عندما تصل هذه النهايات الخلفية إلى مرحلة النضوج تدخل الديدان في طقوس عربدية شرجية. عند الفجر، أساساً في اليوم الذي يصل فيه القمر إلى طور آخر ربع منه، في شهر تشرين الثاني، تنضج الشهوة الجنسية لهذه المؤخرات ذيلية الشكل التي تبلغ القدم طولاً، فتنفصل عن أصلها وتسبح إلى سطح المحيط. هنالك تبدأ بتزاوج عنيف يهيج في المياه العليا حتى تصبح ما يشبه الماخور الرغوي. يقف سكان ساموا الأصليون في المياه التي يصل عمقها إلى مستوى الصدر أو في زوارقهم الطويلة إلى أن يرى كشافهم صعود الديدان ويصرخ بالنداء المرتفع «اغترفوا المتمعجات قبل أن تنفجر». يملأ الدلو تلو الدلو للاحتفال التالي، لكن بعض المتطرفين المحبين للديدان لا يمكنهم الانتظار ويبتلعونها مباشرة في نفس المكان. يكبح المتأنقون الملتزمون رغبتهم إلى الحد الكافي لإيصال الديدان إلى المنزل حتى يتعشوا بالبالولو المشوية اللذيذة التي تنقلب إلى

الأخضر الزمردي على النار. يحصل ذلك تقريباً في نفس الوقت الذي نحول فيه في الولايات المتحدة طيورالديك الرومي إلى جثث هامدة في عيد الشكر. بالنسبة لنا فإن الحيوانات دودية الشكل، وانطباعنا غير المختبر لما ينبغي أن يكون طعمها، يصد شهيتنا، ولكن في الحقيقة إن البالولو قليلة الدسم، وأغنى بالفيتامين أ و الكاروتين من بيض الدجاج. بعبارة أخرى، ربما كان أفضل بالنسبة للمرء من الطعام الغث الذي يفضله الكثير منا. بالمناسبة، إذا كنت تريد أن تطلب البالولو وأنت في فيجي، اطلب المباولبا.

ملء اليد من البالولو الحية (وهي لا تزال تتمعج) تستهلك كما هي من قبل محب للديدان

لكنني استطردت كثيراً (كان الوقت مباشرة قبل الغداء عندما كتبت الفقرة السابقة) . . . يجب أن نعود إلى مؤخرات الديدان المحظوظة التي نجحت في الفرار من البشر ذوي الروح غير الرياضية الذين يضعون سعادتهم الطعامية قبل سعادة البالولو الجنسية. تركنا الديدان تتمعج على سطح المحيط. تقريباً في نفس الوقت تنفجر المتمعجات، وتغوص إلى القاع، مالئة البحر ببيوض ونطف متنوعة الألوان خلال الانفجارالكبير. تتحد الخلايا الجنسية بأعداد هائلة ويزداد النوع عندما تستبدل الكهول الموت بطقس عربدة واستمتاع انفجاري.

القمر وحياة البشر الجنسية

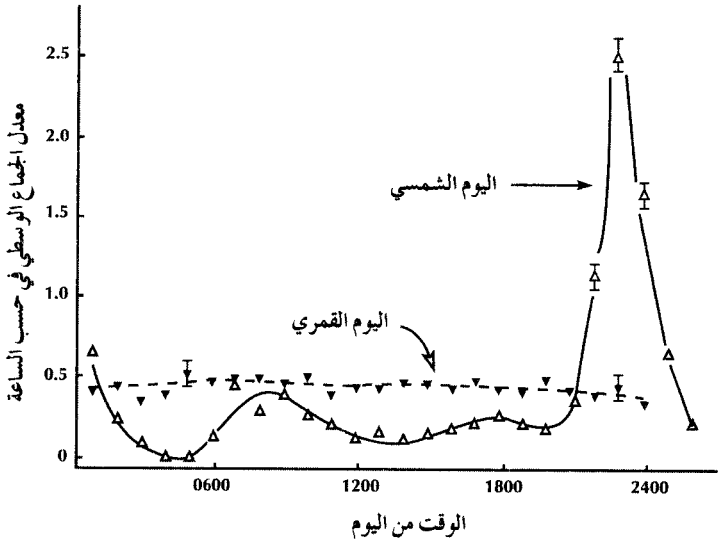
هناك الكثير من الأمثلة عن عضويات توقت مداعباتها الجنسية مع طور معين من القمر. هل يمكن أن يكون البشر في تعداد صفوفهم؟ يلتزم بعض الناس بالتأكيد بهذه الفكرة، ونحن نقرأ ونسمع في الأدب الشائع، والشعر (القمر، الغزل، تموز)، والأغاني (التغني: «عندما يضرب القمر عيناك، كفطيرة بيزا كبيرة، ذلك هو الحب") أنه لا بد أن القمر يؤثر مباشرة في بعض مظاهر حياتنا، خاصة الجنس (والجرائم الجنسية لو سألت خبراء الإجرام). في محاولة لإلقاء بعض الضوء على هذا السؤال شكلت فريقاً مع ريتشارد أودري وناومي موريس في مركز كارولاينا السكاني لإعطاء النتائج التالية. دفع لثمانية

وسبعين شريكاً وشريكة (أذكر أنهم جميعاً متزوجون ـ أجريت هذه التجربة منذ وقت طويل) دولاراً في اليوم (عدّل الزمن إلى سنين بعيدة جداً) لكي يخبرونا، عبر البريد، ما إذا كانوا قد مارسوا الجنس خلال الأربع والعشرين ساعة السابقة، وإذا كان ذلك، ففي أي وقت. إن ذروة الجماع ليست وقتاً ملائماً لاتخاذ القرار (يأتي الدليل من الأشخاص الذين يمارسون العزل كطريقة لمنع الحمل؛ وجميعهم الآن آباء)، لذلك طلب من الزوج والزوجة عدم مشاورة أحدهما الآخر عند كتابة البطاقة البريدية. لكن الاتفاق على الوقت الذي ذكروه كان متماثلاً جداً إلى حد أنك تتساءل ما إذا كانوا يركزون على ما يقومون به أم على مراقبة الساعة. لكن أجوبتهم، أظهرت من الواضح جداً أنهم،على عكس الرئيس كلينتون، يعرفون التعريف الدقيق لكلمة الجنس: مارسه كل من الزوجين. في نهاية الدراسة جمعنا 5،584 مما سميناه أيام جماع الزوجين من المعطيات. أول شيء بحثنا عنه في بنك المعطيات الجديد كان أكثر الأوقات شيوعاً من اليوم للجماع. قبل أن أعطيكم الجواب، ما هو تخمينكم؟

تظهر نتائج دراستنا في الشكل 4.6 افحص المخطط المرسوم على المثلثات المفتوحة. حصل ست وخمسين في المئة من الجماع اليومي بين الساعة الحادية عشرة ليلاً والواحدة صباحاً. هناك أيضاً حدبة أخرى (إن شئت) في المعطيات

الساعة السابعة صباحاً؛ الوقت من اليوم عندما يكون هرمون التستسترون (الهرمون الباني للشبق) في أعلى مستوى له في اليوم.

لكن النقطة هنا كانت تحديد الدور الذي يلعبه القمر، إن كان له دور، مباشر أو غير مباشر، في هذا التوقيت. أولاً نعطيكم خلفية من المعلومات. إن الفاصل بين ظهور القمر متعاقباً في ليلتين ليس 24 ساعة، لأنه ـ على عكس الشمس التي هي جرم سماوي ساكن تقريباً ـ ليس ساكناً. إنه يدور حول الأرض، في نفس الوقت الذي تدور الأرض تحته. لكي تلحق الأرض بدوران القمر، يجب على الأرض أن تدور 50 دقيقة إضافية، وبذلك فإن الفترة الفاصلة بين ظهور القمر مرتين متعاقبتين هو 24 ساعة و 50 دقيقة، اليوم القمري. لرسم المخطط كالذي يظهر في الإيقاع اليومي، استعملت ساعات توافق 24 ساعة في اليوم. لرسم مخطط لليوم القمري استعملت ببساطة الساعات القمرية التي توافق 24 ساعة و50 دقيقة في اليوم الواحد. إذا تم ذلك بالعدد الصحيح من الأيام القمرية، فإن تأثير اليوم الشمسي يصبح عشوائياً ويختفي من المعطيات. إذا كان للقمر أي تأثير على حياة الزوجين الجنسية فستبدو ذروة أو ذرى على المخطط، وإلا ظهر أساساً خط مستقيم. وذلك ما وجدناه (الخط المتقطع المرسوم على المثلثات المقلوبة المليئة).



الشكل 4.6 يمثل المخطط المرسوم بالمثلثات المفتوحة الأوقات الوسطية التي تجامع فيها 78 زوجاً خلال اليوم على مدى عدة أشهر. من الواضح أن الوقت المفضل هو بين العاشرة مساء ومنتصف الليل. رسمت نفس المعطيات مرة أخرى حسب ساعات اليوم القمري. إن المخطط الناتج (النقاط المليئة) مستقيم مما يدل على عدم التوافق مع القمر.

نظرنا أيضاً إلى المعطيات بطرق كثيرة أخرى. لأن الأشخاص كانوا متزوجين، فقد فحصنا نموذج الجماع يوم الأحد حيث تكون الرغبات الجنسية أقل احتمالاً لأنها تتثبط بالأعمال والالتزامات خارج المنزل. مرة أخرى لم نجد أين توافق مع القمر، لكنني أستطيع أن أضيف بكثير من التأكيد أن

القليل من هؤلاء الأشخاص ذهبوا إلى المعابد أو إلى ملاعب الغولف في الصباح، وأن طريقةً بديلة وجدت لملء الفراغ الشاغر بعد ظهر يوم الأحد . . مع ذلك فقد كانت ذروة الجماع الأساسية قد حصلت حوالي منتصف الليل. مهما يكن، فإن الدراسة لم تؤكد قلق الكاتبة الأمريكية سوزان إيرتس بأن «يتوق الملايين للخلود وهم لا يعرفون ماذا يفعلون بأنفسهم بعد ظهر يوم أحد ماطر».

بعد ذلك قارنا عدد مرات الجماع عندما كان القمر فوق أفق الأرض بالمقارنة مع عدد مراته عندما كان تحت الأفق (عندما يسد «شعاع القمر» بكتلة الأرض) ـ وأيضاً عدد المرات مع مراحل القمر الأساسية على مدى الشهر ـ لكننا لم نجد أي توافق مهم. لذلك يجب أن أترك الموضوع باستنتاج أنه لا يوجد أي رجل على القمر (أو رجل وامرأة بالنسبة لأولئك الذين يرون في ذلك فوائد اجتماعية بنائية كبيرة بدرجة كافية لأن تتغلب على غرابتها) يراقب ويوجه حياة البشر الجنسية.

الآن، لصالح ملاحي الأرض، سنترك البحر ونذهب إلى الأرض.