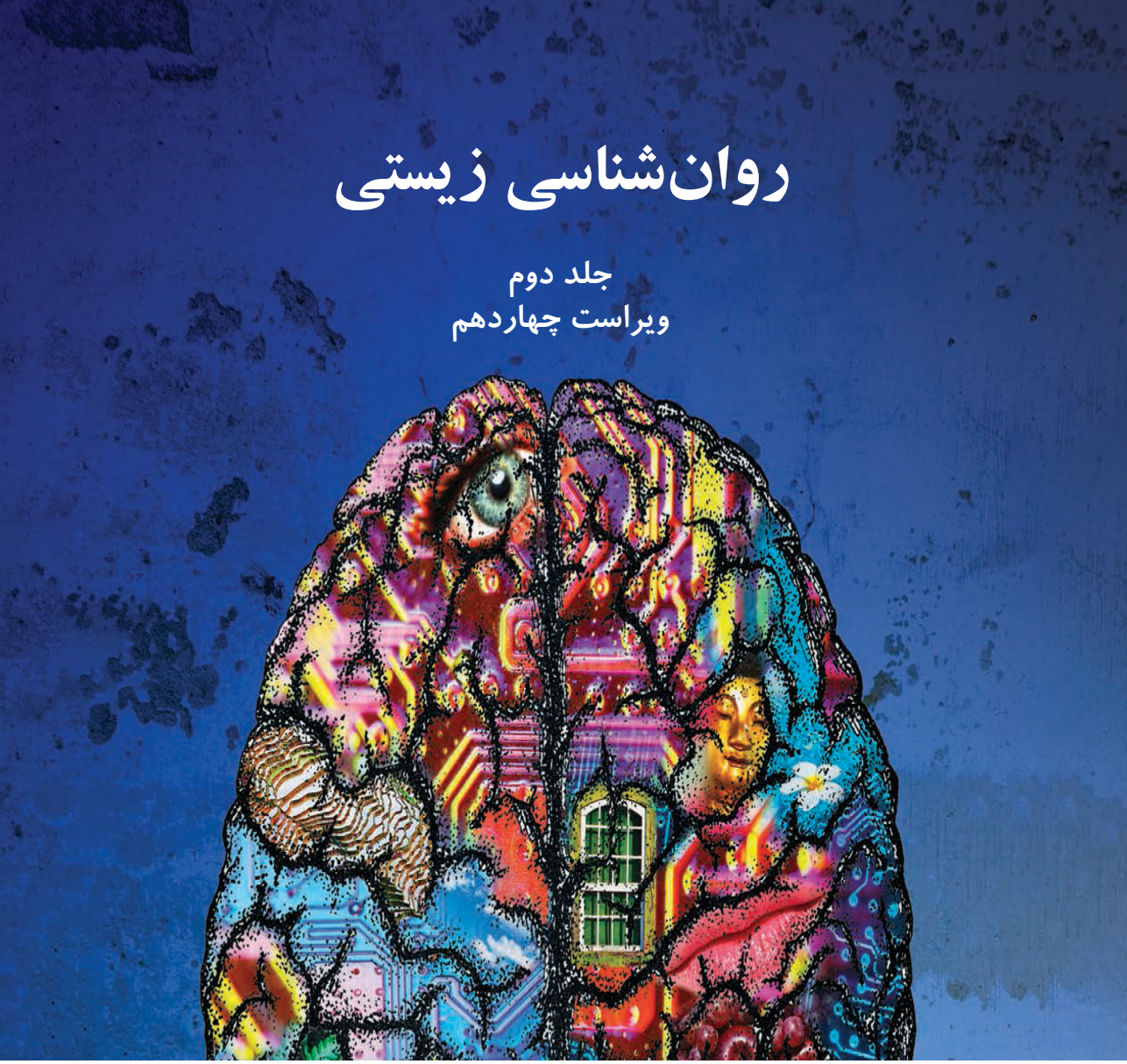
روان‌شناسی زیستی

جلد دوم

ویراست چهاردهم

روان‌شناسی زیستی

جلد دوم
ویراست چهاردهم



تألیف

جیمز. و. کالات

ترجمه

دکتر احمد علی‌پور
استاد گروه روان‌شناسی
دانشگاه پیام‌نور

دکتر فاطمه هداوندخانی

امیرعلی مازندرانی
دانشجوی دکتری
دانشگاه تربیت مدرس

فهرست

دربارهٔ نویسنده ۷
سخن مترجم ۱۱
پیشگفتار ۱۳
تقدیر و تشکر ۱۷

فصل ۱ بنیادهای سلولی رفتار ۲۳
واحد یادگیری ۱-۱: رویکرد زیست‌شناختی به رفتار ۲۴
واحد یادگیری ۱-۲: نورون‌ها و سایر سلول‌ها ۳۸
واحد یادگیری ۱-۳: پتانسیل عمل ۵۲

فصل ۲ سیناپس‌ها ۶۹
واحد یادگیری ۲-۱: مفهوم سیناپس ۷۰
واحد یادگیری ۲-۲: رویدادهای شیمیایی در سیناپس ۸۰

فصل ۳ آناتومی و روش‌های تحقیق ۱۰۳
واحد یادگیری ۳-۱: ساختار دستگاه عصبی مهره‌داران ۱۰۴
واحد یادگیری ۳-۲: قشر مخ ۱۲۲
واحد یادگیری ۳-۳: روش‌های تحقیق ۱۳۵

فصل ۴ ژنتیک، نمو و شکل‌پذیری ۱۴۹
واحد یادگیری ۴-۱: ژنتیک و تکامل رفتار ۱۵۰
واحد یادگیری ۴-۲: نمو مغز ۱۶۸
واحد یادگیری ۴-۳: شکل‌پذیری پس از آسیب مغزی ۱۹۳

فصل ۵ رمزگذاری بینایی ۲۰۷
واحد یادگیری ۵-۱: رمزگذاری بینایی ۲۰۸
واحد یادگیری ۵-۲: پردازش بینایی در مغز ۲۲۶
واحد یادگیری ۵-۳: پردازش‌های تخصصی بینایی ۲۴۵

فصل ۶ سایر دستگاه‌های حسی ۲۵۹
واحد یادگیری ۶-۱: شنوایی ۲۶۰
واحد یادگیری ۶-۲: حواس مکانیکی ۲۷۳
واحد یادگیری ۶-۳: حواس شیمیایی ۲۹۰

فصل ۷ حرکت ۳۰۹
واحد یادگیری ۱-۷: کنترل حرکت ۳۱۰
واحد یادگیری ۲-۷: مکانیسم‌های مغزی حرکت ۳۱۹
واحد یادگیری ۳-۷: اختلالات حرکتی ۳۳۹

واژه‌نامه **۳۴۹**
نمایه **۳۷۳**

فصل ۸

خواب بخش مهمی از زندگی تقریباً همهٔ حیوانات است.

خواب و بیداری

رئوس مطالب فصل

واحد یادگیری ۱–۸

ریتم‌های خواب و بیداری

چرخه‌های درون‌زاد

تنظیم و بازتنظیم ساعت زیستی

مکانیسم‌های ساعت زیستی

در خاتمه: چرخه‌های خواب و بیداری

واحد یادگیری ۲–۸

مراحل خواب و مکانیسم‌های مغزی

خواب و دیگر وقفه‌های هشیاری

مراحل خواب

خواب متناقض یا **REM**

مکانیسم‌های مغزی بیداری، برانگیختگی و خواب

اختلال‌های خواب

در خاتمه: مراحل خواب

واحد یادگیری ۳–۸

چرا خواب؟ چرا REM؟ چرا رؤیا؟

کارکردهای خواب

کارکردهای خواب **REM**

زوایای زیستی خواب دیدن

در خاتمه: فهم محدود ما از خودمان

اهداف یادگیری

پس از مطالعهٔ این فصل قادر خواهید بود:

۱. ریتم‌های درون‌زاد را تعریف و توصیف کنید.
۲. مکانیسم‌هایی را توصیف کنید که ساعتِ زیستی را تنظیم و بازتنظیم می‌کند.
۳. نقش هسته‌های فوق چلیپایی را در کنترل خواب و بیداری توصیف کنید.
٤. به‌طور مختصر به پایه‌های زیست شیمیایی ریتم سیرکادین اشاره کنید.
٥. مراحل خواب را فهرست کرده و مشخصات آن‌ها را بگویید.
٦. ویژگی‌های اصلی خواب REM را فهرست کنید.
۷. مکانیسم‌های مغزی خواب و REM را توصیف کنید.
۸. راجع به پیامدهای این حقیقت که منطقهٔ زندگی بر خواب اثر می‌گذارد، بحث کنید.
۹. راجع به اختلال‌های خواب بحث کنید.
۱۰. تبیین‌های احتمالی مربوط به کارکردهای خواب را ارزیابی کنید.
۱۱. تفاوت‌های گونه‌ها را از نظر خواب توصیف کنید.
۱۲. تبیین‌های احتمالی مربوط به کارکردهای REM را ارزیابی کنید.
۱۳. تبیین‌های احتمالی دیدن رؤیا را توصیف کنید.

هر کسی که از خواب محروم شود، رنج خواهد کشید. امّا چنانچه زندگی در سیّارهٔ دیگر و تحت شرایط دیگر تکامل می‌یافت، آیا جانوران می‌توانستند بدون نیاز به خواب به زندگی ادامه دهند؟ برای مثال، سیّاره‌ای را تصوّر کنید که دور محورش نمی‌چرخد. بعضی از جانوران با زندگی در تاریکی تطابق پیدا می‌کنند، و برخی دیگر با زندگی در روشنایی، و برخی نیز در منطقه‌ای با نور تاریک‌روشن زندگی می‌کنند که منطقهٔ تاریک و منطقهٔ روشن را از هم جدا می‌کند. در این سیّاره لازم نیست زندگی جانوران بر اساس یک برنامهٔ ثابت به بخش‌های فعّال و غیر فعّال تقسیم شود و احتمالاً نیز نیازی به بخش‌های غیرفعّال طولانی وجود ندارد. اگر شما فضانوردی بودید که این جانوران بی‌خواب را کشف می‌کردید، ممکن بود شگفت‌زده شوید.

حال، تصوّر کنید که فضانوردانِ آن سیّاره در اوّلین سفر فضایی‌شان به زمین بیایند. شگفتیِ آنها را وقتی که حیواناتی را می‌یابند که مانند ما دوره‌های غیرفعّال طولانی مدّتی دارند که شبیه مرگ است، تصوّر کنید. برای کسی که قبلاً هیچ‌وقت خواب را ندیده است، این منظره واقعاً شگفت انگیز خواهد بود. برای درک بهتر، اجازه دهید خود را جای آنها بگذاریم و از خود بپرسیم چرا حیوانات فعّالی مثل ما، یک‌سوم زندگی‌شان را با این فعّالیت حداقلی طی می‌کنند. نیکو تینبرگن (۱۹۷۳، صفحهٔ ۱۶۱)

واحد یادگیری ۱–۸

ریتم‌های خواب و بیداری

اهداف یادگیری

بعد از مطالعهٔ این واحد یادگیری، باید بتوانید:

۱. ریتم‌های درون‌زاد را تعریف و توصیف کنید.

۲. مکانیسم‌هایی که ساعت زیستی را تنظیم و بازتنظیم می‌کنند شرح دهید.

۳. نقش هسته‌های فوق کیاسماتیک را در کنترل خواب و بیداری توصیف کنید.

٤. به صورت مختصر به پایه‌های زیست شیمیایی ریتم سیوکاردین اشاره کنید.

احتمالاً دانستن این‌که بدن انسان به صورت خودبخودی ریتم‌های خواب و بیداری را ایجاد می‌کند، شما را چندان شگفت‌زده نمی‌کند. روان‌شناسان در گذشته در برابر چنین باوری به شدّت مقاومت می‌کردند. زمانی که در اواسط سدهٔ ۱۹۰۰، رفتارگرایی جای روان‌شناسی تجربی را گرفت، بسیاری از روان‌شناسان باور داشتند که برای هر رفتاری یک پاسخ است که به محرک خارجی داده می‌شود. برای نمونه، تبدیل خواب و بیداری باید در اثر عاملی بیرونی مانند تغییرات نور یا دما باشد. پژوهش‌هایی به قدمت پژوهش‌های کورت ریشتر (۱۹۲۲) نشان می‌داد که بدن، خود چرخه‌های فعّالیت و عدم فعالیت‌اش را ایجاد می‌کند؛ امّا برای متقاعد کردن دانشمندان شکّاک، نیاز به حجم زیادی از شواهد بود. مفهوم ریتم‌های درون‌زاد باعث شد تا جانوران بیش از پیش به عنوان تولیدکنندگان فعّال رفتار شناخته شوند.

چرخه‌های درون‌زاد

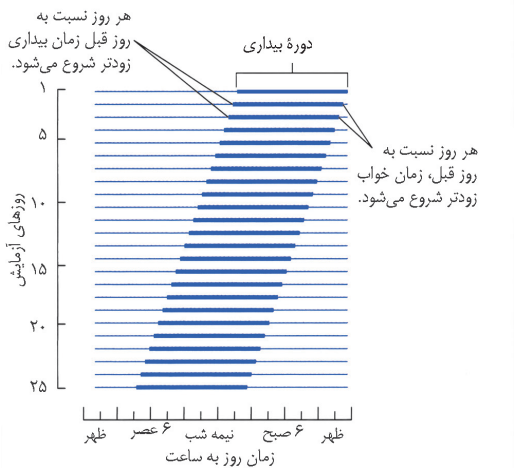
در صورتی‌که حیوانات، رفتارشان را تماماً در پاسخ به محرّک‌های بیرونی شکل دهند، در معرض آسیب جدی قرار خواهند گرفت. در بسیاری از مواقع لازم است حیوانات تغییرات محیطی‌شان را پیش‌بینی کنند. برای مثال، پرندگان مهاجر پیش از این‌که قلمرو تابستانی‌شان بیش از اندازه سرد شود، به سوی منزلگاه زمستانی‌شان رهسپار می‌شوند. پرنده‌ای که منتظر یخبندان بماند، در معرض خطر جدّی است. به همین ترتیب، سنجاب‌ها مدّت‌ها پیش از زمستان و کمیاب شدن غذا شروع به ذخیرهٔ دانه‌ها و افزایش چربی بدن‌شان می‌کنند.

آماده شدن حیوانات برای تغییر فصل تا حدودی به مکانیسم‌های درونی برمی‌گردد. تغییرات الگوی تاریکی و روشنی روز به پرندهٔ مهاجر اعلام می‌کند که چه وقت به سوی جنوب پرواز کند، امّا چه چیزی به او اعلام می‌کند دوباره به سمت شمال پرواز کند؟ در مناطق حارّه‌ای، درجهٔ حرارت و میزان نور خورشید تقریباً در طول سال یکسان است، امّا با این وجود، پرندگان مهاجر در زمان مقرّر به سمت شمال پرواز می‌کنند. حتّی اگر پرنده در قفسی نگه داشته شود که هیچ نشانی از فصل به آن نرسد، هنگام بهار، بی‌قرار خواهد شد و اگر آزاد شود، به سوی شمال به پرواز در می‌آید (گوینر، ۱۹۸۶). این بدان معنی است که ما از این ریتم، با نام **ریتم سالیانهٔ درون‌زاد** یاد می‌کنیم. به عبارتی مغز آن‌ها آن تاریخ را دنبال می‌کند تا ریتم سالیانهٔ درون‌زاد (endogenous circannual rhythm) را تولید کند (endogenous به معنی «تولید شده از درون» است. circannual از واژهٔ لاتینِ circum به معنای «درحدود» و annum به معنای «سال» می‌آید).

به همین ترتیب، جانوران **ریتم‌های شبانه‌روزی درون‌زادی (endogenous circadian rhythms)** تولید می‌کنند که حدود یک روز به طول می‌انجامند. Circadian از واژهٔ لاتین circum به معنای «در حدود» و dies به معنای روز می‌آید.) چنانچه شما شب نخوابید ـ این اتّفاق برای بیشتر دانشجویان دیر یا زود می‌افتد ـ با گذشت شب، خواب‌آلودتر خواهید شد، ولی وقتی صبح می‌شود، هشیاری بیشتر (و نه کمتر) را احساس می‌کنید.

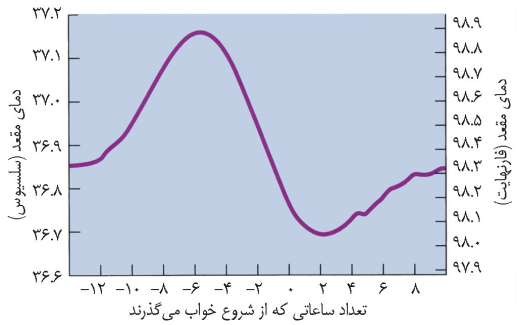
شکل ۱-۸ ثبت فعّالیت یک سنجاب پرنده که در تاریکی نگه داشته شده است

قطعات ضخیم، نشان‌دهندهٔ زمان فعّالیت است که به وسیلهٔ چرخ گردان اندازه‌گیری شده است. توجه کنید که چرخهٔ فعّالیت، اندکی کمتر از ۲۴ ساعت طول می‌کشد.



شکل ۲-۸ میانگین دمای مقعدی در نه فرد بزرگسال

دمای بدن در حدود ۲ ساعت پس از شروع خواب، به پایین‌ترین سطح‌اش در طول روز می‌رسد و در حدود ۶ ساعت پیش از خواب به بالاترین سطح می‌رسد.



نور خورشید باعث می‌شود خواب‌آلودگی شما کاهش یابد. فعالیت به‌ویژه در قسمت‌های خلفیِ قشر مخ، به‌طور عمده به ریتم شبانه‌روزی شما بستگی دارد و فقط بعد از آن است که به تعداد ساعات بیداری‌تان رابطه پیدا می‌کند (میوتو و همکاران، ۲۰۱۶).

شکل ۱-۸ نمایان‌گر فعّالیت یک سنجاب پرنده است که به مدّت ۲۵ روز در تاریکی مطلق نگه‌داری شده است. هر خطوط افقی نشان‌دهندهٔ یک روز ۲۴ ساعته است. قسمت‌های ضخیم خط نشان‌گر زمان فعّالیت سنجاب هستند. حتّی در این محیط بدون تغییر نیز جانور ریتم منظمی از خواب و فعّالیت تولید می‌کند. همان‌طورکه شکل ۱-۸ نشان می‌دهد، چرخهٔ درونی بسته به جانور و جزئیات آزمایش ممکن است، اندکی کوتاه‌تر یا بلندتر از ۲۴ ساعت باشد (کارپنتر و گراسبرگ، ۱۹۸۴).

انسان نیز ریتم خواب و بیداری ۲۴ساعته دارد و فقط می‌توانیم اندکی این ریتم را تغییر دهیم. ما می‌توانیم کمی این زمان را تنظیم کنیم. اگر زمانی فضانوردانی را به مریخ بفرستیم، آنها باید با روزهای مریخی انطباق پیدا کنند که به زمان زمینی، ۲۴ ساعت و ۳۹ دقیقه طول می‌کشد.

ریتم شبانه‌روزی ما نمی‌تواند خود را به راحتی با انحراف از برنامهٔ ۲۴ ساعته منطبق کند. کارکنان نیروی دریایی در زیردریایی‌ها ممکن است ماه‌ها از نور خورشید بی‌بهره باشند و در نور مصنوعی ضعیفی سر کنند. در بسیاری از مواقع، برنامهٔ آنها به صورت ۶ ساعت کار، ۶ ساعت تفریح و ۶ ساعت خواب است. حتّی با این‌که آنها مجبورند در یک برنامهٔ ۱۸ ساعته بخوابند (یا سعی کنند بخوابند)، ریتم هشیاری و موادی که بدشان تولید می‌کند، به‌طور میانگین اندکی بیش از ۲۴ است و بدین ترتیب هشیاری آن‌ها آسیب می‌بیند. (کلی و همکاران، ۱۹۹۹).

ریتم‌های شبانه‌روزی فقط خواب و بیداری را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. ما برای گرسنگی، تشنگی، فعالیت کبد، ترشح انسولین، فعالیت روده، ترمیم DNA و بسیاری دیگر ریتم‌های شبانه‌روزی داریم (باس و لازار، ۲۰۱۶). برای مثال، علی‌رغم اینکه معمولاً دمای بدن را ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد می‌دانند، دمای طبیعی بدن در طول روز تغییر می‌کند و از حدود ۷/۳۶ درجه در طول شب به حدود ۲/۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد در اواخر بعدازظهر می‌رسد (شکل ۸-۲). علاوه بر این ما دارای ریتم شبانه‌روزی خُلق نیز هستیم. در یک مطالعه، جوانان در طول روز، خلق‌شان را در هر ساعت یک بار ثبت کردند. مشاهده شد که در اکثر آن‌ها از زمان بیداری تا اواخر بعدازظهر، خلق مثبت (شادکامی) افزایش می‌یابد و پس از آن تا هنگام خواب اندکی کاهش پیدا می‌کند. در یک مطالعهٔ پیگیری، همین محقّقین، جوانان را به مدّت ۳۰ ساعت متوالی بیدار نگه داشتند که این ۳۰ ساعت یا از ۱۰ صبح شروع می‌شد یا از ۵ بعدازظهر، سطوح نور و حرارت در شرایط آزمایشگاهی حاکم، ثابت

نگاه داشته شده بودند. صرف‌نظر از آنکه این آزمایش از ساعت ۱۰ صبح شروع شده باشد یا ۵ بعدازظهر. اکثر این جوانان خوشایندترین خُلق‌شان را در حدود ساعت ۵ بعدازظهر و ناخوشایندترین خلق‌شان را در حـدود ۵ صبح گزارش دادند (مـوری و همکاران، ۲۰۰۹). این نتایج نشـان می‌دهد برای سلامت بهزیستی هیجانی ما یک ریتم شبانه‌روزی زیست‌شناختی وجود دارد (شکل ۸–۳).

درنگ و بازبینی

۱. چه شواهدی نشـان می‌دهد که انسان‌ها ساعت زیستی درونی دارند؟

تنظیم و بازتنظیم ساعت زیستی

ریتم‌هـای شـبانه‌روزی بدن، دوره‌هـای حدود ۲۴ سـاعته تولید می‌کنند، امّا این ریتم‌ها کامل نیسـتند. بدون عامل تنظیم‌کننده، ریتم‌های شـبانه‌روزی شـما بیشتر و بیشـتر از زمان مناسب خود فاصله پیدا می‌کنند. محرّکی که باعث بازتنظیم ریتم شـبانه‌روزی می‌شود، **سایتگیبر** خوانده می‌شود که کلمه‌ای آلمانی، به معنای «زمان‌دهنده» اسـت. نور، سـایتگیبر غالب برای حیوانات خشکی است (روزاک و زاکر، ۱۹۷۹)، در حالی‌که در مورد بسیاری از جانوران آبـزی، جزر و مد، اهمیت زیادی دارد. علاوه بر نور، سـایتگیبرهای دیگری مانند ورزش (ایسـتمن و همـکاران، ۱۹۹۵)، برانگیختگی (گریتـون و همـکاران، ۲۰۰۹)، وعده‌های غذایـی و دمای محیط (رفینتی، ۲۰۰۰) نیز وجود دارند. محرّک‌های اجتماعی که منظور از آن تأثیرات سایر افراد است، سایتگیبرهای بی‌تأثیری هستند، مگر این‌که موجب ورزش یا فعّالیت شـدید دیگری شوند (میستلبرگر و اسـکین، ۲۰۰۴). این سـایتگیبرهای فرعی، تأثیرات نور را تکمیل کرده یا تغییر می‌دهند اما این تأثیرات اندک هسـتند. برای مثال، افرادی که در زمستانِ قطب جنوب که اثری از نور خورشید نیست، کار می‌کننـد، ریتم ۲۴ سـاعته‌ای را حفظ کنند، امّـا به تدریج از این ریتم خارج می‌شـوند. افراد مختلف، ریتم‌های متفاوتی را ایجاد می‌کننـد تا جایی که کار کردن با یکدیگر برای‌شـان سـخت‌تر و سـخت‌تر می‌شـود (کناوی و فن‌دراپ، ۱۹۹۱). فضانوردان مدار زمین با یک مشـکل ویژه روبرو هسـتند: همین‌طـور که آنها به دور زمین می‌چرخند، هر ۴۵ دقیقه روشـنایی به تاریکی و تاریکی به روشـنایی تبدیل می‌شـود. اگر از عرشـهٔ پرواز به جاهای دیگر فضاپیمـا بروند، آنها نور کم مداومی را خواهند داشـت. در نتیجه، آنها در طول بیداری هیچ وقت به‌طور کامل هشـیار نیسـتند و در هنگام استراحت، خواب‌شان مناسب نخواهد بود (دیک و همکاران، ۲۰۰۱). در سـفرهای طولانی، بسـیاری از آنها افسردگی و عملکرد ضعیف را تجربه می‌کنند (مالیس و دی‌روشیا، ۲۰۰۵).

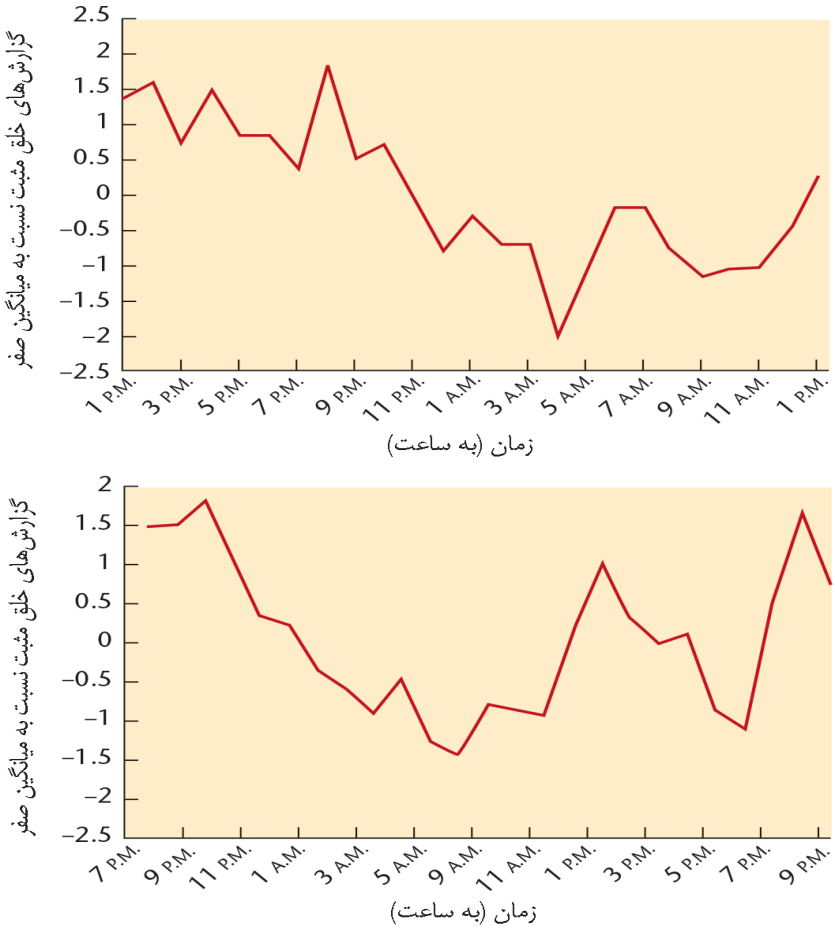
حتّی زمانی که سعی می‌کنیم چرخه‌های خواب و بیداری‌مان را با سـاعت تنظیم کنیم، باز هم خورشید اثر خودش را دارد. برای مثال، آن‌چه که در بهار موقع جلو کشـیدن سـاعت‌ها رخ می‌دهد را در نظـر بگیرید. سـاعت‌تان را یک سـاعت جلو می‌کشـید و هنگامی‌که ساعت، زمان خواب معمول‌تان را نشان می‌دهد، قطعاً به رختخواب می‌روید، امّا به نظرتان یک ساعت زود می‌رسد. صبح روز بعد، وقتی سـاعت ۷ می‌شـود و زمانِ آماده شدن برای کار فرا می‌رسد، مغزتان هنوز ساعت ۶ را نشان می‌دهد. اغلب افراد در این موقع از سـال عملکردشان تا چند روز پایین می‌آید و دچار کسالت و خسـتگی می‌شوند. هماهنگ شدن با این وضعیت، به خصوص برای افراد کم‌خوابی مثل بیشـتر دانشجویان، دشوار است (لاتی و همکاران، ۲۰۰۶؛ مونک و آپلین، ۱۹۸۰).

مشکل مشابهی ممکن است در تعطیلات آخر هفته رخ دهد، یعنی زمانی که ممکن است آزادتر هستید تا خودتان برنامهٔ روزانه را تنظیم کنید. اگر در آن شب‌ها تا دیروقت بیدار بمانید، در معرض نورهای روشـن و سـروصدا قرار بگیرید و صبح روز بعد دیر بیدار شـوید، پس از آن در صبح شنبه سـاعت زیستی‌تان ممکن است بگوید که الان ساعت ۵ صبح است، در صورتی که در واقع ۷ صبح اسـت و بدون نشاط لازم به سر کار یا مدرسه می‌روید (مور ـ ادی و همکاران، ۱۹۸۳).

بیشترین شواهد برای اهمیت نور خورشید به وسیلهٔ مطالعه‌ای در آلمان به دسـت آمد. خورشـید در مرز شرقی آلمان نیم ساعت زودتر از مرز غربی آن طلوع می‌کند، در حالی که زمان رسـمی در هر دو نقطه یکی اسـت. پژوهشـگران، زمـان ترجیحی به خواب رفتن و از خواب بیدار شـدن مردم هر دو منطقه را به دست آوردند و نقطهٔ وسـط خواب هر فرد را در نظر مشخص کردند برای مثال، اگر در تعطیلات، فردی ترجیح می‌دهد سـاعت ۱۲:۳۰ نیمه‌شـب بخوابد، و سـاعت ۸:۳۰ صبح بیدار شـود، نقطهٔ وسط خواب وی، ۴:۳۰ اسـت. شکل ۴–۸ نتایج حاصله را نشـان می‌دهد. مردم مرز شـرقی نقطهٔ وسط خواب‌شان حدود ۳۰ دقیقه زودتر از مردم غربی است که با توجه به طلوع زودتر خورشید در مرز شرقی قابل توجیه

شکل ۳-۸ خلق مثبت گزارش شده در طول زمان

در طول ۳۰ ساعت در یک محیط آزمایشگاهی بدون تغییر، جوانان به‌طور میانگین خوشایندترین خُلق خود را در اواخر بعدازظهر یا اوایل عصر، و ناخوشایندترین خلق‌اش را در حدود ۵ تا ۷ صبح گزارش کرد. این الگو در افرادی که آزمایش را در هنگام صبح شروع کرده بودند (نمودار بالا) و افرادی که آن را بعدازظهر شروع کرده بودند (نمودار پایین) مشابه یکدیگر بود.

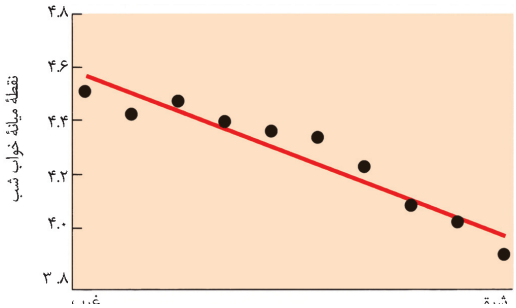


است (روئنبرگ و همکاران، ۲۰۰۷). اطلاعاتی که می‌بینید، مربوط به مردمی است که در شهرهای زیر ۳۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت زندگی می‌کنند. سایر پژوهشگران نتایج مشابهی را در ترکیه و آفریقای جنوبی گزارش کرده‌اند (ماسال و همکاران، ۲۰۱۵؛ شاوا و رودن، ۲۰۱۶).

افراد نابینا که بایستی توسط سایتگیبری‌هایی غیر از نور، ریتم‌های شبانه‌روزی‌شان را تنظیم کنند، در این مورد چه وضعیتی دارند؟ نتایج، متفاوت است. برخی ریتم‌های شبانه‌روزی‌شان را با سر و صدا، دمای هوا، وعده‌های غذایی و فعّالیت تنظیم می‌کنند. با این وجود، آنهایی که به اندازهٔ کافی به این سایتگیبرهای ثانوی حسّاس نیستند، خود، ریتم‌های شبانه‌روزی ایجاد می‌کنند که اندکی از ۲۴ ساعت طولانی‌تر است. تا زمانی که چرخه‌های آنها با ساعت هماهنگ باشد، همه چیز خوب است، امّا وقتی که این هماهنگی از دست برود، دچار بی‌خوابی شبانه و خواب‌آلودگی روزانه می‌شوند (سک و لوی، ۲۰۰۱). اغلب نابینایان مشکلات خواب مکرر را گزارش می‌کنند (وارمن، ۲۰۱۱).

شکل ۴-۸ زمان خورشیدی در رقابت با زمان اجتماعی

مردم مرزهای شرقی آلمان، در روزهایی که محدودیتی برای بیدار شدن ندارند، حدوداً نیم ساعت زودتر از مردم غرب آلمان بیدار می‌شوند. نقطه‌های روی محور **Y** نشان‌دهندهٔ نقطهٔ میانهٔ زمان خوابیدن و بیدار شدن ترجیحی است. این اطلاعات، مربوط به مردم ساکن در شهرهای زیر ۳۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت است.



درنگ و بازبینی

۲. چرا در آخر هفته و تعطیلات، مردم شرق یک ناحیهٔ زمانی زودتر از مردم غرب آن ناحیهٔ زمانی از خواب برمی‌خیزند؟

پروازدگی

به اختلال ریتم‌های شبانه‌روزی که در اثر عبور از نواحی زمانی رخ می‌دهد، **پروازدگی** می‌گویند. مسافران از خواب‌آلودگی در طول روز، بی‌خوابی شبانه، افسردگی و تمرکز مختل شکایت دارند. تمام این مشکلات، از عدم تطابق ساعت شبانه‌روزی درونی و بیرونی ناشی می‌شود (هایموف و آرنت، ۱۹۹۹). برای اغلب ما هماهنگی با نواحی زمانی، هنگامی‌که به غرب می‌رویم، آسان‌تر است تا زمانی که به شرق می‌رویم. هنگام سفر به غرب، شب تا دیروقت بیدار می‌مانیم و صبح روز بعد نیز دیرتر از خواب برمی‌خیزیم و خودبخود تا حدودی با آن وضعیت هماهنگ می‌شویم. در سفر به غرب، ریتم شبانه‌روزی ما دچار تأخیر فاز می‌شود. در حالی که در سفر شرق، دچار تعجیل فاز می‌شویم، یعنی زودتر می‌خوابیم و زودتر برمی‌خیزیم (شکل ۸-۵). برای اغلب مردم، دشوار است که پیش از زمان معمولِ بدن‌شان به خواب روند و همچنین برای‌شان دشوار است که در روز بعد، زودتر بیدار شوند.

تطابق با مسئلهٔ پروازدگی استرس‌زا است. استرس، سطح کورتیزول خون (نوعی هورمون که از غدهٔ فوق کلیوی ترشح می‌شود) را بالا می‌برد؛ بالا رفتن طولانی مدّت کورتیزول خون، نورون‌های هیپوکامپ را تخریب می‌کند. هیپوکامپ منطقه‌ای از مغز است که در حافظه نقشی اساسی دارد. در مطالعه‌ای، مهمان‌داران پروازی که ۵ سال گذشته را در حال پرواز بر فراز هفت ناحیهٔ زمانی یا بیشتر گذرانده بودند مانند شیکاگو تا ایتالیا، و غالباً فاصلهٔ بین پروازهایشان کمتر از ۶ روز بود مورد بررسی قرار گرفتند. به‌طور متوسط حجم هیپوکامپ و ساختارهای پیرامون آن در این مهمان‌داران از حجم میانگین، کوچک‌تر بود و آنها اندکی اختلال حافظه داشتند (چو، ۲۰۰۱). این نتایج، نشان دهندهٔ خطر حاصل از تطابق‌های مکرّر ریتم شبانه‌روزی با محیط بیرون است، اگرچه، مسافرت هوایی به تنهایی می‌تواند عامل این مشکل باشد در این مطالعه، مهمان‌دارانی که پروازهای طولانی در جهت شمال به جنوب داشتند، می‌توانست گروه شاهد خوبی باشد.

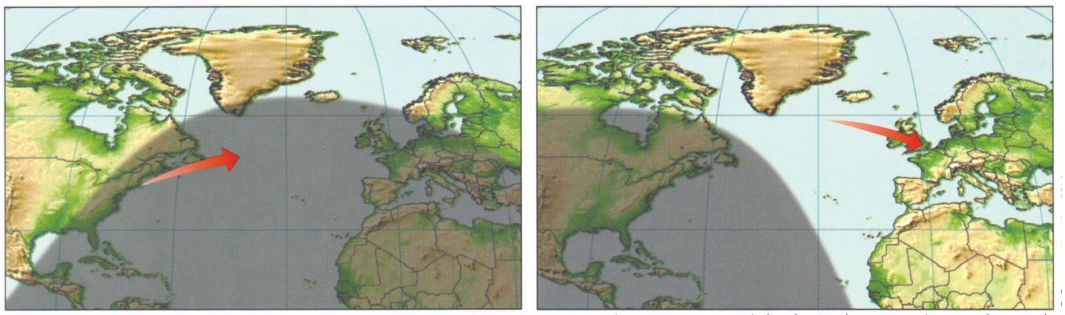
نوبت کاری

افرادی که در شیفت شب به‌طور مثال از نیمه‌شب تا ۸ صبح کار می‌کنند، در طول روز می‌خوابند. حداقل، سعی می‌کنند بخوابند. بسیاری از کارگران، حتی پس از ماه‌ها یا سال‌ها کار شبانه نیز به‌طور کامل تطابق پیدا نمی‌کنند. با گذشت سال‌ها، موقع کار احساس گیجی دارند، در طول روز خوب نمی‌خوابند و دمای بدن‌شان به جای اینکه شب‌هنگام و در حین کار بالا باشد، هنگام خواب روزانه همچنان بالا است. به‌طور میانگین، افرادی که شب‌کارند، بیشتر از روزکارها دچار سوانح شغلی می‌شوند.

تطبیق ریتم شبانه‌روزی با کار شبانه دشوار است، چرا که اغلب ساختمان‌ها از نوری مصنوعی در حدود ۱۸۰-۱۵۰ لوکس استفاده می‌کنند که چندان در بازتنظیم این ریتم، مؤثر نیست (بویوین و همکاران، ۱۹۹۶). در صورتی‌که افراد شب‌کار در طول روز در اتاق‌های کاملاً تاریک بخوابند و شب‌ها زیر نور بسیار روشن مثل نور خورشید در هنگام ظهر کار کنند، تطابق‌شان با کار شبانه در بالاترین حد خواهد بود (زیسلر و همکاران، ۱۹۹۰). نور با طول موج کوتاه (آبی رنگ) بهتر از نور با طول موج بلند به تنظیم مجدد ریتم شبانه‌روزی کمک می‌کند (زیسلر، ۲۰۱۳).

شکل ۵-۸ پروازدگی

زمان در مشرق‌زمین از مغرب‌زمین دیرتر است. افرادی که به فاصلهٔ شش منطقهٔ زمانی به سمت شرق مسافرت می‌کنند، در هواپیما به خواب می‌روند، و مجبورند زمانی از خواب برخیزند که در مقصدشان صبح شده است، امّا در شهر مبدأشان هنوز شب است.



ب) ورود به لندن در ساعت ۷ صبح (به وقت لندن) یا ۲ صبح به وقت نیویورک

الف) ترک نیویورک در ساعت ۷ بعد از ظهر

سحرخیزها و شب‌زنده‌داران

ریتم‌های شبانه‌روزی در بین افراد مختلف، متفاوت هستند. برخی مردم («سحرخیزها» یا «خروس‌ها») زود از خواب بیدار می‌شوند، سریع به اوج فعالیت‌هایشان می‌رسند و با گذشت روز هشیاری‌شان کاهش پیدا می‌کند. دیگران («شب‌زنده‌داران» یا «جغدها») هم به اصطلاح، و هم به واقع، دیرتر گرم می‌شوند و در اواخر بعدازظهر یا عصر به اوج فعّالیت می‌رسند. آنها بهتر از سحرخیزها می‌توانند بیدار ماندن در شب را تحمّل کنند (تایلارد و همکاران، ۲۰۰۳). در میان کارگران شیفتی، سحرخیزان بیشترین آسیب را با کار در شیفت شب و شب‌زنده‌داران با کار در شیفت صبح متحمل می‌شوند (جودا و همکاران، ۲۰۱۳).

البته به‌طور معمول افراد دقیقاً در یک سر طیف فوق قرار ندارند. یک راه آسان برای سنجش این مسئله در افراد پرسیدن این سؤال است: «در روزهای تعطیل و در مسافرت‌ها که محدودیتی برای خوابیدن ندارید، زمان وسط خواب‌تان چه ساعتی است؟» برای مثال، اگر شما در آن روزها از ساعت ۱ بعد از نیمه‌شب تا ۹ صبح می‌خوابید، زمان وسط خواب‌تان ۵ صبح خواهد بود. همان‌طورکه شکل ۶-۸ نشان می‌دهد، این زمان در افراد با توجه به سن متفاوت است. بسیاری از افراد مانند کودکان همیشه زودتر به خواب می‌روند و زودتر بیدار می‌شوند. در سنین نوجوانی، افراد ترجیح می‌دهند زمان خوابیدن و بیدار شدن دیرتر باشد. تا حدود سن ۲۰ سالگی، زمان ترجیحی خواب دیرتر و دیرتر می‌شود و از آن پس به‌تدریج عقب برمی‌گردد (روئنبرگ و همکاران، ۲۰۰۴). میل به بیدار ماندن تا دیر وقت در طی نوجوانی در تمام فرهنگ‌هایی که پژوهشگران آنها را در سراسر دنیا بررسی کرده‌اند وجود دارد (گرادیسار و همکاران، ۲۰۱۱). گرایش مشابهی در میان موش‌ها، میمون‌ها و سایر گونه‌ها نیز وجود دارد (هاگنور و لی، ۲۰۱۲؛ ویناکور و هاشر، ۱۹۹۹، ۲۰۰۴)، که در نتیجهٔ افزایش سطح هورمون‌های جنسی است (هاگنور و لی، ۲۰۱۲؛ رندلر و همکاران، ۲۰۱۲). از نقطه نظر کارکردی فقط می‌توان حدس زد که چرا تا دیر وقت بیدار ماندن و دیرتر بیدار شدن ممکن است مزایای بیشتری برای نوجوانان نسبت به کودکان و بزرگسالان داشته باشد.

بنابراین، «سحرخیز بودن» یا «شب زنده‌دار بودن» تا حدی بستگی به سن افراد دارد. بعلاوه وابسته به وراثت و چندین عامل محیطی است. در جوامعی که تکنولوژی پایین‌تری دارند و لامپ‌های الکتریکی وجود ندارد، افراد در حدود سه ساعت بعد از غروب خورشید می‌خوابند، به ندرت در طول شب بیدار می‌شوند و با طلوع خورشید بیدار می‌شوند. پس از این که جامعه‌ای به لامپ‌های الکتریکی دست می‌یابد، افراد تا دیروقت بیدار می‌مانند و خواب کمتری خواهند داشت (دی‌لا ایگلسیا و همکاران، ۲۰۱۵، یتیش و همکاران ۲۰۱۵). افرادی که در شهرهای بزرگ زندگی می‌کنند و با نور فراوان احاطه شده‌اند نسبت به افراد ساکن در نواحی روستایی با احتمال بیشتری تا دیر وقت بیدار می‌مانند.

اما این واقعیت که بیشتر افراد جوان گرایش دارند شب زنده‌دار باشند مشکلاتی ایجاد می‌کند. در ایالات متحده و سایر

کشورها، کلاس‌های دبیرستان در ساعت ۸ صبح یا زودتر آغاز می‌شود. اکثر نوجوانان در آن ساعت دست کم تا حدی کسل هستند. نوجوانانی که بسیار شب زنده‌دار هستند به‌خصوص در کلاس‌های صبح گرایش به گرفتن نمرات کمتر از متوسط دارند (پرکل و همکاران، ۲۰۱۱؛ پرکل و همکاران، ۲۰۱۳). در یک آزمایش، دانش‌آموزان دبیرستانی آرژانتینی به صورت تصادفی به سه گروه گمارده شدند: گروه اول مدرسه را ۷:۴۵ صبح شروع می‌کرد، گروه دوم ۱۲:۴۰ ظهر، گروه سوم ۵:۲۰ بعد از ظهر. در گروه کسانی که ساعت ۷:۴۵ به مدرسه می‌رفتند، سحرخیزها در همهٔ رشته‌ها بسیار بهتر عمل کردند. در دو گروه بعدی، برتری سحرخیزها کاهش یافت یا اندکی معکوس شد (گلدین و همکاران، ۲۰۲۰). هم در نوجوانی و هم در بزرگسالی، به طور متوسط، افراد سحرخیز گزارش می‌دهند که شادتر از افراد شب زنده‌دار هستند که حداقل تا حدودی به این دلیل است که ریتم‌های زیست شناختی ایشان با برنامهٔ کار یا مدرسه‌شان بیشتر هماهنگ است (بیس و هاشر، ۲۰۱۲).

درنگ و بازبینی

۳. با توجه به نقطه‌نظر زیست‌شناختی، چرا بهتر است که کلاس‌های دبیرستان صبح‌ها دیرتر شروع شوند؟

مکانیسم‌های ساعت زیستی

بدن چگونه ریتم شبانه‌روزی را ایجاد می‌کند؟ کورت ریشتر (۱۹۶۷) این مفهوم را مطرح کرد که مغز ریتم‌های خودش، یعنی ساعت زیستی، را می‌سازد و گزارش داد که این ساعت زیستی نسبت به بیشتر اشکال مداخله غیرحساس است. جانوران نابینا یا ناشنوا نیز ریتم‌های شبانه‌روزی ایجاد می‌کنند که البته با جهان پیرامون‌شان، کمی اختلاف فاز پیدا می‌کنند. ریتم شبانه‌روزی به‌طور شگفت‌آوری با وجود محرومیت از آب و غذا، اشعهٔ **X**، داروهای آرام‌بخش، الکل، مواد بی‌حس‌کننده، کمبود اکسیژن، اغلب اشکال آسیب مغزی، یا برداشتن اعضای درون‌ریز، دست‌نخورده باقی می‌ماند. حتی خواب زمستانی القا شده به مدت یک ساعت یا بیشتر نتوانسته است تنظیم ساعت زیستی را بر هم بزند (گیبز، ۱۹۸۳؛ ریشتر، ۱۹۷۵). آنچه مسلم است، ساعت زیستی مکانیسمی قدرتمند و سرسخت است.

هستهٔ فوق‌چلیپایی (SCN)

اگرچه سلول‌های تمام بدن ریتم‌های شبانه‌روزی را تولید می‌کنند، هستهٔ فوق‌چلیپایی یا **SCN** که بخشی از هیپوتالاموس است، نقش اصلی را در کنترل ریتم‌های شبانه‌روزی خواب و بیداری و دمای بدن ایفا می‌کند (رفینتی و مناکر، ۱۹۹۲). نام‌گذاری این هسته به علت جایگاه‌اش است که درست در بالای چلیپای بینایی است (شکل ۷–۸). در صورت آسیب دیدن SCN ریتم‌های بدن نظم‌شان را از دست می‌دهند.

هستهٔ فوق چلیپایی ریتم‌های شبانه‌روزی را به‌صورت خودکار ایجاد می‌کند. اگر نورون‌های SCN از بقیهٔ سلول‌های مغزی جدا شوند، و یا به‌طور کامل از مغز خارج شوند و در محیط کشت قرار گیرند، باز به تولید ریتم شبانه‌روزی پتانسیل عمل ادامه می‌دهند (ارنست و همکاران، ۱۹۹۹؛ اینویه و کاوامورا، ۱۹۷۹). حتّی یک سلول تنهای SCN نیز می‌تواند ریتم شبانه‌روزی را حفظ کند، اما نه خیلی دقیق. تعاملات بین نورون‌ها و آستروسیت‌ها، صحت ریتم را بالاتر می‌برند (هاستینگز و همکاران، ۲۰۱۸؛ لانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ یاماگوچی و همکاران، ۲۰۰۳).

در همستر، جهش در ژنی خاص باعث می‌شود **SCN** به جای ریتم ۲۴ ساعته، ریتم ۲۰ ساعته ایجاد کند (رالف و مناکر، ۱۹۸۸). پژوهشگران، با جرّاحی، این SCN همسترهای بالغ را جدا کردند و SCN جنین همستر را به جای آن پیوند زدند. هنگامی که آنها از یک جنین دارای ریتم ۲۰ ساعته بافت SCN را برداشتند، همستر گیرنده نیز ریتم ۲۰ ساعته تولید کرد. هنگامی که این پژوهشگران بافت یک جنین دارای ریتم ۲۴ ساعته را پیوند زدند، همستر گیرنده نیز ریتم ۲۴ ساعته تولید کرد (رالف و همکاران، ۱۹۹۰). در نتیجه، ریتم نهایی، از اهدا کننده تبعیت می‌کرد، و نه از گیرنده. این آزمایش باز هم نشان داد که ریتم شبانه‌روزی از خود SCN ناشی می‌شود.

درنگ و بازبینی

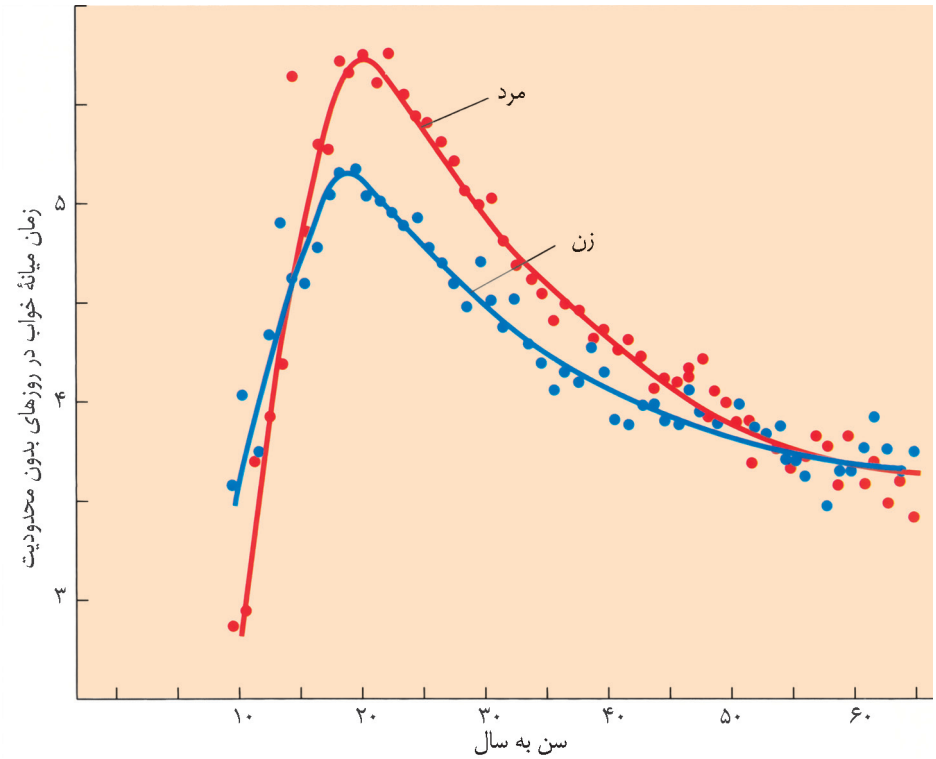
۴. چه شواهدی با قوت تمام نشان می‌دهند که SCN به‌طور مستقل ریتم شبانه‌روزی را ایجاد می‌کند؟

نور چگونه SCN را بازتنظیم می‌کند؟

هستهٔ فوق‌چلیپایی، درست در بالای چلیپای بینایی قرار گرفته

شکل ۶-۸ تفاوت‌های سنّی در ریتم‌های شبانه‌روزی

افراد مشخص کردند زمان وسط خواب‌شان در روزهایی که محدودیتی ندارند، چه زمانی است؛ مثلاً، ساعت ۳ صبح، یا ۵ صبح.



است. شکل ۷-۸ جای آن را در مغز انسان نشان می‌دهد. شاخهٔ کوچکی از عصب بینایی که به نام مسیر *شبکیه‌ای ـ هیپوتالاموسی* نامیده می‌شود، به‌صورت مستقیم از شبکیه به SCN می‌رود. آکسون‌های این مسیر، تنظیمات SCN را تغییر می‌دهند. با این حال، منشأ اغلب دروندادهای این مسیر، گیرنده‌های معمولی شبکیه نیست. موش‌هایی که تقریباً تمامی سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی‌شان به دلیل نقص ژنتیکی تخریب شده است هم می‌توانند ساعت زیستی‌شان را با نور بازتنظیم کنند (فریدمن و همکاران، ۱۹۹۹؛ لوکاس و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین موش‌های کور را در نظر بگیرید (شکل ۸-۸). چشم‌های آنها با خز و پوست پوشیده شده است آن‌ها به صورت تکاملی طوری سازش یافته‌اند تا بیشتر زندگی‌شان را زیر زمین بگذارند. چشمان آنها کمتر از ۹۰۰ آکسون عصب بینایی دارد در حالی که چشم همسترها ۱۰۰،۰۰۰ آکسون دارد. حتّی یک نور درخشان لحظه‌ای نیز نمی‌تواند واکنشی در آنها برانگیزد و تغییر قابل سنجشی در فعالیت مغز آنها ایجاد کند. با این حال، نور، ریتم‌های شبانه‌روزی آنها را بازتنظیم می‌کند و بدین ترتیب آن‌ها می‌توانند فقط شب‌ها بیدار باشند (دی‌یانگ و همکاران، ۱۹۹۰).

توجیه این مسئله آن است که مسیر شبکیه‌ای ـ هیپوتالاموسی که به SCN می‌رود از جمع خاصی از سلول‌های

کورت پ. ریشتر (۱۹۸۸-۱۸۹۴)

لذتی که من از پژوهش می‌برم، از غذاخوردن هم بیشتر است.

گانگلیونی شبکیه نشأت می‌گیرد که رنگدانه‌های نوری خودشان را دارند که ملانوپسین نامیده می‌شود (هانیبال و همکاران، ۲۰۰۱؛ و همکاران، ۲۰۰۱). این سلول‌های گانگلیونی ویژه، از استوانه‌ها و مخروط‌ها درون‌دادهایی دریافت می‌کنند (گولی و همکاران، ۲۰۱۰؛ گولر و همکاران، ۲۰۰۸)، امّا حتّی اگر این درون‌داد را دریافت نکنند، به‌طور مستقیم به نور واکنش نشان می‌دهند (برسون و همکاران، ۲۰۰۲). این سلول‌های گانگلیونی خاص، در سراسر شبکیه به مقدار مساوی وجود ندارند و عمدتاً نزدیکِ بینی قرار دارند یعنی بیشتر در پیرامون شبکیه هستند (ویسر و همکاران، ۱۹۹۹). این سلول‌ها آهسته به نور پاسخ می‌دهند و بعد از خاموشی نور، به آهستگی غیرفعّال می‌شوند بنابراین، آنها نسبت به میانگین کلی میزان نور پاسخ می‌دهند، نه به تغییرات ناگهانی نور (برسون و همکاران، ۲۰۰۲). این متوسّطِ شدّت نور دریافتی درست همان اطلاعاتی است که SCN جهت تعیین زمان روز به آن احتیاج دارد. یک نور درخشان لحظه‌ای در نیمهٔ شب برای آن‌ها بدین معنی نیست که روز فرا رسیده است. این سلول‌های گانگلیونی عمدتاً به نور با طول موج کوتاه (آبی) پاسخ می‌دهند.

تلویزیون، بازی‌های رایانه‌ای، رایانه‌ها و کتاب‌خوان‌های الکتریکی اغلب نور با طول موج کوتاه به اطراف می‌پراکنند، مواجهه در اواخر شب با این رسانه‌ها باعث به تأخیر افتادن ریتم

شکل ۷-۸ هستهٔ فوق‌چلیپایی (SCN) موش‌ها و آدم‌ها

همانطور که در این برش‌های تاجی هیپوتالاموس قدامی دیده می‌شود، هستهٔ فوق چلیپایی در قاعدهٔ مغز واقع شده است. به هر موش ماده رادیواکتیو ۲ ـ دی‌اکسی گلوکز تزریق شد که توسّط فعّال‌ترین نورون‌ها جذب می‌شود. جذب بیشتر این مادهٔ شیمیایی موجب شده است کناره‌های تصاویر بالا تیره‌تر به نظر برسد. توجّه کنید که فعّالیت در نورون‌های SCN موش در طول روز (الف) بیشتر از فعّالیت این نورون‌ها در شب (ب) است. (پ) برش سهمی از مغز انسان که مکان SCN و غدّهٔ صنوبری را نشان می‌دهد.