



# زمان بندی تمرینات مقاومتی

برنامه ریزی ساعت عضلانی  
برای عملکرد مطلوب

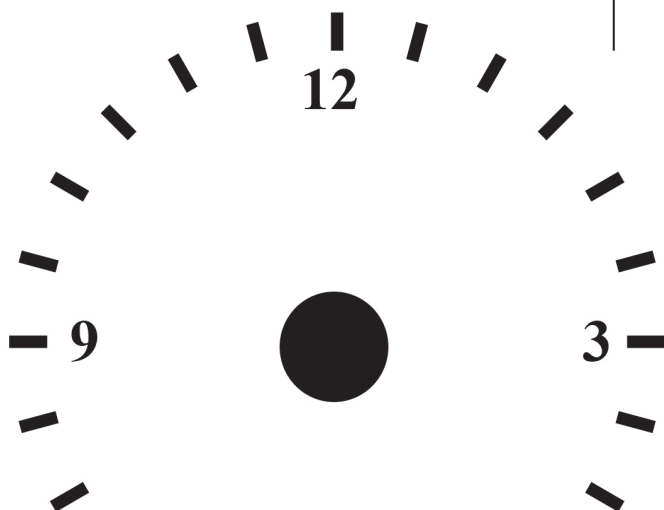
امی آشور

دکتر حمید اراضی

(استاد دانشگاه گیلان و  
مدرس آکادمی فیتنس اروپا)

محمود کریمی فرد

الهام حاجیوند





# زمان بندی تمرینات مقاومتی

برنامه ریزی ساعت عضلانی برای عملکرد مطلوب

✓ سرشناسه: اشمور، امی، ۱۹۷۱-م.

✓ Ashmore, Amy, ۱۹۷۱-

✓ عنوان و نام پدیدآور: زمان بندی تمرینات مقاومتی: برنامه ریزی ساعت عضلانی برای عملکرد مطلوب / امی آشمور؛ مترجمان حمید اراضی، محمود کریمی فرد، الهام حاجی وند؛ ویرایش دیپارتمان ادبی شناسنامه (منصور مام علیپور).

✓ مشخصات نشر: تهران: نشر شناسنامه، ۱۴۰۰.

✓ مشخصات ظاهری: ۲۷۸ ص.

✓ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۴۶۴-۴۱-۳

✓ وضعیت فهرست نویسی: فیبا

✓ یادداشت: عنوان اصلی: [2020]. Timing resistance training : programming the muscle clock for optimal performance.

✓ یادداشت: کتابنامه.

✓ عنوان دیگر: زمان بندی تمرینات قدرتی و استقامتی: برپایه ساعت های فیزیولوژیکی عضلات.

✓ موضوع: ورزش درمانی

✓ موضوع: Physical fitness -- Physiological aspects

✓ Exercise therapy

✓ شناسه افزودن: اراضی، حمید، ۱۳۵۸-، مترجم

✓ شناسه افزودن: کریمی فرد، محمود، ۱۳۶۳-، مترجم

✓ موضوع: ماهیچه ها -- فیزیولوژی

✓ شناسه افزودن: حاجی وند، الهام، ۱۳۶۴-، مترجم

✓ Muscles -- Physiology

✓ رده بندی کنگره: RM۷۲۵

✓ موضوع: ماهیچه ها -- توانمندی

✓ رده بندی دیویی: ۶۱۵/۸۲

✓ Muscle strength

✓ شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۰۳۶۱۵

✓ موضوع: تمرین زمان بندی شده

✓ اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

✓ Periodization training

✓ موضوع: آمادگی جسمانی -- جنبه های فیزیولوژیکی

✓ نویسنده: امی آشمور

✓ مترجمان: دکتر حمید اراضی، محمود کریمی فرد، الهام حاجی وند

✓ مدیر فرایند نشر: مهدی خسروی

✓ ویرایش: دیپارتمان ادبی شناسنامه (منصور مام علیپور)

✓ گرافیک و صفحه آرایی: آتلیه شناسنامه

✓ سال و نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۰

✓ تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

✓ فروست: علمی - ورزشی

✓ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۴۶۴-۴۱-۳

✓ ناشر: انتشارات شناسنامه

✓ نشانی ناشر: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، مرکز خرید دانشگاه، پلاک ۵

✓ تلفن تماس: ۶۶۹۵۷۳۳۵ - ۶۶۹۵۷۳۵۷

✓ نشانی پست الکترونیک: shenasnamehpub@gmail.com

✓ نشانی اینترنتی: www.shenasnamehpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این اثر برای نشر شناسنامه محفوظ است. تکثیر، انتشار و بازنویسی این اثر یا قسمتی از آن به هر شیوه از جمله فتوکپی الکترونیکی، ضبط و ذخیره در سیستم‌های بازیابی و پخش بدون مجوز کتبی و قبلی از ناشر ممنوع است. این اثر تحت حمایت قانون «حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان ایران» قرار دارد.



## **Timing resistance training: Programming the muscle clock for optimal performance**

پیشگفتار نویسندگان ..... ۱۱

پیشگفتار مترجمان ..... ۱۳

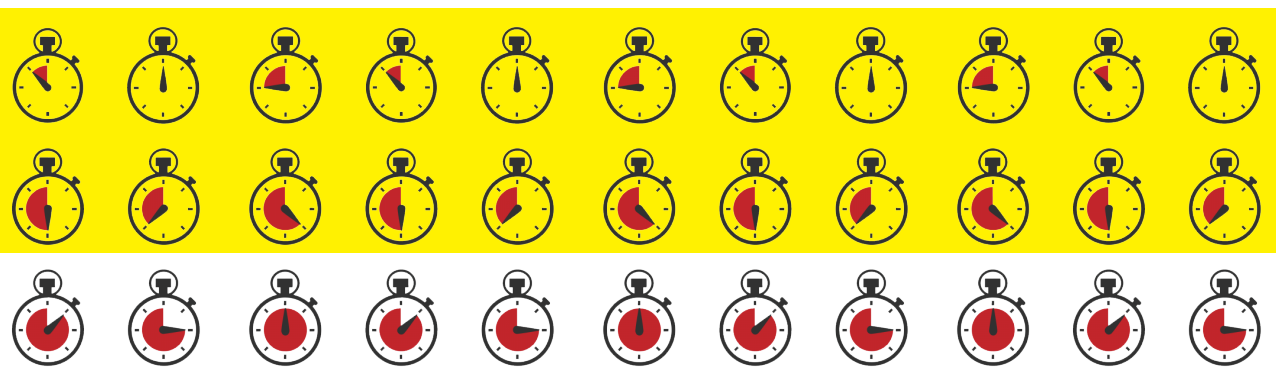
## بخش اول - درک دانش ساعت‌های عضلانی ..... ۱۷

### ۱. ساعت عضله چیست؟ ..... ۲۱

- ساعت‌های عضلانی: تعریف و عملکردها ..... ۲۳
- ارتباط با بافت عضلانی ..... ۲۴
- مقدار کل ..... ۲۴
- ترکیب بندی ..... ۲۵
- برنامه روزانه ..... ۲۵
- ویژگی بافت ..... ۲۶
- نشانه‌های زمان بندی ..... ۲۷
- ریتم‌های بیولوژیکی ..... ۲۸
- ساعت اصلی ..... ۲۹
- هسته فوق کیاسمایی ..... ۳۰
- تأثیر مستقیم ساعت اصلی بر ساعت‌های عضلانی ۳۲
- بی‌تأثیر بودن ساعت‌های عضلانی ..... ۳۲
- تنظیم و ارتباط ..... ۳۳
- اثر رهایش میوکاین ..... ۳۳
- نقش سیستم عصبی سمپاتیک ..... ۳۳
- اثر متقابل عضلات - اندام ..... ۳۶
- هماهنگی با سایر دستگاه‌ها ..... ۳۶
- کاربرد در تمرینات مقاومتی ..... ۳۶
- ارائه نشانه‌های زمانی به عضله ..... ۳۷
- پیش‌بینی عضلانی ..... ۳۹
- تقویت کرونوتایپ فردی ..... ۴۰
- نتیجه‌گیری ..... ۴۲

### ۲. غلبه بر بی‌نظمی، سردرگمی و تداخل ..... ۴۵

- رقابت مولکولی ..... ۴۷
- نظریه تداخل ..... ۴۸
- تمرین استقامتی قلبی-عروقی ..... ۴۸
- استقامت عضلانی ..... ۴۹
- الگوهای فعال سازی عضلات ..... ۴۹
- رقابت در سازگاری عضله ..... ۵۱
- تداخل تمرین قلبی-عروقی با تمرین مقاومتی ..... ۵۲
- ظرفیت تولید نیروی عضلانی ..... ۵۳
- تأثیر منفی بر نتایج قدرت ..... ۵۳
- مکانیسم‌های تداخل ..... ۵۴
- تواتر ..... ۵۴
- مدت زمان ..... ۵۵
- ریکاوری ..... ۵۵
- مکانیسم‌های تداخل ..... ۵۶
- انقباض پذیری عضلانی ..... ۵۶
- کوفتگی عضلانی تأخیری ..... ۵۷
- سطوح تستوسترون ..... ۵۷
- سطح کورتیزول و لاکتات خون ..... ۵۸
- اجتناب از تداخل ..... ۵۹
- تواتر ..... ۵۹
- تمرین مقاومتی ..... ۵۹
- تمرین قلبی-عروقی ..... ۵۹
- حجم ..... ۶۰
- شدت ..... ۶۰
- ریکاوری بین انواع رقابتی تمرین ..... ۶۱
- بازیابی قدرت پایه ..... ۶۱



|         |                                    |         |                                       |
|---------|------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| ۶۵..... | شواهدی از ورزشکاران استقامتی هوازی | ۶۱..... | تمرینات تناوبی با شدت بالا            |
| ۶۵..... | زمان روز.....                      | ۶۲..... | تمرین بالاتنه در برابر پایین تنه      |
| ۶۶..... | خلاصه برنامه ریزی.....             | ۶۳..... | ورزشکاران تمرین کرده مقاومتی          |
| ۶۷..... | نتیجه گیری.....                    | ۶۴..... | تمرینات تناوبی شدید، خواب و ورزشکاران |

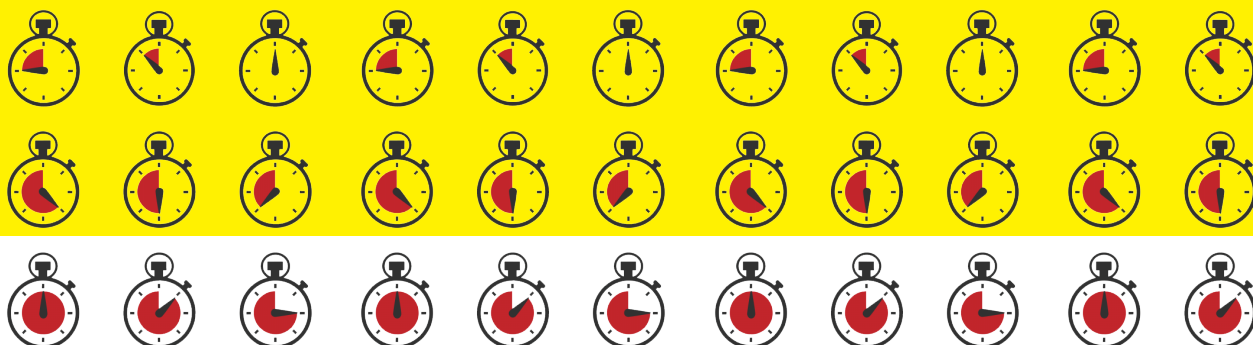
## بخش دوم - آشنایی با ابزارهای ویژه برنامه ریزی فعالیت ورزشی..... ۶۹

### ۳. نیاز ساعت عضلانی به نشانه ها و ریکاوری..... ۷۳

|         |                                   |         |                             |
|---------|-----------------------------------|---------|-----------------------------|
| ۸۷..... | زمان جلسه تمرینی در طول روز       | ۷۶..... | نشانه های محیطی             |
| ۸۷..... | تواتر تمرین                       | ۷۷..... | الگوهای فعالیت - استراحت    |
| ۸۷..... | نوع فعالیت ورزشی                  | ۷۷..... | نشانه های فیزیولوژیکی       |
| ۸۸..... | تمرین های قلبی - عروقی، مقاومتی و | ۷۸..... | تستوسترون                   |
| ۸۹..... | تشابه بیومکانیکی                  | ۸۱..... | هورمون رشد انسان            |
| ۹۰..... | حجم                               | ۸۱..... | انعطاف پذیری عضلانی         |
| ۹۱..... | شدت                               | ۸۲..... | عادات های خوردن             |
| ۹۲..... | دوره های استراحت درون ستی         | ۸۲..... | کورتیزول                    |
| ۹۳..... | چرخه های شدت - استراحت            | ۸۴..... | تمرینات ورزشی و برنامه ریزی |
| ۹۳..... | استراحت تناوبی                    | ۸۶..... | فعالیت ورزشی اجباری         |
| ۹۵..... | نتیجه گیری                        | ۸۶..... | همگام سازی ساعت             |

### ۴. کاربرد تشابه بیومکانیکی در فعالیت های مقاومتی و پلایومتریک..... ۹۷

|          |                                      |          |                                        |
|----------|--------------------------------------|----------|----------------------------------------|
| ۱۱۲..... | تمرینات یک طرفه پایین تنه            | ۹۹.....  | تشابه بیومکانیکی                       |
| ۱۱۶..... | تمرینات بالاتنه                      | ۱۰۰..... | عضلات مشابه یا یکسان مورد استفاده      |
| ۱۱۹..... | تمرینات ایزوله                       | ۱۰۰..... | الگوی حرکتی مشابه                      |
| ۱۲۴..... | تمرینات پلایومتریک                   | ۱۰۰..... | اعمال مفصلی مشابه                      |
| ۱۲۴..... | تمرینات پلایومتریک دو طرفه پایین تنه | ۱۰۱..... | اعمال مفصلی فعال در مقایسه با غیر فعال |
| ۱۲۷..... | تمرینات پلایومتریک یک طرفه پایین تنه | ۱۰۱..... | الگوهای فعال سازی عضلانی مشابه         |
| ۱۳۲..... | تمرینات پلایومتریک بالاتنه           | ۱۰۳..... | شدت تمرین                              |
| ۱۳۵..... | نتیجه گیری                           | ۱۰۳..... | طبقه بندی فعالیت ورزشی                 |
| ۱۳۷..... | طراحی برنامه های تمرینی مؤثر         | ۱۰۴..... | تمرینات توانی کل بدن                   |
|          |                                      | ۱۱۰..... | تمرینات دو طرفه پایین تنه              |



## ۵. تمرین دهی عضلات برای تفکرو پیش بینی..... ۱۴۱

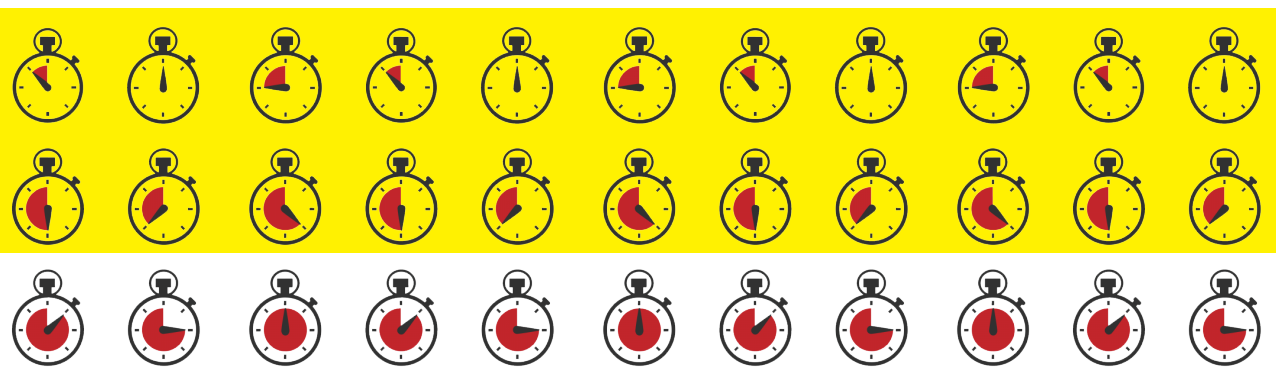
|                                              |     |                                     |     |
|----------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| آثار یادگیری حرکتی .....                     | ۱۴۳ | برنامه ریزی .....                   | ۱۵۱ |
| پیش بینی دستگاه عصبی مرکزی .....             | ۱۴۴ | مدت زمان .....                      | ۱۵۲ |
| چرخه های بیولوژیکی .....                     | ۱۴۵ | جفت های بیومکانیکی .....            | ۱۵۲ |
| تعداد گزینه ها .....                         | ۱۴۵ | رابطه بین حجم و شدت .....           | ۱۵۲ |
| عدم قطعیت .....                              | ۱۴۶ | برنامه ریزی استراحت و ریکاوری ..... | ۱۵۳ |
| برنامه های کاربردی در ورزش .....             | ۱۴۶ | نمونه برنامه .....                  | ۱۵۵ |
| پیش بینی عضلانی .....                        | ۱۴۸ | خلاصه بیانیه های برنامه ریزی .....  | ۱۵۵ |
| چرخه های بیولوژیکی .....                     | ۱۴۹ | کاهش پیش بینی مرتبط با سن .....     | ۱۵۵ |
| تعداد گزینه ها .....                         | ۱۵۰ | نتیجه گیری .....                    | ۱۵۷ |
| برنامه های کاربردی برای پیامدهای تمرین ..... | ۱۵۱ |                                     |     |

## ۶. کم تمرینی برای پیشینه سازی عملکرد..... ۱۵۹

|                                          |     |                                       |     |
|------------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| بار تمرین .....                          | ۱۶۱ | خستگی عصبی .....                      | ۱۶۸ |
| بار تمرینی خارجی .....                   | ۱۶۱ | خستگی عضلانی .....                    | ۱۶۹ |
| بار تمرینی داخلی .....                   | ۱۶۲ | مزایای کم تمرینی .....                | ۱۷۰ |
| ادغام بار تمرینی .....                   | ۱۶۲ | کاهش خطرات ناشی از آسیب یا مرگ .....  | ۱۷۰ |
| نشانه های خستگی .....                    | ۱۶۲ | کاهش خطر سندروم پیش تمرینی .....      | ۱۷۰ |
| نسبت های تمرینی .....                    | ۱۶۳ | کاهش خطر اختلالات روانی .....         | ۱۷۱ |
| کم تمرینی هدفمند .....                   | ۱۶۳ | بهبود عملکرد .....                    | ۱۷۱ |
| رویکرد جدید به هوش (IQ) عضله .....       | ۱۶۴ | زمان ریکاوری کمتر .....               | ۱۷۱ |
| عضلات، حیوانات باربر نیستند .....        | ۱۶۵ | برنامه ریزی متمایز .....              | ۱۷۲ |
| عضلات می توانند پیش بینی کنند .....      | ۱۶۵ | تمرکز بر تناوب فعالیت - استراحت ..... | ۱۷۳ |
| عضلات می توانند ارتباط برقرار کنند ..... | ۱۶۶ | تمرکز بر استراحت تناوبی .....         | ۱۷۳ |
| تجهیز عضلات به نشانه های زمان بندی ..... | ۱۶۷ | شیوه های تمرین .....                  | ۱۷۴ |
| جلوگیری از تله حجم و شدت .....           | ۱۶۷ | تمرکز بر ریکاوری .....                | ۱۷۵ |
| مبانی کم تمرینی .....                    | ۱۶۸ | نتیجه گیری .....                      | ۱۷۷ |

## ۷. کاربرد ساعت های عضلانی در تمرینات قدرتی..... ۱۷۹

|                                |     |                                    |     |
|--------------------------------|-----|------------------------------------|-----|
| الگوی تمرین مقاومتی جفتی ..... | ۱۸۱ | استفاده از تمرینات چند مفصلی ..... | ۱۸۱ |
|--------------------------------|-----|------------------------------------|-----|



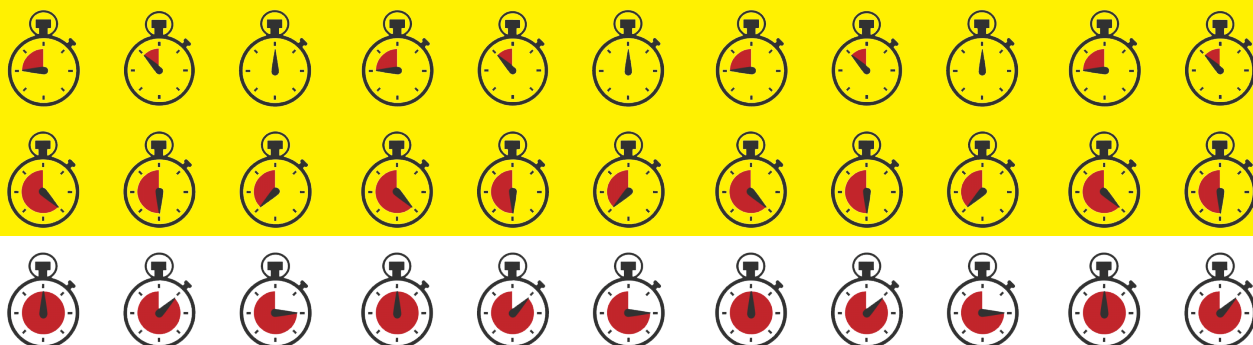
|                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| استفاده از نوع تمرین در طراحی تمرینات ..... ۱۹۱ | استفاده تکمیلی از تمرینات تک مفصلی ..... ۱۸۳    |
| تمرینات توانی کل بدن ..... ۱۹۱                  | جفت کردن تمرینات مشابه بیومکانیکی ..... ۱۸۴     |
| تمرینات پایین تنه و بالاتنه ..... ۱۹۱           | استفاده از عضلات یکسان یا مشابه ..... ۱۸۵       |
| تمرینات دوطرفه و یک طرفه ..... ۱۹۱              | استفاده از اعمال مفصلی همسان یا مشابه ..... ۱۸۶ |
| تمرینات موافق-مخالف ..... ۱۹۳                   | نشانه‌های زمان بندی ..... ۱۸۷                   |
| دوره‌های کار-استراحت ..... ۱۹۶                  | استفاده از تمرینات مشابه بیومکانیکی ..... ۱۸۷   |
| الگوهای مختلف فعال سازی ..... ۱۹۷               | سطوح و رهایش تستوسترون ..... ۱۸۸                |
| شیوه‌های جفت کردن تمرینات مقاومتی ..... ۱۹۸     | رهایش هورمون رشد انسانی ..... ۱۹۰               |
| نتیجه‌گیری ..... ۲۰۳                            | رهایش کورتیزول ..... ۱۹۰                        |
|                                                 | برنامه‌ریزی تمرین مقاومتی ..... ۱۹۰             |

## ۸. کاربرد ساعت‌های عضلانی در تمرینات توانی ..... ۲۰۵

|                                                   |                                                    |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ترشح هورمون رشد انسانی ..... ۲۱۸                  | تمرینات ترکیبی ..... ۲۰۷                           |
| ترشح کورتیزول ..... ۲۱۹                           | الگوی برنامه‌ریزی ..... ۲۰۸                        |
| برنامه‌ریزی تمرین ترکیبی ..... ۲۱۹                | نیرومندسازی پس فعالی ..... ۲۰۸                     |
| استفاده از نوع تمرین برای طراحی تمرینات ..... ۲۲۰ | برنامه‌ریزی برای سطح آمادگی جسمانی موجود ..... ۲۱۰ |
| تمرینات پایین تنه ..... ۲۲۰                       | برنامه‌ریزی برای سطوح پایه قدرت ..... ۲۱۰          |
| تمرینات بالاتنه ..... ۲۲۱                         | شدت تمرین آمادگی (مقدار وزنه) ..... ۲۱۰            |
| تمرینات یک طرفه ..... ۲۲۱                         | ایجاد آمادگی برای تمرینات پلایومتریک ..... ۲۱۱     |
| تمرینات دوطرفه ..... ۲۲۱                          | ورزشکاران غیرآماده و ورزشکاران تفریحی ..... ۲۱۱    |
| تمرینات موافق-مخالف ..... ۲۲۱                     | جفت کردن تمرینات ترکیبی ..... ۲۱۲                  |
| شیوه‌های جفت کردن تمرینات مقاومتی و               | استفاده از عضلات مشابه یا یکسان ..... ۲۱۲          |
| پلایومتریک ..... ۲۲۴                              | استفاده از اعمال مفصلی مشابه یا یکسان ..... ۲۱۳    |
| نمونه تمرینات ..... ۲۲۸                           | نشانه‌های زمان بندی ..... ۲۱۵                      |
| نتیجه‌گیری ..... ۲۲۹                              | استفاده از تمرینات مشابه بیومکانیکی ..... ۲۱۵      |
|                                                   | سطوح تستوسترون ..... ۲۱۷                           |

## ۹. کاربرد ساعت‌های عضلانی در تمرینات هم‌زمان ..... ۲۳۱

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| عوامل عصبی ..... ۲۳۵   | تمرین هم‌زمان ..... ۲۳۳      |
| عوامل عضلانی ..... ۲۳۷ | مکانیسم‌های رقابتی ..... ۲۳۵ |



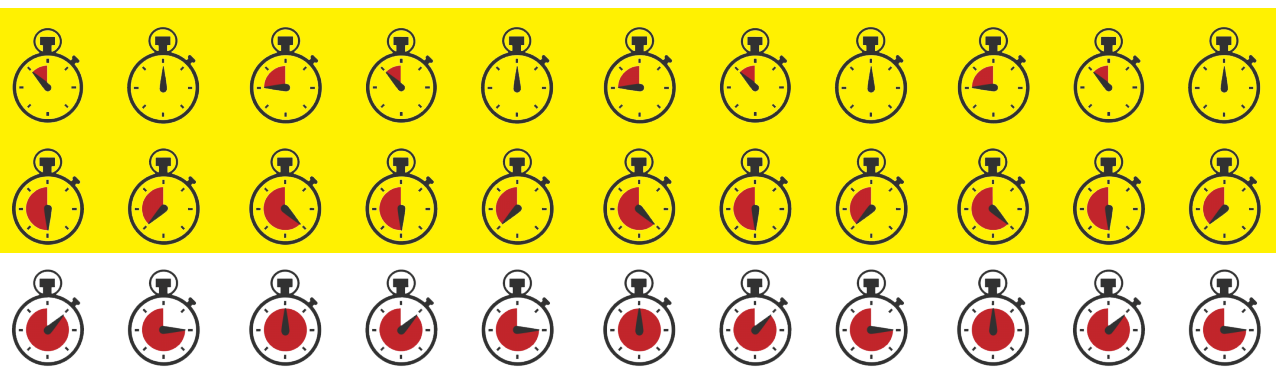


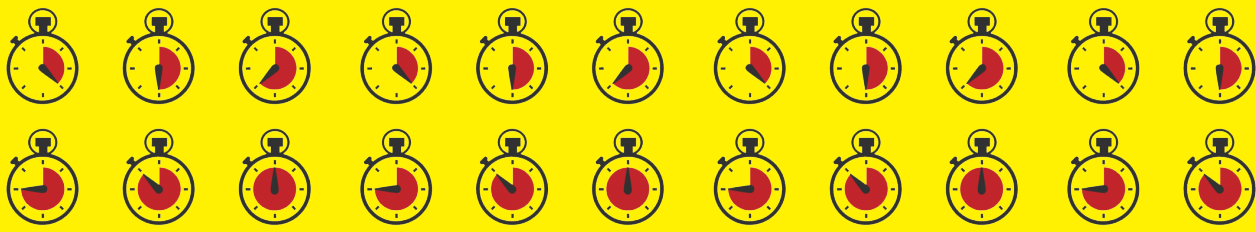
|                                               |                                              |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| ۲۴۳.....                                      | تبدیل نوع تارها.....                         |
| برنامه ریزی تمرین قلبی-عروقی برای بهبود نتایج | ۲۳۷.....                                     |
| ۲۴۴.....                                      | انقباض پذیری.....                            |
| تمرین مقاومتی.....                            | ۲۳۸.....                                     |
| ۲۴۴.....                                      | کوفتگی عضلانی تأخیری.....                    |
| نوع تمرین قلبی-عروقی.....                     | ۲۳۸.....                                     |
| ۲۴۵.....                                      | بیش تمرینی.....                              |
| تواتر تمرینات قلبی-عروقی.....                 | ۲۳۹.....                                     |
| ۲۴۵.....                                      | عوامل سو بستریایی.....                       |
| طول دوره های استراحت و زمان ریکاوری.....      | ۲۳۹.....                                     |
| ۲۴۵.....                                      | تجزیه پروتئین.....                           |
| شدت تمرین قلبی-عروقی.....                     | ۲۴۰.....                                     |
| ۲۴۶.....                                      | سطوح گلیکوژن.....                            |
| حجم تمرینات قلبی-عروقی.....                   | ۲۴۰.....                                     |
| ۲۴۶.....                                      | تستوسترون.....                               |
| خلاصه بیانیه های برنامه ریزی.....             | ۲۴۰.....                                     |
| ۲۴۹.....                                      | سطح لاکتات و کورتیزول خون.....               |
| نتیجه گیری.....                               | ۲۴۱.....                                     |
|                                               | عوامل سیگنالینگ مولکولی.....                 |
|                                               | کاربرد ساعت های عضلانی برای پیشگیری از تداخل |

## ۱۰. کاربرد ساعت های عضلانی در بهبود انعطاف پذیری..... ۲۵۱

|          |                                           |
|----------|-------------------------------------------|
| ۲۶۰..... | انعطاف پذیری و عملکرد عضلات.....          |
| ۲۶۰..... | انواع کشش.....                            |
| ۲۶۱..... | خود کششی.....                             |
| ۲۶۲..... | کشش با کمک یار تمرینی و تسهیل عصبی-عضلانی |
| ۲۶۲..... | گیرنده های عمقی.....                      |
| ۲۶۳..... | اندام و تری گلژی.....                     |
| ۲۶۳..... | دوک های عضلانی.....                       |
| ۲۶۳..... | انعطاف پذیری عضلات یک نشانه زمان بندی است |
| ۲۶۴..... | .....                                     |
| ۲۶۴..... | زمان روز.....                             |
| ۲۶۵..... | فاز نور-تاریکی.....                       |
| ۲۶۵..... | الگوی فعالیت-استراحت.....                 |
|          | طول عضله.....                             |

## منابع..... ۲۶۶





## پیشگفتار نویسندگان

اگر در حال خواندن این کتاب هستید، می‌توان گفت بی‌گمان شما به راه‌کارهای افزایش قدرت، توان عضله و برنامه‌ریزی تمرین مقاومتی علاقه دارید. همچنین شما از جدیدترین پژوهش‌ها در زمینه فیزیولوژی عضلات آگاهی دارید و شما مانند من، در مورد کشف ساعت‌های عضلانی و نقش آن‌ها برای آینده تمرینات مقاومتی و عملکرد ورزشی هیجان‌زده هستید.

آنچه ساعت‌های عضلانی به ما می‌گویند، این است که عضلات صرفاً تحت تأثیر فرمان‌های سیستم عصبی نیستند. آن‌ها ساختارهای هوشمند و خودمختاری هستند که - با نشانه‌های صحیحی از خود ما - می‌توانند یاد بگیرند جلسات تمرینی پیش رو را پیش‌بینی کنند و عملکرد را بهبود بخشند.

پژوهشگران ورزشی از زمان پیدایش تمرینات دوره‌بندی، در اتحاد جماهیر شوروی در دهه ۱۹۵۰ می‌دانند که در واقع زمان‌بندی، یکی از مهم‌ترین متغیرهای برنامه‌ریزی است که بر اوج عملکرد ورزشی تأثیر می‌گذارد. اگرچه مبانی این کتاب ریشه در دانش موجود در مورد دوره‌بندی دارد؛ اما به روش جدیدی به برنامه‌ریزی در مورد تمرینات مقاومتی و عضلات می‌پردازد. خاستگاه این کتاب، یک برنامه آماده‌سازی حرفه‌ای بوکس ۱۶ هفته‌ای است که در اواخر دهه ۱۹۹۰ در یک سالن ورزشی رده برتر لاس‌وگاس اجرا و ثبت شد. در طول سال‌هایی که در سالن‌های ورزشی بوکس حرفه‌ای در سطح نخبه کارکرده‌ام، متوجه دو نکته بسیار مؤثر در مورد برنامه‌های آماده‌سازی شدم: استفاده مداوم و بلندمدت از تمرینات مشابه و پیروی از رهنمودهای دقیق زمان‌بندی. سال‌ها بعد، بوکس را با پژوهش‌های جدید در مورد ساعت‌های عضلانی تلفیق کردم و روش‌های جدیدی برای اندیشیدن درباره زمان‌بندی و تدوین یک رویکرد جدید در برنامه‌ریزی تمرین مقاومتی تنظیم کردم.

این کتاب برای سه طیف فکری مختلف نوشته شده است:

- مربیان و افرادی که معتقد به افزایش قدرت و توان هستند.
  - مربیان آمادگی، مربیان ورزشی و فیزیوتراپیست‌هایی که با ورزشکاران و علاقه‌مندان به تناسب اندام در سطح زنده کار می‌کنند.
  - ورزشکاران آگاه و علاقه‌مندان به تناسب اندام که مفاهیم را درک می‌کنند و می‌توانند رهنمودهای مربوط به تمرینات خود را به کارگیرند و برنامه‌ریزی کنند.
- این کتاب در سه بخش سازماندهی شده است: درک دانش ساعت‌های عضلانی، آشنایی با ابزارهای برنامه‌ریزی تمرین و طراحی برنامه‌های تمرینی مؤثر.

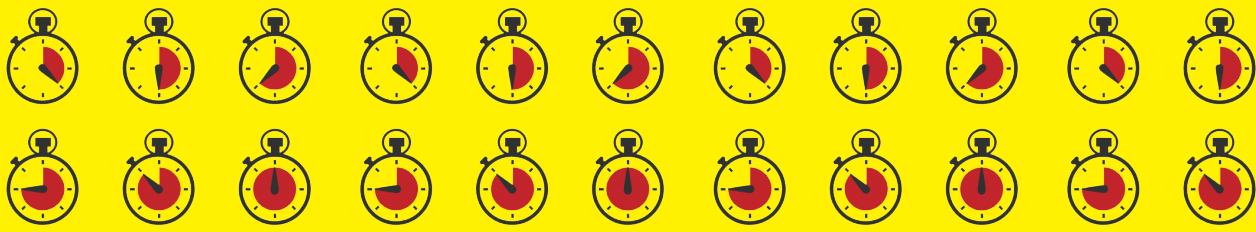


فصل اول به توصیف ساعت‌های عضلانی و تأثیر نقش آن‌ها در آینده تمرینات مقاومتی و عملکرد ورزشی می‌پردازد. این فصل با ارائه پژوهش‌هایی نشان می‌دهد که هر یک از بیش از ۶۰۰ عضله اسکلتی ما دارای ساعت زمانی درونی خود هستند. که به آن ساعت عضلانی گفته می‌شود. هنگامی که این ساعت‌ها دچار اختلال شوند، بر عملکرد عضلانی تأثیر منفی می‌گذارند. این موضوع، نقش مهم ساعت‌های عضلانی را در عملکرد عضلانی نشان می‌دهد.

فصل دوم، به بررسی نظریهٔ تداخل می‌پردازد. شواهد علمی نشان می‌دهد هنگامی که تمرینات استقامتی قلبی-عروقی، هم‌زمان و همراه با تمرین مقاومتی انجام می‌شود، در نتایج کسب قدرت و توان عضلات تداخل ایجاد می‌کند. در این فصل سازوکارهای پیشنهادی برای تداخل و چگونگی برنامه‌ریزی تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی قلبی-عروقی برای جلوگیری از آن، بررسی شده است. فصل سوم، به سه نوع نشانهٔ زمان‌بندی می‌پردازد که ساعت‌های عضلانی از آن‌ها برای نظارت بر فواصل زمانی تمرین استفاده می‌کنند و این نشانه‌ها را با متغیرهای برنامه‌ریزی دوره‌بندی متداول مرتبط می‌کند. همچنین این فصل به بحث در مورد استفاده از استراحت در روزهای غیر متوالی را. که استراحت تناوبی نامیده می‌شود. و جزئیات شیوهٔ استفاده از آن برای برنامه‌ریزی ورزشی و همچنین تمرینات تناوبی با شدت بالا و ریکاوری عضلانی می‌پردازد.

در فصل چهارم، توصیه‌هایی برای تمرین‌های ورزشی خاص به‌منظور استفاده در فصل‌های بعدی ارائه شده است که شامل تمرینات ورزشی جفتی و ویژهٔ کسب قدرت و توان عضلانی به همراه استفاده از آن‌ها در برنامه‌های تمرینی هم‌زمان و انعطاف‌پذیری است. بر اساس ارائهٔ نشانه‌های زمانی تمرینات به ساعت عضلانی، تمرین‌ها به ۶ گروه تقسیم می‌شوند: تمرینات توانی کل بدن، تمرینات دوطرفهٔ پایین‌تنه، تمرینات یک‌طرفهٔ پایین‌تنه، تمرینات بالاتنه، تمرینات ایزوله (تک‌مفصلی) و تمرینات پلايومتریک. تمرینات با استفاده از مفاصل اصلی مورد استفاده و اعمال عضلانی، تجزیه و تحلیل می‌شوند تا پایه و اساس روش تمرین بیومکانیکی جفتی ایجاد شود.

فصل پنجم، تمرینات پیش‌بینی را ارائه می‌دهد: نوعی از تمرین که به استفاده راهبردی از زمان‌بندی برای گفت‌وگو با ساعت‌های عضلانی متکی است و به عضلات پیش‌بینی را می‌آموزد. این فصل با استفاده از مفاهیم یادگیری حرکتی، به ارزیابی شباهت بین پیش‌بینی عصبی و عضلانی و شیوهٔ استفاده ساعت‌های عضلانی از این دو نوع پیش‌بینی برای بهبود نتایج تمرین مقاومتی می‌پردازد. در پایان فصل، خلاصهٔ بیانه‌های پژوهشی برای استفاده سریع از این مفاهیم در برنامه‌ریزی تمرین مقاومتی ارائه شده است. در فصل ششم، ایده کم‌تمرینی عمدی و هدفمند بررسی می‌شود. بر اساس توضیحات این فصل،



وقتی که زمان بندی تمرینی برنامه ریزی شده و مراحل فعالیت - استراحت به عنوان متغیرهای اصلی برنامه ریزی استفاده می شوند، انجام دادن کم تمرینی یک روش تمرینی معقول است. زمانی که یک برنامه تمرینی مقاومتی با تمرکز بر زمان بندی به طور مداوم انجام شود، اعمال مولکولی مشخصی در عضله اتفاق می افتد و فرایند ریکاوری به حد مطلوب می رسد و عملکرد بهبود می یابد. کم تمرینی هدفمند در تقابل مستقیم با یک سیستم تمرینی بحث می کند که صرفاً بر حجم و شدت تمرکز دارد و عضلات را خسته می کند و اغلب منجر به بیش تمرینی می شود.

در نهایت، در فصل های هفتم تا دهم، همه این مفاهیم را برای کاربرد روش تمرین جفتی برای طراحی تمرینات و برنامه های تمرینی جدید قدرتی، توانی، همزمان و انعطاف پذیری در تعامل با ساعت های عضلانی جمع آوری کردم. با استفاده از مفاهیم اولیه، مانند جلوگیری از تداخل، پیش بینی عضلات، کم تمرینی هدفمند، استراحت تناوبی و تمرینات ترکیبی، به شما نشان می دهیم که چگونه می توانید از تمرینات پیشنهادی به همراه زمان بندی راهبردی برای طراحی تمرینات و برنامه های جدید تمرین مقاومتی استفاده کنید.

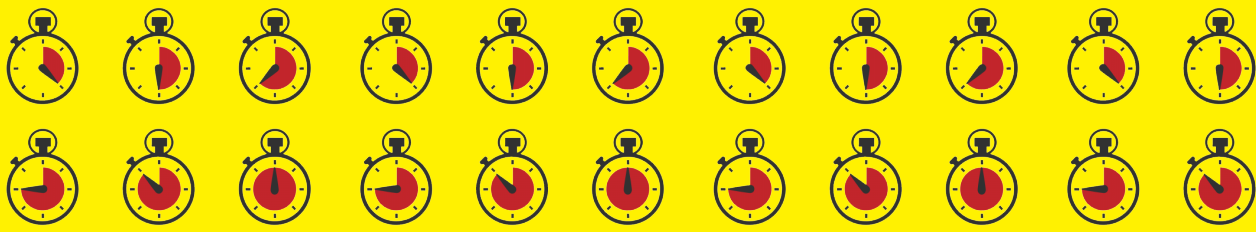


## پیشگفتار مترجمان

الهی سینه‌ای ده آتش افروز  
در آن سینه دلی وان دل همه سوز  
هر آن دل را که سوزی نیست، دل نیست  
دل افسرده غیر از آب و گل نیست  
"وحشی بافقی"

توسعه دانش بشری، تحولات عظیمی را در جنبه‌های گوناگون زندگی انسان به وجود آورده است، در امتداد زمان جست‌وجو، کنجکاوی، هوشمندی، آزمایش و خطا، تجربه و اساساً کشف روابط بین پدیده‌ها و رویدادها مجموعه دستاوردهایی را فراهم کرده است که تغییرات محسوس و آشکار حاصل از آن در حیات امروزی بیش از هر زمان دیگری نمایان شده است. جلوه این تغییرات در سایه رشد و توسعه فزاینده علم و فن‌آوری، شکل‌گیری شاخه‌ها و رشته‌های تخصصی متنوع است. دانشمندان در هر زمینه و فنی درصد پیمودن مرزهای دانش، ژرفا بخشیدن به درک چالش‌های زمانه و یافتن راه‌حل‌ها، راهبردها و پاسخ‌هایی برای مفروضات عینی و ذهنی هستند؛ زیرا این مهم می‌تواند در صورت وجود سایر عوامل و شرایط، اصطکاک و استهلاک مسئولی بر جریان زندگی را بکاهد و بر کمیت، کیفیت و بهره‌وری آن در حد مکان و زمان بیفزاید.

یکی از رشته‌های متأثر از ترقی دانش، علم ورزش است که خود به سبب تنوع ساختار و آثار، انشعاب بسیاری یافته است. علمی که با اهداف جذابی در حوزه‌های رشد و ارتقاء جسمی، شناختی، عاطفی، روانی و ... دنبال می‌شود. در این میان، علم تمرین با تمرکز بر سلامت و عملکرد ورزشی، اهمیت ویژه‌ای دارد و در دهه‌های اخیر توسعه زیادی داشته است. علم تمرین، به دنبال بهترین شیوه‌های فعالیت بدنی و تمرین ورزشی با هدف ایجاد پاسخ‌ها و سازگاری‌های مطلوب در افراد مختلف است. مزید بر روش‌شناسی تمرین و کاربردهایی که هر نوع فعالیت یا تمرین ورزشی می‌تواند داشته باشد، از دهه ۵۰ میلادی موضوع مهم دیگری مطرح شده است که دوره‌بندی تمرینات نام دارد. مربیان



اروپای شرقی ضمن استفاده از آزمون و خطا و تجارب سنتی خود، اقدام به تقسیم‌بندی انواع تمرینات در یک دوره زمانی کردند؛ زیرا معتقد بودند این شیوه کارآمدی ورزشکاران را در رقابت‌ها بیشتر خواهد کرد و از میزان آسیب‌های احتمالی آن‌ها خواهد کاست. این شیوه به تدریج در سایر کشورها اشاعه پیدا کرد و مورد استقبال مربیان و ورزشکاران در رشته‌های ورزشی مختلف قرار گرفت. به گونه‌ای که اکنون با گذشت حدود ۷ دهه - همچنان یکی از موضوعات مهم و اثرگذار در طراحی تمرینات ورزشی است. مبنای کلیدی دوره‌بندی زمان است. در حال حاضر، الگوهای مختلفی از دوره‌بندی طراحی و به جامعه ورزشی معرفی شده است و بسیاری از مربیان از این الگوها در برنامه‌ریزی تمرینات ورزشکاران در دوره‌های زمانی چندماهه تا سالانه (و گاهی چهارساله برای کسب موفقیت در مسابقات المپیک) استفاده می‌کنند.

همان‌طور که اشاره شد، مبنای دوره‌بندی، زمان است. فراتر از این که چه تمریناتی، در چه دوره‌های زمانی برنامه‌ریزی و انجام شوند، این موضوع نیز می‌تواند مهم باشد که تمرینات در چه زمانی از شبانه‌روز انجام شوند. بدن ما به عنوان یک ارگانیسم، خود تابع یک آهنگ شبانه‌روزی است و چرخه‌های مکرر روشنایی- تاریکی بر مجموعه فعالیت‌های بدن ما تأثیر دارند و مانند خواب و بیداری، کارکرد تنظیمی خود را بر ما اعمال می‌کنند.

در دهه‌های اخیر، توسعه فناوری در حوزه فیزیولوژی، بیوشیمی و زیست‌شناسی امکان رصد تغییرات سلولی، مولکولی و بافت را در انسان و حیوان فراهم کرده است و اطلاعاتی را در ارتباط با اثر زمان شبانه‌روز بر این تغییرات در اختیار ما قرار داده است.

بر این اساس، مبنای آهنگ شبانه‌روزی مکانیسم ساعت مولکولی در انواع سلول‌ها به ویژه عضله اسکلتی است که اهمیت اساسی در علم تمرین دارد. این اطلاعات هنوز محدود هستند و می‌توان گفت ما در ابتدای مسیر کشف نادانسته‌های مربوط به زمان و نشانه‌های زمانی هستیم؛ اما هرچه ما بتوانیم از این ساعت‌های درونی بدن در ارتباط با ورزش و فعالیت بدنی دانش و آگاهی بیشتری کسب کنیم، بی‌گمان مسیر پیشرفت در راستای کسب نتایج و دستاوردهای ورزشی بهتر از جمله قدرت، استقامت عضلانی، استقامت قلبی تنفسی و... هموارتر خواهد شد.

بر اساس دانش جدید در حوزه زمان و آهنگ شبانه‌روزی، نشانه‌ها تنها به نور و روشنایی ختم نمی‌شود؛ بلکه نشانه‌های زمانی مستقل از نور (غیر روشنایی) مانند زمان فعالیت بدنی- ورزش و زمان غذا خوردن نیز شناسایی شده‌اند. که به آن‌ها زیتگر گفته می‌شود. آگاهی از این یافته‌های جدید می‌تواند مزایای بسیاری را برای طراحی بهینه برنامه‌های تمرینی متنوع (مانند مقاومتی و هوازی) فراهم



کند و اثربخشی برنامه‌های ورزشی را افزایش دهد. درواقع این مزیت‌ها از طریق هم‌زمان‌سازی ساعت مولکولی و فیزیولوژی درون‌سلولی با چرخه‌های روز و شب، ایجاد سازگاری‌های پایدار و تکامل‌یافته با شرایط و محرک‌های محیطی روی می‌دهد و به شکلی کارکرد جدید ورزش را در سلامتی انسان، به تعویق انداختن بالقوه یا پیشگیری از پیشرفت بیماری‌های مزمن و از سوی دیگر، بهبود بیشتر عملکرد ورزشی از طریق شناسایی زمان راهبردی از روز را نشان می‌دهد.

هرچه پیش‌ازاین گفته شد، چکیده‌ای از کتاب حاضر، تحت عنوان «زمان‌بندی تمرینات مقاومتی؛ برنامه‌ریزی ساعت عضلانی برای عملکرد مطلوب» است که دکتر امی آشمور، متخصص حوزه قدرت و بدن‌سازی نوشته است. این کتاب را انتشارات معتبر هیومن کینتیک در سال ۲۰۱۹ چاپ کرده است و شامل سه بخش و ده فصل است: بخش اول: درک دانش ساعت‌های عضلانی (فصل اول، ساعت عضله چیست؛ فصل دوم، غلبه بر بی‌نظمی، سردرگمی و تداخل)؛ بخش دوم؛ آشنایی با ابزارهای ویژه برنامه‌ریزی فعالیت ورزشی (فصل سوم، نیاز ساعت عضلانی به نشانه‌ها و ریکاور؛ فصل چهارم، کاربرد تشابه بیومکانیکی در فعالیت‌های مقاومتی و پلايومتریک) و بخش سوم؛ طراحی برنامه‌های تمرینی مؤثر (فصل پنجم، تمرین‌دهی عضلات به‌منظور تفکر و پیش‌بینی؛ فصل ششم، کم‌تمرینی برای بیشینه‌سازی عملکرد، فصل هفتم، کاربرد ساعت‌های عضلانی در تمرینات قدرتی؛ فصل هشتم، کاربرد ساعت‌های عضلانی در تمرینات توانی؛ فصل نهم، کاربرد ساعت‌های عضلانی در تمرینات هم‌زمان و فصل دهم، کاربرد ساعت‌های عضلانی در بهبود انعطاف‌پذیری).

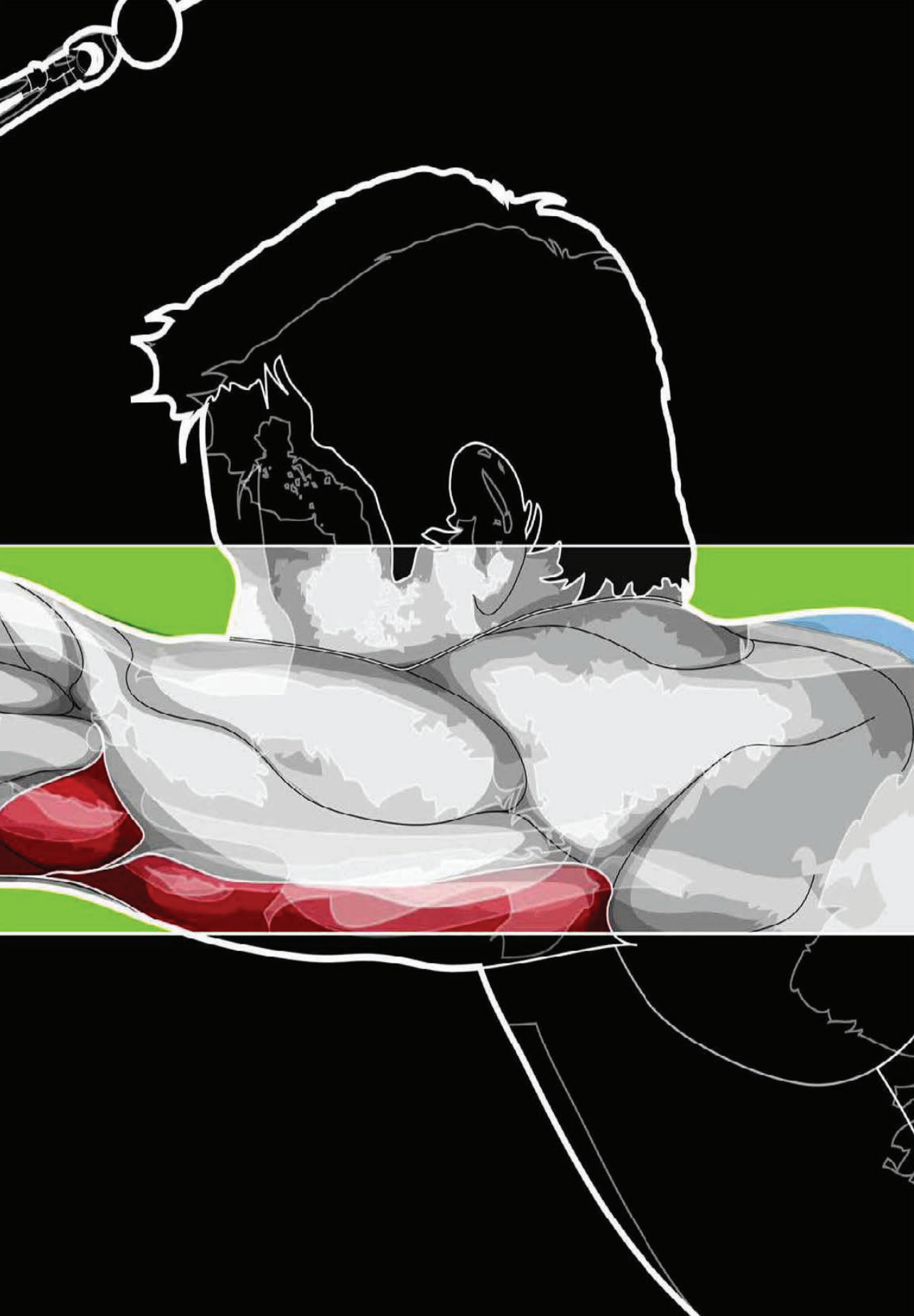
مطالعه اثر حاضر به همه مربیان، ورزشکاران، دانشجویان، متخصصان علوم ورزشی، به‌ویژه در رشته قدرت و بدن‌سازی و علاقه‌مندان به طراحی نوین و برنامه‌ریزی در حوزه تمرینات مقاومتی پیشنهاد می‌شود. بی‌گمان، مخاطبان گرامی با کسب دانش کاربردی حاصل از این کتاب، در طراحی تمرینات مقاومتی موفق‌تر خواهند بود. در پایان، ضمن استقبال از نظرها و پیشنهادهای خوانندگان فرهیخته، مترجمان مراتب سپاسگزاری خود را از مدیر و متصدیان محترم انتشارات شناسنامه برای چاپ و نشر این اثر علمی اعلام می‌کند.

با آرزوی تندرستی و آرامش پایدار

حمید اراضی

زمستان ۱۳۹۹









# بخش اول

درک دانش ساعت های عضلانی

از زمان پیدایش تمرینات ورزشی در دوره‌بندی تاروش‌های مختلف و متنوع تمرینی که امروزه استفاده می‌شود، زمان‌بندی عامل موفقیت در تمرینات مقاومتی است. برنامه‌ریزی تمرینات مقاومتی موفق به زمان‌بندی‌های راهبردی بستگی دارد: تمرین در چه ساعتی از روز و چند وقت یک‌بار در برنامه‌ریزی تمرینی قرار بگیرد؛ جلسه تمرینی چه مدت طول بکشد؛ استراحت بین ست‌ها و درون‌ست‌ها و حتی سرعت انقباض عضله چقدر باشد. آشکار است که زمان‌بندی برای تمرینات مقاومتی بسیار مهم است؛ اما دانشمندان به‌تازگی کشف کردند که زمان‌بندی چگونه توسط عضلات از طریق ساعت‌های عضلانی<sup>۱</sup> کنترل و اجرا می‌شوند.

در فصل اول، به بررسی این‌که ساعت‌های عضلانی چه هستند و نقش کاربردی آن‌ها در تمرینات مقاومتی در آینده چیست، می‌پردازد. ساعت‌های عضلانی یکی از چند ساعت بیولوژیکی داخل بدن است، ازجمله ساعت اصلی مغز<sup>۲</sup> و بسیاری از ساعت‌های بافتی مثل ساعت استخوان، تاندون و غضروف که بدن را با ریتم ۲۴ ساعته روزانه‌ای کنترل می‌کنند. فصل اول توضیح می‌دهد که ساعت‌های عضلانی چطور از نشانه‌های خاص برای کنترل و نظارت بر تناوب‌های زمانی و همچنین هماهنگ کردن اعمال مولکولی مرتبط با نتایج تمرینات مقاومتی، برای پیش‌بینی تمرینات استفاده می‌کنند. در این فصل، جزئیات پژوهش‌ها نشان می‌دهد که هر یک از ۶۰۰ عضله اسکلتی دارای ساعت مولکولی درونی خود است که به عضله کمک می‌کند جلسه تمرینی پیش رو را پیش‌بینی کند و پیشنهاد می‌کند که عضلات به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های هوشمند باعث ایجاد حرکت می‌شوند و صرفاً تابع فرمان‌های دستگاه عصبی مرکزی نیستند.

با ترکیب دانش جدید به‌دست‌آمده از پژوهش‌های جدید در مورد ساعت‌های درون عضله با تمرینات دوره‌بندی سنتی<sup>۳</sup>، فصل اول به خوانندگان نشان می‌دهد که چگونه ساعت‌های عضلانی باعث افزایش توده، قدرت و توان عضلانی همراه با بهبود ریکاوری می‌شود.

زمان‌بندی همه جلسه‌های تمرین مهم است؛ زیرا به جلوگیری از تداخل یا رقابت بین روش‌های تمرینی کمک می‌کند. فصل دوم به بررسی نظریه تداخل، مکانیسم‌های آن و راه‌های توسعه تمرینات مقاومتی و برنامه‌هایی برای جلوگیری از آن می‌پردازد. تمرینات مقاومتی و تمرینات قلبی-عروقی روش‌های تمرینی متفاوتی هستند که اعمال مولکولی عضلانی مختلفی را به راه می‌اندازند و سبب سردرگمی عضلات می‌شوند. هنگامی که تمرینات قلبی-عروقی و مقاومتی در یک جلسه یا حتی در همان روز انجام شوند، می‌توانند بر عملکرد عضله تأثیر منفی بگذارند. این امر به این دلیل است که

1. Muscle Clocks  
2. Master Clock  
3. Traditional Training

عضلات به دنبال نشانه‌های ثابتی هستند تا اعمال مولکولی را روی آن تنظیم کنند. اعمال مولکولی مرتبط با انواع نتایج مختلف تمرین، منحصر به فرد هستند و نشانه‌های مختلفی را دنبال می‌کنند. زمانی که نشانه‌ها، مثل جاگینگ<sup>۱</sup> و اسکات<sup>۲</sup> - یکسان نباشند و با فاصله زمانی یک ساعت از هم انجام شوند، عضلات نمی‌دانند چه کاری انجام دهند؛ بنابراین خاموش می‌شوند و عملکرد نیز تحت تأثیر منفی آن‌ها قرار می‌گیرد.

بخش اول فصل دوم، به طور مفصل درباره اینکه چه عواملی باعث سردرگمی عضلات در سطح مولکولی می‌شود، گفت‌وگو می‌کند. در این فصل پژوهش‌ها نشان می‌دهند چگونه نوع، تواتر، حجم، شدت و مدت زمان جلسه تمرین باعث تداخل در عضلات می‌شوند و به پیامدهای منفی تمرین کمک می‌کنند. بخش دوم فصل تأیید می‌کند که معضل زندگی واقعی این است که بیشتر برنامه‌های ورزشی و آمادگی باید شامل هر دو نوع فعالیت مقاومتی و قلبی-عروقی باشند. از این رو در این فصل راه‌حلی نیز درباره چگونگی طراحی برنامه‌ها و تمرینات برای جلوگیری از تداخل به خوانندگان ارائه می‌شود.

1. Jogging  
2. Squat





۱. ساعت عضله چیست؟





## **Timing resistance training: Programming the muscle clock for optimal performance**

از ابتدای دهه ۱۹۷۰ یافته‌های علمی از وجود ساعت اصلی<sup>۱</sup> خبر داشته‌اند (۲۴)؛ اما کشف ساعت‌های عضله نسبتاً جدید است. زیلکا<sup>۲</sup> و همکاران برای اولین بار در سال ۱۹۹۸ وجود ساعت‌های عضلانی را پیشنهاد کردند (۲۹). مطالعات نشان می‌دهد هنگامی که ساعت‌های عضلانی دچار اختلال شوند بر عضلات اسکلتی تأثیر منفی می‌گذارند. عضلات، ضعیف‌شده و بیان محتوا و عملکرد میتوکندریایی آن‌ها کاهش می‌یابد (۱، ۱۱). عملکرد ساعت عضلانی کاملاً مشخص نشده است و دانشمندان اخیراً شروع به شناسایی اهمیت ساعت عضلانی و تأثیر آن‌ها بر عملکرد عضلات کرده‌اند؛ اما واضح است که ساعت‌های عضلانی برای تنظیم عملکرد عضلات عمل می‌کنند و برای عملکرد ورزشی اهمیت زیادی دارند. هدف همه ساعت‌های داخلی، هماهنگ کردن بدن با محیط بیرونی در یک برنامه ۲۴ ساعته و ایجاد ریتم شبانه‌روزی است که بدن را برای تغییرات محیطی روزانه مانند شب و روز آماده می‌کند و بر زمان‌های خواب و فعالیت تأثیر می‌گذارد.

### ساعت‌های عضلانی: تعریف و عملکردها

ساعت‌های عضلانی عوامل رونویسی یا ژن‌های داخل هر عضله هستند که با توجه به تغییرات محیطی و فعالیت بدنی، چرخه‌های فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کنند. عملکرد اصلی ساعت‌های عضلانی نظارت بر رویدادهای داخل و خارج بدن، برای کمک به عملکرد بهینه عضلات طی یک دوره ۲۴ ساعته است. ساعت‌های عضلانی به مواردی از قبیل مراحل روز - شب، چرخه‌های فعالیت - استراحت، سطوح هورمون، دمای بدن و عادات‌های غذایی و ورزشی توجه ویژه‌ای دارند. کشف این ساعت‌های تنظیم‌کننده داخلی و خودکار در عضلات بسیار مهم است؛ زیرا باعث تغییر شیوه تفکر در مورد عضلات می‌شود. عضلات صرفاً تابع فرمان‌های دستگاه عصبی مرکزی نیستند و خود می‌توانند عملکرد مستقلی داشته باشند.

ساعت‌های عضلانی در تنظیم عملکرد عضلات نقش دارند. همچنین آن‌ها با یکدیگر، دستگاه عضلانی-اسکلتی، مغز و کل بدن ارتباط برقرار می‌کنند. ساعت‌های عضلانی، عضلات را با ساعت بیولوژیکی اصلی مغز تطبیق می‌دهند. همچنین آن‌ها عضلات را به سایر ساعت‌های محیطی مستقر در بافت‌های داخل و خارج از دستگاه عضلانی-اسکلتی متصل می‌کنند.

ساعت‌های عضلانی مانند ضربان‌سازهای<sup>۳</sup> داخلی هستند. در سطح سلولی، ساعت مولکولی وقت‌نگه‌دار<sup>۴</sup> اصلی است که عضله را برای تغییرات محیطی روزانه آماده می‌کند. ظرفیت همگام‌سازی

1. Master Clock
2. Zylka
3. Pacemakers
4. Timekeeping

ساعت مولکولی و فعالیت درون سلولی با رویدادهای بیرونی مانند چرخهٔ روز-شب، نشان‌دهندهٔ توانایی سازگار شدن با شرایط محیطی است. به این ترتیب، عضلات هوشمند هستند و توانایی سازگاری با محیط اطراف خود را دارند. ساعت استخوانی نمونه‌ای دیگر از ساعت دستگاه عضلانی-اسکلتی است و ساعت موجود در کبد، مثالی از یک ساعت محیطی است.

### ارتباط با بافت عضلانی

عضلات، تقریباً ۴۰ تا ۴۵ درصد از کل تودهٔ بدن را تشکیل می‌دهند. عضلات، فراوان‌ترین بافت بدن انسان هستند. به نظر می‌رسد که عضله به دلیل حجم زیادی که در بدن دارد، صرفاً یک بافت واکنش‌پذیر و پاسخگو نیست؛ به این معنی که این ساختار فقط تحت کنترل دستگاه عصبی مرکزی نیست که صرفاً در پاسخ به دستورات عمل می‌کند؛ بلکه عضله تنظیم‌کنندهٔ مهمی است که باعث فعالیت سایر دستگاه‌های بدن می‌شود و قابلیت‌هایی فراتر از پاسخ دادن دارد.

هر آنچه عضلات انجام بدهند، بر کل بدن تأثیر می‌گذارد. این یافته که عضلات دارای ساعت‌هایی هستند که ارتباط و عملکرد آن‌ها را با سایر دستگاه‌های بدن کنترل می‌کنند، تغییر و تحولی بزرگ است. این موضوع نشان می‌دهد که عضلات از طریق انواع مختلفی از نشانه‌ها، از جمله فعالیت ورزشی، برنامه‌ریزی شده، نقش مهمی در تنظیم عملکرد کل بدن دارد. به عنوان مثال، با کمک ساعت‌های عضلانی، عضلات با کبد ارتباط برقرار می‌کنند و نقش مهمی در حفظ هومئوستاز متابولیک بدن دارند.

این ایده که عضلات یک بافت تأثیرپذیر هستند، کشف جدیدی نیست. از آنجاکه تودهٔ عضلانی درصد زیادی از بدن انسان را تشکیل می‌دهند، برای بسیاری از افراد غیرمنطقی به نظر می‌رسد که عضلات، تنها تحت فرمان دستگاه عصبی مرکزی عمل کنند و مجری حرکات باشند. فرضیهٔ جدید نیست؛ اما شواهدی که از این ایده حمایت می‌کند، جدید است و بعداً در این فصل با جزئیات بررسی می‌شود.

### مقدار کل

بیش از ۶۰۰ عضلهٔ اسکلتی در بدن انسان وجود دارد. هر کدام دارای ساعت عضلانی خاص خود است که از انواع مختلفی از مواد ژنتیکی تشکیل شده‌اند (۲۰، ۲۶). از آنجاکه انسان بیش از ۶۰۰ عضله دارد و هر کدام ساعت خاص خود را دارند، بیش از ۶۰۰ ساعت عضلانی اسکلتی وجود دارد که ۲۴ ساعت شبانه‌روز فعالیت می‌کنند تا فعالیت عضلانی را با ساعت اصلی مغز، سایر ساعت‌های دستگاه عضلانی اسکلتی و سایر دستگاه‌های بدن و محیط هماهنگ کنند. اندازهٔ ساعت‌های عضلانی در همهٔ عضلات مثل هم نیست. ساعت‌های عضلانی مختلفی در عضلات گوناگون وجود دارد که از انواع تارهای مختلف تشکیل شده‌اند. اهمیت انواع مختلف ساعت‌های عضلانی بعداً در این فصل بحث می‌شود.

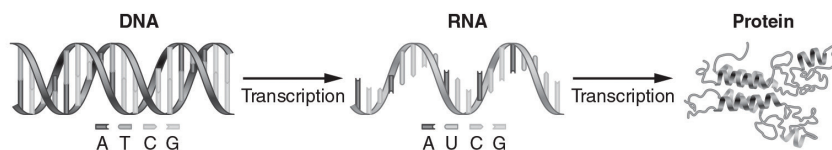


## ترکیب‌بندی

ساعت‌های عضلانی در داخل عضلات قرار دارند. آن‌ها از عوامل رونویسی<sup>۱</sup> تشکیل شده‌اند، یک عامل رشته‌ای خاص متوالی که میزان رونویسی از اطلاعات ژنتیکی را کنترل می‌کند (رونویسی فرایندی است که از طریق آن، از اطلاعات ژنتیکی رشته DNA برای تولید رشته RNA مکمل استفاده می‌شود) و در تبدیل DNA به RNA نقش دارد (شکل ۱-۱). پس از تبدیل DNA به RNA، از RNA برای تنظیم و بیان ژن‌های مهم در عملکرد ساعت عضلانی استفاده می‌شود. عوامل رونویسی شامل پروتئین‌های اساسی است که فعالیت ژن را در عضله آغاز و تنظیم می‌کند. هر ساعت داخلی از چند عامل رونویسی تشکیل شده است که هر کدام نقش متفاوتی در کنترل ساعت دارند. در میان این عوامل رونویسی، برخی از آن‌ها مختص به ساعت مولکولی مرکزی هستند و برخی در انواع مختلف ساعت‌ها دیده می‌شوند. همچنین ساعت‌های عضلانی حاوی ژن‌های مهم برای عملکردهای اختصاصی عضلات اسکلتی، مانند پروتئین میوزین<sup>۲</sup> و تروپونین<sup>۳</sup> و سایر موارد مهم در متابولیسم و سنتز ATP هستند.

## برنامه‌روانه

کلیه ساعت‌های بیولوژیکی در یک برنامه ۲۴ ساعته قرار دارند. چرخه ۲۴ ساعته تغییرات روزانه کل بدن، الگوی کلی بیان ژن و متابولیسم را منعکس می‌کند؛ به عبارت دیگر، عوامل رونویسی درون عضله و سایر ساعت‌ها، در زمان‌های مختلف روز و در پاسخ به محرک‌های مختلف، رفتار متفاوتی دارند. فعالیت موضعی بافت‌های محیطی خاص مانند عضلات، بازتابی از چرخه ۲۴ ساعته ساعت‌های خودشان را نشان می‌دهند. ساعت‌های عضلانی با توجه به نشانه‌هایی در خارج از بدن مانند چرخه نور- تاریکی، یک برنامه را یاد می‌گیرند که با زمان روز نسبت به موقعیت مدار زمین ارتباط برقرار می‌کند و درواقع یک نشانه کلی، برای همه ساعت‌های بیولوژیکی به شمار می‌رود (همگام شدن با تطبیق رویدادهای بیولوژیکی ریتمیک، مانند ریتم شبانه‌روزی، با تغییرات در محیط خارجی یا موضعی بافت اشاره دارد). نشانه‌های زمان روز، همه ساعت‌های داخلی، از جمله ساعت‌های عضلانی را تنظیم و بازآرایی می‌کند.



شکل ۱. ۱. انتقال اطلاعات از DNA به RNA برای رمزگذاری، رمزگشایی، تنظیم و بیان ژن‌هایی استفاده می‌شود که برای عملکرد ساعت عضلانی مهم‌اند.

1. Transcription Factor
2. Myosin
3. Troponin