

۲۲۸۹۱۷۹

اصول بنیادی هکاتنیک ورزش

مخصوص دانشجویان تربیت بدنی

www.ketab.ir

تألیف و گردآوری: دکتر راحله نصرآبادی

اصول بنیادی مکانیک ورزش

تألیف و گردآوری: دکتر راحله نصرآبادی

| سرپرست واحد گرافیک/ المیرا میرموسوی

| مدیر هنری و طراح جلد/ محمودرضا لطیفی

| صفحه آرا/ شراره رستمی

| ناظر چاپ/ مهدی تکلو

| نوبت چاپ/ اول ۱۴۰۱

| شمارگان/ ۵۰۰ نسخه

| قیمت: ۸۹۰۰۰۰ ریال

مدرسنامه: نصرآبادی، راحله، ۱۳۶۲-

عنوان و نام پدیدآور: اصول بنیادی مکانیک ورزش مخصوص دانشجویان تربیت‌بدنی/ تألیف و گردآوری راحله نصرآبادی

مشخصات نشر: تهران: انتشارات حتمی، ۱۴۰۱.

مشخصات ظاهری: ۱۱۲ ص.: مصور(بخشی رنگی)، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۵۵-۵۹۴-۵

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: ورزش -- جنبه های فیزیولوژیکی -- راهنمای آموزشی (عالی)

Sports -- Physiological aspects -- Study and teaching (Higher)

حرکت بدن انسان -- راهنمای آموزشی (عالی)

Human locomotion-- Study and teaching (Higher)

رده بندی کنگره: RC۱۳۵

رده بندی دیویی: ۶۱۲/۰۴۴

شماره کتابشناسی ملی: ۸۸۰۸۹۵۲

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا



مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت، ساختمان افق،

پلاک 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.

فهرست

مقدمه کتاب

فصل اول . مفهوم اندازه‌گیری

۱-۱ مقدمه فصل	۱۳
۲-۱ مفهوم اندازه‌گیری	۱۳
۱-۲-۱ واحدهای (یکاهای) اندازه‌گیری	۱۴
۲-۲-۱ یکاهای مشخص	۱۴
۱-۲-۲-۱ یکای کمیت‌های اصلی	۱۴
۱-۲-۲-۱ یکاهای کمیت‌های فرعی	۱۵
۳-۲-۱ وسیله و روش اندازه‌گیری	۱۶
۱-۳-۲-۱ وسیله اندازه‌گیری طول	۱۶
۱-۳-۲-۱ وسیله اندازه‌گیری جرم	۱۶
۱-۳-۲-۱ وسیله اندازه‌گیری زمان	۱۷
۳-۱ کمیت‌های فیزیکی	۱۷
۴-۳-۱ کمیت‌های نرده‌ای	۱۷
۵-۳-۱ کمیت‌های برداری	۱۸
۱-۵-۳-۱ جابه‌جایی	۱۸
۱-۵-۳-۱ نحوه جمع شدن جابه‌جایی‌ها (قانون جمع بردارها)	۱۸
۴-۱ نسبت‌های مثلثاتی	۲۱
۶-۴-۱ مثلث قائم‌الزاویه	۲۱
۷-۴-۱ سینوس، کسینوس و تانژانت	۲۱
۸-۴-۱ توابع مثلثاتی برای زوایای پرکاربرد	۲۳
۹-۴-۱ علامت مقادیر مثلثاتی در زوایای مختلف دایره مثلثاتی	۲۳

۲۵	۱-۱ مقدمه فصل
۲۵	۲-۱ حرکت
۲۶	۳-۱ انواع حرکت
۲۶	۱-۳-۱ حرکت انتقالی
۲۶	۲-۳-۱ حرکت دورانی
۲۷	۳-۳-۱ حرکت عام
۲۷	۴-۱ چارچوب‌های مرجع
۲۸	۵-۱ سکون یا حرکت
۲۸	۶-۱ مسافت و جابجایی
۲۹	۷-۱ تندی و سرعت
۲۹	۴-۷-۱ تعریف تندی و سرعت
۳۰	۵-۷-۱ تفاوت تندی و سرعت
۳۰	۶-۷-۱ انواع سرعت
۳۰	۷-۷-۱ سرعت متوسط
۳۱	۸-۷-۱ سرعت لحظه‌ای
۳۲	۸-۱ نمودار مکان - زمان
۳۴	۹-۱ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت
۳۵	۱۰-۱ شتاب
۳۵	۹-۱۰-۱ تعریف شتاب
۳۵	۱۰-۱۰-۱ انواع شتاب
۳۶	۱۱-۱۰-۱ شتاب تندشونده و کندشونده
۳۸	۱۱-۱ سقوط آزاد

فصل سوم . حرکت پرتابی در ورزش

۴۱	۱-۱ مقدمه فصل
۴۱	۲-۱ تعریف حرکت پرتابی
۴۲	۳-۱ کاربرد حرکت پرتابی در ورزش
۴۳	۴-۱ نقش مقاومت هوا در حرکت پرتابی
۴۳	۵-۱ تعاریف مرتبط با حرکت پرتابی
۴۴	۶-۱ معادلات حرکت پرتابی

۴۴	۷-۱ معادلات حرکت پرتابی در حالت کلی
۴۵	۸-۱ برد حرکت پرتابی در زاویه‌های متمم
۴۵	۹-۱ مثال برای محاسبات حرکت پرتابی
۴۹	فصل چهارم . نیروها و قوانین نیوتن
۴۹	۱-۱ مقدمه فصل
۴۹	۲-۱ نیرو
۴۹	۱-۲-۱ تعریف نیرو
۵۰	۲-۲-۱ انواع نیرو
۵۰	۱-۲-۲-۱ انواع نیرو بر حسب نحوه ایجاد آن
۵۲	۱-۲-۲-۱ انواع نیرو بر حسب محل اثرگذاری بر اجسام
۵۳	۱-۲-۲-۱ انواع نیرو بر حسب نحوه اثرگذاری حرکتی بر اجسام
۵۳	۳-۱ قوانین نیوتن
۵۳	۳-۳-۱ قانون اول نیوتن
۵۴	۴-۳-۱ قانون دوم نیوتن
۵۴	۵-۳-۱ قانون سوم نیوتن
۵۵	۴-۱ نیروی اصطکاک
۵۵	۶-۴-۱ تعریف نیروی اصطکاک
۵۶	۷-۴-۱ نیروی اصطکاک ایستایی
۵۷	۵-۱ نیروی اصطکاک جنبشی
۵۸	۶-۱ نحوه جمع نیروها با یکدیگر
۶۰	فصل پنجم . اندازه حرکت خطی و ضربه
۶۰	۱-۱ مقدمه فصل
۶۰	۲-۱ اندازه حرکت
۶۰	۱-۲-۱ تعریف اندازه حرکت خطی
۶۱	۲-۲-۱ قانون پایستگی اندازه حرکت خطی
۶۲	۳-۱ برخورد
۶۲	۳-۳-۱ تعریف برخورد
۶۲	۴-۳-۱ برخورد کشسان
۶۳	۵-۳-۱ برخورد غیر کشسان
۶۳	۶-۳-۱ برخورد ناکشسان

مقدمه کتاب

سیستم حرکتی بدن انسان یک ساختار زنده و زیستی و تابع قوانین موجودات زنده است. از سوی دیگر، این سیستم ساختاری مکانیکی دارد که متأثر از قوانین مکانیک می‌باشد. روابط حاکم بر نحوه حرکت اجزاء این سیستم پیچیده را مکانیک موجود زنده یا بیومکانیک^۱ می‌گویند. بنابراین، علم بیومکانیک یعنی کاربرد مفاهیم علم مکانیک برای بررسی حرکات موجودات زنده (به خصوص انسان). برای نمونه مثال‌هایی از تحقیقات بیومکانیک می‌توان مطالعه روی حرکت اندام‌ها، آرترودینامیک در پرندگان، حشرات و مگس، دینامیک شنا کردن ماهی‌ها و به‌طور کلی تمام حرکاتی که موجودات زنده از تک سلولی‌ها تا موجودات بزرگ‌تر انجام می‌دهند را نام برد. بنابراین، با اینکه گستره علم بیومکانیک بسیار گسترده است، اما بیومکانیک علمی است که توضیح می‌دهد چه نیروهایی به سیستم حرکتی بدن انسان وارد می‌شوند و این نیروها چگونه موجب حرکت انسان می‌گردند.

اولین کتاب بیومکانیک را ارسطو^۲ با عنوان حرکت حیوانات نوشت. او نه تنها بدن حیوانات را به شکل یک سیستم مکانیکی دید بلکه سؤالاتی در زمینه تفاوت فیزیولوژیکی در تصویری که از انجام یک عمل می‌شود و خود آن عمل در واقعیت مطرح کرد. در دوره رنسانس، لئوناردو داونچی^۳ اولین دانشمند حوزه بیومکانیک بود که برای اولین بار به مطالعه آناتومی در زمینه مکانیک پرداخت. او نیروهای عضلات، منشأ و پایان آن‌ها و چگونگی عملکرد مفاصل را بررسی کرد. او همچنین تلاش کرد که خصوصیات برخی از جانوران را در ماشین خود تقلید کند. برای مثال او پرواز پرندگان را مورد مطالعه قرار داد تا به وسایل لازم برای پرواز انسان را دست یابد. از آنجا که اسب منبع اصلی قدرت مکانیکی در آن زمان بود، او با مطالعه سیستم عضلات ماشینی را طراحی نمود که بازدهی بهتری نسبت به این حیوان بدهد.

مطالعه بیومکانیک شامل محدوده گسترده‌ای از زمینه‌های مختلف علمی است:

۱. **مطالعه دستگاه‌های اسکلتی-عضلانی:** بیومکانیک برای مطالعه دستگاه‌های اسکلتی-عضلانی انسان کاربرد دارد. برخی تحقیقات از سکوها نیرو برای مطالعه نیروهای واکنش زمینی انسان و فیلم‌برداری مادون قرمز برای گرفتن مسیر نشانگرهای متصل به بدن انسان برای مطالعه حرکت سه‌بعدی انسان استفاده می‌کنند. تحقیقات همچنین از الکترومیوگرافی برای مطالعه فعالیت عضلات و بررسی واکنش عضلات به نیروهای خارجی استفاده می‌کنند.

۲. **اهداف پزشکی:** بیومکانیک به طور گسترده‌ای در صنعت ارتوپدی برای طراحی ایمپلنت‌های ارتوپدی برای مفاصل انسان، قطعات دندانپزشکی و سایر اهداف پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد بخش مهمی از این حوزه زیست‌شناسی است که برای مطالعه عملکرد مواد بیولوژیکی در کاشت‌های ارتوپدی مورد استفاده

قرار می‌گیرد. این مسئله نقش مهمی در بهبود طراحی و تولید مواد بیولوژیکی مناسب برای اهداف پزشکی و بالینی دارد.

۳. **اهداف مهندسی:** اغلب از علوم مهندسی برای تجزیه و تحلیل دستگاه‌های بیولوژیکی استفاده می‌کنند. مهم‌ترین رشته‌های مهندسی مکانیک مانند آنالیز مکانیسم، تجزیه و تحلیل ساختاری، کینماتیک و دینامیک نقش مهمی در مطالعه بیومکانیک بازی می‌کنند.

اما علم بیومکانیک زیر شاخه‌های مختلفی همچون ارگونومی (حرکت‌شناسی و روان‌شناسی)، حرکت‌شناسی، تجزیه و تحلیل حرکت حیوانات، بیومکانیک ارتوپدی و اسکلتی - عضلانی، بیومکانیک قلب و عروق، ایمپلنت و اندام مصنوعی، توان بخشی، بیومکانیک ورزش و اندازه‌گیری رشد موجودات دارد. باید توجه داشت که حرکت‌شناسی علم شناخت و بررسی حرکات و همچنین علل آن در موجودات زنده (مخصوصاً انسان) است و بیومکانیک انسان در حوزه حرکت‌شناسی جای می‌گیرد. از نظر تاریخی، علم حرکت‌شناسی را به یونان باستان نسبت می‌دهند و ارسطو را به عنوان پدر این علم می‌شناسند. از جمله کاربردهای علم حرکت‌شناسی در فیزیوتراپی، علوم ورزشی، کاردرمانی، مهندسی پزشکی و ارتوپدی فنی است.

اما تعریف بیومکانیک ورزشی بدین شرح می‌باشد: مطالعه اصول و مبانی مکانیکی در موجود زنده و روابط درگیر در حرکات و کاربرد قوانین مکانیکی در موجود زنده و به ویژه در رابطه با حرکت و جابجایی انسان. بیومکانیک ورزشی به توصیف و تجزیه و تحلیل کمی و کیفی مواردی همچون حرکات پایه، حرکات پیچیده ورزشی و ورزش درمانی می‌پردازد. کاربرد بیومکانیک در دانش تربیت‌بدنی در ارتباط با درک مکانیک حرکت در فعالیت‌های بدنی انسان است و اهداف مشخص زیر را دنبال می‌کند: (۱) افزایش کارایی در ورزش (۲) افزایش ایمنی در ورزش و سایر فعالیت‌های بدنی انسان.

اگرچه اغلب افراد به اشکال مختلف در زمینه تکنیک‌های ورزشی علاقه‌مند می‌باشند، اما سه گروه از افراد در این مورد مشخص‌تر از دیگران هستند. با توجه به اینکه هر یک از این سه گروه فوق از دیدگاه خاصی به تکنیک‌های ورزشی و بیومکانیک توجه دارند، آن‌ها را به‌طور جداگانه مورد بحث قرار می‌دهیم:

۱. **معلمان تربیت‌بدنی:** اهداف تربیت‌بدنی برای معلمان این رشته در موارد مختلف توصیف شده است:

*** تربیت‌بدنی نوعی تعلیم و تربیت می‌باشد که در آن فعالیت‌های حرکتی به‌عنوان وسیله‌ای در ارتباط با ارزش‌ها و معیارهای رشد و توسعه رفتار انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند.**

*** تربیت‌بدنی توسعه و تکامل جسمی، روانی، عاطفی، اخلاقی و اجتماعی را به‌عنوان هدف‌های خود و به‌منظور تربیت انسان‌های متعهد و متمدن در برمی‌گیرد و از فعالیت‌های جسمی به‌عنوان یک وسیله استفاده می‌کند بنابراین مقصود اصلی تربیت‌بدنی نگهداری و ارتقاء قابلیت‌ها، نگرش‌ها، عقاید و آرمان‌های انسانی می‌باشد.**

ویژگی‌های مطلوب و بی‌نهایت انسان در رابطه با تربیت‌بدنی در یک مسئله مشترک است و آن تحقق این ویژگی‌ها در کلیه ابعاد (جسمی، عقلی، عاطفی و اجتماعی) از طریق به کار گرفتن فعالیت‌های جسمی می‌باشد. بنابراین، موفقیت معلمان تربیت‌بدنی و ورزش در این زمینه‌ها به روش‌ها و ابزارهایی که از آن‌ها استفاده می‌کنند، بستگی دارد. در نتیجه بیومکانیک، فیزیولوژی ورزشی و یادگیری حرکتی برای معلم تربیت‌بدنی و یا مربی ورزشی که بخواهد قضاوت صحیح و علمی درباره تکنیک‌های ورزشی کند، امری ضروری است. به علاوه، از آنجا که اطلاعات و دانش مربوط به یک تکنیک قبل از هر چیز دیگر برای معلم و مربی لازم است تا بتواند شاگردان خود را در نمایش مهارت‌ها پیشرفت دهد، می‌توان ادعا نمود که دانستن مفاهیم بیومکانیک

از ضرورت‌های اولیه هر معلم و یا مربی تربیت‌بدنی و ورزش می‌باشد. البته باید توجه داشت که دانستن علم بیومکانیک نیز به تنهایی کافی نیست؛ زیرا معلم تربیت‌بدنی و مربی ورزش از آموختن مهارت‌ها و فنون ورزشی به‌عنوان وسیله‌ای برای شکوفایی ویژگی‌های جسمی همراه با ویژگی‌های اخلاقی، معنوی و اجتماعی جوانان استفاده می‌کند. در نتیجه، باید از دیدگاه‌های مختلف به این مسئله توجه داشته و هدف اصلی که تربیت انسانی مستقل، آزاد و متعهد می‌باشد در نظر گرفته شود.

۲. **مربیان ورزش:** اهمیت علم بیومکانیک برای مربیان ورزش از دیدگاه رشته‌ای که او در آن مشغول آموزش است، مورد توجه قرار می‌گیرد. برای مثال، مربی دو صحرانوردی بیشتر توجه خود را روی مسائلی در زمینه فیزیولوژی ورزشی مانند مقاومت‌های تنفسی و عضلانی متمرکز می‌کند و زیاد توجهی به تکنیک دویدن ندارد. از طرف دیگر، یک مربی بسکتبال یا ژیمناستیک به مراتب توجه خود را بیشتر روی تکنیک‌های مربوطه و بررسی آن‌ها از دیدگاه بیومکانیک معطوف می‌دارد؛ زیرا در این رشته‌ها انجام صحیح تکنیک‌ها در یادگیری و موفقیت ورزشکار نقش اساسی دارد. عامل دیگری که در اینجا مطرح می‌باشد، سطح مهارت مورد آموزش می‌باشد. معلمان تربیت‌بدنی عموماً با مبتدیان سروکار دارند و بنابراین باید توجه خود را به حرکات و فنون پایه‌ای در ورزش‌های مختلف معطوف نموده و مسائل بیومکانیکی را در همان حد مطالعه کنند. در مقابل، مربیان ورزشی در سطح پیشرفته‌تری به آموزش تکنیک‌ها در یک رشته اختصاصی مشغول می‌باشند و جزئیات نیز علاوه بر اصول پایه برای آن‌ها اهمیت دارد. بنابراین هرچه سطح آموزش پیشرفته‌تر می‌شود مربی نیاز بیشتری به دانش بیومکانیک پیدا می‌کند. در سطوح عالی قهرمانی که در سطح تکنیک و نحوه اجرا نقش اساسی پیدا می‌کند، پیشرفت تنها هنگامی حاصل می‌شود که مربی کاملاً به اجرای درست جزئیات تکنیک از نظر مکانیکی توجه داشته باشد. برای چنین مربی دانش بیومکانیک بسیار ضروری و اساسی می‌باشد.

ممکن است برخی تصور کنند که در برخی مواقع مربیانی که چندان اطلاعی از علم بیومکانیک نداشته‌اند بسیار موفق نیز بوده‌اند. باید توجه داشت که موفقیت این دسته از مربیان نشان‌دهنده آن است که غیر از دانش بیومکانیک مسائل دیگری نیز هستند که در رابطه با مربیگری مهم بوده و باید به آن‌ها نیز توجه شود. توجه کنید که آنچه ارزش فکر کردن به بیومکانیک را بیشتر می‌کند این است که تا چه حد بخواهیم معیارها و رکوردهای ورزشکاران را بهبود بخشیده و در شکوفایی استعدادهای ورزشی آنان به عنوان مربی کمک کنیم.

۳. **ورزشکاران:** اهمیت و نقش علم بیومکانیک برای معلمان تربیت‌بدنی و مربیان ورزش مشخص و مورد توافق همگان می‌باشد؛ اما دانستن علم بیومکانیک توسط ورزشکاران و نقش و اهمیت آن برای آن‌ها مورد توافق همه قرار نگرفته است. مطالعات زیادی توسط دانشمندان یادگیری حرکتی در زمینه اثر دانستن بیومکانیک بر یادگیری مهارت‌ها انجام شده است. این مطالعات تا اندازه‌ای نشان داده‌اند شاگردانی که از اصول مکانیکی تکنیک و یا مهارت‌های مورد آموزش آگاه باشند بهتر و سریع‌تر می‌توانند آن مهارت را یاد بگیرند. از آنجا که در اکثر این تحقیقات افراد مورد آموزش مبتدی بوده‌اند نمی‌توان نتایج حاصل را به یادگیری و پیشرفت رکوردها و معیارهای ورزش قهرمان نیز تعمیم داد. در این زمینه برخی از صاحب‌نظران چنین اظهار عقیده کرده‌اند که با پیشرفت شاگرد و کسب تجربه بیشتر او در زمینه یادگیری مهارت‌ها، به نظر می‌رسد راهنمایی‌های لفظی مربی و تجزیه و تحلیل حرکت مورد آموزش، موضوع را برای شاگرد با مفهوم‌تر و معنی‌دارتر می‌کند و شاگرد نوعی آگاهی درونی از چگونگی امر حاصل می‌کند.

در این زمینه، مروری بر نتیجه مطالعات نشان می‌دهد که ارزش تجزیه و تحلیل مکانیکی برای شاگرد پیشرفته به‌ندرت مورد توجه قرار گرفته است؛ اما شواهد تجربی و عملی بیانگر آن است که دانستن بیومکانیک در سطح

عالی اجرا مهارت‌ها از ارزش بیشتری برخوردار می‌باشد. در انتها باید گفت با وجود عدم شواهد مشخص، به نظر می‌رسد که دانستن و آگاهی اصول بیومکانیک توسط ورزشکاران باعث پیشرفت و بهبود مهارت‌های یاد گرفته شده و قبلی آن‌ها می‌شود.

در کتاب حاضر به بررسی مقدمات مکانیک حرکت انسان می‌پردازیم. در فصل اول ابتدا مفهوم اندازه‌گیری را در فیزیک بیان می‌کنیم. سپس در فصل دوم به بررسی مفاهیم کینماتیکی همچون جابه‌جایی، سرعت و شتاب می‌پردازیم. در فصل سوم مفاهیم مقدماتی حرکت پرتابی در ورزش و در فصل چهارم نیز نیروها و قوانین نیوتن بیان می‌شوند. در ادامه، اندازه حرکت خطی و ضربه در فصل پنجم مورد بررسی قرار می‌گیرند. در فصل ششم مفهوم کار و انرژی مکانیکی بیان خواهد شد. در ادامه، مرکز جرم، تعادل و پایداری در فصل هفتم مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در نهایت، در فصل هشتم مفاهیم مرتبط با حرکت دورانی، گشتاور و اهرم‌ها بیان می‌شوند. تلاش شده است تا در هر بخش مثال‌های مختلف ورزشی جهت درک بهتر مطالب ارائه نموده و سؤالاتی را در قالب خودآزمایی مطرح کنیم.