

مقدمات بیومکانیک ورزشی

دکتر حیدر صادقی

تهران

۱۳۸۴



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

صادقی، حیدر

مقدمات بیومکانیک ورزشی / حیدر صادقی. - تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۸۴.

چهارده، ۳۴۲ ص. - («سمت»، ۸۹۲، تربیت بدنی؛ ۲۷)

ISBN 964-459-940-3

بها: ۲۵۰۰۰ ریال.

عنوان اصلی: Heydar Sadeghi. Introduction to Biomechanic of Sport

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

۱. ورزش - اثر فیزیولوژیکی. ۲. بیومکانیک. ۳. بدن انسان - حرکت شناسی.

الف. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت). ب. عنوان.

۶۱۲/۰۴۴

RC۱۲۳۵/ص۲م۷

۸۴.۷۹۵۰م

کتابخانه ملی ایران

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)



مقدمات بیومکانیک ورزشی

دکتر حیدر صادقی

ویراستار: جمال یزدانی

چاپ اول: بهار ۱۳۸۴

تعداد: ۱۵۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: سمت

چاپ: مهر (قم)

قیمت ۲۵۰۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندهگان و عوامل توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

آدرس ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب بل یادگار امام (ره)، روبروی پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۴۲۴۶۲۵۰-۲.

www.saml.ac.ir

info@saml.ac.ir

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و جز اینها برای «سمت» محفوظ است (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنایی و مسائل این علوم، است.

ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن باید بتدریج و پس از انتقادهای یادآوریهای پیاپی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته تربیت بدنی در مقطع کارشناسی به عنوان منبع اصلی درس «مقدمات بیومکانیک ورزشی» به ارزش ۲ واحد تدوین شده است. امید است علاوه بر جامعه دانشگاهی، سایر علاقه مندان نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران را یاری دهند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۳	فصل اول: آشنایی با علم بیومکانیک
۳	مقدمه
۴	بیومکانیک چیست؟
۵	مروری کوتاه بر تاریخچه علم بیومکانیک و مطالعه بیومکانیکی حرکت انسان
۷	تحقیقات و علم بیومکانیک
۸	گستره و ابعاد مطالعه علم بیومکانیک
۹	ویژگیهای مکانیکی حرکتهای جسمانی انسان
۱۰	روشهای مطالعه بیومکانیکی حرکت انسان
۱۱	کارایی یا تأثیرگذار بودن حرکت
۱۱	بیشترین - کمترین یا مطلوب ترین؟
۱۲	مقدمات بیومکانیک ورزشی
۱۳	خلاصه
	بخش اول: مفاهیم پایه در علم کالبدشناسی و علوم وابسته به آن
۱۶	فصل دوم: مفاهیم اولیه در علم کالبدشناسی
۱۶	مقدمه
۱۷	سیستم و رفرنس در تجزیه و تحلیل حرکت بدن انسان
۱۷	الگوهای ایستادن
۱۸	صفحات حرکتی
۲۰	محلهای کالبدشناختی
۲۲	صفحات و محورهای حرکتی

۲۵	حرکتهای پایه
۳۱	خلاصه
۳۲	فصل سوم: ساختار اسکلتی
۳۲	مقدمه
۳۲	ساختار اسکلتی
۳۴	وظایف اصلی ساختار اسکلتی
۳۴	طبقه‌بندی استخوانها
۳۷	قابلیت انطباق بافت استخوانها (ساختار استخوانی و به هم پیوستگی)
۳۸	ویژگیهای مکانیکی استخوانها
۳۹	خلاصه
۴۱	فصل چهارم: ساختار مفصلی
۴۱	مقدمه
۴۱	مفاصل
۴۱	طبقه‌بندی مفاصل
۴۷	بیومکانیک بافتهای متصل به مفاصل
۴۷	ثبات مفاصل
۴۷	تحریک در مفاصل
۴۸	خلاصه
۴۹	فصل پنجم: ساختار عضلانی
۴۹	مقدمه
۴۹	بافت عضلانی
۵۱	بافت عضلانی اسکلتی
۵۲	بافت عضلانی قلب
۵۴	بافتهای عضلانی صاف
۵۵	رگهای خونی
۵۹	خلاصه

۶۰	فصل ششم: عضلات اسکلتی
۶۰	مقدمه
۶۰	ساختار عضله اسکلتی
۶۳	ساختار تار عضلات اسکلتی
۶۵	عضلات اسکلتی و وظایف آنها
۶۶	آگونیستها و آنتاگونیستها
۶۸	ویسکوسیتی (چسبناکی) عضله
۶۸	رباطها
۶۹	تاندون
۷۰	انواع تارهای عضلانی اسکلتی
۷۱	بافتهای دیگر
۷۲	بیومکانیک و ساختمان اندامی عضلات
۷۲	سازمان تارهای اسکلتی-عضلات
۷۴	عضلات موازی (پارالل)
۷۵	عضلات متقارب (کانورژنت)
۷۵	عضلات پری شکل (پنیت)
۷۶	عضلات مدور (سیرکولار)
۷۶	اهرمها و عضلات
۷۷	انواع اهرمها و عضلات
۷۹	آشنایی با اصطلاحات مرتبط با عضلات
۸۰	مبدأ (سر ثابت) و انتها (سر متحرک)
۸۱	عمل
۸۲	عضلات محوری و ضمیمه‌ای
۸۷	خلاصه
۸۹	فصل هفتم: ساختار عصبی
۸۹	مقدمه
۸۹	اعصاب

۹۳	واحد حرکتی
۹۸	خلاصه

بخش دوم: کینماتیک حرکت

۱۰۰	فصل هشتم: حرکت و انواع آن
۱۰۰	مقدمه
۱۰۱	حرکت یک سیستم و انواع آن
۱۰۲	انواع حرکت
۱۰۲	حرکت خطی
۱۰۴	حرکت دورانی
۱۰۷	حرکت خطی و دورانی (عمومی)
۱۰۷	خلاصه
۱۰۹	فصل نهم: مفاهیم اولیه در کینماتیک حرکت‌های خطی
۱۰۹	مقدمه
۱۰۹	کینماتیک
۱۱۰	کینماتیک خطی
۱۱۰	موقعیت
۱۱۰	مسافت و جابه‌جایی
۱۱۳	همانگی در به‌کارگیری واحدهای اندازه‌گیری
۱۱۴	تندی و بردار سرعت متوسط
۱۱۶	سرعت لحظه‌ای
۱۱۹	شتاب
۱۲۶	محاسبات عددی
۱۲۹	شتاب حرکت یکنواخت
۱۳۰	معادلات حرکت یکنواخت اجسام
۱۳۱	خلاصه

۱۳۲	فصل دهم: مفاهیم اولیه در کینماتیک زاویه‌ای
۱۳۲	مقدمه
۱۳۲	جابه‌جایی زاویه‌ای و مسافت زاویه‌ای
۱۳۵	سرعت زاویه‌ای و تندی زاویه‌ای
۱۳۶	شتاب زاویه‌ای
۱۳۸	مشابهت‌ها بین کینماتیک خطی و زاویه‌ای
۱۳۹	دیاگرام زاویه به زاویه
۱۴۰	کینماتیک خطی و زاویه‌ای
۱۴۲	خلاصه
۱۴۳	فصل یازدهم: حرکت پرتابی
۱۴۳	مقدمه
۱۴۳	حرکت پرتابی
۱۴۵	معادلات مورد استفاده در محاسبه پارامترهای مرتبط با حرکات پرتابی
۱۵۳	معادلات حرکت یکنواخت به عنوان آلترناتیوی برای محاسبه حرکات پرتابه
۱۵۴	نیروهای تأثیرگذار در پرتابه‌ها
۱۵۴	نیروی جاذبه
۱۵۵	نیروی ایرودینامیک
۱۵۷	ویژگیهای اصلی حاکم بر پرتابه‌ها
۱۵۷	پاسخی به یکی از توصیه‌های متعارف مربیان به ورزشکاران
۱۵۸	پرتاب کردن بدن در محور عمودی
۱۵۹	سرعت عمودی مرکز ثقل بدن در زمان جدا شدن
۱۵۹	ارتفاع مرکز ثقل بدن در زمان جدا شدن
۱۶۰	مرکز ثقل بالاترین حد دستیابی در محور عمودی
۱۶۰	پرتاب در مسافت عمودی با در نظر گرفتن جزء افقی
۱۶۱	پرش ارتفاع
۱۶۴	خلاصه

بخش سوم: ابزار تجزیه و تحلیل اطلاعات بیومکانیکی

۱۶۸	فصل دوازدهم: کلیاتی درباره مفاهیم مربوط به نیرو
۱۶۸	مقدمه
۱۶۸	مروری بر برخی نکات
۱۷۰	نیرو
۱۷۱	نیروهای داخلی و خارجی
۱۷۲	مشاهده اثر نیرو بر اجسام
۱۷۲	نیرو یا بار
۱۷۳	ویژگیهای نیرو
۱۷۴	نیروهای عضلات و تطابق پذیری با بافتهای عضلانی
۱۷۷	توسعه و بهبود نیرو در عضلات
۱۷۸	انواع نیروهای موجود در طبیعت
۱۷۹	خلاصه
۱۸۱	فصل سیزدهم: کمیتهای برداری و نیروها
۱۸۱	مقدمه
۱۸۱	استفاده از بردارها برای درک و توصیف نیرو
۱۸۲	روشهای محاسبه برداری
۱۸۲	روش هندسی برای توصیف بردارها
۱۸۷	روش محاسباتی برای توصیف بردارها
۱۹۳	قابل تطبیق بودن نتایج به دست آمده در روش هندسی (گرافیکی) و مثلثاتی
۱۹۳	خلاصه
۱۹۵	فصل چهاردهم: آنتروپومتری
۱۹۵	مقدمه
۱۹۵	تعریف آنتروپومتری
۱۹۷	وسایل مورد استفاده برای اندازه گیری

۱۹۸	اندازه بدن
۱۹۹	شکل بدن و رابطه بین قسمتهای مختلف آن
۲۰۰	چگونه ترکیب بدن قابل تخمین زدن است؟
۲۰۳	سوماتوتایپ (تیپ بدنی) راهی میانبر برای توصیف ساختار بدن
۲۰۸	فیزیک بدن و ورزش
۲۰۸	تفاوتهای بشری
۲۰۹	تفاوتهای بشری از منظر ساختار اسکلتی-عضلانی
۲۱۰	تفاوت بین انسانها در ابعاد فیزیکی
۲۱۲	خلاصه
۲۱۳	فصل پانزدهم: تصویر آزاد اجسام
۲۱۳	مقدمه
۲۱۳	تصویر آزاد اجسام
۲۲۱	نیروها در تجزیه و تحلیل حرکات انسان با استفاده از تصویر آزاد جسم
۲۲۲	خلاصه
۲۲۳	فصل شانزدهم: اهرم
۲۲۳	مقدمه
۲۲۳	اجزای سازنده سیستم اهرمی
۲۲۵	گشتاور
۲۲۸	انواع اهرمها
۲۲۸	اهرم نوع اول
۲۳۰	اهرم نوع دوم
۲۳۳	اهرم نوع سوم
۲۳۵	محسنات و مضرات طول اندام
۲۳۷	اهرمها و سیستم حرکتی بدن
۲۳۸	خلاصه

صفحه	عنوان
۲۳۹	فصل هفدهم: مرکز جرم (ثقل)
۲۳۹	مقدمه
۲۳۹	وزن
۲۴۲	مرکز جرم
۲۴۳	روشهای تعیین مرکز ثقل
۲۴۴	روش تعادل
۲۴۵	روش آویزان کردن
۲۴۸	روش تخته عکس العمل
۲۵۲	روش تجزیه و تحلیل (آنالیز) قسمتی
۲۵۸	روش مراحل تصویری
۲۶۰	خلاصه
۲۶۲	فصل هجدهم: مدل سازی و نمونه سازی بدن انسان
۲۶۲	مقدمه
۲۶۲	مدل کل جسم بدن به عنوان یک ذره
۲۶۳	مدل تعیین و اندازه گیری قسمتهای بدن با استفاده از جسد
۲۶۴	مدل سخت بدن
۲۶۵	مدل ریاضیاتی
۲۶۸	محدودیتهای مدلهای کل بدن به عنوان ذره و سخت بدن
۲۶۸	مدلینگ و ظاهر سازی
۲۷۰	خلاصه
	بخش چهارم: کینتیک حرکت
۲۷۲	فصل نوزدهم: قوانین نیوتن
۲۷۲	مقدمه
۲۷۲	نیرو
۲۷۳	قوانین نیوتن
۲۷۳	قانون اول: قانون اینرسی

صفحه	عنوان
۲۷۴	قانون دوم: قانون شتاب
۲۷۵	قانون سوم: قانون عمل - عکس العمل
۲۷۷	خلاصه
۲۷۸	فصل بیستم: قوانین نیوتن و حرکتهای خطی و دورانی
۲۷۸	مقدمه
۲۷۸	رابطه قوانین حرکتی نیوتن با حرکت خطی (انتقالی)
۲۷۹	حرکت عمودی
۲۷۹	حرکت خطی در هر جهتی
۲۸۰	میزان تغییر نیروی جانب به مرکز
۲۸۲	اندازه حرکت خطی
۲۸۴	ضربه
۲۸۵	رابطه بین اندازه حرکت و ضربه
۲۸۹	رابطه قوانین نیوتن با حرکتهای دورانی
۲۹۰	شتاب زاویه‌ای
۲۹۱	اصول شتاب خطی و چرخشی بر روی بدن
۲۹۱	اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۹۳	خلاصه
۲۹۴	فصل بیست و یکم: گشتاور
۲۹۴	مقدمه
۲۹۴	گشتاور چیست؟
۲۹۶	تعریف ریاضیاتی برای گشتاور
۳۰۱	شبکه گشتاوری
۳۰۴	تعادل
۳۰۵	خلاصه
۳۰۶	فصل بیست و دوم: گشتاور اینرسی
۳۰۶	مقدمه

۳۰۶	اینرسی زاویه‌ای
۳۰۹	تعریف ریاضیاتی برای اینرسی زاویه‌ای
۳۱۴	مثالی دیگر برای گشتاور اینرسی در حرکات ورزشی
۳۱۶	کاهش دادن گشتاور اینرسی در مهارتهای ورزش
۳۱۶	تغییر گشتاور اینرسی
۳۱۷	خلاصه

بخش پنجم: ضمائم

۳۲۰	ضمیمه ۱: اصطلاحات و واژه‌های مرتبط با عضلات اسکلتی
۳۲۱	ضمیمه ۲: عضلات اسکلتی
۳۴۰	ضمیمه ۳: جدول توابع مثلثاتی
۳۴۱	ضمیمه ۴: منابعی برای مطالعه بیشتر

پیشگفتار

«انسان» موضوع اصلی مطالعه بسیاری از علوم بشری است و هریک از علوم از منظر و زاویه‌ای خاص به بررسی آدمی می‌پردازند؛ مثلاً در علوم ورزشی، محور اصلی مباحث بررسی چگونگی حرکت انسان از سه منظر فیزیولوژیک، روانی و فیزیکی است. توجه به این موضوع، درک اهدافی را که واحدهای آموزشی و پژوهشی مرتبط با تربیت بدنی و علوم ورزشی از تنظیم عناوین و سرفصلهای دروس در نظر داشته‌اند آسان‌تر می‌کند و دانشجو به راحتی درمی‌یابد که هدف از آموزش این دروس جز آشنا کردن او با چگونگی حرکت انسان در ابعاد سه گانه یادشده نیست. از این رو، شاید شایسته‌تر بود که در نام‌گذاری آن دسته از مراکز آموزشی که در آنها گروه‌ها یا دانشکده‌های تربیت بدنی و علوم ورزشی فعالیت می‌کنند، از اصطلاح «علوم حرکتی» نیز بهره‌گیری می‌شد.

امروزه در سراسر دنیا، درس «مقدمات بیومکانیک ورزشی»، که موضوع آن بررسی حرکت موجودات زنده از بعد فیزیکی است، به منزله واحدی از واحدهای درسی در رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی در نظر گرفته شده است تا دانشجویان با نحوه به کارگیری مفاهیم و اصول اولیه فیزیک در بررسی حرکت جانداران (عمدتاً انسان) آشنا شوند. بیومکانیک ورزشی، خود از علم بیومکانیک بهره‌جسته؛ علمی مرکب که قلمرو آن گسترده‌تر از محدوده فعالیت‌های ورزشی است.

در این کتاب، تلاش اصلی نگارنده بر این بوده است تا مباحث با سرفصل مطالب تعیین شده برای دانشجویان کارشناسی رشته تربیت بدنی در درس مقدمات بیومکانیک ورزشی منطبق باشد. همچنین، با توجه به رشد و پیشرفت مباحث مرتبط با علم بیومکانیک در سراسر دنیا - که هر چند سال یک بار، تجدید نظر و اعمال اصلاحات در

سرفصل دروس دانشگاهی را ضروری می‌سازد - اطلاعاتی مقدماتی در کتاب آمده که ممکن است دانشجویان با بخش عمده‌ای از آنها قبل از ورود به دانشگاه آشنا شده باشند.

مطالب کتاب در پنج بخش و ۲۲ فصل تنظیم شده است. در فصل اول، مروری می‌کنیم بر تاریخچه بیومکانیک. بخش اول کتاب با عنوان «مفاهیم پایه در کالبدشناسی^۱ و علوم وابسته به آن» شامل شش فصل است. در این فصلها، مفاهیم اولیه در علم کالبدشناسی، ساختار اسکلتی، ساختار مفصلی، ساختار عضلانی، عضلات اسکلتی و ساختار عصبی مورد بحث قرار گرفته است. بخش دوم، که دربرگیرنده چهار فصل است، تحت عنوان «کینماتیک^۲ حرکت» موضوعاتی چون حرکت و انواع آن، مفاهیم اولیه در کینماتیک حرکت‌های خطی، مفاهیم اولیه در کینماتیک زاویه‌ای و حرکات پرتابی را شامل شده است. بخش سوم کتاب تحت عنوان «ابزار تجزیه و تحلیل اطلاعات بیومکانیکی»، شامل هفت فصل و دربرگیرنده مباحثی چون کلیاتی درباره مفاهیم مربوط به نیرو، کمیت‌های برداری و نیروها، آنتروپومتری^۳، تصویر آزاد اجسام، اهرم، مرکز جرم (ثقل)، مدلسازی و نمونه‌سازی کردن بدن انسان است. بخش چهارم به بررسی مفاهیم مرتبط با کیتیک^۴ حرکت اختصاص دارد. در فصول این بخش، قوانین نیوتن، قوانین نیوتن و حرکت‌های خطی و دورانی، گشتاور و گشتاور اینرسی بررسی شده است. بخش پنجم با ضمائم نیز اطلاعاتی اضافه بر آنچه در برخی از فصول بدان اشاره شده بود در اختیار خوانندگان می‌گذارد.

با امید به اینکه مجموعه مطالب ارائه‌شده در این کتاب بتواند بخشی از نیاز دانشجویان را در درس مقدمات بیومکانیک ورزشی مرتفع سازد.