

# بیوشیمی و متابولیسم فعالیت ورزشی

پروفسور دون مک لارن  
دکتر جیمز مورتون

دکتر فرهاد دریانوش (عضو هیات علمی دانشگاه شیراز)  
دکتر ابراهیم افتخار (دکتری تخصصی (Ph.D) بیوشیمی بالینی)

مریم امیرضدی  
مریم مهبودی

ویراستار ادبی  
مهدیا ادینی

۱۳۹۱

انتشارات هتمی  
ناشر کتب تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی



# فهرست مطالب

|    |   |
|----|---|
| ۱۶ | مقدمه   |
| ۱۵ | مقدمه مترجم   |
| ۱۷ | یک اندازی و فیزیولوژی پایه عضله                                     |
| ۱۹ | ۱- منابع انرژی برای فعالیت‌های عضلانی                               |
| ۲۰ | ۱-۱ آدنوزین تری فسفات: انرژی رایج                                   |
| ۲۱ | ۲-۱ تداوم انرژی   |
| ۲۲ | ۳-۱ تأمین انرژی برای انقباض عضلانی                                  |
| ۲۵ | ۴-۱ دستگاه‌های انرژی و سرعت دویدن                                   |
| ۲۶ | ۵-۱ چرا نمی‌توان طی یک مسابقه ماراتن با سرعت دوید؟                  |
| ۲۷ | ۶-۱ منابع انرژی و عضله  |
| ۲۸ | ۷-۱ آیا عضله می‌تواند از پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده نماید؟ |
| ۲۹ | ۸-۱ نکات کلیدی  |
| ۳۱ | ۲- ساختار و عملکرد عضله اسکلتی                                      |
| ۳۳ | ۱-۲ ساختار عضله اسکلتی  |
| ۳۳ | ۱-۱-۲ ساختار آناتومیکی عضله اسکلتی                                  |
| ۳۴ | ۲-۱-۲ تار عضلانی  |
| ۴۰ | ۲-۲ انقباض عضلانی   |
| ۴۱ | ۱-۲-۲ انتشار پتانسیل عمل  |
| ۴۲ | ۲-۲-۲ جفت شدن بزرگ-انقباض   |
| ۴۳ | ۳-۲-۲ مکانیزم سرخوردن ایاف  |
| ۴۵ | ۳-۲ انواع تار عضلانی  |
| ۴۵ | ۱-۳-۲ طبقه‌بندی عمومی تارهای عضلانی                                 |
| ۴۸ | ۲-۳-۲ توزیع تار عضلانی  |

|    |   |
|----|---|
| ۱۹ | ۲-۲-۳ فراخوانی تار عضلانی                       |
| ۵۰ | ۲-۲-۴ عضلات در فعالیت                           |
| ۵۰ | ۲-۲-۱ انواع انقباض عضلانی                       |
| ۵۱ | ۲-۲-۲ تکانه انقباضی                             |
| ۵۱ | ۲-۲-۳ رابطه طول-تنش                             |
| ۵۲ | ۲-۲-۴ انقباضات کزاز عضلانی                      |
| ۵۳ | ۲-۲-۵ رابطه نیرو-سرعت                           |
| ۵۴ | ۲-۲-۶ خستگی عضلانی                              |
| ۵۵ | ۲-۲-۵ نکات کلیدی                                |
| ۵۷ | ۳- مفاهیم بیوشیمیایی                            |
| ۵۹ | ۳-۱ ساختار ماده                                 |
| ۵۹ | ۳-۱-۱ ماده و عناصر                              |
| ۶۰ | ۳-۱-۲ اتم‌ها و ساختار اتمی                      |
| ۶۱ | ۳-۱-۳ عدد اتمی و عدد جرمی                       |
| ۶۲ | ۳-۱-۴ جرم اتمی                                  |
| ۶۲ | ۳-۱-۵ یونها، مولکول‌ها، ترکیبات و دوست‌معدنی‌ها |
| ۶۳ | ۳-۲ پیوندهای شیمیایی                            |
| ۶۴ | ۳-۲-۱ پیوندهای یونی                             |
| ۶۴ | ۳-۲-۲ پیوندهای کووالانسی                        |
| ۶۵ | ۳-۲-۳ ساختار و فرمول مولکولی                    |
| ۶۷ | ۳-۲-۴ گروه‌های عاملی                            |
| ۶۸ | ۳-۳ واکنش‌های شیمیایی، ATP و انرژی              |
| ۶۹ | ۳-۳-۱ انرژی                                     |
| ۷۰ | ۳-۳-۲ ATP                                       |
| ۷۱ | ۳-۳-۳ واحدهای انرژی                             |
| ۷۳ | ۳-۳-۴ انواع واکنش‌های شیمیایی                   |
| ۷۶ | ۳-۴ آب  |
| ۷۶ | ۳-۴-۱ عملکردهای عمومی آب                        |



|    |                              |
|----|------------------------------|
| ۷۷ | ۲-۴-۲ آب به عنوان یک حلال    |
| ۷۷ | ۵-۲ محلول‌ها و غلظت‌ها       |
| ۷۹ | ۶-۲ تعادل اسید و باز         |
| ۷۹ | ۱-۶-۲ اسیدها، بازها و نمک‌ها |
| ۷۹ | ۲-۶-۲ مقیاس pH               |
| ۸۱ | ۳-۶-۲ بافرها                 |
| ۸۱ | ۷-۲ ساختار سلول              |
| ۸۲ | ۱-۷-۲ غشاء پلاسمایی          |
| ۸۳ | ۲-۷-۲ هسته‌ها                |
| ۸۴ | ۳-۷-۲ سیتوپلاسم و اندامک‌ها  |
| ۸۷ | ۸-۲ نکات کلیدی               |

## ۸۹ ده اصول و مبانی بیوشیمی در فعالیت ورزشی

|     |  |
|-----|--|
| ۹۱  | ۴- پروتئین‌ها  |
| ۹۳  | ۱-۴ عملکرد پروتئین                                       |
| ۹۴  | ۱-۱-۴ عملکردهای عمومی پروتئین                            |
| ۹۷  | ۲-۴ اسیدهای آمینه  |
| ۹۸  | ۱-۲-۴ ساختمان اسید آمینه                                 |
| ۱۰۰ | ۳-۴ ساختمان پروتئین                                      |
| ۱۰۰ | ۱-۳-۴ ساختمان اول  |
| ۱۰۱ | ۲-۳-۴ ساختمان دوم  |
| ۱۰۲ | ۳-۳-۴ ساختمان سوم  |
| ۱۰۳ | ۴-۳-۴ ساختمان چهارم                                      |
| ۱۰۴ | ۴-۴ پروتئین‌ها به عنوان آنزیم                            |
| ۱۰۴ | ۱-۴-۴ مکانیزم عمل آنزیم                                  |
| ۱۰۶ | ۲-۴-۴ عواملی که بر سرعت واکنش‌های آنزیمی تأثیرگذار هستند |
| ۱۰۸ | ۳-۴-۴ کوآنزیم‌ها و کوفاکتورها                            |
| ۱۱۰ | ۴-۴-۴ طبقه‌بندی آنزیم‌ها                                 |
| ۱۱۰ | ۵-۴-۴ تنظیم فعالیت آنزیم                                 |

- ۱۱۲ ۵-۱ نوسازی پروتئین
- ۱۱۲ ۱-۵-۱ نمای کلی نوسازی پروتئین
- ۱۱۳ ۲-۵-۱ ساختمان DNA
- ۱۱۵ ۳-۵-۱ رونویسی
- ۱۱۶ ۴-۵-۱ کد ژنتیکی
- ۱۱۷ ۵-۵-۱ ترجمه و سنتز پروتئین
- ۱۱۹ ۶-۱ متابولیسم اسید آمینه
- ۱۲۰ ۱-۶-۱ منبع اسید آمینه آزاد
- ۱۲۱ ۲-۶-۱ ترانس آمیناسیون
- ۱۱۳ ۳-۶-۱ دامیناسیون
- ۱۲۴ ۴-۶-۱ اسیدهای آمینه شاخه‌دار
- ۱۲۵ ۵-۶-۱ چرخه گلوکز-آلانین
- ۱۲۶ ۶-۶-۱ گلوتامین
- ۱۲۷ ۷-۶-۱ چرخه اوره
- ۱۲۷ ۷-۶-۱ نکات کلیدی
- ۱۳۱ ۵-۰ کربوهیدرات‌ها
- ۱۳۳ ۱-۵-۰ ارتباط کربوهیدرات‌ها با فعالیت ورزشی
- ۱۳۶ ۲-۵-۰ انواع و ساختار کربوهیدرات‌ها
- ۱۳۶ ۱-۲-۵-۰ مونوساکاریدها
- ۱۳۸ ۲-۲-۵-۰ دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها
- ۱۴۱ ۳-۵-۰ متابولیسم کربوهیدرات‌ها
- ۱۴۲ ۱-۳-۵-۰ گلیکولیز
- ۱۴۳ ۲-۳-۵-۰ گلیکولیز
- ۱۴۶ ۳-۳-۵-۰ متابولیسم لاکتات
- ۱۴۷ ۴-۳-۵-۰ واکنش پیوسته؛ تولید استیل-کوآنزیم A
- ۱۴۸ ۵-۳-۵-۰ چرخه TCA
- ۱۴۹ ۶-۳-۵-۰ زنجیره انتقال الکترون
- ۱۵۰ ۷-۳-۵-۰ فسفوریلاسیون اکسیداتیو

۱۵۱ ..... ۸-۳-۵ محاسبه ATP تولیدی از اکسیداسیون گلوکز

۱۵۲ ..... ۹-۳-۵ مروری بر اکسیداسیون گلوکز

۱۵۳ ..... ۱۰-۳-۵ متابولیسم فروکتوز

۱۵۴ ..... ۱۱-۳-۵ گلیکولیتوز

۱۵۵ ..... ۱۲-۳-۵ گلیکولیتوز

۱۵۶ ..... ۴-۵ نکات کلیدی

۱۵۷ ..... ۶- لیبدها

۱۶۰ ..... ۱-۶ ارتباط لیبدها با فعالیت ورزشی

۱۶۳ ..... ۲-۶ ساختار لیبدها

۱۶۳ ..... ۱-۲-۶ طبقه‌بندی لیبدها

۱۶۶ ..... ۲-۲-۶ لیبدهای ترکیبی

۱۶۷ ..... ۳-۲-۶ لیبدهای مشتق شده

۱۶۸ ..... ۳-۶ متابولیسم لیبدها

۱۶۸ ..... ۱-۳-۶ لیپولیز

۱۷۱ ..... ۲-۳-۶ بنا- اکسیداسیون

۱۷۳ ..... ۳-۳-۶ تشکیل اجسام کتونی

۱۷۴ ..... ۴-۳-۶ تشکیل اسیدهای چرب

۱۷۶ ..... ۵-۳-۶ سنتز تری‌گلیسرید

۱۷۸ ..... ۴-۱ نکات کلیدی

۱۸۱ ..... تنظیم متابولیسم در فعالیت ورزشی

۱۸۳ ..... ۷- اصول تنظیم متابولیسم

۱۸۴ ..... ۱-۷ چگونه واکنش‌های آنابولیک و کاتابولیک کنترل می‌شوند

۱۸۵ ..... ۲-۷ هورمون‌ها

۱۹۰ ..... ۳-۷ هورمون‌های پیشدی، انتقال دهنده‌های عصبی و تنظیم آنها

۱۹۱ ..... ۱-۳-۷ فعال‌سازی گلیکولیتوز از طریق آدرنالین

۱۹۲ ..... ۲-۳-۷ فعال‌سازی لیپولیز از طریق آدرنالین

۱۹۳ ..... ۳-۳-۷ فعال‌سازی گلیکولیتوز سنتز از طریق انسولین

- ۱۹۵ ..... ۴-۳-۷ مهار لیولیز به وسیله انسولین
- ۱۹۵ ..... ۵-۳-۷ تحریک ستر پروتئین به وسیله انسولین
- ۱۹۶ ..... ۴-۷ هورمون‌های استروئیدی و تنظیم آنها
- ۱۹۸ ..... ۵-۷ افکتورهای آلوستریک
- ۱۹۸ ..... ۱-۵-۷ تنظیم گلیکوژن فسفوریلاز
- ۱۹۹ ..... ۲-۵-۷ تنظیم PFK
- ۱۹۹ ..... ۳-۵-۷ تنظیم PDM
- ۲۰۱ ..... ۴-۵-۷ تنظیم CPT1
- ۲۰۲ ..... ۵-۵-۷ AMPK به عنوان یک تنظیم‌کننده متابولیک
- ۲۰۳ ..... ۶-۷ نکات کلیدی
- ۲۰۵ ..... ۸- فعالیت ورزشی شدید
- ۲۰۶ ..... ۱-۸ بررسی تولید انرژی و تنظیم متابولیک در فعالیت ورزشی شدید
- ۲۰۶ ..... ۱-۱-۸ تعریف فعالیت ورزشی شدید
- ۲۰۷ ..... ۲-۱-۸ تولید انرژی طی فعالیت‌های ورزشی شدید
- ۲۱۰ ..... ۳-۱-۸ شواهدی از منابع انرژی مصرفی در HIE
- ۲۱۴ ..... ۴-۱-۸ تنظیم متابولیک طی فعالیت ورزشی شدید
- ۲۱۵ ..... ۲-۸ تأثیر مدت فعالیت ورزشی
- ۲۱۶ ..... ۳-۸ تأثیر شرایط تغذیه‌ای
- ۲۱۸ ..... ۱-۳-۸ آیا کمک‌های برونزاد تغذیه‌ای می‌توانند به HIE کمک نمایند؟
- ۲۱۹ ..... ۴-۸ تأثیر فعالیت ورزشی
- ۲۲۳ ..... ۵-۸ مکانیزم‌های خستگی
- ۲۲۴ ..... ۱-۵-۸ کاهش ATP
- ۲۲۵ ..... ۲-۵-۸ کاهش PCr
- ۲۲۶ ..... ۳-۵-۸ افزایش P
- ۲۲۶ ..... ۴-۵-۸ لاکتات و H<sup>+</sup>
- ۲۲۸ ..... ۶-۸ نکات کلیدی





|     |       |   |
|-----|-------|---|
| ۳۳۱ | ..... | ۹- فعالیت استقامتی  |
| ۳۳۲ | ..... | ۹-۱- مروری بر تولید انرژی و تنظیم متابولیک در فعالیت استقامتی |
| ۳۳۲ | ..... | ۹-۱-۱- تعریف و الگوهای فعالیت استقامتی                        |
| ۳۳۳ | ..... | ۹-۱-۲- تولید انرژی در فعالیت استقامتی                         |
| ۳۳۴ | ..... | ۹-۱-۳- بررسی تنظیم متابولیک در فعالیت استقامتی                |
| ۳۳۶ | ..... | ۹-۲- تأثیر شدت فعالیت ورزشی                                   |
| ۳۳۶ | ..... | ۹-۲-۱- متابولیسم CHO  |
| ۳۳۸ | ..... | ۹-۲-۲- متابولیسم لیپید  |
| ۳۴۵ | ..... | ۹-۳- تأثیر مدت زمان فعالیت ورزشی                              |
| ۳۴۶ | ..... | ۹-۴- تأثیر شرایط تغذیه‌ای                                     |
| ۳۴۶ | ..... | ۹-۴-۱- بارگیری CHO عضلانی در دسترس                            |
| ۳۴۹ | ..... | ۹-۴-۲- راهبردهای بارگیری چربی                                 |
| ۳۵۲ | ..... | ۹-۴-۳- مصرف کربوهیدرات قبل و طی فعالیت ورزشی                  |
| ۳۵۶ | ..... | ۹-۴-۴- FFA قابل دسترس قبل از فعالیت ورزشی                     |
| ۳۵۹ | ..... | ۹-۵- تأثیر شرایط تمرینی                                       |
| ۳۵۹ | ..... | ۹-۵-۱- متابولیسم CHO  |
| ۳۶۱ | ..... | ۹-۵-۲- متابولیسم لیپید  |
| ۳۶۵ | ..... | ۹-۵-۳- متابولیسم پروتئین                                      |
| ۳۶۶ | ..... | ۹-۶- مکانیزم‌های خستگی  |
| ۳۶۹ | ..... | ۹-۷- نکات کلیدی   |
| ۳۷۳ | ..... | ۱۰- فعالیت‌های ورزشی تناوبی با شدت بالا                       |
| ۳۷۵ | ..... | ۱۰-۱- مروری بر تولید انرژی در فعالیت ورزشی تناوبی             |
| ۳۷۵ | ..... | ۱۰-۱-۱- تعریف فعالیت تناوبی و الگوهای آن                      |
| ۳۷۶ | ..... | ۱۰-۱-۲- دستگاه‌های انرژی که در فعالیت تناوبی به کار می‌روند   |
| ۳۷۷ | ..... | ۱۰-۲- تنظیم متابولیکی در فعالیت تناوبی                        |
| ۳۸۳ | ..... | ۱۰-۳- تأثیر دستکاری شدت و نسبت فعالیت-استراحت                 |
| ۳۸۸ | ..... | ۱۰-۴- تأثیر شرایط تغذیه‌ای                                    |
| ۳۸۸ | ..... | ۱۰-۴-۱- قابل دسترس بودن گلیکوژن عضلانی                        |

|     |  |
|-----|--|
| ۲۸۹ | ۲-۱-۱۰ مصرف CHO قبل از تمرین                     |
| ۲۹۱ | ۳-۱-۱۰ مصرف CHO طی فعالیت ورزشی                  |
| ۲۹۳ | ۵-۱۰ سازگاری عضلانی به فعالیت‌های تناوبی         |
| ۲۹۹ | ۶-۱۰ مکانیزم‌های خستگی                           |
| ۳۰۰ | ۱-۶-۱۰ قابل دسترس بودن کربوهیدرات                |
| ۳۰۲ | ۲-۶-۱۰ تخلیه PCr                                 |
| ۳۰۳ | ۳-۶-۱۰ اسیدوز                                    |
| ۳۰۶ | ۴-۶-۱۰ بتاسیم خارج سلولی                         |
| ۳۰۸ | ۵-۶-۱۰ گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن (ROS)          |
| ۳۰۹ | ۶-۶-۱۰ تجمع $P_i$ و اختلال در آزادسازی $Ca^{+2}$ |
| ۳۱۱ | ۷-۱۰ نکات کلیدی                                  |
| ۳۱۳ | منابع  |

## مقدمه

از زمانی که من در ابتدا به عنوان یک زیست شناس (۱۹۸۰ - ۱۹۷۳) و سپس به عنوان یک متخصص علوم ورزشی (۲۰۱۰ - ۱۹۸۰) شروع به تدریس کردم، همیشه دانشجویان را تشویق می‌کردم تا پرسش‌هایی در مورد "چگونگی" و "چرایی" در ذهن داشته باشند. به عبارت دیگر همیشه بپرسند که چگونه یک اتفاق رخ می‌دهد. در واقع من همیشه از آنها می‌خواستم که یک ذهن جستجوگر داشته باشند و در صورت امکان به یک شناخت موضوع اکتفا نکنند به ویژه اگر موضوع مورد نظر در زمینه‌ای باشد که آنها می‌خواهند در آن متخصص گردند.

هنگامی که به عنوان یک مدرس جوان در رشته فیزیولوژی ورزشی مشغول به تدریس بودم، این موقعیت را داشتم که کتاب فیزیولوژی - کتابی که توسط استفان و رودهال تألیف شده بود - را به دست بیاورم و مطالعه کنم و بدین ترتیب وارد حوزه جدیدی از مطالعات خود شوم. این ایده برای من به عنوان یک زیست شناس علاقه‌مند به ورزش واقعاً مهیج و جدید بود و با در اختیار داشتن فرصت تدریس در این زمینه به همراه همکار مشهور خود تام ریل، توانستم شروع خوبی داشته باشم. با این حال یک مشکل نیز وجود داشت: برای درک "چرایی" و "چگونگی" تولید انرژی برای انجام انقباض عضلانی در فعالیت ورزشی، دانش و شناخت بیوشیمی برای ضروری بود.

خوشبختانه قبلاً من به عنوان یک دانشجوی کارشناسی در دانشگاه لیورپول چند واحد درسی بیوشیمی را گذرانده بودم. دانشجویان علوم ورزشی به نیازمند به داشتن اطلاعات در این زمینه بودند. در سال‌های اول، تدریس بیوشیمی به دانشجویان بیوشیمی محول شد اما اهداف مورد نظر حاصل نمی‌شد (حداقل در ابتدا) زیرا تأکیدی بر متابولیسم ورزشی صورت نمی‌گرفت و آمار به دست آمده نیز نشان می‌داد اطلاعات بسیار ضعیف و جزئی بود و به اندازه کافی کاربردی نبود.

بنابراین من باید چه کار می‌کردم؟ تصمیم گرفتم که شخصاً واحدهای بیوشیمی را برای دانشجویان تدریس کنم. نتیجه نهایی آن رضایت بیشتر دانشجویان و علاقه‌مندی خودم به آن چه که برای انجام دادن لازم بود، شد. من قصد تدریس کامل بیوشیمی را نداشتم، اما روش من نسبتاً دانشجویان علوم ورزشی را قادر می‌ساخت از بیوشیمی و متابولیسم ورزشی درک بهتری به دست آورند.

آیا من (و دانشجویان من) می‌بایست برای تقویت روش خود به متون مورد نیاز در بیوشیمی مراجعه می‌کردم؟ پاسخ صحیح "بله" بود. مجدداً این موقعیت را داشتم تا یک کتاب جالب دیگری به نام "بیوشیمی برای علوم پزشکی" که توسط اریک نیوشالم تألیف شده بود را تهیه و مطالعه کنم. به

پایان رساندن مطالعه این کتاب بسیار زمان برد اما موضوعات بسیاری را برای من روشن کرد. احساس می‌کردم این موضوعات برای دانشجویان ضروری بود چرا که نویسندگان کتاب به دویدن علاقه‌مند بودند و به همین دلیل در این کتاب به موضوعات ورزش و تحرین نیز پرداخته بودند. دانشجویانم را تشویق کردم تا برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر، کتاب دیگری در زمینه بیوشیمی (که مخصوص دانشجویان دوره بیوشیمی بود) که در کتابخانه موجود بود را مطالعه نمایند. در طول سال‌های متعددی من جزوه‌هایی برگرفته از چنین کتاب‌هایی را ارائه می‌کردم زیرا منابع مناسب دیگری در دسترس نبود؛ هر چند در سال‌های اخیر تعدادی کتاب در مورد بیوشیمی برای دانشجویان علوم ورزشی تألیف شده است. به طور کلی آن چه که باید مورد توجه قرار داد، این است که ببینیم آیا کتاب‌های قدیم با تصاویر سیاه و سفید به کتاب‌هایی با تصاویر رنگی و حتی جذابتر تبدیل شده‌اند!

در ماه می ۲۰۰۲، یک دانشجوی جوان و مشتاق سال دوم دانشگاه من ملاقات من آمد تا پیرامون گرفتن واحد درسی متابولیسم عضلانی سطح ۳ با من مشورت کند. پیش نیاز این واحد، گذارندن واحد "بیوشیمی ورزشی سطح ۲" بود. از آن جایی که او یک دانشجوی علوم و یک فوتبالیست بود و نه یک دانشجوی علوم ورزشی (فیزیولوژی)، امکان گرفتن این واحد را نداشت. من سعی کردم تا با بهانه آوردن از این کار طفره بروم اما او هم چنان اصرار می‌کرد. بنابراین من یک کتاب بیوشیمی به او دادم تا مطالعه کند و بعد از ۴ هفته من را ملاقات نماید. امیدوار بودم که با این کار متصرف گردد، اما خوشبختانه او به منظور به دست آوردن شناخت بهتر از جنبه‌های مختلف موضوع برگشت. من متوجه شدم که او بسیار مصمم است بنابراین به او اجازه دادم که برای واحد سطح ۳ ثبت نام نماید. او این واحد را با بالاترین نمره گذارند و هم چنان ادامه داد تا توانست به درجه دکترا در متابولیسم ورزشی برسد. نام او دکتر جیمز مورتون است که همکار من در تألیف این کتاب می‌باشد.

از زمانی که (حدود ۱۰ سال) به لیورپول رسیدم، جیمز علاقه وافری به تحقیق و آموزش متابولیسم و بیوشیمی نشان داد و او توانست تا حد بسیار زیادی به من کمک کند. زمانی که از من خواسته شد تا این کتاب را بنویسم، نوشتن این کتاب را منوط به قبول کمک از طرف جیمز کردم. خوشبختانه او موافقت کرد. ما هر دو احساس می‌کردیم که می‌بایست کتابی را گردآوری کنیم که به دانشجویان علوم ورزشی به ویژه آنهایی که می‌خواهند شناخت صحیحی (زروماً نه کامل و جامع) از جنبه‌های اصلی بیوشیمی و به خصوص موارد مربوط به متابولیسم انرژی داشته باشند، تقدیم شود؛ در واقع هدف اصلی ما از نوشتن این کتاب، همین موضوع بود. با امیدوار هستیم روشی را که سازماندهی و دنبال کرده‌ایم برای شما جالب باشد و شما را به ادامه کار تشویق نماید. اگر چه این کتاب برای مقالات بیوشیمی کاملاً جامع نیست اما سطحی نیز به مطالب نگاه نشده است. این کتاب تا حدودی از شما می‌خواهد تا به مطالعه بیشتر در این زمینه پرداخته و دانش خود را گسترش دهید.



ما این کتاب را در سه بخش طبقه‌بندی کرده‌ایم. بخش اول اطلاعات نسبتاً پایه را به شما ارائه می‌نماید تا چارچوب کلی آن را دریابید. این بخش به بررسی متابولیسم انرژی - امیدواریم علاقه شما را جلب نماید - به برخی جنبه‌های کلیدی در ساختار، عملکرد عضلات اسکلتی و هم چنین برخی از جنبه‌های بیوشیمیایی می‌پردازد. بخش دوم این کتاب به سه درشت مولکول یعنی کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین‌ها می‌پردازد که انرژی را تولید می‌کنند و ساختار عضله اسکلتی را تشکیل می‌دهند. بخش سوم و نهایی این کتاب فراتر از بیوشیمی حرکت می‌کند و به جنبه‌های اساسی متابولیسم یعنی تنظیم تولید و ذخیره انرژی می‌پردازد. به این منظور در یک فصل به اصول اساسی تنظیم متابولیسم پرداخته می‌شود و در سه فصل بعد با توجه به شدت، مدت و تغذیه به چگونگی متابولیسم طی فعالیت‌های شدید، طولانی مدت و تناوبی می‌پردازیم. هم چنین به برخی از دلایل دیگر از جمله گرمای ناشی از فعالیت‌ها توجه می‌شود.

خوانندگان عزیز، امیدوارم همان گونه که من در طی سال‌ها بررسی بیوشیمی و متابولیسم عضلانی لذت بردم شما نیز از خواندن این کتاب بهره‌مند شوید. متأسفانه من در اواخر زندگی حرفه‌ای خود قرار دارم اما این شانس را دارم که ادامه کار را به همکار مشتاق خود، جیمز مون‌تون سپارم. همیشه به یاد داشته باشید که برسید "چرا" و "چگونه".

پروفیسور دون مک لارن<sup>۱</sup>

بدون شک متابولیسم ورزشی یک بخش اساسی از رشته‌های تحصیلی علوم ورزشی می‌باشد. با این که بسیاری از دانشجویان مجذوب این رشته شده‌اند اما در شناخت بیوشیمی که چگونه انرژی تولیدی عضله در هنگام فعالیت تنظیم می‌شود، دچار مشکل هستند. اغلب دانشجویان بر یادگیری مفاهیم پایه یعنی ساختار شیمیایی و مسیرهای اصلی متابولیسم تمرکز دارند و از درک این که چگونه این عوامل به فشارهای ورزشی پاسخ می‌دهند، غافل هستند.

تمرکز بر مطالب بدون آن که درک صحیحی از کاربرد آن وجود داشته باشد، یادگیری عمیقی به شما نمی‌دهد. بدین منظور ما به دنبال تهیه کتابی بودیم که از روش‌های قدیمی تدریس بیوشیمی استفاده شده باشد و بر فعالیت ورزشی و پاسخ به سوالات ورزشی تمرکز داشته باشد. بنا به تجربه‌های ما، دانشجویان علوم ورزشی زمانی یادگیری بهتری دارند که به سادگی اهداف (خواسته‌های) خود را در مورد ورزش و تمرین به دست آورده باشند. چنانچه در پایان این فصل شما یاد گرفته باشید که چگونه حالت، شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی، شرایط تمرینی، شرایط تغذیه‌ای و غیره می‌تواند بر چگونگی تنظیم و روش تولید انرژی اثرگذار باشند، ما می‌توانیم باور کنیم که به هدف خود نائل شده‌ایم. به علاوه چنان



چه شما بتوانید این موضوعات را در عمل به کار ببرید و حتی برنامه‌های تغذیه‌ای و تمرینی پیشرفته ارائه دهید و در نتیجه عملکرد ورزشکاران را به حداکثر برسانید، شما به یک درک عمیق از تدریس دست یافته‌اید که ما در هر زمان از تدریس خود، به دنبال دستیابی به آن هستیم.

در مورد نوشتن این کتاب، باید از حمایت کسانی که نقش اساسی در سال‌های اولیه زندگی حرفه‌ای و دانشگاهی من داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم و در ابتدا من تشکر و سپاس فراوان خود را ستار همکار نویسنده‌ام، پروفیسور دون مک لارن می‌کنم. ابتدا پروفیسور دون بود که اشتیاق مرا به عنوان دانشجوی مقطع کارشناسی برای مطالعه در مورد متابولیسم ورزشی برانگیخت و کمک‌های مداوم و ارزشمندی را برای من چه به عنوان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد و چه به عنوان یک عضو انجمن فراهم کرد. روش قابل استفاده وی برای عموم و توانایی ایشان در تحریک و تشویق دانشجویان به پرسیدن در مورد "چرایی" و "چگونگی" هر عمل، دو راهکاری هستند که من در صدد تکرار آنها در روش تدریس خود هستم. دانشگاه جان مورس لیورپول<sup>۱</sup> موسسه جالبی می‌باشد؛ علاوه بر وجود امکانات آموزشی فراوان در این دانشگاه، فعالیت شدید بسیاری از افراد با استعداد در این محل، آن را به یک مکان خاص تبدیل کرده است. به ویژه باید از پروفیسور تام رینلی<sup>۲</sup>، پروفیسور تیم کیپل<sup>۳</sup>، دکتر بری دراست<sup>۴</sup> و همه کسانی که در این اواخر زمینه‌های پایه در مورد آن چه علاقه‌مند به انجامش بودم را فراهم کردند، تشکر نمایم. به دلیل کمبود زمان برای انجام فعالیت‌های آموزشی، تحقیقی و تمرینات کاربردی، بخشی از نوشتن این کتاب را در خارج از ساعات اداری انجام دادم. بدین علت من باید از درک و صبوری همسر خود ناتالی<sup>۵</sup> تشکر نمایم. از این که درک کردی که علوم ورزشی برای من چیزی بیش از یک حرفه می‌باشد و کاری است که به آن عشق می‌ورزم، تشکر می‌کنم. در آخر صمیمانه‌ترین قدردانی خود را به پدرم و مادرم و لیزا و جولی تقدیم می‌کنم که به من مهمترین درس زندگی‌ام را آموختند و آن این است که هنگامی که همه چیزهای دیگر نظرت را جلب کرده است، تنها خانواده است که به زندگی تو معنای واقعی می‌بخشد.

دکتر جیمز مورنون

1. Liverpool John Moores University  
4. Barry Deutz

2. Tom Reilly  
5. Natalie

3. Tina Cable

## مقدمه مترجم

امروزه ورزش دیگر از حالت فیزیکی و تنها به عنوان یک سرگرمی و حتی یک حرفه خارج شده و به صورت یک علم در آمده است و پیوسته در حال رشد و تکامل می‌باشد. در نتیجه علوم مرتبط با آن نیز، نیازمند رشد و همگامی با آن است. از آنجا که علم بیوشیمی به بررسی تغییرات مولکولی و شیمیایی بدن و هم چنین به متابولیسم و مراحل تولید انرژی می‌پردازد، می‌توان گفت به نوبه خود به علم ورزش گره خورده است و این ارتباط همان بررسی تغییرات متابولیکی بدن و تولید و تنظیم انرژی طی انجام فعالیت ورزشی است؛ بنابراین ارتباط میان این دو علم و اهمیت آن بر کسی پوشیده نیست.

در زمینه علم بیوشیمی ورزشی کتاب‌های بسیاری نگاشته یا ترجمه و به چاپ رسیده است و با توجه به اهمیت و به روز شدن این علم برای محققین علوم ورزشی بر آن شدیم که کتاب پیش رو را به فارسی برگردانیم.

کتاب پیش رو با عنوان اصلی *Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism* بوده و بیش از چند ماه از چاپ آن نمی‌گذرد. نویسنده این کتاب "پروفسور دون مک لارن" یا همگاری "دکتر جیمز مورنون" می‌باشد. وی در ابتدا یک زیست‌شناس (۱۹۸۰-۱۹۷۳) و سپس به عنوان یک متخصص علوم ورزشی (۲۰۱۰-۱۹۸۰) در چندین دانشگاه تدریس کرده است. از آنجا که وی به اهمیت ارتباط میان بیوشیمی و علم ورزش نظر خاصی داشته است به تالیف کتاب حاضر مبادرت ورزیده و مطالعه آن را به همه علاقه‌مندان به درک چگونگی متابولیسم و مراحل مختلف فرایند تولید انرژی در اثر ورزش توصیه می‌کند. کتابی که پیش روی شماست بر اساس به روزترین یافته‌ها در حوزه علم بیوشیمی و نتایج مقالات جدید در این زمینه، نگاشته شده و در عین انجام به جزئی‌ترین جنبه‌های متابولیسم و تنظیم و تولید انرژی می‌پردازد. نویسنده کتاب، تمام تلاش خود را در راستای به کار بردن مطالب جدید و در عین حال کاربردی و قابل درک برای کلیه علاقه‌مندان در این زمینه به ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی، به کار برده است.

این کتاب مشتمل بر ۳ بخش است که بخش اول شامل ۳ فصل بوده و در آن به مبانی بیوشیمی پرداخته شده است. بخش دوم نیز شامل فصل‌های ۴، ۵ و ۶ است که متابولیسم پروتئین، کربوهیدرات و چربی در آن مورد بحث قرار گرفته است. در بخش سوم که شامل ۱ فصل می‌باشد، انواع فعالیت ورزشی و متابولیسم بررسی شده است.

از آن جا که گاهی به نظر می‌رسد که اصطلاحات بیوشیمی و مطالب آن در این کتاب برای دانشجویان غیر مرتبط کمی ثقیل و غیر قابل درک باشد، همت مترجمان را در انجام بر گردانی ساده و ملموس

طلب می کرد. لذا کلیه مترجمان، تمام هم و غم خود را بر آن داشتند تا مطالب را هر چه بیشتر به زبان فارسی ساده و کاربردی نزدیک کنند.

در پایان بر خود لازم می‌دانم که از آقای دکتر افتخار - دکترای بیوشیمی بالینی - که در برگردان متن، اصطلاحات و واژه های تخصصی بیوشیمی - به شکل رایج آن - زحمات زیادی را متقبل شدند، تشکر ویژه داشته باشم و هم چنین از آقای حتمی - مدیریت محترم انتشارات حتمی - که در چاپ و نشر کتب مرتبط با تربیت بدنی و علوم ورزشی تلاش بی‌شائبه‌ای مبذول نمودند، قدردانی کنم. از خداوند متعال می‌خواهم که هر چه بیشتر ما را در خدمت به دانشجویان و علاقمندان به فراگیری علم پاری مودت فرماید! باشد که در زمره هدایت شدگان قرار گیریم.

دکتر فرهاد دریانوش

تأبستان ۹۱