

اصول بیومکانیک و تحلیل حرکت

ایوان وی. گریفیث

دکتر تئو فیلاری

دکتر ابوالفضل فراهانی

حمید رضا امینی گمغانی

۱۳۹۱

انتشارات هتمی
(ناشر کتب تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی)



[ناشر: انتشارات حتمی]

[عنوان کتاب: اصول بیومکانیک و تحلیل حرکت]

[تألیف: ایوان وی. گریفیث]

[ترجمه: دکتر آذر آقایی، دکتر ابوالفضل فراهانی، حمیدرضا امینی کمیجانی]

[سرپرست واحد حروف نگاری: المیرا میرموسوی]

[صفحه آرا: المیرا میرموسوی]

[طراح جلد: محمود رضا لطیفی]

[آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: فرشاد گودرزی]

[تیراژ چاپ: اول (۱۳۹۱)] + [شمارگان ۱۰۰۰ نسخه]

[نمایشگاه: گرونگاه دائمی: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت، جنب بانک

صادر] [ساختمان ۱۴۸۴] + [تلفن: ۶۶۴۰۳۱۶۲ فکس: ۶۶۴۰۳۱۷۰]

[آدرس و پست: تهران، خیابان انقلاب، ۰۹۱۲۶۱۳۸۶۲۳ (حتمی) - ۰۹۱۲۲۷۵۶۷۱۳ (گودرزی)]

[سررسید پیام کوتاه: ۳۰۰۰۲۵۷۶ (SMS)]

[بایگه اینترنتی: <http://www.hamiSS.com>]

[قیمت: ۱۷۵۰۰ تومان]

دوست عزیز جهت آگاهی از آخرین اخبار و اطلاعات کتاب‌های منتشر شده
لطفا پایه و گرایش تحصیلی خود را در شماره ۰۰۲۵ SMS نمایید.

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 مفیدی یا مفیدی
حق استفاده از آن را ندارد یا متخلفین به موجب این قانون مجازات قرار می‌گیرند.

شناسه: گریفیث، ایوان دبلیو. Griffiths, Iwan W

عنوان و نام پدیدآور: اصول بیومکانیک و تحلیل حرکت گروه تربیت بدنی /

ایوان وی. گریفیث، [ترجمه: دکتر آقایی، دکتر ابوالفضل فراهانی، حمیدرضا امینی،

مشتقات نشر: تهران: انتشارات حتمی، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری: ۴۲۴ص: مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۵۱-۹۷-۶

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی: Principles of biomechanics and motion analysis C, 2006.

موضوع: حرکت شناسی، فیزیک ورزشی -- دستنامه‌ها

موضوع: بدن انسان -- فیزیولوژی -- دستنامه‌ها

موضوع: بیومکانیک

شناسه افزوده: آقایی، دکتر آذر. ۱۳۴۸ - مترجم

شناسه افزوده: فراهانی، ابوالفضل. ۱۳۴۳ - مترجم

شناسه افزوده: امینی، حمیدرضا. ۱۳۵۹ - مترجم

رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ کالف ۶۴/۳ QP۳۰۳

رده بندی دیویی: ۶۱۲/۷۶

شماره کتابشناسی ملی: ۲۹۸۴۱۰۱

خلاصه‌ی فهرست مطالب

پیشگفتار مولف.....	۱۴
پیشگفتار مترجم‌ها.....	۱۶
فصل اول مقدمه‌ای بر تحلیل حرکت.....	۱۷
فصل دوم کمیت‌های برداری و نرده‌ای در مکانیک و تحلیل حرکت.....	۴۷
فصل سوم کینماتیک خطی.....	۷۹
فصل چهارم تعادل.....	۱۱۱
فصل پنجم دینامیک ۱.....	۱۴۹
فصل ششم دینامیک.....	۱۸۳
فصل هفتم کینماتیک، زاویه‌ای.....	۲۲۱
فصل هشتم دینامیک چرخشی.....	۲۴۳
فصل نهم هموار سازی، فیلتر کردن و رونده‌ی تغییرات داده‌ها.....	۲۶۷
فصل دهم توصیف داده‌های حرکت با استفاده از صفحه گسترده‌ها.....	۳۰۵
فصل یازدهم دینامیک سیال و پرواز توپ‌ها.....	۳۳۱
فصل دوازدهم بیومکانیک گام و تحلیل آن.....	۳۶۱
پاسخ خودآزمایی‌ها.....	۳۸۳
پیوست ۱ واحدهای اندازه‌گیری و روش‌های ریاضی.....	۳۹۹
پیوست ۲ آناتومی و حرکت پا و مچ پا.....	۴۱۳

www.ketab.ir

فهرست

فصل اول مقدمه‌ای بر تحلیل حرکت.....	۱۷
۱- مقدمه‌ای بر تحلیل حرکت.....	۱۷
۱-۱- تحلیل دو بعدی (2D) حرکت.....	۱۸
۱-۲- تحلیل سه بعدی (3D) حرکت.....	۱۹
۱-۳- کالیبراسیون سیستم‌های تحلیل حرکت.....	۲۳
۱-۳-۱- سیستم‌های ردیابی بر پایه‌ی ویدیو.....	۲۳
۱-۳-۲- سیستم‌های ردیابی بر پایه‌ی نوری سه بعدی حرکت.....	۲۴
۱-۳-۳- تصویر برداری ویدیویی با سرعت بالا.....	۲۵
۱-۴- کینماتیک دو بعدی و سه بعدی.....	۲۶
۱-۵- ابزارهای اندازه‌گیری نیرو و فشار.....	۲۹
۱-۵-۱- معرفی مبدل‌های نیرو.....	۲۹
۱-۵-۲- صفحات نیرو.....	۳۰
۱-۵-۳- اندازه‌گیری توزیع فشار کف پا.....	۳۱
مورد پژوهی ۱-۱ کاربرد تحلیل حرکت در طراحی تجهیزات ورزشی.....	۳۴
مورد پژوهی ۲-۱ کاربرد تحلیل حرکت در بهبود تکنیک‌های ورزشی.....	۳۶
مورد پژوهی ۳-۱ کاربرد تحلیل حرکت در پیشگیری از صدمات ورزشی.....	۴۲
فصل دوم کمیت‌های برداری و نرده‌ای در مکانیک و تحلیل حرکت.....	۴۷
۱-۲- جمع و تفریق بردارها.....	۴۷
۱-۲-۱- جمع کمیت‌های نرده‌ای.....	۴۸
۱-۲-۲- جمع بردارها.....	۴۹
۱-۲-۳- جمع دو بردار با زاوایای عمود بر هم.....	۵۰
مورد پژوهی ۲-۱- بزرگی و جهت بردارهای نیرو در هنگام راه رفتن.....	۵۵
۱-۲-۴- قانون متوازی الاضلاع.....	۵۷
۲- تجزیه‌ی بردارها به مولفه‌ها.....	۶۲
۱-۲-۲- تجزیه یک بردار به دو بردار عمود بر هم.....	۶۲
۲-۲-۲- بردارهای واحد در سه بعد.....	۶۴



- ۲-۳ ضرب بردارها..... ۶۴
- ۲-۳-۱ ضرب یک بردار در یک کمیت نرده ای..... ۶۴
- مورد پژوهی ۲-۲ سرعت بیشتر با چوب جدید گلف..... ۶۵
- مورد پژوهی ۲-۳ سرعت توپ بیسبال در زمان های مختلف..... ۶۶
- ۲-۳ حاصل ضرب نرده ای دو بردار..... ۶۷
- مورد پژوهی ۲-۴ حرکت روبه بالا و روبه پائین در چمباتمه..... ۶۹
- ۲-۳-۳ حاصل ضرب برداری دو بردار..... ۷۱
- ۲-۴ سیستم در حلقه..... ۷۴

فصل ششم: پیکماتیک ها..... ۷۹

- ۳-۱ قانون نیوتنی..... ۸۰
- ۳-۲ اندازه گیری نیرو یا سرعت یک شیء..... ۸۰
- ۳-۲-۱ معنی نمودار سرعت در حرکت..... ۸۲
- مورد پژوهی ۳-۱ سرعت اندازه گیری در وسط دانش آموزان برای سورتیه ای که سر می خورد..... ۸۴
- ۳-۲ معادلات جابه جایی و سرعت برای وضعیت شیب یکنواخت..... ۸۷
- ۳-۳ شتاب به عنوان شیب نمودار سرعت در حرکت..... ۹۱
- مورد پژوهی ۳-۲ دروازه های نور استفاده شده ای بدست آوردن زمان بخش های ۱۰ متری در دوی ۱۰۰ متر سریع..... ۹۲
- ۳-۴ چهار چوب های مرجع..... ۹۵
- ۳-۵ پرتابه ها..... ۹۶
- ۳-۵-۱ تجزیه سرعت به مولفه های افقی و عمودی..... ۹۷
- ۳-۵-۲ بدست آوردن زمان پرواز T..... ۹۹
- ۳-۵-۳ بدست آوردن برد افقی R..... ۱۰۱
- ۳-۵-۴ پرتابه با ارتفاع رهایی بالاتر یا پائین تر از ارتفاع سطح فرود..... ۱۰۱
- ۳-۵-۵ مسیر سهمی شکل..... ۱۰۲
- مورد پژوهی ۳-۳ تحلیل حرکت توپ هاکی بعد از پرش از کف با استفاده از تحلیل حرکت..... ۱۰۳

فصل چهارم: تعادل..... ۱۱۱

- ۴-۱ شرایط تعادل ایستا..... ۱۱۱
- ۴-۲ اثر اصطکاک و اهمیت آن برای ایجاد تعادل..... ۱۱۲



۱۱۴	مورد پژوهی ۴-۱ اتوب هاکي غلطان بر روی سطح پلیمر سنتزی صاف
۱۱۵	۴-۳ ممان نیرو
۱۱۶	۴-۴ جمع و تفریق نیروهای موازی
۱۱۷	مورد پژوهی ۴-۲ توزیع وزن بین پاهای چپ و راست
۱۱۸	۴-۵ مرکز گرانش و مرکز جرم
۱۱۹	مورد پژوهی ۴-۳ یافتن مرکز جرم فرد با استفاده از روش تخته‌ی واکنش
۱۲۱	۶-۱ جفت‌ها: دو نیروی مخالف و مساوی که در دو نقطه‌ی مختلف اعمال می‌شوند
۱۲۲	۴-۴ اجسام ساکن
۱۲۳	۴-۸ تعادل تحت عمل دو نیرو
۱۲۴	۴-۹ مرکز جرم یک جسم
۱۲۶	۴-۱۰ تعادل تحت عمل دو نیرو
۱۲۷	۴-۱۰-۱ سه نیروی موازی
۱۲۸	۴-۱۰-۲ سه نیروی غیر موازی
۱۳۰	۴-۱۱ هیدروستاتیک و شناوری
۱۳۰	۴-۱۱-۱ فشار هیدروستاتیک به عنوان بخشی از عمل
۱۳۱	۴-۱۱-۲ نیروی بالاران یا شناوری بر روی یک جسم غوطه‌ور
۱۳۲	۴-۱۱-۳ وزن مخصوص
۱۳۳	۴-۱۲ روش قطعه‌ای برای تخمین مرکز جرم یک شخص
۱۳۷	۴-۱۳ نمودارهای جسم آزاد
۱۳۷	۴-۱۳-۱ محاسبه‌ی نیروهای نامعلوم
۱۴۱	۴-۱۳-۲ محاسبه‌ی ممان‌های مفصل
۱۴۲	مورد پژوهی ۴-۴ شناوری و پایداری در کاباک

فصل پنجم دینامیک ۱۴۹

۱۴۹	۵-۱ اینرسی و جرم
۱۵۰	۵-۲ نیرو
۱۵۰	۵-۳ قانون اول نیوتن
۱۵۰	۵-۴ نیروهای گرانشی
۱۵۱	۵-۵ قانون دوم نیوتن



۱۵۲.....	۶-۵ اندازه گیری جرم و نیرو.....
۱۵۲.....	۱-۶-۵ مقایسه نیروهای معلوم و نامعلوم.....
۱۵۲.....	۲-۶-۵ کشش سنج ها.....
۱۵۴.....	۳-۶-۵ سلول های فشار و صفحات نیرو.....
۱۵۵.....	۱-۳-۶ محاسبات ولتاژ خروجی.....
۱۵۶.....	۲-۶-۵ محاسبه COP (مرکز فشار).....
۱۵۷.....	مورد پژوهی ۱-۵ راه رفتن آزمودنی مرد با پوشیدن کفش های ورزشی بر روی صفحه نیرو.....
۱۵۸.....	۷-۵ تاب میل اسکاد به گرانش و وزن.....
۱۵۹.....	مورد پژوهی ۲-۵ پرش عمودی.....
۱۶۲.....	۸-۵ سوم فصل.....
۱۶۴.....	۹-۵ اصطکاک.....
۱۶۶.....	۱-۹-۵ اصطکاک در مساحت تماس.....
۱۶۷.....	۲-۹-۵ اصطکاک در سرعت.....
۱۶۸.....	۳-۹-۵ خلاصه ای از اصطکاک در انسان و اصطکاک ساکن.....
۱۶۹.....	مورد پژوهی ۳-۵ حداکثر سرعت در پرش و شیب دار سابقه.....
۱۷۱.....	مورد پژوهی ۴-۵ اصطکاک غلتشی در تپه.....
۱۷۱.....	۱۰-۵ اندازه حرکت جسم.....
۱۷۴.....	۱۱-۵ حرکت پرتابه، با در نظر گرفتن نیروی پرتابه.....
۱۷۴.....	۱-۱۱-۵ مقدمه.....
۱۷۴.....	۲-۱۱-۵ عدد رینولد.....
۱۷۶.....	۳-۱۱-۵ نیروی پسا و اثر آن بر حرکت.....
۱۷۷.....	۴-۱۱-۵ مدل سازی عددی حرکت توپ.....
۱۸۳.....	فصل ششم دینامیک ۲.....
۱۸۳.....	۱-۶ کار انجام شده بوسیله نیروی ثابت.....
۱۸۶.....	۲-۶ کار انجام شده بوسیله نیروی متغیر.....
۱۸۷.....	۳-۶ انرژی جنبشی.....
۱۸۹.....	۴-۶ انرژی پتانسیل گرانشی.....
۱۹۰.....	۵-۶ بقاء انرژی مکانیکی.....



۱۹۳	۶-۶ توان.....
۱۹۴	۷-۶ نیروهای ضربه‌ای و برخوردها.....
۱۹۴	۱-۷-۶ ارتباط ضربه - اندازه حرکت.....
۱۹۵	۲-۷-۶ حالت خاص نیروی ضربه‌ای ثابت.....
۱۹۶	۳-۷-۶ برخورد در یک بعد.....
۱۹۷	۴-۷-۶ بقاء اندازه حرکت خطی.....
۱۹۸	۵-۷-۶ برخورد های ارتجاعی و غیر ارتجاعی.....
۲۰۱	مورد پژوهی ۱- اندازه گیری ضریب ارتجاعی توپ توسط سرعت های برخورد و برگشت از سطح فولادی.....
۲۰۳	۷-۶ برخورد های مورب.....
۲۰۴	۷-۷-۶ بازتاب های باترکیب و اثر حالت ارتجاعی.....
۲۰۵	۸-۶ نوسان ها.....
۲۰۵	۱-۸-۶ فنرها و قایم ها.....
۲۰۷	۲-۸-۶ حرکت نوسانی.....
۲۱۰	۳-۸-۶ نوسان های تضعیف شده.....
۲۱۱	مورد پژوهی ۲-۶ محاسبه ضریب اصطکاک در نوسانگر به جرم - فنر.....
۲۱۲	۴-۸-۶ آونگ ها.....
۲۱۲	۱-۴-۸-۶ آونگ ساده.....
۲۱۳	۲-۴-۸-۶ آونگ واقعی.....
۲۱۵	مورد پژوهی ۳-۶ اثرات حاد تمرین بر سفتی غیرفعال مفصل.....

فصل هفتم کینماتیک زاویه ای..... ۲۲۱

۲۲۱	۱-۷ مبانی حرکت چرخشی.....
۲۲۱	۱-۱-۷ جابه جایی، سرعت، وشتاب زاویه ای.....
۲۲۳	۲-۱-۷ رابطه ی بین سرعت خطی و سرعت زاویه ای.....
۲۲۵	۳-۱-۷ شتاب های مایل به مرکز و مماسی.....
۲۲۶	۲-۷ زاویه های مطلق و نسبی.....
۲۲۷	۳-۷ محاسبه اطلاعات زاویه ای از داده های مختصات (x, y)
۲۲۷	۱-۳-۷ محاسبه ی جابه جایی زاویه ای.....
۲۲۹	۲-۳-۷ محاسبه ی سرعت زاویه ای از جابه جایی زاویه ای.....



- ۳-۷ محاسبه‌ی شتاب زاویه‌ای از داده‌های سرعت زاویه‌ای..... ۲۳۰
- ۴-۷ فرمول‌های چرخش برای وضعیت شتاب زاویه‌ای ثابت..... ۲۳۲
- مورد پژوهی ۱-۷ چرخش توپ فوتبال..... ۲۳۳
- مورد پژوهی ۲-۷ اندازه‌گیری شتاب‌های مایل به مرکز و مماسی در موتور سوار نمایشی..... ۲۳۵
- مورد پژوهی ۳-۷ استفاده از نمودارهای زاویه-جه-زاویه برای مقایسه تمرینات دوندگی سرعت..... ۲۳۷

فصل هشتم دینامیک چرخشی..... ۲۴۳

- ۱-۸ رتبه‌بندی حرکت چرخشی..... ۲۴۳
- ۲-۸ گشتاور..... ۲۴۵
- ۳-۸ اصل پایستگی حرکت چرخشی..... ۲۴۷
- ۴-۸ محاسبه‌ی گشتاور نیروی..... ۲۵۱
- مورد پژوهی ۱-۸ محاسبه‌ی نیروی گشتاور..... ۲۵۲
- ۵-۸ اندازه حرکت زاویه‌ای..... ۲۵۵
- ۶-۸ انرژی جنبشی زاویه‌ای..... ۲۵۷
- ۷-۸ ترکیب چرخش و انتقال..... ۲۵۸
- ۸-۸ اندازه حرکت زاویه‌ای در سیستم‌های گسسته..... ۲۵۹
- ۹-۸ دست کاری محورهای چرخش..... ۲۶۱
- مورد پژوهی ۲-۸ جریان‌های توان بخش ساق پل..... ۲۶۲

فصل نهم هموارسازی، فیلتر کردن و روندهای تخریفات داده‌ها..... ۲۶۷

- ۱-۹ داده‌های مختصات..... ۲۶۷
- ۲-۹ محاسبه‌ی سرعت و شتاب از داده‌های مختصات جابه‌جایی..... ۲۶۹
- ۳-۹ مشکل اختشاش در سیگنال‌ها..... ۲۷۳
- ۴-۹ رفع اختشاش با هموارسازی مشتق‌گیری متناهی..... ۲۷۶
- ۵-۹ داده‌های گم شده..... ۲۷۷
- ۶-۹ برازش خطوط روند تغییرات برای داده‌ها..... ۲۷۹
- ۱-۶-۹ منحنی‌های برازش برای داده‌های خطی..... ۲۷۹
- ۱-۱-۶-۹ خلاصه..... ۲۸۴
- ۲-۶-۹ منحنی‌های برازش با داده‌های درجه‌ی دوم و درجه‌ی سوم..... ۲۸۴



۲۸۸	۷-۹ آیا داده‌های ما با روند تغییرات برازیده می‌شود یا نه؟
۲۸۸	۷-۹-۱ روند تغییرات خطی مورد انتظار
۲۸۹	۷-۹-۲ روند تغییرات درجه‌ی دوم مورد انتظار
۲۹۱	۷-۹-۸ روش ساده برای هموارسازی و درون‌یابی
۲۹۳	۷-۹-۹ تحلیل فوری
۲۹۵	۷-۹-۱۰ قضیه‌ی نمونه‌گیری
۲۹۶	۷-۹-۱۱ فیلتر دیجیتال
۲۹۹	۷-۹-۱۲ تغییر زاویه‌ی حرکت
۳۰۵	فصل دهم توصیف داده‌ها و حرکت با استفاده از صفحه گسترده‌ها
۳۰۵	۱۰-۱ فایل‌های متنی یا ASCII
۳۰۶	۱۰-۲ فرمول‌های مشتق‌گیری متناهی
۳۰۹	۱۰-۳ میانگین‌های نقطه‌ای متناهی
۳۱۲	۱۰-۴ محاسبه‌ی بزرگی کمیت‌های دارای واحدها
۳۱۲	۱۰-۵ رسم خطوط روند تغییرات هموار شده و منحنی شکل میان نقاط داده‌ها
۳۱۵	۱۰-۶ محاسبه‌ی زوایای مطلق و نسبی
۳۱۷	مورد پژوهی ۱۰-۱ کاهش اختشاش در نمودارهای سرعت زاویه‌ای-زمان با استفاده از روش‌های میانگین نقطه‌ای متحرک
۳۱۸	۱۰-۷ تجزیه و تحلیل دینامیکی
۳۲۲	مورد پژوهی ۱۰-۲ حذف اصطکاک در آزمایش ممان اینرسی
۳۳۱	فصل یازدهم دینامیک سیال و پرواز توپ‌ها
۳۳۱	۱۱-۱ گران روی
۳۳۲	۱۱-۲ نیروهای شناوری
۳۳۵	۱۱-۳ چگالی و وزن مخصوص
۳۳۵	۱۱-۳-۱ شناوری بدن انسان
۳۳۶	۱۱-۴ نیروهای دینامیکی سیال
۳۳۷	۱۱-۵ سرعت نسبی
۳۳۷	۱۱-۶ نیروی پسا



۳۴۰	۷-۱۱ نیروی بالابر.....
۳۴۱	۸-۱۱ اصل برنولی.....
۳۴۲	۹-۱۱ چرخش و اثر مگنوس.....
۳۴۴	۱۰-۱۱ مرکز فشار.....
۳۴۴	۱۱ اثرات نیروهای دینامیکی سیال.....
۳۴۵	۱۲-۱۱ لایه مرزی.....
۳۴۹	۱۳-۱۱ ضربه قوسی.....
۳۵۰	مورد بررسی ۱-۱۱-۱ فوتبال در پرواز.....

۳۶۱	فصل دوم بیومکانیک و تحلیل آن.....
۳۶۱	۱-۱۲ تحلیل آم چیت.....
۳۶۲	۲-۱۲ پارامترهای فیزیکی چیت.....
۳۶۳	۳-۱۲ بخش‌های بدن.....
۳۶۶	۴-۱۲ حرکات مفصل.....
۳۶۸	۵-۱۲ سرعت زاویه‌ای یک بخش.....
۳۷۱	۶-۱۲ نیروهای عکس العمل زمین.....
۳۷۵	۷-۱۲ مطالعه‌های کینتیکی.....
۳۷۵	۱-۷-۱۲ بدست آوردن نیروهای مفصل.....
۳۷۶	۲-۷-۱۲ تعیین شبه-ایستای ممان‌های مفصل.....
۳۸۰	۸-۱۲ آسیب‌ها.....

۳۸۳	پاسخ خودآزمایی‌ها.....
۳۹۹	پیوست ۱ واحدهای اندازه‌گیری و روش‌های ریاضی.....
۴۱۳	پیوست ۲ آناتومی و حرکت پا و مچ پا.....