

یادگیری و کنترل حرکتی

از نظریه تا عمل

دکتر علی حسین ناصری



تألیف: دکتر علی حسین ناصری

| مدیر گرافیک/راضیه امیری

| مدیر هنری و طراح جلد/ محمودرضا لطیفی

| ناظر چاپ/ راضیه امیری

| نوبت چاپ/ اول ۱۴۰۴

| شمارگان/ ۵۰ نسخه

| شابک / ۹۷۸-۶۲۲-۴۲۷-۲۸۳-۶

قیمت : ۹۵۹۰۰۰۰ ریال

سرشناسه : ناصری، علی حسین، ۱۳۵۶ -

عنوان و نام پدیدآور : یادگیری و کنترل حرکتی: از نظریه تا عمل/نویسنده علی حسین ناصری.

مشخصات نشر : تهران: انتشارات حتمی، ۱۴۰۴.

مشخصات ظاهری : ۶۷۶ ص.

شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۴۲۷-۲۸۳-۶

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

موضوع : مهارت‌های حرکتی Motor ability

یادگیری حرکتی Motor learning

حرکت آموزی Movement education

حرکت (روانشناسی) Movement, Psychology of

رده بندی کنگره : BF۲۹۵

رده بندی دیویی: ۱۵۲/۳۳۴

شماره کتابشناسی ملی : ۱۰۲۳۸۷۳۸

اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

تاریخ درخواست : ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

کد پیگیری : ۱۰۲۳۷۳۲۰



مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت، ساختمان ۱۳۶۰، طبقه پنجم، واحد ۲۳



۶۶۴۰۳۱۷۰ | ۶۶۴۰۳۱۶۲



hatmipg.com | hatmipg

توجه:

به موجب ماده ۵ قانون حمایت، از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات حتمی محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



بخش ۱ : مبانی و چارچوب‌های مفهومی ۲۳

فصل ۱ : مقدمه‌ای بر مطالعه رفتار حرکتی ۲۴

- ۱-۱. تعریف مفاهیم بنیادین..... ۲۵
- ۱-۱-۱. حرکت ، عمل و مهارت ۲۵
- ۱-۱-۲. کنترل حرکتی: مطالعه چگونگی سازماندهی و تنظیم حرکت..... ۲۷
- ۱-۱-۳. یادگیری حرکتی: مطالعه اکتساب و اصلاح مهارت‌های حرکتی ۲۷
- ۱-۱-۴. رشد حرکتی: مطالعه تغییرات حرکتی در طول عمر ۲۸
- ۱-۲. ارتباط متقابل بین کنترل، یادگیری و رشد حرکتی ۲۹
- ۱-۳. تاریخچه مختصر و ریشه‌های علمی رشته..... ۳۱
- ۱-۳-۱. تأثیرات اولیه از فیزیولوژی و روانشناسی ۳۱
- ۱-۳-۲. دوران جنگ جهانی دوم و ظهور مهندسی عوامل انسانی..... ۳۲
- ۱-۳-۳. شکل‌گیری به عنوان یک حوزه علمی مستقل..... ۳۲
- ۱-۴. اهمیت درک نظریه برای کاربرد عملی ۳۳
- ۱-۵. خلاصه فصل ۳۴
- ۱-۶. سوالات مروری..... ۳۵
- ۱-۷. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر..... ۳۵

فصل ۲ : طبقه‌بندی مهارت‌های حرکتی: ابزاری برای درک و آموزش ۳۶

- ۲-۱. دلیل اهمیت طبقه‌بندی مهارت‌ها..... ۳۷
- ۲-۲. سیستم‌های طبقه‌بندی یک بُعدی..... ۳۸
- ۲-۳. سیستم طبقه‌بندی دو بُعدی جتتایل ۴۲
- ۲-۴. کاربردهای عملی طبقه‌بندی جتتایل ۴۵
- ۲-۵. خلاصه فصل ۴۷
- ۲-۶. سوالات مروری..... ۴۸
- ۲-۷. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر..... ۴۸

فصل ۳: اندازه‌گیری عملکرد حرکتی ۴۹

- ۳-۱. تمایز میان ارزیابی عملکرد و ارزیابی یادگیری..... ۵۰
- ۳-۲. معیارهای سنجش نتیجه عمل..... ۵۲
- ۳-۲-۱. زمان واکنش و ارتباط آن با نظریه پردازش اطلاعات ۵۳

۳-۲-۲	زمان واکنش در کنترل و یادگیری حرکتی: ابعاد نظری و کاربردهای عملی.....	۵۴
۳-۲-۳	حرکات کلیشه‌ای در ارتباطات محرک-پاسخ.....	۶۰
۳-۲-۴	اثرات سایمون در سازگاری محرک-پاسخ.....	۶۲
۳-۲-۵	اثر دقت حرکت بر زمان واکنش.....	۶۴
۳-۲-۶	اثر مدت زمان حرکت بر زمان واکنش.....	۶۷
۳-۲-۷	اثرات تعداد اجزای حرکت بر زمان واکنش.....	۶۹
۳-۲-۸	اثرات پیش‌بینی فضایی (رویدادی) و زمانی بر زمان واکنش.....	۷۰
۳-۲-۹	اثرات پیش‌دوره‌های ثابت و متغیر بر زمان واکنش.....	۷۲
۳-۲-۱۰	فواید پیش‌بینی در مقابل هزینه‌های آن بر زمان واکنش.....	۷۴
۳-۲-۱۱	نظریه علامت‌یابی (کشف علامت) و زمان واکنش.....	۷۶
۳-۲-۱۲	قانون هیک: پیچیدگی، عدم قطعیت و زمان‌بندی پاسخ حرکتی.....	۸۰
۳-۲-۱۳	نظریه اطلاعات شانون و مفهوم عدم قطعیت.....	۸۳
۳-۳	مقیاس‌های خطای اندازه‌گیری.....	۸۵
۳-۳-۱	خطای مطلق.....	۸۵
۳-۳-۲	خطای ثابت.....	۸۸
۳-۳-۳	خطای متغیر.....	۹۲
۳-۳-۴	خطای کلی.....	۹۵
۳-۴	معیارهای سنجش فرایند حرکت.....	۱۰۰
۳-۴-۱	مقیاس‌های کینماتیک.....	۱۰۰
۳-۴-۲	مقیاس‌های کینتیکی.....	۱۰۳
۳-۴-۳	مقیاس‌های فعالیت‌های مغزی.....	۱۰۹
۳-۵	اندازه‌گیری هماهنگی.....	۱۱۳
۳-۵-۱	چارچوب‌های نظری در تبیین و اندازه‌گیری هماهنگی.....	۱۱۴
۳-۵-۲	روش‌های پیشرفته اندازه‌گیری هماهنگی.....	۱۱۵
۳-۵-۳	چالش‌ها و ملاحظات پیشرفته در اندازه‌گیری هماهنگی.....	۱۱۷
۳-۵-۴	پیشرفت‌های اخیر و جهت‌گیری‌های آینده.....	۱۱۷
۳-۶	خلاصه فصل.....	۱۱۹
۳-۷	سوالات مروری.....	۱۱۹
۳-۸	موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر.....	۱۲۰

بخش ۲ : سفری به اعماق معماری حرکت و ذهن ۱۲۱

فصل ۴: ساختارهای عصبی-فیزیولوژیکی در کنترل حرکت ۱۲۳

۴-۱	سازمان‌بندی کلی سیستم عصبی و نورون.....	۱۲۴
۴-۲	ساختارهای مغزی درگیر در کنترل حرکت.....	۱۲۷

۱-۲-۴. قشر مغز: نواحی حرکتی اولیه، پیش‌حرکتی و مکمل حرکتی.....	۱۲۷
۲-۲-۴. مخچه: نقش در هماهنگی، زمان‌بندی و یادگیری تطبیقی.....	۱۳۵
۳-۲-۴. عقده‌های قاعده‌ای: نقش در برنامه‌ریزی، شروع حرکت و کنترل نیرو.....	۱۳۳
۳-۴-۴. ساقه مغز و نخاع شوکی: مسیرهای نزولی و رفلکس‌های نخاعی.....	۱۳۶
۱-۳-۴. ساقه مغز: مرکز کنترل وضعیت بدن، تعادل و حرکات پایه.....	۱۳۷
۲-۳-۴. نخاع شوکی: مسیر نهایی مشترک و مرکز رفلکس‌ها.....	۱۳۸
۴-۴-۴. مسیر حسی-حرکتی نهایی: واحد حرکتی و اصل اندازه‌همن.....	۱۴۱
۱-۴-۴. واحد حرکتی: بلوک ساختمانی حرکت و کنترل نیرو.....	۱۴۱
۲-۴-۴. اصل اندازه‌همن: سازماندهی هوشمندانه فعال‌سازی.....	۱۴۳
۵-۴-۴. خلاصه فصل.....	۱۴۶
۶-۴-۴. سوالات مروری.....	۱۴۶
۷-۴-۴. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر.....	۱۴۷

فصل ۵: نظریه‌های کلاسیک و نوین یادگیری، یادگیری حرکتی و کنترل حرکتی ۱۴۸

۱-۵-۵. اهمیت و ضرورت درک نظریه‌های یادگیری، یادگیری حرکتی و کنترل حرکتی.....	۱۴۹
۲-۵-۵. سیر تکاملی نظریه‌ها: نگاهی کلی به نحوه پیشرفت نظریه‌ها از رویکردهای ساده به پیچیده.....	۱۵۱
۳-۵-۵. نظریه‌های کلاسیک یادگیری عمومی: تمرکز بر رفتار قابل مشاهده (رفتارگرایی).....	۱۵۳
۱-۳-۵. شرطی‌سازی کلاسیک.....	۱۵۳
۲-۳-۵. شرطی‌سازی عاملی.....	۱۵۵
۴-۵-۵. نظریه‌های نوین یادگیری عمومی: تمرکز بر فرایندهای ذهنی و نقش فعال یادگیرنده.....	۱۵۸
۱-۴-۵. نظریه پردازش اطلاعات.....	۱۵۸
۲-۴-۵. نظریه رشد شناختی پیاژه.....	۱۵۹
۳-۴-۵. نظریه یادگیری معنی‌دار کلامی.....	۱۶۱
۴-۴-۵. نظریه یادگیری اکتشافی.....	۱۶۲
۵-۵-۵. نظریه گشتالت.....	۱۶۴
۱-۵-۵. اصول بنیادی و قوانین سازماندهی ادراکی گشتالت.....	۱۶۴
۲-۵-۵. یادگیری بینشی.....	۱۶۵
۳-۵-۵. نظریه گشتالت و یادگیری و کنترل حرکتی.....	۱۶۵
۴-۵-۵. محدودیت‌ها و تأثیرات.....	۱۶۶
۶-۵-۵. نظریه سازنده‌گرایی.....	۱۶۶
۱-۶-۵. سازنده‌گرایی فردی/شناختی.....	۱۶۷
۲-۶-۵. سازنده‌گرایی اجتماعی.....	۱۶۸
۷-۵-۵. نظریه یادگیری اجتماعی/شناختی اجتماعی.....	۱۷۰
۱-۷-۵. یادگیری مشاهده‌ای یا مدل‌سازی.....	۱۷۰
۲-۷-۵. فرایندهای میانجی شناختی.....	۱۷۰

۱۷۱	جبرگرایی متقابل. ۵-۷-۳
۱۷۱	خودکارآمدی. ۵-۷-۴
۱۷۲	خودتنظیمی. ۵-۷-۵
۱۷۲	ارتباط با یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۷-۶
۱۷۳	محدودیت‌ها و تأثیرات ماندگار. ۵-۷-۷
۱۷۴	نظریه پیوندگرایی (ارتباطگرایی). ۵-۸
۱۷۴	اصول بنیادی پیوندگرایی. ۵-۸-۱
۱۷۴	تفاوت با نظریه‌های پیشین. ۵-۸-۲
۱۷۵	پیوندگرایی و یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۸-۳
۱۷۶	انتقادات و چشم‌انداز آینده. ۵-۸-۴
۱۷۶	نظریه‌های یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۹
۱۷۷	نظریه‌های کلاسیک یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۱۰
۱۷۷	نظریه حلقه بسته و باز یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۱۰-۱
۱۸۱	نظریه حلقه بسته آدامز. ۵-۱۰-۲
۱۸۵	نظریه سلسله مراتبی کنترل حرکتی. ۵-۱۰-۳
۱۹۰	نظریه برنامه حرکتی اولیه. ۵-۱۰-۴
۱۹۴	نظریه‌های نوین یادگیری حرکتی و کنترل حرکتی. ۵-۱۱
۱۹۴	نظریه طرحواره. ۵-۱۱-۱
۲۰۲	نظریه سیستم‌های پویا. ۵-۱۱-۲
۲۰۸	نظریه بوم‌شناختی. ۵-۱۱-۳
۲۱۳	نظریه نقطه چالش بهینه. ۵-۱۱-۴
۲۱۸	نظریه بازگماری. ۵-۱۱-۵
۲۲۴	نظریه کنترل بهینه. ۵-۱۱-۶
۲۳۰	نظریه یادگیری تقویتی در یادگیری حرکتی. ۵-۱۱-۷
۲۳۶	نظریه مدل‌های درونی. ۵-۱۱-۸
۲۴۳	فرضیه نقطه تعادل/پیکربندی مرجع. ۵-۱۱-۹
۲۴۸	فرضیه منیفولد (چندگانه) کنترل نشده. ۵-۱۱-۱۰
۲۵۳	نظریه سینرژی‌های حرکتی. ۵-۱۱-۱۱
۲۵۸	مدل‌های سلسله مراتبی پیش‌بینی شده. ۵-۱۱-۱۲
۲۶۳	مدل‌های محاسباتی و بیزی یادگیری/کنترل حرکتی. ۵-۱۱-۱۳
۲۶۹	نظریه‌های مبتنی بر یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی مصنوعی. ۵-۱۱-۱۴
۲۷۵	نظریه‌های چندمقیاسی یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۱۱-۱۵
۲۸۰	نظریه ادغام حسی-حرکتی پیشرفته. ۵-۱۱-۱۶
۲۸۵	رویکردهای مبتنی بر رابط‌های مغز-کامپیوتر. ۵-۱۱-۱۷
۲۹۱	نتیجه‌گیری: چشم‌انداز آینده مطالعه یادگیری و کنترل حرکتی. ۵-۱۲

۲۹۲	۱-۲-۵. هم‌افزایی نظریه‌ها
۲۹۲	۲-۲-۵. تأثیر بر تحقیقات آینده
۲۹۴	۳-۵. کاربردهای عملی
۲۹۵	۴-۵. خلاصه فصل
۲۹۷	۵-۵. سوالات مروری
۲۹۷	۶-۵. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۶: نقش اطلاعات حسی در کنترل حرکت ۲۹۸

۲۹۹	۱-۶. مبانی عصبی و نقش اطلاعات حس عمقی در کنترل حرکتی
۳۰۰	۱-۱-۶. مبانی عصبی و نقش اطلاعات حس عمقی
۳۰۰	۲-۱-۶. گیرنده‌های دوک عضلانی
۳۰۱	۳-۱-۶. اندام‌های وتری گلژی (GTOs)
۳۰۲	۴-۱-۶. گیرنده‌های مفصلی
۳۰۳	۵-۱-۶. تکنیک آوران‌برداری
۳۰۴	۶-۱-۶. تکنیک ارتعاش یا لرزش تاندونی
۳۰۶	۲-۶. مبانی عصبی و نقش اطلاعات حس لامسه در کنترل حرکتی
۳۰۷	۲-۲-۶. مبانی عصبی حس لامسه
۳۰۸	۲-۲-۶. مسیرهای عصبی انتقال اطلاعات لامسه
۳۰۹	۳-۲-۶. پردازش قشری اطلاعات لامسه
۳۰۹	۴-۲-۶. نقش اطلاعات حس لامسه در کنترل حرکتی
۳۱۱	۳-۶. سیستم بینایی: مسیرها، نظریه‌ها و نقش حیاتی در کنترل حرکتی
۳۱۲	۱-۳-۶. آناتومی مسیرهای بینایی
۳۱۴	۲-۳-۶. نظریه دو سیستم بینایی: بینایی کانونی (ادراک) و بینایی محیطی (کنترل حرکت)
۳۲۱	۳-۳-۶. نقش اطلاعات بینایی در کنترل حرکت (زمان تا تماس)
۳۲۳	۴-۳-۶. روش‌های مسدود کردن بینایی برای تعیین نقش بینایی در کنترل حرکتی
۳۲۳	۵-۳-۶. روش مسدود کردن زمانی بینایی
۳۲۶	۶-۳-۶. بینایی یک‌چشمی و دوچشمی
۳۳۰	۷-۳-۶. بینایی مرکزی و محیطی
۳۳۴	۸-۳-۶. نقش بینایی در گرفتن
۳۳۸	۹-۳-۶. نقش بینایی در نوشتن
۳۴۳	۱۰-۳-۶. نقش بینایی در ضربه‌زنی به شی متحرک
۳۴۶	۱۱-۳-۶. نقش بینایی در مهارت‌های جابه‌جایی
۳۵۱	۴-۶. سیستم دهلیزی: نقش در تعادل و جهت‌گیری فضایی
۳۵۲	۱-۴-۶. آناتومی و فیزیولوژی سیستم دهلیزی
۳۵۳	۲-۴-۶. مسیرهای عصبی دهلیزی

۳۵۴	۳-۴-۶. نقش سیستم دهلیزی در تعادل و جهت‌گیری فضایی.....
۳۵۶	۵-۶. یکپارچه‌سازی حسی و مدل‌های کنترل
۳۵۶	۱-۵-۶. کنترل حلقه-بسته: نقش بازخورد در حین حرکت
۳۵۸	۲-۵-۶. مدل‌های درونی و کنترل حلقه-بسته پیش‌رفته.....
۳۵۸	۳-۵-۶. کنترل حلقه-باز: حرکات سریع و پرتابی
۳۶۰	۴-۵-۶. یکپارچه‌سازی حسی و مدل‌های کنترل: یک نگاه جامع‌تر و پیوستار.....
۳۶۱	۶-۶. نقش بازخورد حسی در برنامه‌ریزی و اصلاح حرکت
۳۶۲	۱-۶-۶. نقش بازخورد حسی در برنامه‌ریزی حرکت (مرحله پیش از اجرا).....
۳۶۳	۲-۶-۶. نقش بازخورد حسی در اصلاح حرکت (در حین اجرا).....
۳۶۴	۳-۶-۶. نقش بازخورد حسی در یادگیری حرکتی (مرحله پس از اجرا و در طول زمان)
۳۶۵	۷-۶. یکپارچه‌سازی پویای بازخورد و کنترل: یک نگاه جامع‌تر و پیوستار
۳۶۷	۸-۶. خلاصه فصل
۳۶۸	۹-۶. سوالات مروری.....
۳۶۸	۱۰-۶. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر.....

فصل ۷: اصول سرعت و دقت ۳۷۰

۳۷۱	۱-۷. قانون فیتز: مبادله لگاریتمی سرعت-دقت
۳۷۲	۱-۱-۷. تعریف قانون فیتز
۳۷۳	۲-۱-۷. تفسیر معادله فیتز
۳۷۴	۳-۱-۷. اصلاحات معادله فیتز
۳۷۵	۴-۱-۷. عمومیت قانون فیتز
۳۷۶	۲-۷. مبادله خطی سرعت-دقت
۳۷۷	۱-۲-۷. فرضیه بازخورد (پسخوراند) مربوط به مبادله خطی سرعت-دقت
۳۷۸	۲-۲-۷. فرضیه زمان حرکت هدف مربوط به مبادله خطی سرعت-دقت
۳۷۹	۳-۷. مبادله سرعت-دقت زمانی.....
۳۸۱	۴-۷. مدل زمان‌بندی سلسله مراتبی وینگ-کریستوفرسون.....
۳۸۳	۵-۷. عوامل مؤثر بر تغییرپذیری ساعت درونی و حرکتی.....
۳۸۵	۶-۷. مشارکت‌های مرکزی در مبادله سرعت-دقت فضایی
۳۸۷	۷-۷. نظریه تغییرپذیری-تکانه.....
۳۸۸	۸-۷. نظریه نقطه تعادل کنترل حرکتی
۳۸۹	۹-۷. مدل کراسمن-گودو درباره مبادله سرعت-دقت
۳۹۱	۱۰-۷. مدل‌های خرده حرکات بهینه‌شده درباره مبادله سرعت-دقت
۳۹۲	۱۱-۷. مدل خرده حرکت دوگانه درباره مبادله سرعت-دقت
۳۹۳	۱۲-۷. مدل‌های خرده حرکت چندگانه درباره مبادله سرعت-دقت
۳۹۴	۱۳-۷. خلاصه فصل.....

۳۹۶	 سوالات مروری
۳۹۷	 موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۸: تعریف یادگیری، مراحل یادگیری و ویژگی‌های عملکردی یادگیرنده

۳۹۹	
۴۰۰	 ۸-۱. تعریف یادگیری حرکتی: تغییرات نسبتاً دائمی
۴۰۱	 ۸-۲. ویژگی اجرا بعد از یادگیری
۴۰۲	 ۸-۲-۱. پیشرفت عملکرد بعد از یادگیری
۴۰۲	 ۸-۲-۲. همسانی عملکرد (اجرا) بعد از یادگیری
۴۰۲	 ۸-۲-۳. ثبات عملکرد (اجرا) بعد از یادگیری
۴۰۳	 ۸-۲-۴. پایداری عملکرد (اجرا) بعد از یادگیری
۴۰۳	 ۸-۲-۵. سازگاری (انطباق‌پذیری) عملکرد (اجرا) بعد از یادگیری
۴۰۳	 ۸-۲-۶. کاهش در نیازمندی‌های توجه عملکرد (اجرا) بعد از یادگیری
۴۰۴	 ۸-۳. ویژگی‌های اجراکننده بعد از یادگیری
۴۰۷	 ۸-۴. انواع منحنی‌های یادگیری
۴۰۷	 ۸-۴-۱. منحنی یادگیری با شتاب منفی
۴۰۷	 ۸-۴-۲. منحنی یادگیری با شتاب مثبت
۴۰۸	 ۸-۴-۳. منحنی یادگیری خطی
۴۰۸	 ۸-۴-۴. منحنی یادگیری زیگموئید (s شکل)
۴۰۹	 ۸-۴-۵. عوامل مؤثر بر شکل منحنی یادگیری و ملاحظات پیشرفته
۴۱۰	 ۸-۵. آزمون‌های یادداری و انتقال
۴۱۰	 ۸-۵-۱. آزمون‌های یادداری
۴۱۱	 ۸-۵-۲. انواع آزمون‌های یادداری
۴۱۴	 ۸-۵-۳. آزمون‌های انتقال
۴۱۶	 ۸-۶. روش‌های جایگزین اندازه‌گیری یادگیری
۴۱۶	 ۸-۶-۱. تکلیف دوگانه
۴۱۷	 ۸-۶-۲. تلاش و یادگیری
۴۱۷	 ۸-۶-۳. سرعت تصمیم‌گیری و یادگیری
۴۱۸	 ۸-۶-۴. سایر روش‌های جایگزین و تکنیک‌های پیشرفته
۴۱۹	 ۸-۷. مفاهیم سقف و کف عملکرد در اندازه‌گیری یادگیری
۴۱۹	 ۸-۷-۱. سقف عملکرد
۴۲۰	 ۸-۷-۲. کف عملکرد
۴۲۰	 ۸-۷-۳. عوامل مؤثر و پیامدها
۴۲۱	 ۸-۷-۴. راهکارهای مقابله
۴۲۳	 ۸-۸. مدل سه مرحله‌ای فیتز و پوسنر
۴۲۳	 ۸-۸-۱. مرحله شناختی: درک تکلیف

۴۲۴	۸-۲-۸. مرحله تداعی (پیوندی): اصلاح و پالایش حرکت
۴۲۵	۸-۳-۸. مرحله خودکاری: اجرای بدون توجه آگاهانه
۴۲۷	۸-۹-۸. مدل دو مرحله‌ای جتتایل
۴۲۷	۸-۹-۱-۸. مرحله اول: کسب ایده اولیه حرکت
۴۲۸	۸-۹-۲-۸. مرحله دوم: تثبیت و تنوع بخشی
۴۳۰	۸-۱۰-۸. توصیف برنستاین از فرایند یادگیری
۴۳۲	۸-۱۱-۸. ویژگی‌های عملکرد نخبگان با افراد حرفه‌ای
۴۳۲	۸-۱۱-۱-۸. میزان تمرین لازم برای نخبگی
۴۳۳	۸-۱۱-۲-۸. ساختار دانش افراد نخبه یا حرفه‌ای
۴۳۵	۸-۱۲-۸. فلات یادگیری و علل آن
۴۳۵	۸-۱۲-۱-۸. تعریف فلات یادگیری و علل احتمالی آن
۴۳۷	۸-۱۲-۲-۸. راهکارهای عبور از فلات
۴۳۸	۸-۱۳-۸. خلاصه فصل
۴۳۹	۸-۱۴-۸. سوالات مروری
۴۴۰	۸-۱۵-۸. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۹: توجه، حافظه و برانگیختگی در یادگیری ۴۴۱

۴۴۲	۹-۱-۹. توجه به عنوان یک منبع محدود
۴۴۳	۹-۲-۹. نظریه‌های صافی (فیلتر) تک کاناله اولیه
۴۴۵	۹-۳-۹. نظریه صافی (فیلتر) دیرایند (دیر هنگام)
۴۴۸	۹-۴-۹. نظریه‌های ظرفیت مرکزی و منابع چندگانه
۴۴۹	۹-۵-۹. توجه انتخابی و کوری بی‌توجهی
۴۵۱	۹-۶-۹. ناپییدایی ناشی از عدم توجه و ناپییدایی در تشخیص تغییر
۴۵۳	۹-۷-۹. تداخل ساختاری و تداخل ظرفیتی در اجرای همزمان چند تکلیف
۴۵۶	۹-۸-۹. بازداری بازگشت پازنر و کوهن (۱۹۸۴)
۴۵۸	۹-۹-۹. فرضیه بهره‌برداری از نشانه ایستبربروک
۴۶۰	۹-۱۰-۹. هشپاری مفرط یا وحشت زدگی
۴۶۳	۹-۱۱-۹. تکنیک تکلیف ثانویه مجزا و مداوم برای بررسی توجه (تکنیک کاوش)
۴۶۶	۹-۱۲-۹. دیدگاه نیدفر درباره توجه
۴۶۶	۹-۱۲-۱-۹. ابعاد توجه در دیدگاه نیدفر
۴۶۶	۹-۱۲-۲-۹. انواع حالت‌های توجه در دیدگاه نیدفر
۴۶۷	۹-۱۲-۳-۹. اهمیت دیدگاه نیدفر در یادگیری و کنترل حرکتی
۴۶۸	۹-۱۲-۴-۹. تحقیقات اخیر و توسعه مدل نیدفر
۴۶۹	۹-۱۳-۹. نظریه توجه کانمن
۴۶۹	۹-۱۳-۱-۹. اصول اساسی نظریه منابع توجه کانمن

۴۷۰	۹-۱۳-۲. پیامدهای نظریه کانمن برای یادگیری و کنترل حرکتی.....
۴۷۱	۹-۱۳-۳. تحقیقات اخیر و توسعه نظریه کانمن.....
۴۷۲	۹-۱۴. دوره بی‌پاسخی روانشناختی و توجه.....
۴۷۳	۹-۱۴-۱. مکانیسم زیربنایی و ارتباط با توجه.....
۴۷۴	۹-۱۴-۲. پارادایم تجربی و عوامل مؤثر بر PRP.....
۴۷۵	۹-۱۴-۳. پیامدهای PRP برای یادگیری و کنترل حرکتی.....
۴۷۶	۹-۱۴-۴. تحقیقات اخیر و دیدگاه‌های نوین.....
۴۷۷	۹-۱۵. توجه و خودکاری.....
۴۷۸	۹-۱۶. کانون توجه: تأثیر شگرف کانون توجه بیرونی بر عملکرد و یادگیری.....
۴۷۹	۹-۱۶-۱. مبانی نظری و سازوکارهای زیربنایی برتری کانون توجه بیرونی.....
۴۸۰	۹-۱۶-۲. شواهد تجربی و تجلی مزایا در عملکرد حرکتی.....
۴۸۱	۹-۱۶-۳. مکانیسم‌های عصبی-شناختی زیربنایی برتری کانون توجه بیرونی.....
۴۸۲	۹-۱۶-۴. ملاحظات کاربردی و یافته‌های به‌روز.....
۴۸۳	۹-۱۶-۵. پیامدهای عملی.....
۴۸۳	۹-۱۷. برانگیختگی و اضطراب.....
۴۸۴	۹-۱۷-۱. رابطه U و وارونه (قانون یرکز-دادسون).....
۴۸۶	۹-۱۷-۲. تأثیر اضطراب بر توجه.....
۴۸۷	۹-۱۷-۳. تأثیر اضطراب بر هماهنگی حرکتی.....
۴۸۸	۹-۱۸. نقش حافظه در یادگیری حرکتی.....
۴۸۹	۹-۱۸-۱. حافظه کاری (کوتاه‌مدت).....
۴۹۰	۹-۱۸-۲. حافظه بلندمدت.....
۴۹۲	۹-۱۹. یادآوری و فراموشی، دلایل فراموشی.....
۴۹۲	۹-۱۹-۱. دلایل فراموشی.....
۴۹۴	۹-۱۹-۲. راهکارهای کاهش فراموشی.....
۴۹۵	۹-۲۰. آزمون‌های حافظه آشکار و ضمنی.....
۴۹۵	۹-۲۰-۱. آزمون‌های حافظه آشکار.....
۴۹۶	۹-۲۰-۲. آزمون‌های حافظه ضمنی.....
۴۹۸	۹-۲۱. سوالات مروری.....
۴۹۸	۹-۲۲. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر.....

بخش ۴ : شرایط تمرین و آموزش ۴۹۹

فصل ۱۰ : نمایش و دستورالعمل کلامی ۵۰۱

۵۰۲	۱۰-۱. نظریه وساطت شناختی بندورا درباره یادگیری مشاهده‌ای.....
۵۰۳	۱۰-۲. دیدگاه الگودهی پویا درباره یادگیری مشاهده‌ای.....

۵۰۴	 ۱۰-۳. چه زمانی از مدل استفاده کنیم؟ (ملاحظات کاربردی)
۵۰۵	 ۱۰-۴. چگونه از مدل استفاده کنیم؟ (راهکارهای عملی برای ارائه مؤثر نمایش)
۵۰۷	 ۱۰-۵. چه کسی باید مدل باشد؟ (مدل ماهر در مقابل مدل یادگیرنده)
۵۰۹	 ۱۰-۵-۱. انتخاب مدل مناسب: ملاحظات کلیدی
۵۱۰	 ۱۰-۶. مبانی عصب‌شناختی یادگیری مشاهده‌ای: نقش نورون‌های آینه‌ای
۵۱۱	 ۱۰-۶-۱. نقش نورون‌های آینه‌ای در یادگیری مشاهده‌ای
۵۱۲	 ۱۰-۶-۲. شواهد عصب‌شناختی و روش‌های پژوهش
۵۱۲	 ۱۰-۶-۳. ملاحظات، بحث‌ها و محدودیت‌ها
۵۱۳	 ۱۰-۶-۴. پیامدهای عملی برای آموزش
۵۱۴	 ۱۰-۷. دستورالعمل کلامی
۵۱۴	 ۱۰-۷-۱. اصول ارائه سرنخ‌های کلامی مؤثر
۵۱۶	 ۱۰-۷-۲. ارتباط دستورالعمل کلامی با کانون توجه
۵۱۷	 ۱۰-۷-۳. پیامدهای عملی برای دستورالعمل‌های کلامی
۵۱۸	 ۱۰-۸. خلاصه فصل
۵۱۹	 ۱۰-۹. سوالات مروری
۵۲۰	 ۱۰-۱۰. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۱۱: بازخورد افزوده: راهنمایی برای یادگیری

۵۲۲	 ۱۱-۱. تعاریف: بازخورد ذاتی در مقابل بازخورد افزوده
۵۲۴	 ۱۱-۲. انواع بازخورد افزوده: آگاهی از نتایج در مقابل آگاهی از اجرا (عملکرد)
۵۲۴	 ۱۱-۲-۱. آگاهی از نتایج (KR)
۵۲۵	 ۱۱-۲-۲. آگاهی از اجرا (KP)
۵۲۷	 ۱۱-۲-۳. منابع بازخورد افزوده
۵۲۷	 ۱۱-۲-۴. تفاوت‌های بنیادین و تعامل میان بازخورد ذاتی و افزوده
۵۲۹	 ۱۱-۲-۵. کارکردهای بازخورد افزوده
۵۳۲	 ۱۱-۳. تعامل و اهمیت نسبی کارکردها
۵۳۳	 ۱۱-۴. مسائل مربوط به محتوای بازخورد: بازخورد کیفی یا کمی، بازخورد مبتنی بر خطا یا عملکرد صحیح
۵۳۳	 ۱۱-۴-۱. بازخورد کیفی در مقابل کمی
۵۳۵	 ۱۱-۴-۲. بازخورد کینماتیکی و کنتیکی
۵۳۷	 ۱۱-۴-۳. بازخورد زیستی
۵۳۸	 ۱۱-۴-۴. بازخورد افزوده اشتباه
۵۳۹	 ۱۱-۴-۵. بازخورد مبتنی بر خطا در مقابل بازخورد مبتنی بر عملکرد صحیح
۵۴۲	 ۱۱-۵. مسائل مربوط به زمان‌بندی و تواتر بازخورد
۵۴۲	 ۱۱-۵-۱. زمان‌بندی بازخورد
۵۴۳	 ۱۱-۵-۲. فاصله تاخیر بازخورد، فاصله تاخیر پس از بازخورد و نقش فعالیت در این فواصل

۵۴۶	۱۱-۵-۳. تواتر (فراونی) بازخورد
۵۴۶	۱۱-۵-۴. فرضیه راهنمایی
۵۴۸	۱۱-۶. روش‌های ارائه بازخورد: بازخورد کاهشی، دامنه‌ای (پهنای باند)، خلاصه‌ای، میانگین
۵۴۸	۱۱-۶-۱. بازخورد کاهشی یا بازخورد محو شونده
۵۴۹	۱۱-۶-۲. بازخورد دامنه‌ای (محدوده‌ای، پهنای باند)
۵۵۰	۱۱-۶-۳. بازخورد خلاصه
۵۵۱	۱۱-۶-۴. بازخورد میانگین
۵۵۱	۱۱-۶-۵. بازخورد خودانتخابی یا بازخورد درخواستی
۵۵۲	۱۱-۷. پیامدهای عملی برای مربیان و متخصصان
۵۵۳	۱۱-۸. خلاصه فصل
۵۵۵	۱۱-۹. سوالات مروری
۵۵۵	۱۱-۱۰. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۱۲: سازماندهی شرایط تمرین ۵۵۷

۵۵۸	۱۲-۱. قانون تمرین
۵۵۹	۱۲-۱-۱. نمایش گرافیکی و مفهوم آن
۵۶۰	۱۲-۱-۲. مکانیسم‌های زیربنایی قانون تمرین
۵۶۱	۱۲-۱-۳. پیامدهای عملی برای یادگیری و آموزش
۵۶۱	۱۲-۱-۴. محدودیت‌ها و ملاحظات
۵۶۲	۱۲-۲. انگیزش برای تمرین
۵۶۲	۱۲-۲-۱. مهم جلوه دادن تکلیف
۵۶۴	۱۲-۲-۲. هدف‌گزینی و معیار آن برای ایجاد انگیزش
۵۶۷	۱۲-۳. توزیع زمان تمرین: تمرین فشرده در مقابل توزیع‌شده (فاصله‌دار)
۵۶۷	۱۲-۳-۱. تعاریف و ویژگی‌ها
۵۶۹	۱۲-۳-۲. یافته‌های پژوهشی: عملکرد در مقابل یادگیری (پارادوکس توزیع تمرین)
۵۶۹	۱۲-۳-۳. تبیین‌های نظری برتری تمرین توزیع‌شده
۵۷۱	۱۲-۳-۴. عوامل مؤثر بر اثربخشی توزیع زمان تمرین
۵۷۲	۱۲-۳-۵. پیامدهای عملی برای طراحی برنامه تمرینی
۵۷۳	۱۲-۴. تغییرپذیری تمرین: تمرین ثابت در مقابل متغیر
۵۷۳	۱۲-۴-۱. تعاریف و ویژگی‌ها
۵۷۵	۱۲-۴-۲. یافته‌های پژوهشی: پارادوکس عملکرد-یادگیری
۵۷۵	۱۲-۴-۳. تبیین نظری: نظریه طرحواره
۵۷۶	۱۲-۴-۴. عوامل مؤثر بر اثربخشی تنوع تمرین
۵۷۷	۱۲-۴-۵. پیامدهای عملی برای طراحی برنامه تمرینی
۵۷۸	۱۲-۵. سازماندهی و زمان‌بندی تمرین

۵۷۹	۱-۵-۱۲. تمرین قالبی، تصادفی و زنجیره‌ای
۵۸۰	۲-۵-۱۲. اثر تداخل زمینه‌ای
۵۸۲	۳-۵-۱۲. تبیین‌های نظری اثر تداخل زمینه‌ای
۵۸۳	۴-۵-۱۲. پیامدهای عملی برای سازماندهی تمرین
۵۸۴	۶-۱۲. تمرین کل در مقابل تمرین جزء (بخش‌بخش)
۵۸۴	۱-۶-۱۲. تمرین کل
۵۸۴	۲-۶-۱۲. تمرین جزء
۵۸۵	۳-۶-۱۲. عوامل تعیین‌کننده: پیچیدگی و سازمان‌دهی مهارت
۵۸۶	۴-۶-۱۲. تعامل پیچیدگی و سازمان
۵۸۷	۵-۶-۱۲. روش‌های تمرین جزء (تقسیم‌بندی، ساده‌سازی، جزء‌سازی)
۵۸۸	۶-۶-۱۲. پیامدهای عملی برای مربیان
۵۸۹	۷-۱۲. راهبرد پُرآموزی در یادگیری حرکتی
۵۹۰	۱-۷-۱۲. مفهوم و ویژگی‌ها
۵۹۰	۲-۷-۱۲. شواهد تجربی و اثربخشی
۵۹۰	۳-۷-۱۲. مکانیسم‌های زیربنایی پُرآموزی (چرا پُرآموزی مؤثر است؟)
۵۹۱	۴-۷-۱۲. کاربردها و پیامدهای عملی
۵۹۲	۵-۷-۱۲. ملاحظات و محدودیت‌ها
۵۹۲	۶-۷-۱۲. پیامدهای عملی برای طراحی برنامه تمرینی
۵۹۳	۸-۱۲. خلاصه فصل
۵۹۴	۹-۱۲. سوالات مروری
۵۹۵	۱۰-۱۲. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۱۳: انتقال یادگیری، تفاوت‌های فردی و تمرین ذهنی

۵۹۷	۱-۱۳. انتقال یادگیری
۵۹۸	۱-۱۳-۱. دلایل اهمیت انتقال یادگیری
۶۰۰	۲-۱۳-۱. انواع انتقال: مثبت، منفی، صفر
۶۰۲	۳-۱۳-۱. نظریه‌های تبیین‌کننده انتقال
۶۰۴	۲-۱۳. انتقال دوطرفه
۶۰۴	۱-۲-۱۳. مکانیسم‌های زیربنایی انتقال دوطرفه
۶۰۵	۲-۲-۱۳. پیامدهای عملی انتقال دوطرفه
۶۰۶	۳-۱۳. یادگیری آموزی (یادگیری نحوه یادگیری) به عنوان نمونه‌ای از انتقال
۶۰۸	۴-۱۳. تفاوت‌های فردی
۶۰۹	۱-۴-۱۳. رویکردهای تجربی در مقابل افتراقی (روش‌شناسی علمی متفاوت)
۶۱۰	۲-۴-۱۳. تعریف و تمایز میان توانایی و مهارت
۶۱۱	۳-۴-۱۳. فرضیه توانایی حرکتی عمومی در مقابل فرضیه اختصاصی توانایی حرکتی هنری

۶۱۲	۱۳-۴-۴. توانایی‌های حرکتی شناخته شده توسط تحلیل عاملی.....
۶۱۴	۱۳-۵. نظریه اکرمین در مورد نقش انواع توانایی‌ها در مراحل مختلف یادگیری.....
۶۱۵	۱۳-۵-۱. پیامدهای عملی نظریه اکرمین.....
۶۱۶	۱۳-۶. تمرین ذهنی و تصویرسازی.....
۶۱۶	۱۳-۶-۱. شواهد اثربخشی.....
۶۱۷	۱۳-۶-۲. مقایسه با تمرین جسمانی.....
۶۱۷	۱۳-۶-۳. چه زمانی تمرین ذهنی مؤثرتر است؟.....
۶۱۸	۱۳-۶-۴. نظریه‌های تبیین‌کننده (عصبی-عضلانی، شناختی، فعالیت مغزی).....
۶۱۹	۱۳-۶-۵. راهکارهای عملی اجرای تصویرسازی.....
۶۲۰	۱۳-۶-۶. راهکارهای عملی دیگر.....
۶۲۱	۱۳-۷. خلاصه فصل.....
۶۲۲	۱۳-۸. سوالات مروری.....
۶۲۲	۱۳-۹. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر.....

بخش ۵ : کاربردها و چشم‌اندازهای آینده ۶۲۴

فصل ۱۴ : یادگیری حرکتی در جمعیت‌های خاص و توانبخشی ۶۲۵

۶۲۶	۱۴-۱. اصول یادگیری مجدد مهارت‌های حرکتی پس از آسیب‌های عصبی.....
۶۲۸	۱۴-۲. کاربرد در توانبخشی سکنه مغزی: درمان حرکتی القا شده از طریق محدودیت (CIMT).....
۶۲۹	۱۴-۲-۱. اصول اصلی و مؤلفه‌های CIMT:.....
۶۳۰	۱۴-۲-۲. مکانیسم‌های زیربنایی اثربخشی CIMT.....
۶۳۱	۱۴-۲-۳. شواهد اثربخشی و کاربرد بالینی CIMT.....
۶۳۱	۱۴-۲-۴. محدودیت‌ها و ملاحظات بالینی.....
۶۳۱	۱۴-۲-۵. نسخه‌های اصلاح شده (mCIMT) (CIMT).....
۶۳۲	۱۴-۳. استفاده از سرخ‌های (علائم) بیرونی در بیماری پارکینسون.....
۶۳۲	۱۴-۳-۱. انواع سرخ‌های (علائم) بیرونی و کاربرد آن‌ها.....
۶۳۳	۱۴-۳-۲. مکانیسم‌های زیربنایی اثربخشی سرخ‌های بیرونی.....
۶۳۴	۱۴-۳-۳. کاربرد بالینی و اثربخشی.....
۶۳۵	۱۴-۳-۴. محدودیت‌ها و ملاحظات.....
۶۳۵	۱۴-۳-۵. پیامدهای عملی و راهکارهای آینده.....
۶۳۶	۱۴-۴. کاربرد در سالمندان: حفظ تعادل و پیشگیری از سقوط.....
۶۳۶	۱۴-۴-۱. تغییرات مرتبط با سن در سیستم‌های کنترل حرکتی و حسی.....
۶۳۷	۱۴-۴-۲. پیامدهای اختلال در تعادل: سقوط و ترس از سقوط.....
۶۳۷	۱۴-۴-۳. اصول یادگیری حرکتی در طراحی برنامه‌های حفظ تعادل و پیشگیری از سقوط.....
۶۳۸	۱۴-۴-۴. استراتژی‌ها و انواع تمرینات برای حفظ تعادل و پیشگیری از سقوط.....

۶۳۹	۱۴-۴-۵. رویکرد چندعاملی برای پیشگیری از سقوط
۶۴۰	۱۴-۵. ملاحظات ویژه در آموزش کودکان
۶۴۰	۱۴-۵-۱. ملاحظات رشدی: پایه و اساس آموزش کودکان
۶۴۱	۱۴-۵-۲. راهبردهای آموزشی مؤثر برای کودکان
۶۴۲	۱۴-۵-۳. ملاحظات ویژه در جمعیت‌های خاص کودکان
۶۴۳	۱۴-۶. خلاصه فصل
۶۴۴	۱۴-۷. سوالات مروری
۶۴۵	۱۴-۸. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۱۵: فناوری‌های نوین در یادگیری و کنترل حرکتی

۶۴۷	۱۵-۱. واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در تمرین و توانبخشی
۶۵۰	۱۵-۲. حسگرهای پوشیدنی و ارائه بازخورد در لحظه
۶۵۲	۱۵-۳. رباتیک در توانبخشی حرکتی
۶۵۴	۱۵-۴. بازی‌وارسازی در تمرینات حرکتی
۶۵۷	۱۵-۵. تحریک غیرتهاجمی مغز به عنوان ابزاری برای تسهیل یادگیری
۶۶۰	۱۵-۶. خلاصه فصل
۶۶۱	۱۵-۷. سوالات مروری
۶۶۱	۱۵-۸. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

فصل ۱۶: جمع‌بندی و یکپارچه‌سازی: از نظریه تا عمل

۶۶۴	۱۶-۱. مرور یکپارچه مدل‌های کنترل و یادگیری
۶۶۶	۱۶-۲. راهنمای عملی برای مربیان و درمانگران: چگونه اصول را در عمل به کار گیریم؟
۶۶۸	۱۶-۳. چالش‌های حل‌نشده و مسیرهای تحقیقاتی آینده
۶۷۱	۱۶-۴. سخن پایانی: تبدیل شدن به یک متخصص حرکت متفکر
۶۷۳	۱۶-۵. خلاصه فصل
۶۷۴	۱۶-۶. سوالات مروری
۶۷۴	۱۶-۷. موضوعاتی برای بحث و مطالعه بیشتر

در پهنه بیکران دانش بشری، حوزه‌هایی وجود دارند که در عین نزدیکی و بدهات، عمیق‌ترین و پیچیده‌ترین پرسش‌ها را در برابر ما قرار می‌دهند. حوزه رفتار حرکتی، علم مطالعه حرکت انسان، یکی از همین قلمروهاست. حرکت، فراگیرترین و بنیادی‌ترین وجه تجربه زیسته ماست. ما با حرکت می‌اندیشیم، با حرکت احساسات خود را بیان می‌کنیم، با حرکت با جهان پیرامون خود تعامل می‌کنیم و از طریق حرکت، هویت خود را می‌سازیم. این پدیده، از ظریف‌ترین لرزش یک تار صوتی برای تولید کلام تا قدرتمندترین انقباض عضلات یک وزنه‌بردار، چنان در تار و پود وجود ما تنیده شده که اغلب آن را امری بدیهی و ساده می‌پنداریم.

اما در پس این سادگی ظاهری، جهانی از پیچیدگی‌های شگفت‌انگیز نهفته است. چگونه مغز، این ساختار کمتر از ۱/۵ کیلوگرمی، می‌تواند ارکستری متشکل از بیش از ۶۰۰ عضله و ۲۷۰ مفصل را با چنان دقت، زمان‌بندی و هماهنگی رهبری کند که یک جراح، بخیه‌ای ظریف بر روی یک بافت زنده بزند یا یک ژیمناست، برخلاف قوانین جاذبه، در هوا معلق بماند؟ سازوکارهای عصبی که به ما اجازه می‌دهند یک مهارت جدید مانند دوچرخه‌سواری را بیاموزیم، آن را به حافظه بسپاریم و سال‌ها بعد به طور خودکار اجرا کنیم، چیست؟ و چگونه سیستم عصبی پس از یک آسیب ویرانگر مانند سکته مغزی، این قابلیت خارق‌العاده را دارد که خود را بازآرایی کرده و مسیرهای جدیدی برای کنترل حرکت بیابد؟

این کتاب، حاصل دهه‌ها تحقیق، تدریس و کار عملی در علوم رفتار حرکتی، اعصاب، روان‌شناسی، بیومکانیک و توانبخشی است. انگیزه اصلی نگارش آن، پاسخ به یک نیاز مبرم و یک دغدغه همیشگی بوده است: پر کردن شکاف عمیقی که اغلب میان برج عاج یافته‌های نظری و زمین سخت واقعیت‌های عملی وجود دارد. ما بر این باوریم که نظریه بدون عمل، عقیم است و عمل بدون نظریه، کور. هدف ما در این اثر، تنها ارائه یک مجموعه جامع از دانش نیست، بلکه ترجمه این دانش به یک زبان مشترک است؛ زبانی که برای یک دانشمند علوم اعصاب، یک مربی ورزشی، یک کاردرمانگر و یک مهندس رباتیک، به یک اندازه معنادار و کاربردی باشد.

نوشتن این کتاب، سفری اکتشافی برای خود من نیز بود؛ تلاشی برای سنتز و یکپارچه‌سازی انبوهی از پژوهش‌های پراکنده و گاه متناقض، و ارائه آن‌ها در یک چارچوب منسجم و قابل فهم. امیدواریم این اثر فراتر از یک کتاب مرجع باشد و به مثابه یک همراه فکری برای شما عمل کند؛ همراهی که نه تنها به پرسش‌های شما پاسخ می‌دهد، بلکه شما را به پرسیدن پرسش‌های بهتر و عمیق‌تر برمی‌انگیزد. باشد که این کتاب، جرقه‌ای برای الهام بخشیدن به نسل جدیدی از پژوهشگران، مربیان و درمانگرانی باشد که با شور و اشتیاق، به کاوش در مرزهای بی‌پایان دنیای حرکت می‌پردازند و در نهایت، به ارتقای کیفیت زندگی انسان کمک می‌کنند.

با احترام علی حسین ناصری
ali-naseri1356@gmail.com

به کتاب «یادگیری و کنترل حرکتی: از نظریه تا عمل» خوش آمدید. شما در آستانه ورود به یک ماجراجویی فکری در یکی از پویاترین و چندوجهی‌ترین حوزه‌های علم، یعنی رفتار حرکتی، قرار دارید. این حوزه، چتری است که سه زیرشاخه اصلی اما کاملاً درهم‌تنیده را در بر می‌گیرد:

- کنترل حرکتی: این شاخه به بررسی سازوکارهای عصبی، فیزیکی و رفتاری می‌پردازد که زیربنای حرکات انسان را تشکیل می‌دهند. کنترل حرکتی به «مسئله درجات آزادی» می‌پردازد: چگونه سیستم عصبی مرکزی از میان بی‌نهایت ترکیب ممکن از حرکات مفاصل و انقباضات عضلانی، تنها یک راه‌حل کارآمد را برای رسیدن به یک هدف خاص انتخاب و اجرا می‌کند؟ این حوزه به دنبال کشف قوانین و اصول حاکم بر سازماندهی و اجرای حرکت در لحظه است.

- یادگیری حرکتی: این شاخه بر مطالعه تغییرات نسبتاً دائمی در قابلیت اجرای ماهرانه حرکت تمرکز دارد که در نتیجه تمرین یا تجربه حاصل می‌شود. یادگیری حرکتی به پرسش‌هایی از این قبیل پاسخ می‌دهد: فرآیندهای مغزی درگیر در کسب یک مهارت جدید چیست؟ چگونه حافظه حرکتی شکل می‌گیرد و تثبیت می‌شود؟ و چه عواملی (مانند ساختار تمرین و نوع بازخورد) این فرآیند را تسهیل یا مختل می‌کنند؟

- رشد حرکتی: این شاخه تغییرات حرکتی را در سراسر طول عمر، از نوزادی تا سالمندی، بررسی می‌کند و به تأثیر متقابل فرآیندهای بلوغ، رشد و تجربه بر رفتار حرکتی می‌پردازد.

اگرچه این کتاب عمدتاً بر دو حوزه اول تمرکز دارد، اما درک این سه حوزه به صورت یکپارچه، برای دستیابی به یک دیدگاه جامع ضروری است.

در نگاه اول، اهمیت این حوزه ممکن است برای همگان آشکار نباشد، اما با کمی دقت درمی‌یابیم که اصول آن در بطن بسیاری از تلاش‌های بشری برای بهبود عملکرد، بازیابی توانایی و خلق فناوری‌های نوین قرار دارد: در اوج عملکرد ورزشی: یک مربی چگونه می‌تواند به یک گلف‌باز کمک کند تا نوسان خود را اصلاح کند، در حالی که این حرکت با سرعتی بسیار بالا و به صورت ناخودآگاه انجام می‌شود؟ چرا برخی ورزشکاران تحت فشار به شدت افت می‌کنند؟ چگونه می‌توان با استفاده از اصول «یادگیری ضمنی» مهارتی مقاوم در برابر استرس ایجاد کرد؟ پاسخ به این پرسش‌ها مستلزم درک عمیق نظریه‌های کنترل حرکتی و اصول یادگیری است.

در توانبخشی عصبی: پس از سکته مغزی، مغز دچار یک بازآرایی گسترده می‌شود که به آن انعطاف‌پذیری (پلاستیسیته) عصبی می‌گویند. یک درمانگر چگونه می‌تواند با طراحی تمرینات هدفمند، این فرآیند را به سمت بازیابی عملکرد هدایت کند؟ آیا تمرینات ذهنی یا مشاهده حرکت می‌تواند به اندازه تمرین جسمانی مؤثر باشند؟ درک اصول یادگیری حرکتی، سنگ بنای طراحی مداخلات توانبخشی مبتنی بر شواهد است.

در تعامل انسان و ماشین: مهندسان چگونه می‌توانند یک اندام مصنوعی (پروتز) طراحی کنند که به طور مستقیم توسط سیگنال‌های مغزی کاربر کنترل شود؟ اصول طراحی یک رابط کاربری در یک خودروی خودران چیست تا در مواقع اضطراری، کنترل به راننده انسانی به صورت ایمن و کارآمد منتقل شود؟ حوزه مهندسی عصبی و رابط‌های مغز و ماشین به شدت به دانش کنترل حرکتی وابسته است.

در هنر و مهارت‌های ظریف: یک نوازنده ویولن چگونه می‌تواند با دقت میکرومتری، فشار آرشه و محل تماس آن را کنترل کند تا نت مورد نظر را با ظنین دلخواه تولید نماید؟ راز هماهنگی بی‌نقص یک گروه ارکستر چیست؟ این مهارت‌های خارق‌العاده، نمونه‌های برجسته‌ای از توانایی سیستم عصبی در حل مسئله درجات آزادی و دستیابی به سطوح بالای خودکاری هستند.

این کتاب با یک هدف اصلی و یک فلسفه راهنما نوشته شده است: ساختن یک پل مفهومی و کاربردی میان دنیای نظریه‌پردازی و تحقیقات آزمایشگاهی با دنیای عمل و کاربرد در میدان واقعی. برای دستیابی به این هدف، ما سه استراتژی کلیدی را در سراسر کتاب به کار گرفته‌ایم:

ارائه یکپارچه و تاریخی: به جای ارائه نظریه‌ها به صورت مجزا و بی‌ارتباط، ما تلاش کرده‌ایم تا سیر تکامل تاریخی ایده‌ها را نشان دهیم. شما خواهید دید که چگونه نظریه‌های اولیه بازتابی جای خود را به نظریه‌های برنامه‌ریزی حرکتی دادند و چگونه محدودیت‌های این نظریه‌ها، به ظهور دیدگاه‌های پویای سیستمی و بوم‌شناختی منجر شد.

تأکید بر «چرا» به جای «چه»: ما تنها به توصیف پدیده‌ها بسنده نمی‌کنیم، بلکه تلاش می‌کنیم تا سازوکارهای زیربنایی آن‌ها را توضیح دهیم. هدف این است که شما نه تنها بدانید «چه» چیزی مؤثر است، بلکه بفهمید «چرا» مؤثر است. این درک عمیق، به شما قدرت تفکر انتقادی و توانایی حل مسئله در موقعیت‌های جدید را می‌دهد. جعبه‌ابزار کاربردی: در جای جای کتاب، بخش‌هایی گنجانده شده است که به طور مشخص، یک اصل نظری را به یک راهکار عملی ترجمه می‌کند. این بخش‌ها به شما کمک می‌کنند تا به سرعت، ارتباط میان مفاهیم انتزاعی و کاربردهای روزمره را درک کنید.

ساختار این کتاب به گونه‌ای طراحی شده که خواننده را در یک سفر منطقی از مبانی به سمت کاربردهای پیشرفته هدایت کند. بخش‌های اصلی کتاب به شرح زیر است:

بخش اول: مبانی کنترل حرکتی: این بخش به معماری سیستم عصبی-حرکتی، نقش گیرنده‌های حسی، و نظریه‌های کلاسیک و مدرن کنترل حرکت می‌پردازد.

بخش دوم: فرآیندهای یادگیری حرکتی: در این بخش، به تعریف و اندازه‌گیری یادگیری، مراحل کسب مهارت، نقش حافظه و فرآیندهای عصبی زیربنایی یادگیری (مانند انعطاف‌پذیری عصبی) پرداخته می‌شود.

بخش سوم: عوامل مؤثر بر یادگیری و عملکرد: این بخش، کاربردی‌ترین بخش کتاب است و به تفصیل، متغیرهایی مانند ساختار تمرین (متغیر در مقابل ثابت)، ارائه بازخورد (نوع، زمان‌بندی و فراوانی) و کانون توجه (درونی در مقابل بیرونی) را بررسی می‌کند.

بخش چهارم: چشم‌اندازها و کاربردهای ویژه: این بخش به موضوعات پیشرفته‌ای مانند بازیابی عملکرد پس از آسیب، تفاوت‌های فردی، و تأثیر عوامل روان‌شناختی بر حرکت می‌پردازد.

دانشجویان و پژوهشگران: توصیه می‌شود کتاب را به ترتیب فصول مطالعه کنید تا شالوده مفهومی محکمی برای خود بسازید. به منابع و مقالات کلیدی معرفی شده در پایان کتاب توجه کنید تا بتوانید دانش خود را عمیق‌تر نمایید.

مربیان و متخصصان ورزشی: شما می‌توانید مستقیماً به بخش سوم (عوامل مؤثر بر یادگیری) مراجعه کنید. این بخش، دستورالعمل‌های مبتنی بر شواهد برای طراحی تمرینات مؤثرتر ارائه می‌دهد. با این حال، مطالعه بخش اول و دوم به شما کمک می‌کند تا دلایل علمی پشت این دستورالعمل‌ها را درک کنید.

درمانگران و متخصصان توانبخشی: بخش اول (نظریه‌های کنترل حرکتی) و بخش چهارم (بازیابی عملکرد) برای شما اهمیت حیاتی دارند. این بخش‌ها به شما کمک می‌کنند تا اختلالات حرکتی بیماران خود را بهتر تحلیل کرده و برنامه‌های درمانی نوآورانه و مؤثر طراحی کنید.

اینک، شما را به آغاز این سفر در دنیای پیچیده و شگفت‌انگیز حرکت دعوت می‌کنیم. آماده باشید که نگاهتان به ساده‌ترین اعمال روزمره، برای همیشه دگرگون شود.

مبانی و چارچوب‌های مفهومی

هر سفری نیازمند یک نقشه است و هر ساختمانی بر پایه‌هایی استوار است. بخش اول این کتاب، همان نقشه و پایه‌هایی است که شما را برای کاوش در دنیای پیچیده و شگفت‌انگیز یادگیری و کنترل حرکتی آماده می‌سازد. در این بخش، ما زبان مشترکی برای توصیف، طبقه‌بندی و اندازه‌گیری حرکت ایجاد می‌کنیم و چارچوب‌های مفهومی را می‌سازیم که در فصول آینده، به عنوان ابزارهای تحلیلی قدرتمند به کار خواهند رفت.

در فصل ۱، با گشودن دروازه‌های این حوزه، به استقبال شما می‌آییم. ما مفاهیم بنیادین مانند حرکت، عمل و مهارت را از یکدیگر تمیز می‌دهیم و سه ستون اصلی رفتار (کنترل، یادگیری و رشد حرکتی) را تعریف می‌کنیم. با نگاهی به گذشته، ریشه‌های تاریخی این رشته را از دل فیزیولوژی، روان‌شناسی و نیازهای دوران جنگ جهانی دوم بیرون می‌کشیم تا دریابیم که این علم چگونه به جایگاه امروزی خود رسیده است. این فصل به شما نشان می‌دهد که چرا درک نظریه، نه یک امر تجملی، بلکه یک ضرورت برای هرگونه اقدام عملی و هوشمندانه است. فصل ۲، جعبه‌ابزار طبقه‌بندی ماست. همان‌طور که یک زیست‌شناس برای درک جهان موجودات زنده آن‌ها را طبقه‌بندی می‌کند، ما نیز برای درک، تحلیل و آموزش مهارت‌های حرکتی، نیازمند دسته‌بندی آن‌ها هستیم. در این فصل، از تمایزهای ساده‌ای چون مهارت‌های درشت و ظریف یا بسته و باز فراتر رفته و به طبقه‌بندی دوبعدی و جامع جنتایل می‌رسیم. این طبقه‌بندی قدرتمند، مانند یک ماتریس تشخیصی عمل می‌کند و به شما اجازه می‌دهد تا پیچیدگی هر مهارتی را تحلیل کرده و برنامه‌های تمرینی را به گونه‌ای طراحی کنید که فرد را به صورت پله‌پله و هوشمندانه به سمت تسلط بر مهارت هدایت کند.

در نهایت، فصل ۳ به ما می‌آموزد که چگونه حرکت را با دقت علمی اندازه‌گیری کنیم، زیرا «آنچه قابل اندازه‌گیری نباشد، قابل بهبود نیست». در این فصل، میان ارزیابی عملکرد لحظه‌ای و سنجش یادگیری پایدار تمایز قائل می‌شویم - تفاوتی حیاتی که بسیاری از مربیان و درمانگران از آن غافل‌اند. ما با ابزارهای گوناگونی برای سنجش نتیجه عمل، مانند زمان واکنش و انواع خطاها، و همچنین روش‌های پیشرفته‌تری برای کاوش در فرآیند حرکت، از جمله کینماتیک، کینتیک و فعالیت‌نگاری عصب و عضله و مغز آشنا می‌شویم. این فصل به شما قدرت می‌دهد تا با نگاهی دقیق‌تر و مبتنی بر داده، عملکرد را ارزیابی کرده و اثربخشی مداخلات خود را بسنجید. با پایان این بخش، شما نه تنها با واژگان و مفاهیم اصلی این حوزه آشنا شده‌اید، بلکه به ابزارهای تحلیلی مجهز گشته‌اید که به شما امکان می‌دهد هر حرکت را از زوایای مختلف نگریند و آن را به صورت علمی کالبدشکافی کنید. اکنون شما آماده‌اید تا در بخش‌های بعدی، به سراغ نظریه‌های عمیق‌تر کنترل و فرآیندهای پیچیده یادگیری بروید.

فصل ۱

مقدمه‌ای بر مطالعه رفتار حرکتی

اهداف یادگیری

پس از مطالعه این فصل قادر خواهید بود:

- تفاوت میان مفاهیم کلیدی «حرکت»، «عمل» و «مهارت» را به وضوح توضیح دهید.
- سه حوزه اصلی رفتار حرکتی – کنترل حرکتی، یادگیری حرکتی و رشد حرکتی – را تعریف کرده و ارتباط متقابل و پویای میان آن‌ها را تشریح کنید.
- ریشه‌های تاریخی و چندرشته‌ای حوزه رفتار حرکتی را، از فیزیولوژی و روان‌شناسی اولیه تا تأثیرات مهندسی عوامل انسانی، ردیابی کنید.
- اهمیت درک نظریه‌های علمی را به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه و مبتنی بر شواهد در موقعیت‌های عملی (مانند مربیگری، تدریس و توانبخشی) استدلال کنید.
- با اطمینان و درک صحیح، از واژگان و اصطلاحات تخصصی این حوزه در بحث‌های علمی و حرفه‌ای استفاده نمایید.

به دنیای رفتار حرکتی خوش آمدید. شما در آستانه ورود به قلمرویی هستید که هم به طرز شگفت‌انگیزی آشنا و هم به شکل حیرت‌انگیزی پیچیده است. ما هر روز، هر ساعت و هر لحظه در حال حرکت هستیم. راه می‌رویم، صحبت می‌کنیم، می‌نویسیم، و اشیاء را جابه‌جا می‌کنیم. این اعمال آن‌قدر در زندگی ما عادی شده‌اند که به ندرت به معماری پیچیده و سازوکارهای ظریفی که در پس آن‌ها نهفته است، می‌اندیشیم. چگونه مغز، این فرمانده کل، ارکستر عظیم عضلات و مفاصل را با چنان هماهنگی و دقتی رهبری می‌کند که یک لیوان آب را بدون ریختن آن برداریم؟ چه فرآیندی به یک کودک اجازه می‌دهد تا مهارت پیچیده دوچرخه‌سواری را بیاموزد و آن را برای همیشه به خاطر بسپارد؟ چرا عملکرد یک ورزشکار نخبه گاهی تحت فشار به شدت افت می‌کند؟ حوزه رفتار حرکتی، علم مطالعه این پدیده‌هاست. این فصل، دروازه ورود شما به این دنیای جذاب است. ما در اینجا سنگ بنای دانش خود را خواهیم گذاشت. ابتدا، با دقت واژگان و مفاهیم بنیادین را تعریف می‌کنیم تا بتوانیم با زبانی مشترک و دقیق با یکدیگر سخن بگوییم. خواهیم آموخت که چرا یک «حرکت» ساده با یک «عمل» هدفمند تفاوت دارد و چه چیزی یک عمل را به یک «مهارت» تبدیل می‌کند. سپس، سه چهره اصلی این حوزه – کنترل، یادگیری و رشد حرکتی – را معرفی کرده و نشان می‌دهیم که این سه، نه جزایری جدا از هم، بلکه جنبه‌های مختلف یک پدیده واحد هستند.

برای درک هر علمی، باید تاریخ آن را شناخت. ما در ادامه، به سفری کوتاه در زمان خواهیم رفت تا ببینیم این رشته چگونه از دل پژوهش‌های فیزیولوژیست‌هایی چون شرینگتون و روان‌شناسانی چون ثورندایک جوانه زد،



چگونه در کوران نیازهای جنگ جهانی دوم به بلوغ رسید و در نهایت به عنوان یک حوزه علمی مستقل قد علم کرد. در پایان، به این پرسش کلیدی پاسخ خواهیم داد: چرا باید به خود زحمت یادگیری نظریه‌ها را بدهیم؟ نشان خواهیم داد که نظریه، نه یک بحث انتزاعی و بی‌فایده، بلکه یک نقشه راه ضروری است که به متخصصان کمک می‌کند تا از رویکردهای آزمون و خطا فاصله گرفته و به سمت مداخلات هوشمندانه، کارآمد و مبتنی بر شواهد حرکت کنند. این فصل، شما را برای سفری که در پیش دارید، مجهز می‌کند؛ سفری که در پایان آن، نگاه شما به ساده‌ترین حرکات اطرافتان برای همیشه دگرگون خواهد شد.

۱-۱. تعریف مفاهیم بنیادین

۱-۱-۱. حرکت، عمل و مهارت

برای ورود به مطالعه علمی رفتار حرکتی، ضروری است که ابتدا واژگان بنیادین این حوزه را با دقتی موشکافانه تعریف و از یکدیگر متمایز سازیم. در گفتگوی روزمره، اصطلاحات «حرکت»، «عمل» و «مهارت» به سادگی به جای یکدیگر به کار می‌روند، اما در پس این سادگی ظاهری، تمایزات مفهومی عمیقی نهفته است که درک آن‌ها، سنگ بنای تحلیل، ارزیابی و مداخله مؤثر در تمام زمینه‌های کاربردی است. این سه مفهوم، یک ساختار سلسله‌مراتبی را تشکیل می‌دهند که در آن، حرکت به عنوان عنصر سازنده، عمل به عنوان واحد هدفمند، و مهارت به عنوان اوج چیره‌دستی در اجرای عمل، تعریف می‌شوند.

حرکت^۱، پایه‌ای‌ترین سطح در این هرم مفهومی را اشغال می‌کند. حرکت به طور خاص به ویژگی‌های کینماتیکی و کنتیکی تغییر موقعیت اندام‌ها و مفاصل بدن اشاره دارد، بدون آنکه لزوماً به هدف یا مقصود آن توجه شود. به عبارت دیگر، حرکت، زبان توصیف چگونگی جابه‌جایی بدن در فضا و زمان است. مفاهیمی چون دامنه حرکتی یک مفصل، سرعت زاویه‌ای چرخش یک اندام، الگوی شتاب‌گیری دست، یا میزان نیروی تولید شده توسط یک عضله، همگی به توصیف «حرکت» می‌پردازند. حرکات، بلوک‌های ساختمانی هستند که اعمال پیچیده‌تر از آن‌ها ساخته می‌شوند. نکته حیاتی این است که یک هدف واحد می‌تواند از طریق بی‌شمار ترکیب حرکتی متفاوت محقق شود. برای مثال، برای فشردن یک کلید چراغ، می‌توان از انگشت اشاره، شست، آرنج یا حتی بینی استفاده کرد. هر یک از این‌ها الگوهای «حرکتی» کاملاً متفاوتی را به کار می‌گیرند. بنابراین، تمرکز انحصاری بر تحلیل «حرکت» (مثلاً صرفاً بررسی زاویه آرنج)، بدون در نظر گرفتن «عمل» یا هدفی که در خدمت آن است، ما را از درک استراتژی کنترلی سیستم عصبی مرکزی باز می‌دارد (مگیل و اندرسون، ۲۰۲۱).

عمل^۲، یک پله بالاتر در این سلسله‌مراتب قرار می‌گیرد و به عنوان یک فعالیت هدفمند یا معطوف به مقصود تعریف می‌شود. برخلاف حرکات که با ویژگی‌های فیزیکی خود توصیف می‌شوند، اعمال با نتایجی که در محیط ایجاد می‌کنند، تعریف و ارزیابی می‌شوند. راه رفتن به سمت یک در، پرتاب کردن یک توپ به سمت یک هدف، یا تایپ کردن یک کلمه، همگی نمونه‌هایی از اعمال هستند. هر عمل، از مجموعه‌ای از حرکات تشکیل شده که توسط سیستم عصبی مرکزی به صورت یک واحد عملکردی سازماندهی شده‌اند. ویژگی برجسته اعمال، پدیده هم‌ارزی حرکتی^۳ است که اولین بار توسط کارل لشلی^۴ مطرح شد. این اصل بیان می‌کند که سیستم عصبی قادر است به یک هدف عملی یکسان از طریق مسیرهای حرکتی کاملاً متفاوت دست یابد (لشلی، ۱۹۳۰). این قابلیت نشان می‌دهد که مغز، اعمال را در یک سطح انتزاعی و مبتنی بر هدف ذخیره و برنامه‌ریزی می‌کند، نه به صورت

1. Movement

2. Action

3. Motor Equivalence

4. Karl Lashley

مجموعه‌ای از دستورات عضلانی ثابت. برای یک درمانگر یا مربی، این اصل پیامدهای عمیقی دارد: هدف اصلی آموزش یا توانبخشی باید «بازیابی عمل» باشد، نه لزوماً «بازسازی یک الگوی حرکتی خاص». فردی که پس از سکتۀ مغزی، یاد می‌گیرد با یک الگوی حرکتی جبرانی اما کارآمد غذا بخورد، در واقع «عمل» را بازیابی کرده است، حتی اگر «حرکات» او با قبل از آسیب متفاوت باشد (اشمیت، لی، وینستین، ولف و زلازنیچ^۱، ۲۰۱۹). مهارت^۲، نمایانگر اوج این سلسله‌مراتب است. یک مهارت، یک عمل یا تکلیفی است که دارای یک هدف مشخص بوده و نیازمند یک زنجیره حرکتی هماهنگ برای اجرای صحیح است (گاتری^۳، ۱۹۵۲). اما وجه تمایز اصلی یک مهارت از یک عمل ساده، کیفیت و درجه چیره‌دستی در اجراست. به عبارت دیگر، یک مهارت، عملی است که به خوبی یاد گرفته شده و به صورت ماهرانه اجرا می‌شود. برای قضاوت در مورد اینکه آیا یک عمل به سطح مهارت رسیده است، باید آن را بر اساس چندین معیار ارزیابی کرد. سه معیار اصلی که به طور گسترده پذیرفته شده‌اند عبارتند از:

- حداکثر اطمینان در دستیابی به هدف: عملکرد ماهرانه، قابل اعتماد و تکرارپذیر است. موفقیت حاصل شانس نیست. یک بسکتبالیست ماهر، در صد بالایی از پرتاب‌های آزاد خود را به گل تبدیل می‌کند، در حالی که یک فرد مبتدی ممکن است تنها به صورت تصادفی موفق شود.
- حداقل صرف انرژی: این اصل هم به انرژی فیزیکی و هم به انرژی شناختی اشاره دارد. فرد ماهر، حرکات زائد را حذف کرده و از الگوهای بیومکانیکی بهینه برای کاهش بار عضلانی استفاده می‌کند. از نظر شناختی نیز، حرکت به صورت خودکار و با کمترین نیاز به توجه و پردازش آگاهانه انجام می‌شود که این امر منابع ذهنی را برای تصمیم‌گیری‌های استراتژیک آزاد می‌گذارد.
- حداقل زمان حرکت: در بسیاری از مهارت‌ها، سرعت یک عامل حیاتی است. یک فرد ماهر قادر است عمل را در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بدون قربانی کردن دقت و اطمینان به انجام برساند (اشمیت و ریسبرگ^۴، ۱۹۹۱؛ اشمیت، لی، وینستین، ولف و زلازنیچ، ۲۰۱۹).

بنابراین، فرآیند یادگیری حرکتی، سفری است که در آن یک «عمل» اولیه و ناشیانه، از طریق تمرین و کسب تجربه، به تدریج به یک «مهارت» روان، کارآمد و قابل اعتماد تبدیل می‌شود. درک این تمایزات دقیق، به متخصصان اجازه می‌دهد تا ارزیابی‌های دقیق‌تری انجام داده و مداخلات خود را به درستی هدف‌گذاری کنند: آیا مشکل فرد در سطح «حرکت» (مانند ضعف عضلانی یا محدودیت دامنه حرکتی) است، یا در سطح «عمل» (مانند ناتوانی در سازماندهی حرکات برای رسیدن به هدف) و یا در سطح «مهارت» (مانند عدم ثبات و کارایی در اجرای عمل)؟ پاسخ به این پرسش، مسیر مداخله را به طور کامل مشخص خواهد کرد.

نکته کلیدی ۱-۱

حرکت، پایه و اساس عمل است و به تغییر وضعیت اندام‌ها و بدن اشاره دارد. عمل، مجموعه‌ای از حرکات هدفمند برای دستیابی به یک نتیجه خاص است. در نهایت، مهارت به عنوان توانایی انجام یک عمل با حداکثر قطعیت و حداقل صرف انرژی و زمان تعریف می‌شود.



۲-۱-۱. کنترل حرکتی: مطالعه چگونگی سازماندهی و تنظیم حرکت

کنترل حرکتی، یکی از شاخه‌های بنیادین حوزه رفتار حرکتی است که به مطالعه سازوکارهایی می‌پردازد که سیستم عصبی برای تولید و تنظیم حرکات هدفمند به کار می‌گیرد. به بیان ساده، کنترل حرکتی به این پرسش اساسی می‌پردازد: «حرکت چگونه سازماندهی و کنترل می‌شود؟» این حوزه در پی کشف قوانین و اصول ناپیدایی است که بر اساس آن‌ها، مغز و سیستم عصبی، ارکستر عظیم عضلات و مفاصل بدن را با چنان هماهنگی شگفت‌انگیزی رهبری می‌کنند که یک حرکت روان، دقیق و انطباقی، مانند گرفتن یک توپ در حال حرکت، خلق شود (مگیل و اندرسون^۱، ۲۰۲۱).

در قلب مطالعه کنترل حرکتی، یک معمای شگفت‌انگیز نهفته است که به آن «مسئله درجات آزادی^۲» می‌گویند. بدن انسان دارای صدها مفصل و عضله است که هر یک می‌توانند به طرق مختلف حرکت کنند. کنترل حرکتی تلاش می‌کند تا توضیح دهد که چگونه سیستم عصبی این تعداد عظیم از اجزای مستقل را مدیریت می‌کند تا یک حرکت واحد و هماهنگ را به سادگی اجرا نماید.

این حوزه به دنبال پاسخ به پرسش‌هایی از این دست است: چه مقدار از یک حرکت از قبل در مغز برنامه‌ریزی می‌شود و چه مقدار از آن به صورت لحظه‌ای (آنلاین) و با استفاده از بازخورد حسی از محیط (مانند آنچه می‌بینیم و حس می‌کنیم) تنظیم می‌گردد؟ چگونه تعادل خود را در سطوح مختلف حفظ می‌کنیم؟ و چگونه با شرایط غیرمنتظره، مانند سر خوردن روی یک سطح لغزنده، خود را تطبیق می‌دهیم؟ (اشمیت، لی، وینستین، ولف و زلازنیچ، ۲۰۱۹). درک این سازوکارها، کلید فهم این نکته است که چرا برخی حرکات روان و کارآمد هستند، در حالی که برخی دیگر ناشیانه و ناهماهنگ به نظر می‌رسند، و این دانش، پایه و اساس تشخیص و درمان اختلالات حرکتی را تشکیل می‌دهد. در فصول آینده، نظریه‌های مختلفی را که برای پاسخ به این پرسش‌ها ارائه شده‌اند، به تفصیل بررسی خواهیم کرد.

نکته کلیدی ۲-۱

کنترل حرکتی به مطالعه چگونگی سازماندهی و تنظیم حرکات در سیستم عصبی-عضلانی می‌پردازد. این فرآیند شامل یکپارچه‌سازی اطلاعات حسی از محیط و بدن با فرمان‌های حرکتی است که از مغز و نخاع نشأت می‌گیرند. در نهایت، هدف کنترل حرکتی، دستیابی به حرکات هماهنگ، کارآمد و هدفمند است.

۳-۱-۱. یادگیری حرکتی: مطالعه اکتساب و اصلاح مهارت‌های حرکتی

اگر کنترل حرکتی به مطالعه معماری و اجرای حرکت در لحظه می‌پردازد، یادگیری حرکتی^۳ به فرآیند پویای ساختن و بازسازی این معماری در طول زمان می‌پردازد. یادگیری حرکتی، حوزه‌ای است که به مطالعه فرآیندهای مرتبط با تمرین یا تجربه می‌پردازد که منجر به تغییرات نسبتاً دائمی در قابلیت فرد برای اجرای ماهرانه حرکت می‌شود. این تعریف، که به طور گسترده پذیرفته شده است، شامل چندین مفهوم کلیدی است که باید به دقت شکافته شوند تا ماهیت واقعی یادگیری آشکار گردد (اشمیت، لی، وینستین، ولف و زلازنیچ، ۲۰۱۹).

نخست، یادگیری حرکتی یک فرآیند درونی است که نمی‌توان آن را به طور مستقیم مشاهده کرد. ما نمی‌توانیم «یادگیری» را ببینیم؛ بلکه آن را از طریق بهبود در عملکرد (اجرا)^۴ استنباط می‌کنیم. این فرآیند شامل تغییرات

1. Magill and Anderson

2. Degrees of Freedom Problem

3. Motor Learning

4. Performance

پیچیده‌ای در سیستم عصبی مرکزی است - پدیده‌ای که به آن انعطاف‌پذیری عصبی (نوروپلاستیسیته)^۱ می‌گویند - که در آن، ارتباطات بین نورون‌ها تقویت شده، مسیرهای عصبی جدیدی شکل می‌گیرد و بازنمایی‌های مغزی از مهارت، کارآمدتر می‌شوند.

دوم، این تغییرات باید حاصل تمرین یا تجربه باشند. این ویژگی، یادگیری را از تغییرات عملکردی که ناشی از بلوغ (که در حوزه رشد حرکتی مطالعه می‌شود)، یا عوامل موقتی مانند خستگی، انگیزه، یا تأثیر داروهاست، متمایز می‌کند. یک کودک ممکن است به دلیل رشد و قوی‌تر شدن، بتواند بالاتر بپرد، اما این لزوماً به معنای «یادگیری» مهارت پرش نیست.

سوم، و شاید مهم‌ترین نکته، این است که تغییرات ناشی از یادگیری باید نسبتاً دائمی باشند. این اصل، ما را به سمت یکی از مهم‌ترین تمایزها در این حوزه رهنمون می‌سازد: تفاوت میان عملکرد و یادگیری. عملکرد، رفتار قابل مشاهده و قابل اندازه‌گیری در یک لحظه خاص است و می‌تواند به شدت تحت تأثیر عوامل موقتی باشد. یک فرد ممکن است در پایان یک جلسه تمرینی، به دلیل دریافت بازخوردهای مکرر از مربی، عملکرد بسیار خوبی از خود نشان دهد، اما آیا این بهبود، واقعاً «یاد گرفته» شده است؟ برای پاسخ به این پرسش، باید ببینیم آیا این بهبود، روز بعد یا هفته بعد، پس از از بین رفتن عوامل موقتی، همچنان باقی می‌ماند یا خیر. به همین دلیل، پژوهشگران برای سنجش یادگیری واقعی، از آزمون‌های یادداری^۲ و آزمون‌های انتقال^۳ استفاده می‌کنند که پس از یک دوره زمانی بدون تمرین انجام می‌شوند (مگیل و اندرسون، ۲۰۲۱).

در نهایت، یادگیری حرکتی منجر به افزایش «قابلیت»^۴ برای اجرای ماهرانه می‌شود. این بدان معناست که پس از یادگیری، پتانسیل فرد برای عملکرد ماهرانه افزایش یافته است، حتی اگر در یک روز خاص به دلیل خستگی یا بی‌حوصلگی، عملکرد خوبی از خود نشان ندهد. این حوزه به دنبال پاسخ به پرسش‌های حیاتی برای هر مربی، درمانگر یا معلمی است: چگونه باید تمرین را سازماندهی کرد تا یادگیری به حداکثر برسد؟ چه نوع و چه مقدار بازخورد برای یادگیرنده مفیدتر است؟ چگونه می‌توان به افراد کمک کرد تا مهارت‌ها را به گونه‌ای بیاموزند که تحت فشار نیز پایدار بمانند؟ در فصول بعدی، به تفصیل به این پرسش‌ها و نظریه‌هایی که برای پاسخ به آن‌ها ارائه شده‌اند، خواهیم پرداخت.

نکته کلیدی ۱-۳

یادگیری حرکتی، فرآیندی درونی و غیرقابل مشاهده است که به واسطه تمرین و تجربه حاصل شده و منجر به تغییرات نسبتاً پایدار در قابلیت اجرای ماهرانه می‌شود. این تغییرات، نتیجه بهبود در پردازش اطلاعات و شکل‌گیری برنامه‌های حرکتی کارآمدتر در سیستم عصبی مرکزی است. در نهایت، یادگیری حرکتی از طریق بهبود در عملکرد قابل استنباط است، اما خود فرآیند یادگیری به طور مستقیم قابل دیدن نیست.

۱-۱-۴. رشد حرکتی: مطالعه تغییرات حرکتی در طول عمر

در حالی که کنترل حرکتی بر «چگونگی» اجرای حرکت در لحظه و یادگیری حرکتی بر «چگونگی» کسب مهارت از طریق تمرین تمرکز دارند، رشد حرکتی^۵ بُعد حیاتی و فراگیر زمان و سن را به این معادله اضافه می‌کند. رشد حرکتی، به مطالعه علمی تغییرات در رفتار حرکتی انسان به عنوان یک فرآیند مستمر و مرتبط

1. Neuroplasticity

2. Retention Tests

3. Transfer Tests

4. Capability

5. Motor Development