

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

بیست و سه سال پیش وقتی برای اولین بار ترجمه این کتاب را در یک فعالیت گروهی منتشر کردم و توسط انتشارات دانشگاه شاهد و با مقدمه‌ای از استاد محترم آقای دکتر حایری روحانی آراسته گردید، از استقبال گرم دانشجویان و تأثیر شگرفی که این کتاب بر جامعه علمی روان‌شناسی کشور گذاشت، بر خود بالیدم و عهد کردم تا ترجمه ویرایش بعدی آن را نیز منتشر کنم. امروز خرسندم که این ویرایش نیز با یک فعالیت گروهی و با پی‌گیری‌های مدیر محترم و کارکنان پرتلاش انتشارات ارجمند به زیور طبع آراسته می‌شود. کتاب روان‌شناسی زیست‌شناختی یا روان‌شناسی زیستی که توسط جمیز و. کالات روان‌شناس برجسته دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی نگاشته شده، یکی از منابع اصلی دروس روان‌شناسی زیستی، روان‌شناسی فیزیولوژیک، نوروسایکولوژی، علوم اعصاب، علوم اعصاب‌شناختی و حتی احساس و ادراک در رشته روان‌شناسی و دیگر رشته‌های مرتبط در دانشگاه‌های معتبر جهان است. نویسنده با قلمی شیوا کتاب را از ملکول و یاخته شروع کرده و آن را با کارکردهای شناختی و اختلالات روانی به پایان رسانده است. این کتاب با عکس‌های رنگی منحصر به فرد و با بهره‌گیری از فناوری‌های آموزشی پیشرفته و با طرح مباحث روز در کنار مطالب اصلی کتاب توانسته است درس نسبتاً مشکل روان‌شناسی زیستی را به درسی جذاب برای دانشجویان رشته روان‌شناسی تبدیل کند.

این کتاب دارای ۱۵ فصل به شرح زیر است: مباحث اصلی، یاخته‌ها و تکانه‌های عصبی، سیناپس، آناتومی دستگاه اعصاب، رشد و انعطاف‌پذیری مغز، بینایی، دیگر دستگاه‌های حسی، حرکت، بیداری و خواب، تنظیم درونی، رفتارهای تولیدمثل، رفتارهای هیجانی، زیست‌شناسی یادگیری و حافظه، کارکردهای شناختی، اختلالات خلقی و اسکیزوفرنی. نویسنده در پایان فصول اصلی دو پیوست نیز برای استفاده بهتر به کتاب افزوده است. مروری بر مطالب کتاب نشان می‌دهد که این کتاب منبع مناسبی برای رشته‌های روان‌شناسی، فیزیولوژی، زیست‌شناسی، علوم اعصاب و حتی پزشکی است. هرچند مخاطب اصلی این کتاب دانشجویان کارشناسی هستند اما دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری نیز می‌توانند از مطالب جالب کتاب بهره لازم را ببرند. در خاتمه ضمن قدردانی از دوست خوبم جناب دکتر ارجمند و کارکنان کوشای انتشارات ارجمند، از همه خوانندگانی که با ارایه نظرات ارزشمند خود، بر مترجمان منت می‌نهند تا بتوانند بر غنای ترجمه کتاب بیفزایند، کمال تشکر را دارم.

احمد علی پور

استاد روان‌شناسی دانشگاه پیام نور
تهران دی ماه نود چهار

پیش‌گفتار

در نخستین ویرایش این کتاب در سال ۱۹۸۱ اشاره کردم، «تقریباً آرزو دارم که می‌توانستم بخش‌هایی از این کتاب را ... با جوهری به چاپ می‌رساندم که طوری برنامه‌ریزی شده بود که طی ده سال بعد از چاپ این کتاب محو می‌شد، تا به خاطر مطالبی که از دید آیندگان، بسیار ابتدایی به نظر خواهد آمد، خجالت‌زده نمی‌شدم.» امروز نیز همین را می‌گویم، فقط دلم می‌خواهد که این جوهر زودتر محو شود. روان‌شناسی زیستی به سرعت پیشرفت می‌کند، و بسیاری از گزاره‌های آن به سرعت منسوخ می‌شوند.

سخت‌ترین مسئله در نوشتن یک کتاب درسی انتخاب این است که کدام موضوعات را در آن بگنجانید و کدام را حذف کنید. ممکن است از یک طرف بام بیفتید و مطالب خیلی کمی بنویسید، یا از طرف دیگر بام بیفتید و مطالب بسیار زیادی بنویسید. این حیطة علمی پر از حقایق است، و متأسفانه به راحتی آن‌قدر درگیر به خاطر سپردن آنها می‌شوید، که تصویر گسترده را از دست می‌دهید. در اینجا، این تصویر گسترده، حیرت‌آور و عمیق است؛ فعالیت مغزی شما، همان ذهن شما است. امیدوارم که خوانندگان این کتاب، حتی پس از اینکه برخی از جزئیات را فراموش کردند، این تصویر گسترده را در خاطر داشته باشند.

هر فصل، از واحدهای یادگیری تشکیل شده است؛ هر واحد یادگیری با یک مقدمه شروع و با یک خلاصه به پایان می‌رسد. این سازماندهی به اساتید کمک می‌کند به جای اینکه برای هر هفته کل فصل را در نظر بگیرند، بخشی از فصل را برای هر روز تعیین کنند. این واحدهای یادگیری را می‌توان با ترتیب متفاوتی نیز تدریس کرد. البته کل فصل‌های کتاب را نیز می‌توان با ترتیب متفاوتی تدریس کرد.

پیش‌فرض من این است که خواننده در زمینه روان‌شناسی و زیست‌شناسی پیش‌زمینه اولیه را دارد و کلماتی مانند *شرطی‌سازی، تقویت، مهره‌دار، پستاندار، ژن، کروموزوم، سلول، و میتوکندری* را درک می‌کند. افرادی که در زمینه شیمی پیش‌زمینه یا حافظه ضعیفی دارند، می‌توانند از پیوست A کمک بگیرند.

تغییرات این ویرایش

تغییرات محتوایی زیادی در ویرایش یازدهم این کتاب صورت گرفته است که پیشرفت سریع در روان‌شناسی زیستی را منعکس می‌کند. در اینجا تعدادی از موارد قابل ملاحظه آن ذکر می‌شود:

تغییرات کلی

- **آخرین تحقیقات در روان‌شناسی زیستی.** این ویرایش از بیش از ۵۰۰ منبع جدید تشکیل شده است - که بیش از ۸۰٪ آنها مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ به بعد است. پژوهش‌های جدید در مورد موضوعاتی چون fMRI، چشنده‌ها، ابرچشنده‌ها، و غیرچشنده‌ها؛ حساسیت به لمس بر حسب جنسیت؛ حس آمیزی؛ و اکسی‌توسین ارائه شده‌اند.
- **تصاویر جدید و بهبود یافته بسیار.** اشکال جدید، به روز، و اصلاح‌شده متعددی در این ویرایش وجود دارند که در بسیاری از مواقع سه‌بعدی هستند، و موجب افزایش توانایی این کتاب برای کمک به دانشجویان می‌شود تا مطالب را به صورت بصری بیاموزند.
- **موضوعات و مباحث جدید.** ویرایش یازدهم آخرین مسائل و اختلاف نظرات موجود در این حیطة علمی را در بردارد، مثل:
 - **فراژنتیک:** این حیطة نوظهور به تغییرات بیان ژنی می‌پردازد که بدون تغییر در توالی DNA رخ می‌دهند. فراژنتیک به تبیین تفاوت‌های بین دوقلوهای تک‌تخمکی، تأثیرات محیط پیش از تولد، و غیره کمک می‌کند.
 - **خواب به عنوان مهار نرونی.** در حین خواب، فعالیت‌های خودبخودی و برانگیخته فقط اندکی افت می‌کند، اما افزایش مهار سیناپسی مانع از گسترش فعالیت به نواحی دیگر می‌شود. از آنجایی که مهار ممکن است در یک ناحیه نسبت به ناحیه‌ای دیگر بیشتر باشد، ممکن است ناحیه‌ای از مغز نسبت به ناحیه‌ای دیگر بیدارتر باشد. مثالی از این وضعیت را در خواب‌گردی می‌بینید. مثال دیگر، تجربه بیدار شدن در حالی است که موقتاً فرد قادر به حرکت نیست.
 - **مناقشه نوپدید در مورد مؤثر بودن داروهای ضدافسردگی.** به نظر می‌رسد که تأثیر داروهای ضدافسردگی برای بیشتر بیماران، بیش‌تر از دارونما نباشد، و فقط در مورد افسردگی شدید سودمندی قابل توجهی داشته باشند. هنگامی که این داروها مؤثر هستند، احتمالاً تأثیرشان به دلیل آزادسازی نوروتروفین BDNF است، و مکانیسم آشنا تر یعنی تغییر میزان آزادسازی سروتونین و دوپامین در سیناپس‌ها در این زمینه نقشی ندارند.

فصل به فصل

فصل ۱: مسائل اساسی

- بخشی مقدماتی به واحد یادگیری ۱.۱ افزوده شده است که مسئله ذهن - مغز را در بافتاری گسترده‌تر از شگفتی‌های جهان قرار می‌دهد.
- بخش اعظم مباحث مربوط به مسئله ذهن - مغز به فصل ۱۴ منتقل شد.
- در واحد یادگیری ۱.۲ بخشی اضافه شد که به موضوع فراژنتیک می‌پردازد.
- اطلاعات مربوط به ژنتیک سالمندی بسط پیدا کرد.

فصل ۲: سلول‌های عصبی و تکانه‌های عصبی

- اساس زیست‌شیمیایی پتانسیل عمل به صورت واضح‌تری تبیین شد.
- در واحد یادگیری ۲.۲: «تکانه عصبی»، اشکال ۱۴. ۲، ۱۵. ۲، ۱۷. ۲، و ۱۹. ۲ اصلاح شد، تا با وضوح بیشتری نشان دهیم که در غشای نورون چه می‌گذرد.

فصل ۳: سیناپس‌ها

- شکل جدید ۳.۵ نشان می‌دهد که اثرات تجمیع چگونه وابسته به ترتیب محرک‌ها است.
- شکل‌های جدید ۳.۹، ۳.۱۰، و ۳.۱۱ نشان می‌دهند که چگونه نمودار شبکه سیناپسی پاسخ‌ها را کنترل می‌کند.
- شکل جدید ۳.۲۲ شکاف سیناپسی را نشان می‌دهد.
- شکل‌های ۳.۷، ۳.۱۳، ۳.۱۶، ۳.۱۷، و ۳.۲۳ به منظور وضوح بیشتر، اصلاح شد.
- توصیف مربوط به اعتیاد، از جمله بحث تحمل و ترک مورد تجدید نظر قرار گرفت و بحث درمان سازمان‌دهی مجدد مغز بسط پیدا کرد.

فصل ۴: آناتومی سیستم عصبی

- در بحث fMRI بازنگری‌های متعددی انجام شد. اگر اندازه‌گیری fMRI نشان داده باشد که فعالیت در ناحیه‌ای معین در طول فعالیت خاص افزایش می‌یابد، لزوماً مشخص نمی‌کند که ناحیه مذکور به آن فعالیت اختصاص دارد. بهترین راه برای آزمون درک ما از این موضوع این است که ببینیم آیا کسی می‌تواند از نتایج fMRI استفاده کند تا حدس بزند فرد در حال چه کاری، چه فکری، یا دیدن چه چیزی بوده است. دو مطالعه با موفقیت این احتمال را ثابت کرده است.
- بحث تحقیقات مربوط به اندازه مغز و هوش بازسازمان‌دهی، به‌روز و، و تلخیص شد.

فصل ۵: رشد و شکل‌پذیری مغز

- پژوهش‌های جدیدی اضافه شد که نشان می‌دهند در قشر مغز نخستی‌های بزرگسال، پس از آسیب مغزی نورون‌های جدیدی شکل می‌گیرد (اگرچه ما نمی‌دانیم این نورون‌ها چقدر زنده می‌مانند).
- بحث مربوط به کرامپ نوازندگان اصلاح و بازنگری شد.
- بخشی اضافه شد که به این موضوع می‌پردازد که پژوهش‌های مغزی چگونه احتمالاً به تغییرات رفتاری در دوران نوجوانی و سالمندی می‌پردازند.
- در واحد یادگیری بهبود از آسیب مغزی، بسیاری از مطالب روزآمد شد.

فصل ۶: بینایی

- بخشی از واحد یادگیری ۶.۱ مورد بازنگری قرار گرفت که تحت این عنوان قرار دارد: «آیا مغز می‌داند با اطلاعات رنگ اضافی چه کار کند؟»
- سازمان‌دهی واحدهای یادگیری ۶.۲ و ۶.۳ تغییر کرد، بنابراین اکنون اکثر مطالب مربوط به نمو قشر بینایی در واحد یادگیری ۶.۲ گنجانده شده است. با این کار همه پژوهش‌های هیوبل و ویسل در کنار هم آمده است. واحد یادگیری ۶.۳ در مورد مسیرهای مجزایی بحث می‌کند که برای پردازش در قشر بینایی وجود دارد. این بحث با تأکید بر مورد‌های آسیب مغزی در انسان صورت می‌گیرد.
- مباحث مربوط بازشناسی صورت و حرکت‌نابینی مورد تجدید نظر قرار گرفت.

فصل ۷: سایر دستگاه‌های حسی

- مطالعه جالبی اضافه شد که دلیل این که حساسیت لامسه در زنان بیش‌تر از مردان است را توضیح می‌دهد (مهم‌ترین دلیل این امر، این است که زنان انگشتان کوچک‌تری دارند).
- بخش جدیدی اضافه شد که به موضوع درد اجتماعی می‌پردازد، و در بخشی از آن این یافته مطرح می‌شود که تایلنول (استامینوفن) می‌تواند باعث تسکین احساس رنجیدگی شود.
- شواهد محکم‌تری ارائه شد که نشان می‌دهند الگوهای زمانی پاسخ نورون‌های مغزی، انواع گوناگون مژه را رمزگذاری می‌کنند.
- پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که تفاوت بین چشمنده‌ها و ابرچشمنده‌ها با تعداد پرزهای قارچی شکل روی زبان ارتباط دارد، و ژنی که چشمنده‌ها و غیرچشمنده‌ها را از هم متمایز می‌کند، در این امر دخیل نیست.
- پژوهش جدیدی نشان می‌دهد که حس‌آمیزی ممکن است حاصل پیوندهای متقاطع بین آکسون‌های مربوط به

دستگاه‌های حسّی مختلف باشد.

فصل ۸: حرکت

- بحث مربوط به تأثیر هورمون‌های پیش از تولّد بر بازی کودکان بسط و مورد بازنگری قرار گرفت.
- پژوهش‌های مربوط به ارتباط بین تستوسترون و جستجوی شرکای جنسی جدید اضافه شد.
- در ارتباط با اکسی‌توسین، پژوهش‌های جدیدی ذکر شد.

فصل ۱۲: رفتارهای هیجانی

- فرضیه «عدم تعادل سه‌گانه» در رفتار پرخاشگرانه اضافه شد. این فرضیه پرخاشگری را با سطوح بالای تستوسترون در مقایسه با کورتیزول و سروتونین مرتبط می‌داند.
- بخش مربوط به تفاوت‌های فردی در پاسخ‌های بادامه و اضطراب افزوده شد.
- توصیف بیش‌تر بیمار اس. ام که دچار آسیب دوسویه در بادامه است، او هیچ ترسی از مارها، عنکبوت‌ها، یا فیلم‌های ترسناک نشان نمی‌دهد. متأسفانه او بدون احتیاط‌های لازم، خود را در موقعیت‌های خطرناکی قرار می‌دهد.
- بخش جدیدی در مورد اختلالات اضطرابی اضافه شد، که به ویژه به اختلال وحشت‌زدگی و روش‌های کنار آمدن با اضطراب شدید می‌پردازد.

فصل ۱۳: زیست‌شناسی یادگیری و حافظه

- به جای اصطلاح *شرطی‌سازی عامل* از اصطلاح *شرطی‌سازی وسیله‌ای* استفاده شد.
- بحث مربوط به درمان تحکیم، سازماندهی مجدد و بسط پیدا کرد. مفهوم تحکیم مجدد اضافه شد.
- این حقیقت که بیمار ه. م. در گذشته است، به روز شد.
- برای به تصویر کشیدن ماز آبی موریس شکل جدیدی جایگزین شد.
- بخش جدیدی درباره نقش عقده‌های قاعده‌ای اضافه شد.
- مبحث بیماری آلزایمر، به ویژه بخش‌های مربوط به تعامل بین آمیلوئید و تائو روزآمد شد.
- شکلی برای نمایش تقویت بلندمدت افزوده شد.
- بخش جدیدی با عنوان «تقویت حافظه» چنین نتیجه‌گیری می‌کند که از نقطه‌نظر زیست‌شناختی، کار زیادی نمی‌توان برای تقویت حافظه انجام داد.

فصل ۱۴: کارکردهای شناختی

- اطلاعات جدیدی در ارتباط با ژنی که برای یادگیری زبان اهمیت دارد، ارائه شد.
- بحث بازنمایی زبان در افراد دوزبانه، مورد تجدید نظر و سازماندهی مجدد قرار گرفت.
- اغلب مطالب مربوط به مسئله ذهن - مغز از فصل ۱ به واحد یادگیری ۱۴.۳ منتقل و تلخیص شد.

- پژوهش جدیدی نشان می‌دهد هنگامی که انسان‌ها به یک محرک واکنش نشان می‌دهند، نسبت به زمانی که به صورت خودبخود همان حرکت را انجام می‌دهند، سریع‌تر هستند. این نتیجه با فیلم‌های قدیمی وسترن ارتباط پیدا می‌کند. در این فیلم‌ها قهرمان، اسلحه‌اش را دیرتر در می‌آورد، اما باز هم بر شخصیت منفی که اسلحه‌اش را اول در می‌آورد، غلبه می‌کند. این پژوهش نشان می‌دهد که این سرانجام، دست‌کم امکان‌پذیر است.
- بحث مربوط به آزمایش ضدساکاد (که اکنون تعریف شده است)، گسترش یافته و از واحد یادگیری نخست به واحد یادگیری دوم منتقل شد.
- توصیف نواحی واقع در قشر مخی که پیش از فرستادن پرونداد خود به قشر حرکتی اولیه، برنامه‌ریزی حرکت را انجام می‌دهند، روزآمد و سازمان‌دهی مجدد شد.

فصل ۹: خواب و بیداری

- شکل جدیدی اضافه شد که ریتم‌های شبانه‌روزی در خلق افراد را نشان می‌دهد.
- بحث و شکل مربوط به نقش پروتئین‌های PER و TIM در ایجاد ریتم‌های شبانه‌روزی اصلاح شد.
- بخشی جدیدی که موضوع خواب و مهار فعالیت مغزی را بررسی می‌کند، این نکته را روشن می‌کند که خواب ممکن است در مغز به صورت موضعی اتفاق بیفتد، مثل وضعیتی که در خواب‌گردی دیده می‌شود.
- در بسیاری از قسمت‌های واحد یادگیری ۹.۳ که موضوع آن کارکردهای خواب و رؤیا است، مطالب جابجا یا سازمان‌دهی مجدد شده است.

فصل ۱۰: تنظیم درونی

- مثال‌های جدیدی برای مکانیسم‌های رفتاری تنظیم دمای بدن آورده شده است.
- تصویری اضافه شد که تغییرات فصلی تغذیه را نشان می‌دهد.
- رژیم غذایی مادر در حین بارداری، به عنوان یکی از عوامل زمینه‌ساز چاقی اضافه شد.
- بخش مربوط به بی‌اشتهایی عصبی حذف شد.

فصل ۱۱: رفتارهای تولید مثل

- مبحث مربوط به تفاوت‌های جنسی مبتنی بر کروموزوم‌های X و Y که وابسته به هورمون‌های جنسی نیستند، تجدید نظر و گسترش یافت.

- بحث مربوط به هشیاری، به همراه بسیاری از مطالبی که قبلاً در فصل ۱ بود، در این فصل مورد تجدید نظر قرار گرفت. علاوه بر این، مطالعه‌ای ارائه شد که در آن با استفاده از اندازه‌گیری‌های مغزی، هشیاری احتمالی در بیماران استنباط شود که به‌طور دائمی در وضعیت هشیاری نباتی هستند.
 - بخش جدیدی در ارتباط با توجه اضافه شد.
- فصل ۱۵: اختلالات خلقی و اسکیزوفرنی**
- تمایز بین افسردگی زودرس و دیررس به این فصل اضافه شد. به نظر می‌رسد این دو وضعیت آشکارا تحت تأثیر ژن‌های متفاوتی قرار دارند.
 - تلاش‌های ناموفق بسیاری که برای تکرار گزارش کاسپی انجام شده است، در این فصل گنجانده شد. این گزارش مربوط به ارتباط بین یک ژن و تجارب استرس‌زا بود.
 - تأکید بیش‌تری بر نقش BDNF انجام شده و آموخته‌های جدید در تبیین تأثیرات داروهای ضدافسردگی ارائه شد.
 - در ارتباط با اثربخشی محدود داروهای ضدافسردگی بحثی روزآمد و پژوهش‌های جدیدی ارائه شد.
 - بحث اثربخشی نسبی روان‌درمانی در مقایسه با داروهای ضدافسردگی گسترش پیدا کرد.
 - توصیف مربوط به تشخیص اسکیزوفرنی مورد بازنگری قرار گرفت.

تقدیر و تشکر

اجازه دهید دربارهٔ پژوهشگران این رشته چیزی بگویم: آنها معمولاً با نویسندگان کتاب‌های درسی همکاری حیرت‌آوری دارند. بسیاری از همکارانم نظرات، ایده‌ها، مقالات و عکس‌هایی برایم فرستادند. من تشکر ویژه‌ای از بارت هوبل از دانشگاه پرینستون دارم.

من از دانشجویان، نامه‌ها و پیام‌های ایمیلی بی‌شماری دریافت کردم. در بسیاری از آنها پیشنهادهای مفیدی بود؛ برخی از آنها توانسته بودند اشتباهات یا ناهمسانی‌هایی را بیابند که از دید همه پنهان مانده بود. به ویژه از چنزن دای از مدرسهٔ خصوصی کانتری‌دی دیترویت متشکرم. همچنین از بسیاری از دانشجویانم در دانشگاه ایالت کارولینای شمالی از جمله امیلی دیتلم، لیلیان مارتین، لیزا پرایس، و سارا تامپسون نظرات سودمندی دریافت کردم.

من قدردان نظرات مفید اساتیدی هستم که این کتاب را بررسی کردند؛ همچنین از همهٔ کسانی که در زمینه‌یابی شرکت کرده بودند، سپاسگزارم. این زمینه‌یابی باعث شد تا ما به اطلاعات ارزشمندی در مورد مسائل مربوط به این درس، دست یابیم.

اسامی افرادی که در تهیهٔ متن نقش داشته و آن را نقد و بررسی کرده‌اند:

- Erin Marie Fleming, *Kent State University*
- Laurie Fowler, *Weber State University*
- Deborah Gagnon, *Wells College*
- Jonathan Gewirtz, *University of Minnesota*
- Jackie Goldstein, *Samford University*
- Peter Green, *Maryville University*
- Jeff Grimm, *Western Washington University*
- Amy Clegg Haerich, *Riverside Community College*
- Christopher Hayashi, *Southwestern College*
- Suzane Helfer, *Adrian College*
- Alicia Helion, *Lakeland College*
- Jackie Hembrook, *University of New Hampshire*
- Phu Hoang, *Texas A&M International University*
- Richard Howe, *College of the Canyon*
- Barry Hurwitz, *University of Miami*
- Karen Jennings, *Keene State College*
- Craig Johnson, *Towson University*
- Robert Tex Johnson, *Delaware County Community College*
- Kathryn Kelly, *Northwestern State University*
- Shannon Kendey, *Hood College*
- Craig Kinsley, *University of Richmond*
- Philip Langlais, *Old Dominion University*
- Jerry Lee, *Albright College*
- Robert Lennartz, *Sierra College*
- Hui-Yun Li, *Oregon Institute of Technology*
- Cyrille Magne, *Middle Tennessee State University*
- Michael Matthews, *U.S. Military Academy (West Point)*
- Estelle Mayhew, *Rutgers University–New Brunswick*
- Daniel McConnell, *University of Central Florida*
- Maria McLean, *Thomas More College*
- Elaine McLeskey, *Belmont Technical College*
- Corinne McNamara, *Kennesaw State University*
- Brian Metcalf, *Hawaii Pacific University*
- Richard Mills, *College of DuPage*
- Daniel Montoya, *Fayetteville State University*
- Paulina Mulhaupt, *Macomb Community College*
- Walter Murphy, *Texas A&M University–Central Texas*
- Joseph Nedelec, *Florida State University*
- Ian Norris, *Murray State University*
- Marcia Pasqualini, *Avila University*
- Susana Pecina, *University of Michigan–Dearborn*
- Linda Perrotti, *The University of Texas–Arlington*
- Terry Pettijohn, *The Ohio State University*
- Jennifer Phillips, *Mount St. Mary's University*
- Edward Pollak, *West Chester University*
- Brian Pope, *Tusculum College*
- Mark Prendergast, *University of Kentucky*
- Jean Pretz, *Elizabethtown College*
- Mark Prokosch, *Elon University*
- Adam Prus, *Northern Michigan University*
- Khaleel Razak, *University of California–Riverside*
- John Rowe, *Florida Gateway College*
- David Rudek, *Aurora University*
- Jeffrey Rudski, *Muhlenberg College*
- Karen Sabbah, *California State University–Northridge*

- John Agnew, *University of Colorado at Boulder*
- John Dale Alden III, *Lipscomb University*
- Joanne Altman, *Washburn University*
- Kevin Antshel, *SUNY–Upstate Medical University*
- Ryan Auday, *Gordon College*
- Susan Baillet, *University of Portland*
- Teresa Barber, *Dickinson College*
- Christie Bartholomew, *Kent State University*
- Howard Bashinski, *University of Colorado*
- Bakhtawar Bhadha, *Pasadena City College*
- Chris Brill, *Old Dominion University*
- J. Timothy Cannon, *The University of Scranton*
- Lore Carvajal, *Triton College*
- Sarah Cavanagh, *Assumption College*
- Linda Bryant Caviness, *La Sierra University*
- Cathy Cleveland, *East Los Angeles College*
- Elie Cohen, *The Lander College for Men (Touro College)*
- Howard Cromwell, *Bowling Green State University*
- David Crowley, *Washington University*
- Carol DeVolder, *St. Ambrose University*
- Jaime L. Diaz-Granados, *Baylor University*
- Carl DiPerna, *Onondaga Community College*
- Francine Dolins, *University of Michigan–Dearborn*
- Timothy Donahue, *Virginia Commonwealth University*
- Michael Dowdle, *Mt. San Antonio College*
- Jeff Dyche, *James Madison University*
- Gary Felsten, *Indiana University–Purdue University Columbus*

که برای هر دوی آنها کمال احترام و قدردانی را دارم. پت والدو نظارت بر تولید این اثر را به عهده داشت، که برای چنین کتابی کار مهمی است. قابلیت‌های هنری چشمگیر ورنون بوئز و پم گالبریت به عنوان مدیران امور هنری و ویراستاران این کتاب، بی‌هنری مطلق مرا جبران کرده‌اند. بابی برویر و کارین موریسون، مسئول امور مجوزها بودند که برای کتابی مثل این، کاری اساسی است. سارا بونر مدیریت تصاویر را به عهده داشت؛ امیدوارم شما هم به اندازه من از تصاویر جدید این کتاب لذت ببرید. من از لیزا باکلی برای صفحه‌آرایی و از ساندرنا کنون بابت نمایه‌ها متشکرم. من بسیار خوشبخت بوده‌ام که شارون بیکر نسخه‌ویرایی (کپی‌ادیتوری) این کتاب را انجام داد. همه این افراد، همکارانی عالی و بی‌نظیر بودند، و از همه آنها بی‌اندازه سپاسگزارم.

من از همسر، جو الن که روحیه‌ام را بالا نگه داشت، و از مدیر گروه، داگلاس گیلان بابت حمایت‌ها و دلگرمی‌هایش متشکرم؛ از پسر، سم هم (که مطالعاتی در دو عرصه بیوشیمی و علوم کامپیوتر دارد) به خاطر بحث‌ها و ایده‌های بینش‌آفرین‌اش در مورد کارکرد مغز تشکر ویژه‌ای دارم.

من پذیرای مکاتبات هم از طرف دانشجویان و هم از طرف اساتید هستم. نامه‌های تان را به این آدرس بفرستید:

James W. Kalat, Department of Psychology, Box 7650, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7801, USA.

E-mail: james_kalat@ncsu.edu

جیمز دابلو. کالات

- Sharleen Sakai, Michigan State University
- Ron Salazar, San Juan College
- Shanon Saszik, Northeastern University
- Steven Schandler, Chapman University
- Sue Schumacher, North Carolina A&T State University
- Vicki Sheafer, LeTourneau University
- Timothy Shearon, The College of Idaho
- Stephanie Simon-Dack, Ball State University
- Steve Smith, University of California–Santa Barbara
- Suzanne Sollars, University of Nebraska–Omaha
- Gretchen Sprow, University of North Carolina–Chapel Hill
- Jeff Stowell, Eastern Illinois University
- Gary Thorne, Gonzaga University
- Chris Tromborg, Sacramento City College and University of California–Davis
- Lucy Troup, Colorado State University
- Joseph Trunzo, Bryant University
- Sandy Venneman, University of Houston–Victoria
- Beth Venzke, Concordia University
- Ruvanee Vilhauer, Felician College
- Jacquie Wall, University of Indianapolis
- Zoe Warwick, University of Maryland–Baltimore County
- Jon Weimer, Columbia College
- Rosalyn Weller, The University of Alabama–Birmingham
- Adam Wenzel, Saint Anselm College
- David Widman, Juniata College
- Steffen Wilson, Eastern Kentucky University
- Joseph Wister, Chatham University
- Jessica Yokley, University of Pittsburgh

ویراستار آثار من، تیموتی ماتری، تا جایی که می‌توانست به من کمک کرد و پشتیبانم بود. من برای این ویرایش با دو ویراستار تکوینی همکاری کردم، رنه دلیون، و ویکی مالینی،

جلد اول

۱	مسائل اساسی.....	۱
۴۳	سلول‌های عصبی و تکانه‌های عصبی.....	۲
۶۲	سیناپس‌ها.....	۳
۱۰۸	آناتومی دستگاه عصبی.....	۴
۱۵۲	نمو و شکل‌پذیری مغز.....	۵
۱۹۰	بینایی.....	۶
۲۴۰	سایر دستگاه‌های حسی.....	۷
۲۹۰	حرکت.....	۸

جلد دوم

۳۲۸	بیداری و خواب.....	۹
۳۶۶	تنظیم درونی.....	۱۰
۴۰۲	رفتارهای تولیدمثلی.....	۱۱
۴۳۶	رفتارهای هیجانی.....	۱۲
۴۷۸	زیست‌شناسی یادگیری و حافظه.....	۱۳
۵۱۸	کارکردهای شناختی.....	۱۴
۵۶۲	اختلال‌های خلقی و اسکیزوفرنی.....	۱۵
۵۹۵	A خلاصه‌ای از شیمی پایه.....	
	B انجمن سیاست‌گذاری علوم اعصاب درباره استفاده از آزمودنی‌های حیوانی و انسانی در تحقیقات علوم اعصاب.....	
۶۰۲		۶۰۲

جلد اول

۸۹..... مکانیسم‌های دارویی.....	۱ مسائل اساسی.....
۹۰..... مروری بر داروهای مورد سوء مصرف.....	واحد یادگیری ۱-۱: رویکرد زیست‌شناختی به رفتار..... ۵
۹۶..... الککل و الکلیسم.....	توجیه زیست‌شناختی رفتار..... ۶
۱۰۱..... داروهایی برای مبارزه با سوء مصرف مواد.....	فرصت‌های شغلی..... ۹
۱۰۸..... ۴ آناتومی سیستم عصبی.....	واحد یادگیری ۲-۱: ژنتیک و رفتار..... ۱۲
۱۱۰..... واحد یادگیری ۱-۴: ساختار سیستم عصبی مهره‌داران.....	ژنتیک مندلی..... ۱۲
۱۱۰..... واژه‌شناسی برای توصیف سیستم عصبی.....	وراثت و محیط..... ۱۷
۱۱۱..... طناب نخاعی.....	تکامل رفتار..... ۱۹
۱۱۲..... سیستم عصبی خودمختار.....	واحد یادگیری ۳-۱: استفاده از حیوانات در تحقیق..... ۲۷
۱۱۵..... مغز پسین.....	دلایل انجام پژوهش‌های حیوانی..... ۲۷
۱۱۸..... مغز میانی.....	مجادله اخلاقی..... ۲۸
۱۱۸..... مغز پیشین.....	۲ سلول‌های عصبی و تکانه‌های عصبی..... ۳۴
۱۲۶..... واحد یادگیری ۲-۴: قشر مخ.....	واحد یادگیری ۱-۲: سلول‌های دستگاه عصبی..... ۳۵
۱۲۶..... سازماندهی قشر مخ.....	آناتومی نورون و گلیا..... ۳۵
۱۲۸..... لوب پس‌سری.....	سد خونی - مغزی..... ۴۱
۱۲۸..... لوب آهیانه‌ای.....	تغذیه در نورون‌های مهره‌داران..... ۴۴
۱۳۰..... لوب گیجگاهی.....	واحد یادگیری ۲-۲: تکانه عصبی..... ۴۷
۱۳۰..... لوب پیشانی.....	پتانسیل استراحت نورون..... ۴۸
۱۳۲..... این بخش‌ها چگونه با یکدیگر کار می‌کنند؟.....	گسترش پتانسیل عمل..... ۵۵
۱۳۶..... واحد یادگیری ۳-۴: روش‌های تحقیق.....	غلاف میلین و رسانش جهشی..... ۵۵
۱۳۶..... اثرات آسیب مغزی.....	نورون‌های محلی..... ۵۸
۱۳۸..... اثرات تحریک مغزی.....	۳ سیناپس‌ها..... ۶۲
۱۳۹..... ثبت فعالیت مغزی.....	واحد یادگیری ۱-۳: مفهوم سیناپس..... ۶۳
۱۴۳..... بررسی همبستگی آناتومی مغز با رفتار.....	خواص سیناپس‌ها..... ۶۳
۱۴۵..... اندازه مغز و هوش.....	ارتباط میان EPSP، IPSP و پتانسیل‌های عمل..... ۶۷
۱۵۲..... ۵ نمو و شکل‌پذیری مغز.....	واحد یادگیری ۲-۳: رویدادهای شیمیایی در سیناپس..... ۷۲
۱۵۳..... واحد یادگیری ۱-۵: نمو مغز.....	کشف انتقال شیمیایی در سیناپس‌ها..... ۷۲
۱۵۳..... رشد مغز مهره‌داران.....	توالی رویدادهای شیمیایی در یک سیناپس..... ۷۳
۱۵۷..... مسیریابی آکسون‌ها.....	واحد یادگیری ۳-۳: سیناپس‌ها، داروها و اعتیادها..... ۸۹
۱۶۰..... عوامل تعیین‌کننده بقای نورونی.....	
۱۶۲..... مغز در حال نمو آسیب‌پذیر.....	
۱۶۴..... تنظیم دقیق به وسیله تجربه.....	

۲۴۳.....	ادراک زیر و بم.....	۱۷۲.....	نمو مغزی و نمو رفتاری.....
۶۴۲.....	قشر شنوایی.....	۱۷۶.....	واحد یادگیری ۲-۵: شکل پذیری پس از آسیب مغزی.....
۹۴۲.....	افت شنوایی.....	۱۷۶.....	آسیب مغزی و بهبود کوتاه مدت.....
۲۵۰.....	مکان‌یابی صدا.....	۱۷۹.....	مکانیسم‌های بعدی بهبودی.....
۲۵۴.....	واحد یادگیری ۲-۷: حواس مکانیکی.....	۱۹۰.....	۶ بینایی
۲۵۴.....	حس دهلیزی.....	۱۹۲.....	واحد یادگیری ۱-۶: رمزگذاری بینایی.....
۲۶۰.....	درد.....	۱۹۲.....	اصول کلی ادراک.....
۲۶۷.....	خارش.....	۱۹۳.....	چشم و ارتباطات آن با مغز.....
۲۷۱.....	واحد یادگیری ۳-۷: حواس شیمیایی.....	۱۹۸.....	گیرنده‌های بینایی: استوانه‌ها و مخروط‌ها.....
۲۷۱.....	رمزگذاری شیمیایی.....	۱۹۸.....	دید رنگی.....
۲۷۲.....	چشایی.....		
۲۷۹.....	بوایی.....		
۲۸۴.....	فرمون‌ها.....		
۲۸۵.....	حس آمیزی.....		
۲۹۰.....	۸ حرکت		
۲۹۱.....	واحد یادگیری ۱-۸: کنترل حرکت.....		
۲۱.....	عضلات و حرکات آن‌ها.....		
۳۰۰.....	واحد یادگیری ۲-۸: مکانیسم‌های مغزی حرکت.....		
۳۰۰.....	قشر مخ.....		
۳۱۰.....	مخچه.....		
۳۱۳.....	عقد‌های قاعده‌ای.....		
۳۱۵.....	نواحی مغزی و یادگیری حرکت.....		
۳۱۵.....	مهار حرکات.....		
۳۱۸.....	واحد یادگیری ۳-۸: اختلالات حرکتی.....		
۳۱۸.....	بیماری پارکینسون.....		
۲۲۸.....	واحد یادگیری ۳-۶: برداش موازی در قشر بینایی.....		
۸۲۲.....	مسیرهای «چه» و «کجا».....		
۲۲۹.....	تحلیل دقیق شکل.....		
۲۳۳.....	ادراک رنگ.....		
۲۳۳.....	ادراک حرکت.....		
۲۴۰.....	۷ سایر دستگاه‌های حسی		
۲۴۱.....	واحد یادگیری ۱-۷: شنوایی.....		
۲۴۱.....	صدا و گوش.....		

جلد دوم

۳۴۲.....	مراحل خواب.....	۳۱۳.....	بیماری هانتینگتون.....
۳۴۳.....	خواب متناقض یا REM.....	۳۲۸.....	۹ بیداری و خواب
۴۴۳.....	مکانیسم‌های مغزی بیداری و برانگیختگی.....	۳۲۹.....	واحد یادگیری ۱-۹: ریتم‌های خواب و بیداری.....
۳۷۴.....	کارکرد مغز در خواب REM.....	۳۲۹.....	چرخه‌های درون‌زاد.....
۳۵۵.....	واحد یادگیری ۳-۹: چرا خواب؟ چرا REM؟ چرا رؤیا؟.....	۳۳۱.....	تنظیم و بازتنظیم ساعت زیستی.....
۳۵۵.....	کارکردهای خواب.....	۳۳۴.....	مکانیسم‌های ساعت زیستی.....
۳۵۹.....	کارکردهای خواب REM.....	۳۴۱.....	واحد یادگیری ۲-۹: مراحل خواب و مکانیسم‌های مغزی.....
۳۶۱.....	زوایای زیستی خواب دیدن.....	۳۴۱.....	خواب و دیگر وقفه‌های هشجاری.....

۱۳ زیست‌شناسی یادگیری و حافظه ۴۷۸	۱۰ تنظیم درونی ۳۶۶
واحد یادگیری ۱-۱۳: یادگیری، حافظه، یادزدودگی، و کارکرد	واحد یادگیری ۱-۱۰: تنظیم دما ۳۶۷
مغز ۴۷۸	بقا در سرمای بسیار شدید ۳۷۰
انواع حافظه ۴۸۳	واحد یادگیری ۲-۱۰: تشنگی ۳۷۵
هیپوکامپ ۴۸۶	مکانیسم‌های تنظیم آب ۳۷۵
عقده‌های قاعده‌ای ۴۹۴	تشنگی اُسمزی ۳۷۵
انواع دیگر یادزدودگی ۴۹۷	تشنگی کم حجمی و اشتیاقِ سدیم ۳۷۶
نقش سایر نواحی مغزی دخیل در حافظه ۴۹۹	
۱۴ کارکردهای شناختی ۵۱۸	واحد یادگیری ۳-۱۰: تشنگی ۳۸۰
واحد یادگیری ۱-۱۴: جانبی شدن کارکرد ۵۱۹	دستگاه گوارش و انتخاب غذا ۳۸۰
نیمکره‌های چپ و راست ۵۱۹	تنظیم کوتاه‌مدت و بلند مدت غذا خوردن ۳۸۳
ارتباطات بینایی و شنوایی با نیمکره‌ها ۴۱۹	مکانیسم‌های مغزی ۳۸۸
برش جسم پینه‌ای ۴۲۰	اختلالات خوردن ۳۹۳
پیدایش جانبی شدن و دست برتری ۴۲۷	
اجتناب از مبالغه ۵۲۰	
واحد یادگیری ۲-۱۴: تکامل و فیزیولوژی زبان ۵۳۳	۱۱ رفتارهای تولیدمثلی ۴۰۲
پیش‌سازهای غیرانسانی زبان ۵۳۳	واحد یادگیری ۱-۱۱: جنسیت و هورمون‌ها ۴۰۳
زبان در انسان چگونه تکامل یافته است؟ ۵۲۵	آثار سازمان‌دهندگی هورمون‌های جنسی ۴۰۵
آسیب مغزی و زبان ۵۳۹	آثار فعال‌سازی هورمون‌های جنسی ۴۰۹
موسیقی و زبان ۵۴۳	رفتار والدین ۴۱۵
نارساخوانی ۵۴۳	
۱۵ اختلال‌های خلقی و اسکیزوفرنی ۵۶۲	واحد یادگیری ۲-۱۱: جنسیت و هورمون ۴۲۰
واحد یادگیری ۱-۱۵: اختلالات خلقی ۵۶۳	تفسیرهای تکاملی در مورد رفتار جفت‌گیری ۴۲۰
اختلال افسردگی اساسی ۵۶۳	هویت جنسیتی و رفتارهای متمایز شده جنسیتی ۴۲۲
داروهای ضدافسردگی ۵۶۷	گرایش جنسی ۴۲۷
اختلال دو قطبی ۵۷۴	
اختلال عاطفی فصلی ۵۷۶	
واحد یادگیری ۲-۱۵: اسکیزوفرنی ۵۷۹	۱۲ رفتارهای هیجانی ۴۳۶
تشخیص ۵۷۹	واحد یادگیری ۱-۱۲: هیجان چیست؟ ۴۳۸
فرضیه رشدنمو عصبی ۵۸۴	هیجان‌ها، برانگیختگی خودمختار، و نظریه جمیز-لانگه ۴۳۸
درمان‌ها ۵۸۸	نواحی مغزی مرتبط با هیجان‌ها ۴۴۲
	کارکردهای هیجان ۴۴۵
A خلاصه‌ای از شیمی پایه ۵۹۵	واحد یادگیری ۲-۱۲: رفتارهای ستیز و گریز ۴۴۹
 	رفتارهای ستیز ۴۴۹
B انجمن سیاست‌گذاری علوم اعصاب درباره استفاده از آزمودنی‌های حیوانی و انسانی در تحقیقات علوم اعصاب ۶۰۲	ترس و اضطراب ۴۵۵
منابع ۶۰۵	اختلالات اضطرابی ۴۶۳
نمایه توصیفی i	



رئوس مطالب فصل

واحد یادگیری ۱-۹ ریتیم‌های خواب و بیداری

چرخه‌های درون‌زاد
تنظیم و بازتنظیم ساعت زیستی
مکانیسم‌های ساعت زیستی
در خاتمه: چرخه‌های خواب و بیداری

واحد یادگیری ۲-۹ مراحل خواب و مکانیسم‌های مغزی

خواب و دیگر وقفه‌های هشیاری
مراحل خواب
خواب متناقض یا REM
مکانیسم‌های مغزی بیداری و برانگیختگی
کارکرد مغز در خواب REM
در خاتمه: مراحل خواب

واحد یادگیری ۳-۹ چرا خواب؟ چرا REM؟ چرا رؤیا؟

کارکردهای خواب
کارکردهای خواب REM
زوایای زیستی خواب دیدن
در خاتمه: فهم محدود ما از خودمان

نکات عمده

۱. مغز چرخه تقریباً ۲۴ ساعته‌ای از خواب و بیداری را تولید می‌کند که حتی در یک محیط بدون تغییر نیز ثابت می‌ماند.
۲. خواب از مراحل متفاوتی تشکیل شده است که در آنها فعالیت مغزی، ضربان قلب، و موارد دیگر با هم تفاوت دارند. مرحله خاصی از خواب وجود دارد که به آن خواب REM یا متناقض می‌گویند. این مرحله از خواب از بعضی از جنبه‌ها سنگین و از جنبه‌های دیگر سبک است.
۳. مناطقی در ساقه مغز و مغز پیشین، برانگیختگی و خواب را

کنترل می‌کنند. آسیب مغزی در آن نواحی می‌تواند باعث طولانی شدن خواب یا بیداری شود.
۴. از آن جایی که خواب وابسته به مهار فعالیت مغزی است، گاهی یک ناحیه مغزی، در حالی که نواحی دیگر خواب هستند، بیدار است، مانند آنچه که در خواب‌گردی اتفاق می‌افتد.
۵. عوامل زیادی باعث اختلال در خواب می‌شوند.
۶. ما به خواب و خواب REM نیاز داریم، اما هنوز مطالب بسیاری در مورد کارکردهای آنها نامشخص است.

هر کسی که از خواب محروم شود، رنج خواهد کشید. اما چنانچه زندگی در سیاره دیگر و تحت شرایط دیگر تکامل می‌یافت، آیا جانوران می‌توانستند بدون نیاز به خواب به زندگی ادامه دهند؟ برای مثال، سیاره‌ای را تصور 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. در این سیاره لازم نیست زندگی جانوران بر اساس یک برنامه ثابت به بخش‌های فعال و غیرفعال تقسیم شود و احتمالاً نیز نیازی به بخش‌های غیرفعال طولانی وجود ندارد. اگر شما فضانوردی بودید که این جانوران بی‌خواب را کشف می‌کردید، بسیار شگفت‌زده می‌شدید. حال، تصور کنید که فضانوردان آن سیاره در اولین سفر فضایی‌شان به زمین بیایند. شگفتی آنها را وقتی که حیواناتی را می‌یابند که مانند ما دوره‌های غیرفعال طولانی مدتی مانند مرگ دارند، تصور کنید. برای کسی که قبلاً هیچ‌وقت خواب را ندیده است، این منظره واقعاً شگفت‌انگیز خواهد بود. برای درک بهتر، اجازه دهید خود را جای آنها بگذاریم و از خود بپرسیم چرا حیوانات فعالی مثل ما، یک‌سوم زندگی‌شان را با این فعالیت حداقلی طی می‌کنند.

تصویر صفحه مقابل: خرگوش‌های کوهی در یک پارک ملی در کنیا.



واحد یادگیری ۱-۹

ریتم‌های خواب و بیداری

میزان نور خورشید تقریباً در طول سال یکسان است. اما با این وجود، پرندگان مهاجر در زمان مقرر به سمت شمال پرواز می‌کنند. حتی اگر پرنده در قفسی نگه داشته شود، که هیچ نشانی از فصول 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 پرندگان ریتمی درونی تولید می‌کنند که آنها را برای تغییرات فصلی آماده می‌کند. ما از این ریتم، با نام **ریتم سالیانه درون‌زاد** یاد می‌کنیم.

به همین ترتیب، جانوران **ریتم‌های شبانه‌روزی درون‌زادی** تولید می‌کنند که حدود یک روز به طول می‌انجامد. چنانچه شما شب نخوابید - این اتفاق برای بیشتر دانشجویان دیر یا زود می‌افتد - با گذشت شب، خواب‌آلودتر خواهید شد، ولی وقتی صبح می‌شود، هوشیاری بیشتر (و نه کمتر) را احساس می‌کنید. نور خورشید باعث می‌شود خواب‌آلودگی شما کاهش یابد. علاوه بر این، نیاز به خواب تا حدودی به زمان شبانه‌روز بستگی دارد و فقط به تعداد ساعاتی که نخوابیده‌اید بستگی ندارد (بابکوف، کسپی، میکولینسر، و سینگ، ۱۹۹۱).

شکل ۱-۹ نمایان‌گر فعالیت یک سنجاب پرنده است که به مدت ۲۵ روز در تاریکی مطلق نگاه‌داری شده است. خطوط افقی نشان‌دهنده یک روز ۲۴ ساعته هستند. قسمت‌های ضخیم خط نشان‌گر زمان فعالیت سنجاب هستند. حتی در این محیط بدون تغییر نیز جانور ریتم منظمی از خواب و فعالیت از خود نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۱-۹ نشان می‌دهد، چرخه درونی بسته به جانور و جزئیات آزمایش ممکن است، اندکی کوتاه‌تر یا بلندتر از ۲۴ ساعت باشد (کارپنتر و گراسبرگ، ۱۹۸۴).

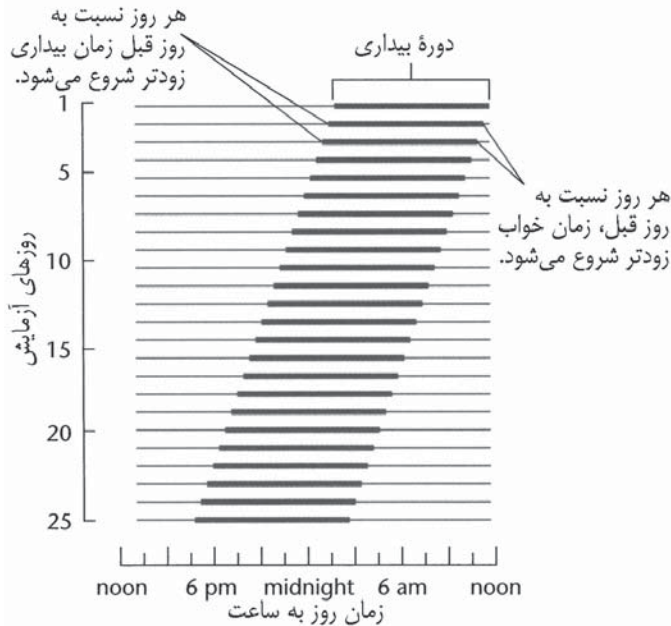
انسان نیز ریتم خواب و بیداری دارد و برای ما دشوار است خیلی متفاوت از برنامه ۲۴ ساعته بخوابیم. ما می‌توانیم کمی این زمان را تنظیم کنیم. اگر زمانی فضاوردانی را به مریخ بفرستیم، آنها باید با روزهای مریخی انطباق پیدا کنند که به زمان زمینی،

احتمالاً دانستن این که 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 شدت مقاومت می‌کردند. زمانی که در اواسط سده ۱۹۰۰، رفتارگرایی جای روان‌شناسی تجربی را گرفت، بسیاری از روان‌شناسان باور داشتند که برای هر رفتاری می‌توان یک محرک خارجی پیدا کرد. برای نمونه، تبدیل خواب و بیداری باید در اثر عاملی بیرونی مانند تغییرات نور یا دما باشد. پژوهش‌هایی به قدمت پژوهش‌های کورت ریشر (۱۹۲۲) نشان می‌داد که بدن، خود چرخه‌های فعالیت و عدم فعالیت‌اش را ایجاد می‌کند. اما برای متقاعد کردن دانشمندان شکاک، نیاز به حجم زیادی از شواهد بود. مفهوم ریتم‌های درون‌زاد باعث شد تا جانوران بیش از پیش به عنوان تولیدکنندگان فعال رفتار شناخته شوند.

چرخه‌های درون‌زاد

در صورتی که حیوانات، رفتارشان را تماماً در پاسخ به محرک‌های 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 این که قلمرو تابستانی‌شان بیش از اندازه سرد شود، به سوی منزلگاه زمستانی‌شان رهسپار می‌شوند. پرنده‌ای که منتظر یخبندان بماند، در معرض خطر جدی است. به همین ترتیب، سنجاب‌ها مدت‌ها 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 بر می‌گردد. تغییرات الگوی تاریکی و روشنی روز به پرنده مهاجر اعلام می‌کند که چه وقت به سوی جنوب پرواز کند، اما چه چیزی به او اعلام می‌کند دوباره به سمت شمال پرواز کند؟ در مناطق حاره‌ای، درجهٔ حرارت و



شکل ۱-۹. ثبت فعالیت یک سنجاب پرنده که در تاریکی نگه داشته شده است
 قطعات ضخیم، نشان‌دهنده زمان فعالیت است که به وسیله چرخ گردان اندازه‌گیری شده است. توجه کنید که چرخه فعالیت، اندکی کمتر از ۲۴ ساعت طول می‌کشد.

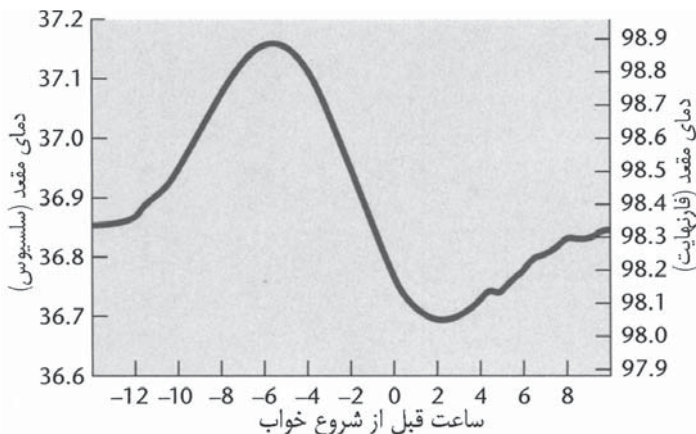
را در هر ساعت یک بار ثبت کردند. اگرچه نتایج، در افراد مختلف متفاوت بود، اکثر آنها نشان می‌داد از زمان بیداری تا اواخر بعدازظهر، خلق مثبت (شادکامی) افزایش می‌یابد و پس از آن تا هنگام خواب اندکی کاهش پیدا می‌کند. در یک مطالعه پیگیری، همین محققین، جوانان را به مدت ۳۰ ساعت متوالی بیدار نگه داشتند که این 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 خلق‌شان را در حدود ساعت ۵ بعدازظهر، و ناخوشایندترین خلق‌شان را در حدود ۵ صبح گزارش دادند (موری و همکاران، ۲۰۰۹). این نتایج نشان می‌دهد برای سلامت هیجانی ما یک ریتم شبانه‌روزی زیست‌شناختی وجود دارد (شکل ۳-۹).

ریتم‌های شبانه‌روزی در بین افراد مختلف، متفاوت هستند. برخی مردم («سحرخیزها» یا «خروس‌ها») زود از خواب بیدار می‌شوند، سریع کارهای‌شان را شروع می‌کنند 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 فعالیت می‌رسند. آنها بهتر از سحرخیزها می‌توانند بی‌خوابی را تحمل کنند (تایلارد، فیلیپ، کوسته، سیگسپ، و بیولاک، ۲۰۰۳).

البته معمولاً افراد دقیقاً در یک سر طیف فوق قرار ندارند. یک

ساعت و ۳۹ دقیقه طول می‌کشد. پژوهشگران دریافته‌اند انسان‌ها می‌توانند بدون دشواری چندانی، با این برنامه خواب انطباق پیدا کنند (شیر، رایت، کرونوثر، و زیسلر، ۲۰۰۷). اگر ما به کره مریخ سفر کنیم، ریتم‌های شبانه‌روزی می‌توانند یکی از کمترین مشکلات ما باشند. مع‌هذا، افزایش میزان تفاوت نسبت به برنامه ۲۴ ساعته، مشکلاتی را به بار خواهد آورد. کارکنان نیروی دریایی آمریکا در زیردریایی‌های هسته‌ای ممکن است ماه‌ها از نور خورشید بی‌بهره باشند، و در نور مصنوعی ضعیفی سر کنند. در بسیاری از مواقع، برنامه آنها به صورت ۶ ساعت کار و ۱۲ ساعت استراحت است. حتی با این‌که آنها مجبورند در یک برنامه ۱۸ ساعته بخوابند (یا سعی کنند بخوابند)، ریتم هشیاری و موادی که بدشان تولید می‌کند، به‌طور میانگین ۳/۲۴ تا ۴/۲۴ ساعت بوده است (کلی و همکاران، ۱۹۹۹).

ریتم‌های شبانه‌روزی فقط خواب و بیداری را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. ما برای خوردن و نوشیدن، ادرار کردن، ترشح هورمون‌ها، حساسیت به داروها، و سایر متغیرها، ریتم‌های شبانه‌روزی داریم. برای مثال، علی‌رغم اینکه معمولاً دمای بدن را ۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌دانند، دمای طبیعی بدن در طول روز تغییر می‌کند و از حدود ۳۶/۷ درجه در طول شب به حدود ۳۷/۲ درجه سانتی‌گراد در اواخر بعدازظهر می‌رسد (شکل ۲-۹). علاوه بر این ما دارای ریتم شبانه‌روزی خلق نیز هستیم. در یک مطالعه، جوانان در طول روز، خلق‌شان



شکل ۲-۹. 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 حدوداً ۶ ساعت پیش از خواب به بالاترین سطح می‌رسد.

پاسخ

۱. افرادی که مجبورند از یک برنامه روشنایی و تاریکی کاملاً متفاوت با برنامه ۲۴ ساعته تبعیت کنند، نمی‌توانند این کار را انجام دهند و در عوض بر اساس برنامه ۲۴ ساعته خواب‌آلوده و سرحال می‌شوند.

تنظیم و بازتنظیم ساعت زیستی

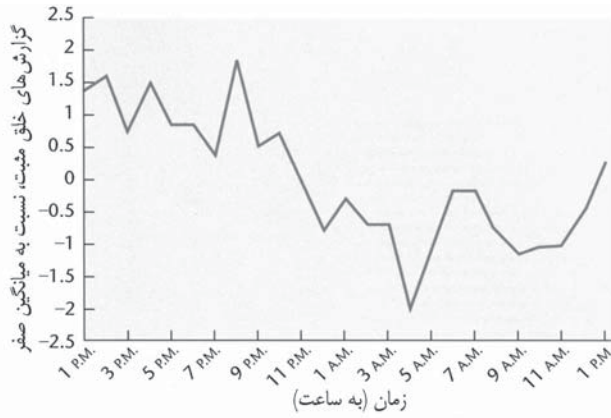
ریتم‌های شبانه‌روزی بدن، دوره‌های حدود ۲۴ ساعته تولید می‌کنند، اما این ریتم‌ها کامل نیستند. ما فعالیت‌های درونی مان را روزانه و به گونه‌ای بازتنظیم می‌کنیم که با محیط پیرامون مان هماهنگ شویم، و گاهی نیز بد تنظیم‌شان می‌کنیم. در روزهای تعطیل، هنگامی که برنامه بیشتر ما آزاد است، خود را در معرض نور، سر و صدا، و فعالیت‌های شبانه قرار می‌دهیم و روز بعد، دیرتر از خواب برمی‌خیزیم. روزهای شنبه وقتی که ساعت ۷ صبح می‌شود، ساعت زیستی، ممکن است به ما بگوید ساعت ۵ صبح است و بدون نشاط لازم به سر کار یا مدرسه می‌رویم (مور - ادی، زیسلر، و ریچاردسون، ۱۹۸۳).

با وجود اینکه ریتم‌های شبانه‌روزی بدون نور هم ادامه پیدا می‌کنند، نور، برای بازتنظیم آنها ضروری است. بدون عامل تنظیم‌کننده، ریتم‌های شبانه‌روزی شما بیشتر و بیشتر از زمان مناسب خود فاصله پیدا می‌کنند. محرکی که باعث بازتنظیم ریتم شبانه‌روزی می‌شود، **سایتگیبر** خوانده می‌شود که کلمه‌ای آلمانی، به معنای «زمان‌دهنده» است. نور، سایتگیبر غالب برای حیوانات خشکی است (روزاک، و زاگر، ۱۹۷۹). (در مورد بسیاری از جانوران آبی، جزر و مد، اهمیت زیادی دارد.) علاوه بر نور، سایتگیبرهای دیگری مانند ورزش (ایستمن، هوس، یانگستید، و لیو، ۱۹۹۵)، هر نوع برانگیختگی (گریتون،

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 از ساعت ۱ بعد از نیمه‌شب تا ۹ صبح می‌خوابید، زمان وسط خواب‌تان ۵ صبح خواهد بود. همان‌طور که شکل ۴-۹ نشان می‌دهد، افراد از نظر سن نیز با یکدیگر متفاوت‌اند. کودکان تقریباً همیشه زودتر به خواب می‌روند و زودتر بیدار می‌شوند. در سنین نوجوانی، اگر امکان‌اش وجود داشته باشد، زمان خوابیدن و بیدار شدن دیرتر می‌شود. تا حدود سن ۲۰ سالگی، زمان ترجیحی خواب دیرتر و دیرتر می‌شود و از آن پس تدریجاً به عقب برمی‌گردد (رونبرگ و همکاران، ۲۰۰۴).
آیا دلیل زودتر خوابیدن افراد بالای ۲۰ سال مسائل شغلی نیست که آنها را وادار می‌کند که زودتر بیدار شوند؟ شاید، اما دو دلیل به نفع دلایل زیست‌شناختی وجود دارد. نخست این‌که، همان‌طور که در شکل ۴-۹ می‌بینید، منحنی به تدریج در طی دهه‌های عمر تغییر می‌کند. اگر قرار بود صرفاً تطبیق با شغل باعث این موضوع باشد، انتظار می‌رفت این تغییر در سال‌های ابتدایی دهه سوم زندگی به شکل ناگهانی اتفاق بیفتد و تا زمان بازنشستگی، منحنی به صورت ثابت باقی بماند. دوم این‌که چنین اتفاقی در موش‌ها نیز می‌افتد: موش‌های پیر، زودتر از موش‌های جوان به بهترین زمان فعالیت‌شان می‌رسند، در حالی که موش‌های جوان هر چه از طول روز می‌گذرد، عملکردشان بهتر می‌شود (ویناکور و هاشر، ۱۹۹۹، ۲۰۰۴).

درنگ و بازبینی

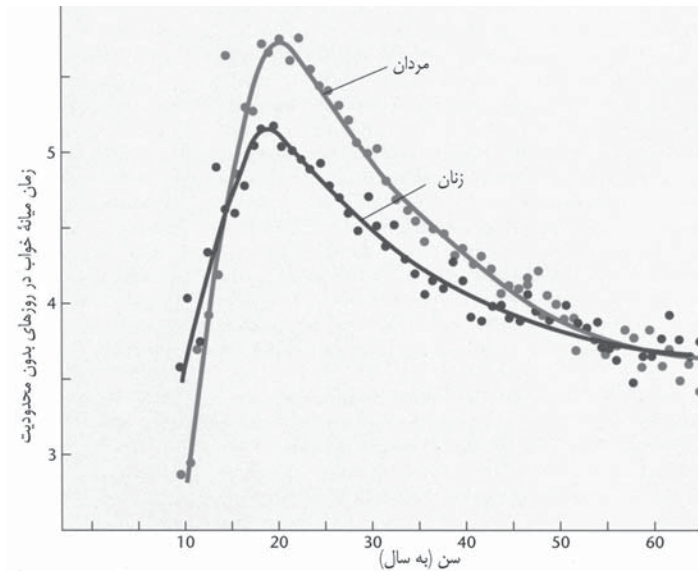
۱. چه شواهدی نشان می‌دهد که انسان‌ها ساعت زیستی درونی دارند؟



شکل ۳-۹. خلق مثبت گزارش شده در طول زمان در طول ۳۰ ساعت در یک محیط آزمایشگاهی بدون تغییر، یک بزرگسال جوان معمولی خوشایندترین خلق خود را در اواخر بعدازظهر، یا اوایل عصر، و ناخوشایندترین خلقش 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.

بیداری هیچ وقت کاملاً هشیار نیستند و در هنگام استراحت، خواب‌شان مناسب نخواهد بود (دیک و همکاران، ۲۰۰۱). در سفرهای طولانی، بسیاری از آنها افسردگی، تحریک‌پذیری، و عملکرد ضعیف را تجربه می‌کنند (مالیس، و دی‌روسیا، ۲۰۰۵). حتی زمانی که سعی می‌کنیم چرخه‌های خواب و بیداری‌مان را با ساعت تنظیم کنیم نیز خورشید اثر خودش را دارد. برای مثال، آن‌چه که در بهار موقع جلو کشیدن ساعت‌ها رخ می‌دهد را در نظر بگیرید. ساعت‌تان را یک ساعت جلو می‌کشید و هنگامی که ساعت، زمان خواب معمول‌تان را نشان می‌دهد، قطعاً به رختخواب می‌روید، اما، به نظر‌تان یک ساعت زود می‌رسد. صبح روز بعد، وقتی ساعت ۷ می‌شود، و زمان آماده شدن برای کار فرا می‌رسد، مغزتان هنوز ساعت ۶ را نشان می‌دهد. اغلب افراد در این موقع از سال عملکردشان تا چند روز پایین می‌آید و دچار کسالت و خستگی می‌شوند. هماهنگ شدن با این وضعیت، به خصوص برای افراد کم‌خوابی مثل بیشتر دانشجویان، دشوار است (لاتی و همکاران، ۲۰۰۶؛

ساتون، مارتینز، سارتر، و لی، ۲۰۰۹)، وعده‌های غذایی، و دمای محیط (رفینتی، ۲۰۰۰) نیز وجود دارند. محرک‌های اجتماعی - یعنی تأثیرات سایر افراد - سایتگیبرهای ضعیفی هستند، مگر این‌که موجب ورزش یا فعالیت شدید دیگری شوند (میستلبرگر، و اسکین، ۲۰۰۴). این سایتگیبرهای فرعی، فقط تأثیرات نور را تکمیل کرده یا تغییر می‌دهند، و تأثیرشان به خودی خود اندک است. برای مثال، افرادی که در زمستان قطب جنوب که اثری از نور خورشید نیست، با یکدیگر کار می‌کنند، تلاش می‌کنند ریتم ۲۴ ساعته‌ای را حفظ کنند، اما به تدریج از این ریتم خارج می‌شوند. افراد مختلف، ریتم‌های متفاوتی را ایجاد می‌کنند تا جایی که کار کردن با یکدیگر برای‌شان سخت‌تر و سخت‌تر می‌شود (کنای، و فن‌دراپ، ۱۹۹۱). فضانوردان مدار زمین با یک مشکل ویژه روبرو هستند: همین‌طور که آنها به دور زمین می‌چرخند، هر ۴۵ دقیقه روشنایی به تاریکی و تاریکی به روشنایی تبدیل می‌شود. اگر از عرشه پرواز به جاهای دیگر فضاپیما بروند، آنها نور کم مداومی را خواهند داشت. در نتیجه، آنها در طول



شکل ۴-۹. تفاوت‌های سنی در ریتم‌های شبانه‌روزی افراد مشخص کردند زمان وسط خواب‌شان در روزهایی که محدودیتی ندارند، چه زمانی است؛ مثلاً، ساعت ۳ صبح، یا ۵ صبح.

که اندکی از ۲۴ ساعت طولانی‌تر است. تا زمانی که چرخه‌های آنها با ساعت هماهنگ باشد، همه چیز خوب است، اما وقتی که این هماهنگی از دست برود، دچار بی‌خوابی شبانه و خواب‌آلودگی روزانه می‌شوند (سک و لوی، ۲۰۰۱).

درنگ و بازبینی

۲. چرا در روزهای تعطیل، مردم شرق آلمان زودتر از مردم غرب آلمان از خواب برمی‌خیزند؟

پاسخ

۲. خورشید در مرز شرقی آلمان حدوداً نیم ساعت زودتر طلوع می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که علی‌رغم این که همگی از یک ساعت کاری استفاده می‌کنند، این خورشید است که زمان خواب و بیداری مردم را کنترل می‌کند.

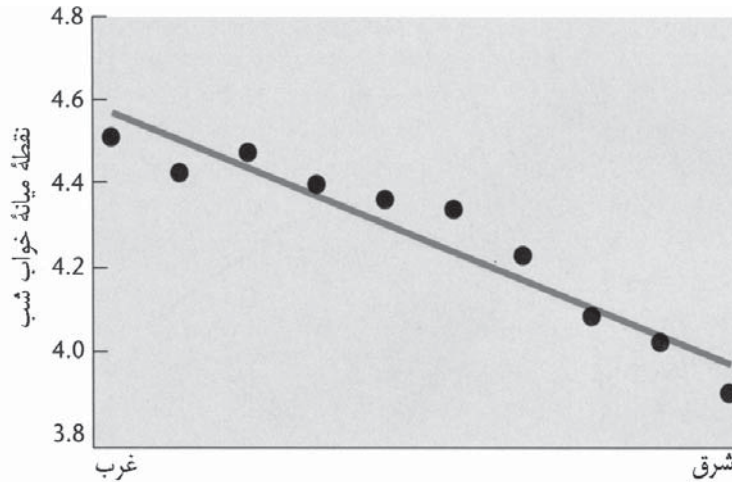
پرواززدگی

به اختلال ریتم‌های شبانه‌روزی که در اثر عبور از نواحی زمانی رخ می‌دهد، پرواززدگی 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 (هایموپ و آرنه، ۱۹۹۹). برای اغلب ما هماهنگی با نواحی زمانی، هنگامی که 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

مونک و آپلین، ۱۹۸۰).

بیشترین شواهد برای اهمیت نور خورشید به وسیله مطالعه‌ای در آلمان به دست آمد. زمان خورشیدی مرز شرقی آلمان، حدود نیم ساعت با مرز غربی آلمان تفاوت دارد، در حالی که زمان رسمی در هر دو نقطه یکی است. پژوهشگران، زمان ترجیحی به خواب رفتن و از خواب بیدار شدن مردم هر دو منطقه را به دست آوردند و نقطه وسط خواب هر فرد را در نظر گرفتند (برای مثال، اگر در تعطیلات، فردی ترجیح می‌دهد ساعت ۱۲:۳۰ نیمه‌شب بخوابد، و ساعت ۸:۳۰ صبح بیدار شود، نقطه وسط خواب وی، ۴:۳۰ است). شکل ۵. نتایج حاصله را نشان می‌دهد. مردم مرز شرقی نقطه وسط خواب‌شان حدود ۳۰ دقیقه زودتر از مردم غربی است که با توجه به طلوع زودتر خورشید در مرز شرقی قابل توجیه است (روئنبرگ، کومار، و مرو، ۲۰۰۷). اطلاعاتی که می‌بینید، مربوط به مردمی است که در شهرهای زیر ۳۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت زندگی می‌کنند. مردم شهرهای بزرگ‌تر اختلاف کمتری نشان می‌دهند که می‌تواند به این دلیل باشد که آنها زمان بیشتری را در خانه می‌گذرانند و کمتر در معرض نور خورشید هستند.

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 فعالیت تنظیم می‌کنند. با این وجود، برخی که به اندازه کافی به این سایتگیبری‌های ثانوی حساس نیستند، خود، ریتم‌های شبانه‌روزی آزادی ایجاد می‌کنند



شکل ۵-۹. 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 نشان‌دهنده نقطه میانه زمان خوابیدن و بیدار شدن ترجیحی است. این اطلاعات، مربوط به مردم ساکن در شهرهای زیر ۳۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت است.

پزشکی و کارگران شیفتی در کارخانه‌ها - درمی‌یابند که طول خواب‌شان بسته به این است که چه وقتی به خواب رفته‌اند. اگر صبح یا اوایل بعدازظهر به خواب روند، حتی اگر مدت زیادی بی‌خوابی کشیده باشند، فقط مدت کوتاهی می‌خوابند (فریس و هارویچ، ۱۹۸۴؛ وینفری، ۱۹۸۳).

افرادی که در شیفت شب مثلاً 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 کاملاً 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 کلی، افرادی که شب‌کارند، بیشتر از روزکارها دچار سوانح شغلی می‌شوند.

کار شبانه نمی‌تواند به درستی ریتم شبانه‌روزی را تغییر دهد، چرا که اغلب ساختمان‌ها از نوری مصنوعی در حدود ۱۸۰-۱۵۰ لوکس استفاده می‌کنند که چندان در بازتنظیم این ریتم، مؤثر نیست (بویوین، دافی، کرونوئر، و زیسلر، ۱۹۹۶). در صورتی که 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).

مکانیسم‌های ساعت زیستی

بدن چگونه ریتم شبانه‌روزی را ایجاد می‌کند؟ کورت ریشر (۱۹۶۷) این مفهوم را مطرح کرد که مغز ریتم‌های خودش -

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 ۶-۹). برای اغلب مردم، دشوار است که پیش از زمان معمول بدن‌شان به خواب روند و همچنین برای‌شان دشوار است که در روز بعد، زودتر بیدار شوند. تطابق با مسئله پرواززدگی در بسیاری از اوقات، استرس‌زا است. استرس، سطح کورتیزول خون (نوعی هورمون که از غده فوق کلیوی ترشح می‌شود) را بالا می‌برد؛ این در حالی است که در مطالعات زیادی نشان داده شده است بالا رفتن طولانی مدت کورتیزول خون، نورون‌های هیپوکامپ را تخریب می‌کند. هیپوکامپ منطقه‌ای از مغز است که در حافظه نقش اساسی دارد. در مطالعه‌ای، مهمان‌داران پروازی که ۵ سال گذشته را در حال پرواز بر فراز هفت ناحیه زمانی یا بیشتر گذرانده بودند - مانند شیکاگو تا ایتالیا - و غالباً فاصله بین پروازها کوتاه بود (کمتر از ۶ روز)، 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 دهنده خطر حاصل از تطابق‌های مکرر 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 خواب نامنظمی دارند - مانند خلبانان، اترن‌های



الف) ترک نیویورک در ساعت ۷ بعد از ظهر



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

شکل ۶-۹. پرواززدگی

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

در کنترل ریتم‌های شبانه‌روزی خواب و بیداری و دمای بدن ایفا می‌کند (رفینتی و مناگر، ۱۹۹۲). البته نواحی مغزی دیگری نیز هستند که ریتم‌های موضعی ایجاد می‌کنند (گرانادوس - فونتس، تسنگ، هرزوغ، ۲۰۰۶). در صورت آسیب دیدن SCN ریتم‌های بدن نظم‌شان را از دست می‌دهند. هسته فوق چلیپایی ریتم‌های شبانه‌روزی را بدون نیاز به یادگیری و تحت کنترل ژنتیک ایجاد می‌کند. اگر نورون‌های SCN از بقیه سلول‌های مغزی جدا شوند، و یا کلاً از مغز خارج شوند و در محیط کشت قرار گیرند، باز به تولید ریتم شبانه‌روزی پتانسیل عمل ادامه می‌دهند (ارنست، لیانگ، راتلیف، و کاسون، ۱۹۹۹؛ اینویه و کاوامورا، ۱۹۷۹). حتی یک سلول تنهای SCN نیز می‌تواند ریتم شبانه‌روزی را حفظ کند، البته تعاملات بین سلولی، صحت ریتم را بالاتر می‌برد (لانگ، جوتراس، کانرز، و بورول، 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 مناگر، ۱۹۸۸). پژوهشگران، با جراحی، 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 می‌کرد. هنگامی که این پژوهشگران بافت یک جنین دارای ریتم ۲۴ ساعته را پیوند می‌زدند، همستر گیرنده نیز ریتم ۲۴ ساعته تولید می‌کرد (رالف، فاستر دیویس، و مناگر، 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.

ساعت زیستی - را می‌سازد و گزارش داد که این ساعت زیستی نسبت به بیشتر اشکال مداخله غیرحساس است. جانوران نایبنا یا ناشنوا نیز ریتم‌های شبانه‌روزی ایجاد می‌کنند که البته با جهان پیرامون، کمی اختلاف فاز پیدا می‌کنند. ریتم شبانه‌روزی به‌طور شگفت‌آوری با وجود محرومیت از آب و غذا، اشعه 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 توانسته است، تنظیم ساعت زیستی را بر هم بزند (گینز، ۱۹۸۳؛ ریشتر، ۱۹۷۵). آنچه مسلم است، ساعت زیستی مکانیسمی قوی و سرسخت است.



Elliott Blass

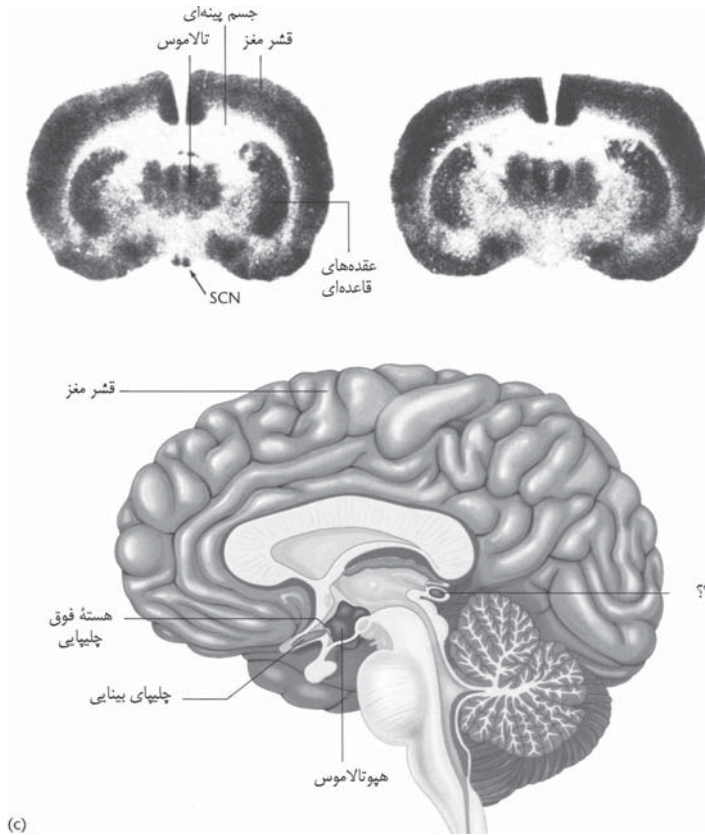
کورت پ. ریشتر

(۱۸۹۴-۱۹۸۸)

لذتی که من از پژوهش می‌برم، از غذا خوردن هم بیشتر است.

هسته فوق چلیپایی (SCN)

ساعت زیستی، وابسته به بخشی از هیپوتالاموس است که هسته فوق چلیپایی یا SCN نامیده می‌شود. نام‌گذاری این هسته به علت جایگاه‌اش است که درست در بالای چلیپای نبیایی است (شکل ۷-۹). هسته فوق چلیپایی نقش اصلی را



شکل ۷-۹. هسته فوق چلیپایی (SCN) موش‌ها و آدم‌ها همانطور که در این برش‌های تاجی هیپوتالاموس قدامی دیده می‌شود، هسته فوق چلیپایی در قاعده مغز واقع شده است. به هر موش ماده رادیواکتیو ۲ - دی‌اکسی گلوکز تزریق شد که توسط فعال‌ترین نورون‌ها جذب می‌شود. جذب بیشتر این ماده شیمیایی موجب شده است کناره‌های تصاویر بالا تیره‌تر به نظر برسد. توجه کنید که فعالیت در نورون‌های SCN موش در طول روز (الف) بیشتر از فعالیت این نورون‌ها در شب (ب) است. (پ) برش سهمی از مغز انسان که مکان SCN و غده صنوبری را نشان می‌دهد.

از عصب بینایی که به نام مسیر شبکه‌ای - هیپوتالاموسی نامیده می‌شود، مستقیماً از شبکه به SCN می‌رود. آکسون‌های این مسیر، تنظیمات SCN را تغییر می‌دهند. با این حال، منشأ اغلب دروندادهای این مسیر، گیرنده‌های معمولی شبکه نیست. موش‌هایی که تقریباً تمامی سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی‌شان به دلیل نقص ژنتیکی تخریب شده است هم می‌توانند ساعت زیستی‌شان را با نور تنظیم کنند (فریدمن و همکاران، ۱۹۹۹؛ لوکاس، فریدمن، مونوز، گارسیا - فرناندز، و فوستر، ۱۹۹۹). همچنین موش‌های کور را در نظر بگیرید (شکل ۸-۹). چشم‌های آنها با خز و پوست پوشیده شده است و فاقد ماهیچه و عدسی‌ای است که بتواند بر تصویری تمرکز کند. چشمان آنها کمتر از ۹۰۰ آکسون عصب بینایی دارد در حالی که چشم همسترها ۱۰۰,۰۰۰ آکسون دارد. حتی یک نور روشن 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 (دی‌یانگ،

درنگ و بازیابی
 ۳. چه شواهدی قویاً نشان می‌دهد که SCN مستقلاً ریتم شبانه‌روزی ایجاد می‌کند؟

پاسخ

۳. سلول‌های SCN حتی زمانی که در محیط کشت و مجزا از بقیه بدن هستند، نیز ایجاد ریتم شبانه‌روزی می‌کنند. علاوه بر این، هنگامی که به همسترها نورون‌های SCN پیوند زده می‌شود، ریتم شبانه‌روزی آنها از الگوی حیوان اهداکننده تبعیت می‌کند.

نور چگونه SCN را بازتنظیم می‌کند؟

هسته فوق چلیپایی، دقیقاً در بالای چلیپای بینایی قرار گرفته است. شکل ۷-۹ جای آن را در مغز انسان نشان می‌دهد. در سایر پستانداران نیز همین وضعیت برقرار است. شاخه کوچکی

بسیاری از افراد نابینا هم سردردهای میگرنی را بدتر می‌کند. توضیح این مسئله آن است که سلول‌های گانگلیون حاوی ملانوپسین به تالاموس خلفی درون‌داد می‌فرستند، و تالاموس بخشی از مسیری است که در میگرن ایجاد درد می‌کند (نوسدا و همکاران، ۲۰۱۰). فردی که قشر بینایی‌اش درون‌دادی را دریافت نمی‌کند، و بنابراین بینایی هشیار ندارد، به هر حال می‌تواند در تالاموس خود، تحریک حساس به نور داشته باشد.

درنگ و بازبینی

۴. نور چگونه ساعت زیستی را بازتنظیم می‌کند؟

پاسخ

۴. شاخه‌ای از عصب بینایی به نام مسیر شبکیه‌ای - هیپوتالاموسی، اطلاعات مربوط به نور را به SCN می‌برد. آکسون‌های تشکیل‌دهنده این مسیر، از سلول‌های گانگلیونی ویژه‌ای منشأ می‌گیرند که نسبت به نور مستقیماً واکنش نشان می‌دهند و نیازی به دریافت پیام از سلول‌های مخروطی یا استوانه‌ای ندارند.

بیوشیمی ریتم شبانه‌روزی

هسته فوق چلیپایی ریتم شبانه‌روزی را ایجاد می‌کند، اما چگونه؟ پژوهش درباره ریتم شبانه‌روزی از حشرات آغاز شد. پژوهش‌ها در مورد مگس میوه *Drosophila* به کشف ژن‌های پرشماری منتهی شد که ریتم شبانه‌روزی را ایجاد می‌کنند (ایکس، لیو و همکاران، ۱۹۹۲؛ سیگال، اوزلی، یانگ چن، و اسکاتلند، ۱۹۹۹). دو مورد از این ژن‌ها که *period* (به اختصار *per*) و *timeless* (به اختصار، *tim*) نام دارند، پروتئین‌های TIM و PER را تولید می‌کنند. غلظت این پروتئین‌ها که موجب خواب و عدم فعالیت می‌شوند، در طول روز بر اساس تعاملات بازخوردی بین مجموعه زیادی از نورون‌ها نوسان می‌یابد. در اوایل صبح، سطح RNA پیام‌رسان مسئول تولید PER و TIM پایین است. همان‌طور که شکل ۹-۹ نشان می‌دهد، با افزایش سطح این RNA در طول روز، میزان تولید پروتئین‌های مذکور افزایش می‌یابد، اما این فرایند، زمان‌بر است، بنابراین، تراکم این پروتئین‌ها چندین ساعت بعد اتفاق می‌افتد. هنگامی که غلظت پروتئین PER و TIM افزایش می‌یابد، بازخوردی از طرف آنها ارسال می‌شود که ژن مولد مولکول‌های RNA پیام‌رسان را مهار می‌کند. بنابراین در هنگام شب غلظت PER و TIM زیاد است، اما غلظت RNA پیام‌رسان رو به کاهش است (نیتاباچ و تاگرت، ۲۰۰۸). صبح روز بعد، سطح پروتئین PER و TIM پایین است، مگس‌ها بیدار می‌شوند، و این چرخه آماده است تا دوباره شروع شود. از آنجایی که این چرخه



Courtesy of Eshwar Nigro

شکل ۸-۹. یک موش کور

علی‌رغم این که موش‌های کور از همه نظر واقعاً کور هستند، می‌توانند ریتم شبانه‌روزی‌شان را با واکنش به نور تنظیم کنند.

هندریکس، سانپال، و نوو، ۱۹۹۰).

توجه شگفت‌آور این مسئله آن است که مسیر شبکیه‌ای - هیپوتالاموسی که به SCN می‌رود از جمع خاصی از سلول‌های گانگلیونی شبکیه نشأت می‌گیرد که رنگدانه‌های نوری خودشان را دارند که ملانوپسین نامیده می‌شود. این رنگدانه‌ها شباهتی با رنگدانه‌های موجود در سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی ندارند (هانپیل، هایندرسون، ناسون، جورج، فارنکروگ، ۲۰۰۱؛ لوکاس، داگلاس، و فاستر، ۲۰۰۱). این سلول‌های گانگلیونی ویژه، از استوانه‌ها و مخروط‌ها درون‌دادهایی دریافت می‌کنند (گولی و همکاران، ۲۰۱۰؛ گولر و همکاران، ۲۰۰۸)، اما حتی اگر این درون‌داد را دریافت نکنند، به‌طور مستقیم به نور واکنش نشان می‌دهند (برسون، دان، و تاکانو، ۲۰۰۲). این سلول‌های گانگلیونی خاص، در سراسر شبکیه به مقدار مساوی وجود ندارند و عمدتاً نزدیک بینی قرار دارند (ویسر، بیرسما، و دان، ۱۹۹۹). (یعنی بیشتر در پیرامون شبکیه هستند.) این سلول‌ها آهسته به نور پاسخ می‌دهند و بعد از خاموشی نور، به آهستگی غیرفعال می‌شوند (برسون و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین، آنها نسبت به میانگین کلی میزان نور پاسخ می‌دهند، نه به تغییرات ناگهانی نور. این متوسط شدت نور دریافتی در طی چند دقیقه یا چند ساعت، دقیقاً همان اطلاعاتی است که SCN جهت تعیین زمان روز به آن احتیاج دارد.

به چند مورد از پیامدهای این موضوع توجه کنید: نخست، بسیاری از افرادی که به علت آسیب استوانه‌ها و مخروط‌ها نابینا شده‌اند، با وجود نابینایی، سلول‌های گانگلیونی حاوی ملانوپسین‌شان به قدر کافی درون‌داد دریافت می‌کنند تا چرخه خواب و بیداری‌شان را با الگوی محلی نور خورشید هماهنگ کنند. دوم، پیش از این تعجب‌آور بود که نور روشن حتی در