

نویسنده:

دکتر هانی لوزل

گزینش و ترجمه: فرهاد

شاکری

کارشناس ارشد

تربیت بدنی



# ت درونی

اکثر  
فرایندهای  
کنترلی

زیست شناختی<sup>۱</sup> تحت

تأثیر «چرخه‌های» دقیقاً

مشخص شده‌ای در بدن انسان قرار دارند. ما از وجود چنین چرخه‌هایی آگاهی داریم و می‌توانیم روی آن‌ها حساب کنیم. برای ما، این امری عادی و طبیعی است که شب هنگام، خسته به خواب رویم و صبح هنگام سر حال و سرزنده، طبق معمول از خواب برخیزیم. ولی این ساعت درونی<sup>۲</sup> ماست که مسؤول چنین چرخه خواب و بیداری است. ساعت‌های دیگری با عملکردی مشابه نیز، درجه حرارت بدن، ضربان قلب، میزان تنفس، تولید یا اثر هورمون، فرایندهای سوخت و سازی، عملکرد کلیه و آن چنان که اخیراً کشف شده است، دسترسی زیستی به دارو را، به منظور تأمین نیاز

بدن، کنترل می‌کنند.

## چرخه‌های شبانه روزی

بنابر عقیده جی. آشوف<sup>۳</sup> که عمیقاً به طبیعت پیچیده و دشوار «چرخه‌های شبانه روزی»<sup>۴</sup> پرداخته است، این فرایندهای دوره‌ای، روزانه و در نتیجه «سرکادین» (سرکا: در حدود، تقریباً و دین = روز) را می‌توان در رفتار بدنی، توان‌های ذهنی، فرایندهای فیزیولوژیکی و ساختار بافت‌ها مشاهده کرد. تاکنون در آزمایش‌ها به وجود بیش از صد مورد از چنین آناری روی دستگاه‌های عضوی که تابع اوقات روز هستند، پی برده شده است. ساعت‌های درونی ما با چه

دقتی کار می‌کنند؟ آیا چرخه روزانه یک فرد با چرخه روزانه فرد دیگری برابر و مشابه است؟ آیا می‌توان ساعت‌ها | درونی | را از راه عوامل مؤثر بیرونی یا درونی تنظیم کرد؟

مطالعات و پژوهش‌های بسیاری به منظور پاسخگویی به این پرسش‌ها، انجام گرفته‌اند. برای مثال، در پژوهشی، «آزمودنی‌ها» را در یک «اتاقک مخصوص جداسازی»<sup>۵</sup> قرار دادند که در آن، آزمودنی‌ها در برابر تأثیر همه عوامل بیرونی محافظت می‌شوند و هیچ‌گونه تماسی با محیط خارج نداشتند. بنابراین آزمودنی‌ها فقط به ساعت‌های درونی خود متکی بودند. بعد از گذشت چند روز از این وضعیت، آزمودنی‌ها چرخه‌های شبانه‌روزی «آزادگردی»<sup>۶</sup> را توسعه

تکاملی» در ساز و کارهای کنترلی موجودات زنده و همچنین، تغییرات ساز و کارهای «کیهانی»<sup>۸</sup> در دوره چندین میلیون ساله، موضوع‌های مورد بحث و گفت‌وگو هستند.

### زمان سنج‌های بیرونی

از آن‌جا که «چرخه درون‌زاد»<sup>۹</sup> انسان با «شرایط فعلی» حیات زیستی «همزمان»<sup>۱۰</sup> نیست، بنابراین ساعت‌های درونی باید بر اساس روز و یا حتی ساعت، تنظیم و همزمان شوند، زمان سنج‌های بیرونی<sup>۱۱</sup> (که مسؤل چرخه ۲۴ ساعته هستند)، از علائمی که توسط اندام‌های حسی ما از محیط دریافت می‌شوند، سرچشمه می‌گیرند. با این وجود و با توجه به دانش ما از «طب صنعتی»<sup>۱۲</sup>، تغییر از روشنایی به تاریکی یا از روز به شب، نقشی را که پیش از این برای آن متصور بودیم، ندارد. چرا که همزمانی با دوره ۲۴ ساعته، بیش‌تر از راه زمان سنج‌های بیرونی که از نظر اجتماعی غنی و به لحاظ زمانی، سازمان یافته هستند،

ساعت [طبیعی] به ۲۵ ساعت افزایش یافت. اما این فرایند در میان سایر آزمودنی‌ها به صورتی معکوس بود. چنان‌که ساعت [درونی] آن‌ها حدود یک ساعت جلو افتاد [یعنی این‌که چرخه شبانه روزی آزادگرد آزمودنی‌ها در نتیجه حرکت سریع‌تر ساعت درونی، از ۲۴ ساعت طبیعی به ۲۳ ساعت کاهش یافت]. ما دقیقاً نمی‌دانیم که چرا چنین چیزی اتفاق می‌افتد. اما، در این رابطه، «تغییرات

دادند که از راه کنترل رفتار خواب و بیداری، درجه حرارت مخرجی (رکتال)، دفع کورتیزول در ادرار و بسیاری از شاخص‌های دیگر در آن‌ها، قابل تشخیص بودند. در این شرایط، ساعت‌های [درونی] اکثر آزمودنی‌ها زمان را از دست دادند و عقب ماندند. به این معنی که چرخه شبانه‌روزی آزادگرد آن‌ها، از ۲۴

### زیرنویس

کیاسمای بینایی است. علم مطالعه ساعت درونی، چرخه زیستی و به طور کلی تأثیر زمان بر دستگاه‌های زنده و حیات، «زیست‌شناسی زمانی» (chronobiology) نامیده می‌شود [۳ و ۵].

4. j. Aschoff  
5. Circadian rhythms  
بخشی از چرخه‌های زیستی (biological rhythms)

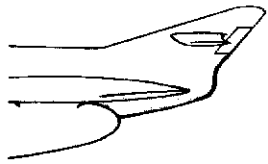
اعمال را با اثر گذاری بر بدن توسط کنترل دستگاه عصبی، هورمون‌ها و دمای بدن انجام می‌دهد. جایگاه ساعت درونی اصلی، به احتمال زیاد، در هسته‌های مضاعف فوق کیاسمایی (Paired suprachiasmatic nuclei. sen)، واقع در بخش قدامی هیپوتالاموس مغز، درست بالای عصب

این مرکز کنترل و تنظیم چرخه‌های زیستی (به ویژه چرخه‌های درون‌زاد)، ساعت زیستی (biological clock) و ساعت بدن (body clock) هم نامیده می‌شود. وظیفه آن تنظیم و تطبیق فیزیولوژی و بیوشیمی بدن با الگوی طبیعی فعالیت‌های روزانه، خواب شبانه و استراحت است که این

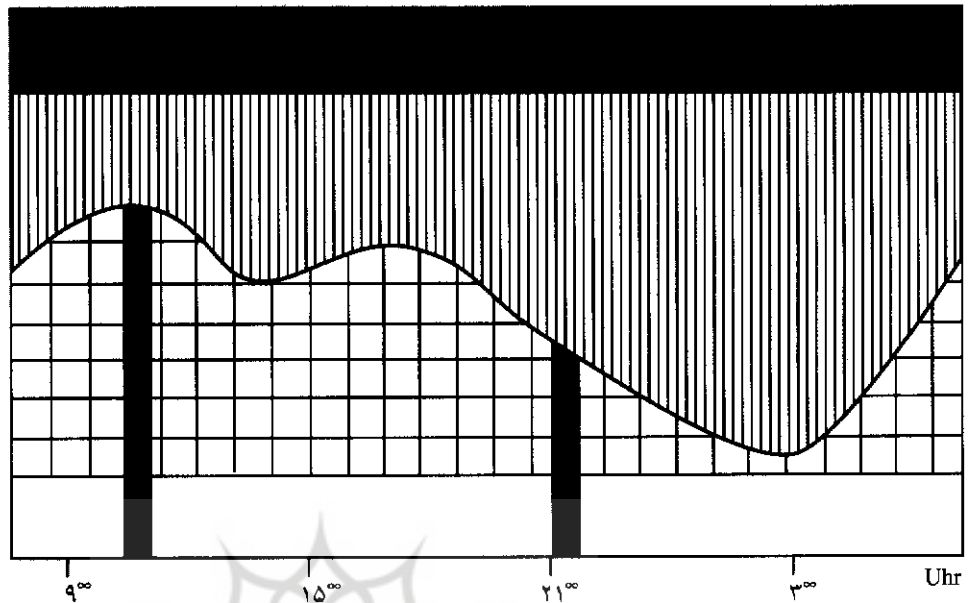
می‌شوند. اصولاً، هر رویدادی که در یک نقطه، تغییر خاصی در آن به وجود آید و سپس به همان نقطه آغاز باز گردد، بدون توجه به مدت زمان لازم برای تغییر، یک چرخه محسوب می‌شود. زمانی را که یک چرخه برای چرخش کامل نیاز دارد، دوره می‌نامند [۲ و ۳].

3. Inner clock

1. biological control processes  
2. Rhythms  
به معنی آهنگ، وزن، ریتم، چرخه، نواخت، موزونی و ضرباهنگ، الگویی است که اجزای آن قدرت و شدت سازمان یافته‌ای دارند. سلسله‌ای از پدیده‌ها که به طور مکرر، متعادل و آهنگین در دسته‌های منظم تکرار



شکل ۱:  
دوره های روزانه  
میزان سرزندگی



اشتباه همراه می شود (شکل ۱).

### ساعت درونی با مناطق زمانی جدید به کندی «سازگار» می شود

اگر محیط با توجه به زمان های کاری تغییر کند، مثل هنگامی که یک «کارگر به صورت نوبتی»<sup>۱۵</sup> کار می کند یا در مورد چرخه های جدید خواب و بیداری، بعد از ورود به یک منطقه زمانی<sup>۱۶</sup> جدید، ساعت درونی به کندی با شرایط جدید «سازگار»<sup>۱۷</sup> می شود؛ چنان که ابتدا، در طول روز

زمینه های کار و ورزش تحت تأثیر قرار می دهند. پژوهش در زمینه «فیزیولوژی شغلی»<sup>۱۲</sup> نشان می دهد که کیفیت و دامنه یک فعالیت لازم و ضروری، پیرو دوره های روزانه مشخصی است. بنابراین، زمان های مطلوب برای انجام «کار سخت و کیفیت بالا»، بین ساعت های ۸ تا ۱۰ صبح و ۵ تا ۶ بعدازظهر است. در ساعت ۳ بعدازظهر، میزان سرزندگی روزانه پایین می آید و حدود ساعت ۳ صبح، حالت خستگی چنان زیاد است که هر نوع کار با میزان بالایی با

مانند رابطه با سایر موجودات زنده، ارتباط هایی که از طریق صدا شروع می شوند، تغییرات درجه حرارت و غیره، به وقوع می پیوندند. با این شیوه ها، زمان سنج های درونی که با کاهش یا افزایش سرعت بر ساعت های درونی اثر می گذارند، تحریک و فعال می شوند.

### «میزان سرزندگی» از زمان روز پیروی می کند

چرخه های شبانه روزی، «میزان سرزندگی»<sup>۱۳</sup> و عملکرد را در

بدن) گفته می شود که با تأثیر بر ساعت های درونی و چرخه های زیستی، آن ها را کوک یا تنظیم می کند. برخی دیگر از این عوامل بیرونی عبارتند از: فعالیت بدنی، نوبت کاری، تغذیه، نور و غیره. به آن ها «زایت گیبِر» (Zeitgeber)، کلمه ای آلمانی به معنی تنظیم گرو «وقت گیرنده» (time giver) هم

عوامل محیط بیرون از موجود زنده (در این جا مقصود محرک های بیرونی نظیر نور، فعالیت بدنی و غیره است که بر ساعت های درونی و چرخه های زیستی تأثیر می گذارند) است [۳].

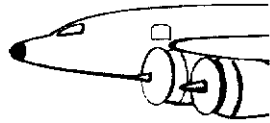
10. Synchronous  
11. External timers  
معمولاً به یک عامل بیرونی (ناشی از محیط خارج از

سینوسی است [۳].

6. Isolation chamber  
7. Free - Flowing  
8. Celestial  
9. Endogenous rhythm  
درون زاد، یعنی برآمده از درون موجود زنده (در این جا، تحت تأثیر ساعت درونی بدن)، بدون تأثیر از عوامل محیط بیرونی؛ در مقابل بیرون زاد (exogenous) که برآمده از

«circadian»، بین ۲۰ تا ۲۸ ساعت و فرا شبانه روزی یا «infradian»، بیش تر از ۲۸ ساعت تقسیم شده اند. مهم ترین چرخه شبانه روزی، چرخه شبانه روزی درجه حرارت بدن است که نقش پایه ای دارد. شکل منحنی رسم شده از ظهور چرخه ها، معمولاً موجی شکل یا

است. چرخه های زیستی به تغییرات دوره ای منظمی اشاره دارند که در یک زمان مشخص و معین روی می دهند و در ارتباط با فرایندهای پایه فیزیولوژیکی بدن هستند. این چرخه ها براساس طول مدت دوره ای که تکرار می شوند، به سه دسته فروشبانه روزی یا «ultradian»، کم تر از ۲۰ ساعت، شبانه روزی یا



## ساعت های درونی در سرزمین های بیگانه به گونه ای دیگر عمل می کنند



[علاوه بر، چهار روز  
اشاره شده در بالا که در مجموع  
شش روز می شود]؛ هر چند که آن ها  
باید هشت روز دیگر هم صبر  
می کردند تا با کیفیت بالایی در  
عملکردهای خود در رقابت ورزشی  
دست یابند.

### یک ساعت «جابه جایی زمانی» به یک روز زمان برای سازگاری نیاز دارد

«طب هوانوردی»<sup>۱۲</sup> توصیه  
می کند که بعد از چند روز اول یک  
پرواز بین قاره ای، به ویژه طی زمانی

به فرد احساس خستگی  
دست می دهد و نمی تواند  
تمرکز کند، اما برعکس شب هنگام،  
کاملاً «بیدار و هوشیار»<sup>۱۸</sup> است. «باز  
تنظیم»<sup>۱۹</sup> ساعت درونی، در مواقعی  
که تغییر مکان سریع و از جهت غرب  
به شرق باشد، آهسته تر است، در  
حالی که این امر در مورد تغییر مکان  
از جهت شرق به غرب، سریع تر  
اتفاق می افتد. این موضوع با «اثر  
حرکت آهسته»<sup>۲۰</sup> ساعت درونی  
هماهنگ است.  
مطالعات انجام شده در مورد  
«چرخه زیستی»<sup>۲۱</sup> مسافران هوایی، در

طول ۱۴ ساعت پرواز از انگلستان به  
سان فرانسیسکو [از شرق به غرب]  
نشان داد که تولید هورمون های  
آدرنوکورتیکی (چرخه کورتیزول)  
دیگر طبیعی نبود، اما تنها طی چهار  
روز، با منطبقه زمانی جدید به نحو  
قابل قبولی سازگار شد. البته بعد از  
«پرواز بازگشت»<sup>۲۲</sup>، از غرب به شرق  
مسافران برای سازگاری با وقت  
محلی، به دو روز دیگر هم نیاز داشتند

تمایل دارد، چرخه ای  
حدود ۲۵ ساعت داشته  
باشد. حال اگر جابه جایی  
به طرف شرق باشد، به ازای  
عبور از هر منطقه زمانی،  
یک ساعت زمان از دست  
می رود. برای مثال، اگر  
فردی در ساعت ۱۲ ظهر به  
وقت محلی، به طرف  
شرق، به اندازه یک ساعت  
زمانی که برابر با یک ساعت  
است، جابه جا شود، وقت  
محلی جدید ساعت ۱

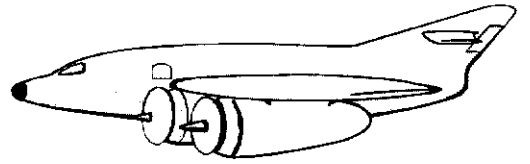
18. Wide - awake  
19. Re synchronization  
20. Slow - motion  
effect  
یکی از ویژگی های  
ساعت درونی کم دقتی و  
حرکت کند عقربه های آن  
است. بنابراین، با وجود  
گردش کره زمین به دور خود  
که حدود ۲۴ ساعت طول  
می کشد (چرخه ۲۴  
ساعته)، ساعت درونی

شرایط، ساعت درونی و  
چرخه های شبانه روزی  
داخلی با نشانه های  
محیطی منطقه زمانی که به  
آن وارد می شویم،  
هماهنگ نیستند. پرواز از  
شمال به جنوب و از جنوب  
به شمال (یعنی بدون گذر  
از مناطق زمانی) تأثیر  
ناچیزی بر ساعت درونی و  
چرخه های شبانه روزی  
دارند [۱، ۴ و ۵].  
17. Adaptation

عرض) مناطق زمانی با  
سرعت زیاد (که معمولاً  
طی مسافرت با هواپیما از  
شرق به غرب یا برعکس، به  
علت سرعت زیاد آن اتفاق  
می افتد)، به دلیل نبود زمان  
کافی برای باز تنظیم و  
سازگاری ساعت درونی و  
چرخه های زیستی با وقت  
محلی جدید، نظم آن ها را  
مختل می کند. این پدیده  
پرواز زدگی یا «jet Lag»  
نامیده می شود. در این

می گویند [۳].  
12. Industrial  
medicine  
13. Latent vitality  
14. Occupational  
physiology  
15. Shift worker  
16. Time zones  
فاصله بین دو نصف النهار  
که ۱۵ درجه جغرافیایی و  
یک ساعت زمانی است،  
یک منطقه زمانی را تشکیل  
می دهد. عبور از روی (در





که میزان سرزندگی پائین و چرخه آن «نامنظم»<sup>۲۴</sup> است، از فشارهای شدید جسمی و ذهنی دوری می‌شود. این امر به ویژه در مورد ورزش‌های رقابتی صادق است. طبق یک اصل قدیمی، ورزشکاری که از آلمان به لس آنجلس پرواز می‌کند، حداقل به هشت روز زمان برای سازگاری با وقت محلی آن‌جا نیاز دارد.

## آیا می‌توان بر چرخه شبانه‌روزی تأثیر گذاشت؟

طبق نتایج مطالعات انجام شده، مداخله انتخابی در چرخه شبانه‌روزی منطقی به نظر می‌رسد. هر چند که هنوز اختلاف نظرهایی در این زمینه وجود دارد، اما آن‌هایی که سابقهٔ بیش‌تری در امر پرواز دارند، پیشنهاد کرده‌اند که اگر از نظر شغلی برای فرد مقدور باشد، او چرخه خواب و بیداری خود را، چند هفته قبل از پرواز، با شرایط محل مسابقه سازگار کند. این موضوع برای ورزشکاری که از جهت غرب می‌آید، به این معنی خواهد بود که [شب] تا حد امکان دیرتر به خواب برود و بعد از ظهر از خواب برخیزد. اما برای آن‌هایی که از جهت مخالف [یعنی از شرق]

می‌آیند، این امر به معنی زود خوابیدن [در شب] و برخاستن از خواب هنگام سپیده دم است.<sup>۲۵</sup> فرایند سازگاری می‌تواند از راه اعمال فشار جسمانی، به شکل یک تمرین استقامتی که بر اساس یک الگوی روزانه افزایش می‌یابد، کوتاه شود. در استرالیا، به علت شرایط آب و هوایی آن، این امر به ساعت‌های خنک تر صبح و عصر موکول می‌شود. تاکنون به لحاظ علمی، میزان افزایش سازگاری چرخه‌های شبانه‌روزی با مناطق زمانی دیگر به

وسیلهٔ محرک‌های الکتریکی مرکز خواب (توسط جریان‌هایی با فرکانس کوتاه)، کاملاً روشن نشده است. همچنین، تأثیر «طب سوزنی»<sup>۲۶</sup> و «طب فشاری»<sup>۲۷</sup> بر فرایند سازگاری مورد بحث و گفت‌وگو است. ولی در هر دو مورد، «احتمال تأثیر دارونمایی»<sup>۲۸</sup> آن‌ها بسیار زیاد است. بی‌تردید، سازگاری با مناطق زمانی جدید، هنگامی آسان‌تر می‌شود که آمادگی برای پذیرش شرایط «غالب»<sup>۲۹</sup> در خواب و کار فرد، به طور کامل در «محل ورود»<sup>۳۰</sup> انجام شود.

### منابع

۱. آرسترانگ، لارنس، ای (۱۳۸۱). تأثیر محیط بر فعالیت‌های ورزشی. ترجمهٔ عباسعلی گائینی، محمدرضا حامدی نیا و مریم کوشکی جهرمی. چاپ اول. تهران. سمت. ص: ۳۲۹-۳۳۳.
۲. خداپناهی، محمد کریم (۱۳۸۰). روان‌شناسی فیزیولوژیک. چاپ اول. تهران- سمت. ص: ۲۳۳.
۳. شاکری، فرهاد (۱۳۸۳). تأثیر یک برنامهٔ تمرینی ویژه در صبح و عصر بر تغییرات قابلیت‌های منتخب آمادگی جسمانی و حرکتی کشتی‌گیران بزرگ دورهٔ متوسطه. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. ص: ۱۹-۴۴.
۴. فنوتی، عزت‌الله (۱۳۷۹). مقدمه‌ای بر جغرافیای ریاضی (زمین در فضا). چاپ اول. نشر گفتمان. ص: ۱۹۱-۲۰۲.
۵. واترهاوس، جی، رابلی، تن و اتکینسون، جی (۱۳۸۰). سفر و اختلالات ساعت زیستی. ترجمهٔ شهرام فرج‌زاده و نغمه کریمی نژاد. المپیک. سال نهم. شماره ۱ و ۲ (پیاپی ۱۹). ص: ۳۹-۵۰.
6. Losel, Heinz (2000). The inner clocks run differently in foreign countries. ISSF News. (3): 8-10.

<p>بعد از ظهر خواهد بود. و چون جبران این یک ساعت زمان تلف شده، به حرکت سریع‌تر عقربه‌های ساعت درونی نیاز دارد (در صورتی که حرکت ساعت درونی ذاتاً کند است)، فرد با مشکل بیش‌تری برای سازگاری، به نسبت به جابه‌جایی به طرف غرب، روبه‌رو می‌شود و به زمان بیش‌تری نیاز دارد؛ حدود دو برابر زمان لازم برای سفر</p>	<p>رو به غرب، چون در جابه‌جایی به سمت غرب، فرد زمان را به دست می‌آورد و ساعت ۱۲ ظهر مثال بالا، در مکان جدید ساعت ۱۱ صبح خواهد بود. در نتیجه، زمان لازم برای هم‌زمانی مجدد ساعت درونی و چرخه‌های زیستی در سفر رو به شرق، حدود یک روز به ازای هر یک ساعت و در سفر رو به غرب، حدود نصف روز به</p>	<p>ازای هر یک ساعت جابه‌جایی خواهد بود (۱، ۳ و ۵). 21. Biorhythm 22. Return Flight 23. Aviation medicine 24. un rhythmical 25. راهکار ارائه شده در مقاله حاضر برای سازگاری (تنظیم) ساعت درونی با وقت محلی مکان جدید، قبل از سفر هوایی، توسط</p>	<p>دستکاری و تغییر در چرخه خواب و بیداری که یک عامل محیطی مؤثر برای تنظیم ساعت درونی است، درست برعکس آن چیزی است که در منبع شماره ۵ بیان شده است. در منبع نامبرده آمده است: برای ایجاد سازگاری در پروازهای به سمت غرب، شخص باید دیرتر بخوابد و دیرتر بیدار شود و ساعت درونی را به تأخیر بیندازد.</p>
--	--	---	--