



اصول بیومکانیک

تعادل، حرکت و تغییر شکل

نیهای از کایا

دان لگر

دیوید گلدشیدر

مارگار تا نردین

مترجمان:

دکتر محمد متقی طلب

دکتر شهرزاد معصومی

فرشته ثابت

سیده محبوبه رضوی اسفلی

عنوان و نام پدید آور	اصول بیومکانیک: تعادل، حرکت و تغییر شکل / نیهای ازکیا ... [و دیگران] ؛ مترجمان محمد متقی طلب ... [و دیگران] .
مشخصات نشر	تهران: پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، انتشارات، ۱۴۰۱
مشخصات ظاهری	۴۶۷ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۹۳۰-۶۳-۱
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	عنوان اصلی:
یادداشت	Fundamentals of Biomechanics : Equilibrium, Motion, and Deformation, 4th ed, 2017.
یادداشت	نویسندگان: نیهای ازکیا، دان لگر، دیوید گلدشیدر، مارگارتا نردین.
یادداشت	مترجمان: محمد متقی طلب، شهرزاد معصومی، فرشته ثابت، سیده محبوبه رضوی اسفلی، میلاد فدایی ده چشمه.
موضوع	مهندسی پزشکی
موضوع	Biomedical engineering :
موضوع	انسان -- فیزیولوژی
موضوع	Human physiology :
موضوع	توانبخشی
موضوع	Rehabilitation :
شناسه افزوده	محمد، متقی طلب، ۱۳۵۹ - مترجم
رده بندی کنگره	R۸۶۵/۲۵ :
رده بندی دیویی	۶۱۰/۲۸ :
شماره کتابشناسی ملی	۸۸۲۱۶۴۲ :



پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی

اصول بیومکانیک: تعادل، حرکت و تغییر شکل

مترجمان: دکتر محمد متقی طلب، دکتر شهرزاد معصومی، فرشته ثابت، سیده محبوبه رضوی

اسفلی، میلاد فدائی ده چشمه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۳۰-۶۳-۱

ناشر: پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی

شمارگان: ۵۰۰ نوبت چاپ: تهران، اول ۱۴۰۱ قطع: رحلی

لیتوگرافی: کیامرثی چاپ و صحافی: کیامرثی

قیمت: ریال

تهران: خیابان مطهری، خیابان میرعماد، کوچه پنجم، پلاک ۳- کد پستی: ۱۵۸۷۹۵۸۷۱۱

تلفن: ۸۸۷۴۷۸۸۴ (۰۲۱) نمابر: ۸۸۷۳۹۰۹۲ ssrc.ac.ir info@ssrc.ac.ir

پیشگفتار

تربیت بدنی و علوم ورزشی به عنوان یک حوزه علمی دانشگاهی در سال‌های اخیر روند رو به رشدی را در تمامی زمینه‌های آموزشی، پژوهشی و اجرایی داشته است. یکی از مسائل مهم مورد توجه مسئولان و برنامه‌ریزان، شناسایی، فراهم‌سازی و تقویت زمینه‌های لازم برای تولید دانش علوم ورزشی و به کارگیری علوم ورزشی تولید یافته در عرصه‌های ورزش قهرمانی و میادین بین‌المللی و نیز ورزش همگانی و سلامت عمومی است. به همین جهت پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی که در راستای سیاست‌های علمی، آموزشی و پژوهشی خود، برای انتقال آخرین یافته‌ها به منظور توسعه روزافزون دانش و فناوری در ایران اسلامی بنیان نهاد شده، در نظر دارد با فراهم کردن بستری مناسب برای پیشبرد فعالیت‌های پژوهشی و نیز ارتقای سطح علمی، فرهنگی و کمک به تلفیق علم و عمل، گامی مؤثر در رفع نیازهای علمی ورزش کشور بردارد. در این راستا، پژوهشگاه اقدام به انتشار کتاب‌های **علمی - ورزشی - تخصصی** برگرفته از تلاش‌های متخصصان، محققان و دانش آموختگان تربیت بدنی و علوم ورزشی نموده است. امید است با انتشار اینگونه کتب، به فضل خداوند متعال، گام‌های مؤثری در جهت تحقق اهداف عالیه نظام جمهوری اسلامی ایران برداشته باشیم.

پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مقدمه

بیومکانیک یک تخصص هیجان‌انگیز و جذاب با هدف درک بهتر سیستم عضلانی-اسکلتی برای ایجاد روش‌های پیشگیری از بروز مشکلات و یا بهبود درمان بیماران است.

بیومکانیک به طور پیش‌رونده‌ای به یک رشته بین رشته‌ای تبدیل شده که در آن مهندسين، فیزیكدانان، دانشمندان کامپیوتر، زیست‌شناسان و دانشمندان مواد با یکدیگر همکاری می‌کنند تا از پزشکان، دانشمندان علم ورزش، ارگونومیست‌ها، فیزیوتراپیست‌ها و بسیاری از متخصصان دیگر حمایت کنند.

این کتاب (اصول بیومکانیک)، مبانی اصول مکانیک، استاتیک و دینامیک از جمله کینماتیک و کینتیک را خلاصه می‌کند. این کتاب بردارها و ممان‌ها را معرفی کرده و آن‌ها را با مثال‌های ساده‌ای به کار می‌برد، که در کمی‌سازی یا حداقل تخمین بارهای اعمال شده در شرایط مختلف یا حین تمرین بر استخوان‌ها و مفاصل، ضروری هستند. مفاصل و استخوان‌ها اغلب توسط لیگامنت‌ها و عضلات مربوطه تثبیت می‌شوند و بنابراین چنین محاسباتی به دانش آناتومیکی پیچیده نیز نیاز دارد. خلاقیت نیز برای ساده کردن این سناریوهای اغلب پیچیده لازم است تا پارامترهای نمودارهای جسم آزاد را کاهش دهد، که می‌تواند برای توسعه معادلات قابل حل استفاده شود. این کتاب مفاهیمی را ارائه و به طور مفصل نمونه‌هایی را برای آرنج، شانه، ستون فقرات، گردن، ستون فقرات کمری، ران و زانو و همچنین مفصل مچ پا توضیح می‌دهد. با این حال، خواننده باید آگاه باشد که نتایج حاصل از چنین محاسباتی باید با مطالعات مربوط موجودات زنده تأیید شود؛ زیرا نیروهای عضلانی اغلب مجهول‌اند و ممکن است ساده‌سازی‌ها بسیار قوی باشد.

این کتاب همچنین روابط تنش و کرنش را توضیح می‌دهد، که می‌تواند موجب شکست در ساختارها شود. تفاوت بین خواص مکانیکی بافت‌های بیولوژیکی سخت و نرم نیز ارائه شده است. زیبایی بیومکانیک در این است که مکانیک‌ها را می‌توان در بافت‌های بیولوژیکی به کار برد تا فرآیندهای احیا کننده یا تخریب کننده (دژنراتیو) را توضیح دهد. این دانش برای درک بهتر آنچه در سطح سلولی این بافت‌ها رخ می‌دهد و تبیین فرآیندهای بازسازی این ساختارها مهم است. برای انتقال هر چه عمیق‌تر به کاربردهای بیولوژیکی، ممکن است کتاب‌های دیگری نیز توصیه شود؛ برخی از این موارد را می‌توان در مطالعات پیشنهادی فصل‌های خاص یافت. در مواردی که نمادها، تعاریف یا واحدها مشخص نیستند، این کتاب ممکن است به عنوان مرجع بکار برده شود.

یکی از مهمترین ویژگی‌های منحصر به فرد که باید مورد تأکید قرار گیرد، این واقعیت است که هر فصل شامل مسائل ورزشی و راه حل‌های مفصلی است که از طریق مثال‌های زیادی به تمرین و تکرار مفاهیم کمک می‌کند. بنابراین، این کتاب نه تنها به دانشجویان بلکه به اساتیدی که بیومکانیک تدریس می‌کنند نیز توصیه می‌شود. از متخصصین سایر رشته‌ها مانند مهندسين "normal" یا فیزیكدانان معمولاً خواسته می‌شود که بیومکانیک را به سایر متخصصان مثل فیزیوتراپ‌ها آموزش دهند. این کتاب می‌تواند منبع ارزشمندی برای آماده‌سازی این متخصصان باشد.

Ph.D., Dr. Hans-Joachim Wilke
Institute of Orthopaedic Research and Biomechanics
Trauma Research Center Ulm
University Hospital Ulm
Germany, Ulm

فهرست

پیشگفتار.....	۳
مقدمه.....	۵
فصل ۱.....	۱۷
مقدمه.....	۱۷
۱.۱ مکانیک.....	۱۷
۱.۲ بیومکانیک.....	۱۸
۱.۳ مفاهیم اساسی.....	۱۹
۱.۴ قوانین نیوتن.....	۱۹
۱.۵ تجزیه و تحلیل بُعدی.....	۲۰
۱.۶ سیستم واحدها.....	۲۱
۱.۷ تبدیل واحدها.....	۲۲
۱.۸ ریاضیات.....	۲۵
۱.۹ اسکالرها و بردارها.....	۲۵
۱.۱۰ مدل سازی و تقریبها.....	۲۵
۱.۱۱ روند کلی.....	۲۶
۱.۱۲ ساختار متن.....	۲۶
۱.۱۳ نشانه گذاری.....	۲۷
فصل ۲.....	۳۵
بردار نیرو.....	۳۵
۲.۱ تعریف نیرو.....	۳۵
۲.۲ خواص نیرو به عنوان یک کمیت برداری.....	۳۵
۲.۳ بُعد و واحدهای نیرو.....	۳۶
۲.۴ سیستم های نیرو.....	۳۶
۲.۵ نیروهای خارجی و داخلی.....	۳۷
۲.۶ نیروهای نرمال و مماس.....	۳۷
۲.۷ نیروهای کششی و فشاری.....	۳۸
۲.۸ نیروهای هم صفحه.....	۳۸
۲.۹ نیروهای هم راستا.....	۳۸
۲.۱۰ نیروهای هم زمان.....	۳۹
۲.۱۱ نیروی موازی.....	۳۹
۲.۱۳ فشار و سیستم های توزیع نیرو.....	۴۰
۲.۱۵ مسائل تمرینی.....	۴۵

فصل ۳.....	۵۳
بردارهای ممان و گشتاور.....	۵۳
۳.۱ تعاریف بردارهای ممان و گشتاور.....	۵۳
۳.۲ اندازه‌ی ممان.....	۵۳
۳.۳ جهت ممان.....	۵۴
۳.۴ بُعد و واحدهای ممان.....	۵۵
۳.۵ چند نکته مفید درباره بردار ممان.....	۵۶
۳.۶ ممان خالص یا ممان برآیند.....	۵۷
۳.۷ کوپل و ممان - کوپل.....	۶۳
۳.۸ انتقال نیروها.....	۶۴
۳.۹ ممان به عنوان حاصل ضرب برداری.....	۶۵
۳.۱۰ مسائل تمرینی.....	۶۹
فصل ۴.....	۷۷
استاتیک: سیستم‌های در تعادل.....	۷۷
۴.۱ بررسی اجمالی.....	۷۷
۴.۲ قوانین مکانیک نیوتن.....	۷۷
۴.۳ شروط ایجاد تعادل.....	۷۹
۴.۴ نمودارهای جسم آزاد.....	۸۱
۴.۵ روند تجزیه و تحلیل سیستم‌های در تعادل.....	۸۲
۴.۶ نکات مربوط به معادلات تعادل.....	۸۳
۴.۷ محدودیت‌ها و عکس‌العمل‌ها (Constraints and Reactions).....	۸۴
۴.۸ ساختارهای ساده حمایت شده.....	۸۵
۴.۹ سیستم‌های کابل-قرقره و دستگاه‌های کششی.....	۹۲
۴.۱۰ ساختارهای تثبیت شده.....	۹۴
۴.۱۱ سیستم‌های دارای اصطکاک.....	۱۰۱
۴.۱۲ تعیین مرکز گرانش (ثقل).....	۱۰۳
فصل ۵.....	۱۱۹
کاربردهای استاتیک در بیومکانیک.....	۱۱۹
۵.۱ مفاصل اسکلتی.....	۱۱۹
۵.۲ عضلات اسکلتی.....	۱۲۰
۵.۳ ملاحظات پایه.....	۱۲۱
۵.۴ فرضیات پایه و محدودیت‌ها.....	۱۲۱
۵.۵ مکانیک آرنج.....	۱۲۲
۵.۶ مکانیک شانه.....	۱۲۷
۵.۷ مکانیک ستون فقرات.....	۱۳۱
۵.۸ مکانیک ران.....	۱۳۷
۵.۹ مکانیک زانو.....	۱۴۶

۱۵۱	۵. ۱۰ مکانیک مچ پا.....
۱۵۳	۵. ۱۱ مسائل تمرینی.....
۱۵۹	فصل ۶.....
۱۵۹	مقدمه‌ای بر دینامیک.....
۱۵۹	۶. ۱ دینامیک.....
۱۶۰	۶. ۲ کینماتیک و کینتیک.....
۱۶۰	۶. ۳ حرکات خطی، زاویه‌ای و عام.....
۱۶۲	۶. ۴ مسافت طی شده و جابجایی.....
۱۶۲	۶. ۵ تندی و سرعت برداری.....
۱۶۲	۶. ۶ شتاب.....
۱۶۳	۶. ۷ اینرسی و تکانه.....
۱۶۳	۶. ۸ درجه آزادی.....
۱۶۳	۶. ۹ مفهوم ذرات.....
۱۶۳	۶. ۱۰ چارچوب‌های مرجع و سیستم‌های دستگاه مختصات.....
۱۶۴	۶. ۱۱ پیش‌نیازها برای تجزیه و تحلیل دینامیک.....
۱۶۴	۶. ۱۲ مباحث تحت پوشش.....
۱۶۷	فصل ۷.....
۱۶۷	کینماتیک خطی.....
۱۶۷	۷. ۱ حرکت تک محور.....
۱۶۷	۷. ۲ مکان، جابجایی، سرعت برداری و شتاب.....
۱۶۹	۷. ۳ ابعاد و واحدها.....
۱۷۰	۷. ۴ اندازه‌گیری و مقادیر مشتق.....
۱۷۱	۷. ۵ حرکت تک محور با شتاب ثابت.....
۱۷۲	۷. ۶ مثال‌هایی از حرکت تک محور.....
۱۷۹	۷. ۷ حرکت دو محوره.....
۱۷۹	۷. ۸ بردارهای مکان، سرعت و شتاب.....
۱۸۱	۷. ۹ حرکت دو محوره با شتاب ثابت.....
۱۸۲	۷. ۱۰ حرکت پرتابی.....
۱۸۶	۷. ۱۱ برنامه‌های کاربردی برای ورزشکاران.....
۱۹۰	۷. ۱۲ تمرین مسائل.....
۱۹۷	فصل ۸.....
۱۹۷	کینتیک خطی.....
۱۹۷	۸. ۱ بررسی اجمالی.....
۱۹۸	۸. ۲ معادلات حرکت.....
۱۹۹	۸. ۳ موارد ویژه حرکت انتقالی.....
۲۰۰	۸. ۳. ۱ نیرو ثابت است.....
۲۰۰	۸. ۳. ۲ نیرو تابعی از زمان است.....

۲۰۰	۸. ۳.۳ نیرو تابعی از جابجایی است.....
۲۰۱	۸. ۴ روش حل مسئله در کینتیک.....
۲۰۳	۸. ۵ روش‌های کار و انرژی.....
۲۰۳	۸. ۶ کار مکانیکی.....
۲۰۳	۸. ۶.۱ کار انجام شده توسط نیروی ثابت.....
۲۰۴	۸. ۶.۲ کار انجام شده توسط نیروی متغیر.....
۲۰۵	۸. ۶.۳ کار به عنوان حاصل ضرب اسکالر.....
۲۰۵	۸. ۷ انرژی مکانیکی.....
۲۰۵	۸. ۷.۱ انرژی پتانسیل.....
۲۰۶	۸. ۷.۲ انرژی جنبشی.....
۲۰۶	۸. ۸ قضیه‌ی کار-انرژی.....
۲۰۶	۸. ۹ اصل پایستگی انرژی.....
۲۰۷	۸. ۱۰ ابعاد و واحدهای کار و انرژی.....
۲۰۷	۸. ۱۱ توان.....
۲۰۷	۸. ۱۲ کاربرد روش‌های انرژی.....

فصل ۹..... ۲۲۱

۲۲۱	کینماتیک زاویه‌ای.....
۲۲۱	۹. ۱ مختصات قطبی.....
۲۲۲	۹. ۲ مکان و جابجایی زاویه‌ای.....
۲۲۳	۹. ۳ سرعت زاویه‌ای.....
۲۲۳	۹. ۴ شتاب زاویه‌ای.....
۲۲۳	۹. ۵ ابعاد و واحدها.....
۲۲۴	۹. ۶ تعریف مفاهیم پایه.....
۲۳۴	۹. ۷ حرکت چرخشی حول یک محور ثابت.....
۲۳۵	۹. ۸ روابط بین کمیت‌های خطی و زاویه‌ای.....
۲۳۶	۹. ۹ حرکت دایره‌ای یکنواخت.....
۲۳۶	۹. ۱۰ حرکت چرخشی با شتاب ثابت.....
۲۳۷	۹. ۱۱ حرکت نسبی.....
۲۳۹	۹. ۱۲ سیستم‌های لینکیج.....
۲۴۵	۹. ۱۳ مسائل تمرینی.....

فصل ۱۰..... ۲۵۱

۲۵۱	کینتیک زاویه‌ای.....
۲۵۱	۱۰. ۱ کینتیک حرکت زاویه‌ای.....
۲۵۸	۱۰. ۲ گشتاور و شتاب زاویه‌ای.....
۲۶۱	۱۰. ۴ قضیه محور-موازی.....
۲۶۱	۱۰. ۶ تجزیه و تحلیل حرکت سگمندی.....
۲۶۶	۱۰. ۷ انرژی جنبشی چرخشی.....

۲۶۶	۱۰. ۸ کار و توان زاویه‌ای
۲۶۹	۱۰. ۹ مسائل تمرینی
۲۷۳	فصل ۱۱
۲۷۳	ضربه و اندازه حرکت (تکانه)
۲۷۳	۱۱. ۱ مقدمه
۲۷۳	۱۱. ۲ ضربه و اندازه حرکت خطی
۲۷۶	۱۱. ۳ کاربردهای روش ضربه - اندازه حرکت
۲۸۲	۱۱. ۴ پایداری اندازه حرکت خطی
۲۸۲	۱۱. ۵ ضربه و برخورد
۲۸۳	۱۱. ۶ برخورد یک بُعدی
۲۸۳	۱۱. ۶. ۱ برخورد به طور کامل غیرالاستیک
۲۸۵	۱۱. ۶. ۲ برخورد به طور کامل الاستیک
۲۸۶	۱۱. ۶. ۳ برخورد الاستوپلاستیک
۲۸۷	۱۱. ۷ برخورد دو بُعدی
۲۹۱	۱۱. ۸ ضربه و اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۹۱	۱۱. ۹ خلاصه‌ای از معادلات پایه
۲۹۲	۱۱. ۱۰ کینتیک اجسام صلب در حرکت در صفحه
۲۹۳	۱۱. ۱۱ مسائل تمرینی
۲۹۹	فصل ۱۲
۲۹۹	آشنایی با مکانیک جسم شکل پذیر
۲۹۹	۱۲. ۱ بررسی اجمالی
۳۰۰	۱۲. ۲ نیروهای اعمال شده و تغییر شکل‌ها
۳۰۰	۱۲. ۳ گشتاورها و نیروهای درونی
۳۰۱	۱۲. ۴ تنش و کرنش
۳۰۲	۱۲. ۵ رویکرد کلی
۳۰۳	۱۲. ۶ ریاضیات مشمول
۳۰۳	۱۲. ۷ مباحثی که باید تحت پوشش قرار گیرند
۳۰۴	۱۲. ۸ مطالعات پیشنهادی
۳۰۷	فصل ۱۳
۳۰۷	تنش و کرنش
۳۰۷	۱۳. ۱ وضعیت بارگذاری پایه
۳۰۷	۱۳. ۲ تست کشش محوری
۳۰۸	۱۳. ۳ نمودار بار-تغییر طول (کشیدگی)
۳۱۰	۱۳. ۴ تنش ساده
۳۱۳	۱۳. ۶ نمودار تنش-کرنش
۳۱۵	۱۳. ۷ تغییر شکل الاستیک
۳۱۶	۱۳. ۸ قانون هوک

۳۱۷.....	۱۳. ۹ تغییر شکل پلاستیک.....
۳۱۸.....	۱۳. ۱۰ باریک‌شدگی.....
۳۱۸.....	۱۳. ۱۱ کار و انرژی کرنش (کشسان).....
۳۱۹.....	۱۳. ۱۲ افزایش سختی کرنشی.....
۳۱۹.....	۱۳. ۱۳ حلقه پسماند.....
۳۲۰.....	۱۳. ۱۴ خواص مبتنی بر نمودار تنش-کرنش.....
۳۲۱.....	۱۳. ۱۵ مدل‌های ایده‌آل (مطلوب) رفتار ماده.....
۳۲۲.....	۱۳. ۱۶ ویژگی‌های مکانیکی مواد.....
۳۲۲.....	۱۳. ۱۷ نمونه مسایل.....
۳۲۸.....	آنالیز استاتیکی.....
۳۲۹.....	سازگاری هندسی.....
۳۲۹.....	آنالیزهای تنش-کرنش (نیرو - تغییر شکل).....
۳۳۰.....	۱۳. ۱۸ مسائل تمرینی.....
۳۳۹.....	فصل ۱۴.....
۳۳۹.....	تحلیل تنش‌ها و تغییر شکل‌های چند محوره.....
۳۳۹.....	۱۴. ۱ نسبت پواسون.....
۳۴۰.....	۱۴. ۲ تنش‌های دو محوره و سه محوره.....
۳۴۴.....	مورد (a).....
۳۴۵.....	۱۴. ۳ انتقال تنش.....
۳۴۶.....	۱۴. ۴ تنش‌های اصلی.....
۳۴۷.....	۱۴. ۵ دایره مور (Mohr's circle).....
۳۵۱.....	۱۴. ۶ نظریه‌های شکست.....
۳۵۳.....	۱۴. ۷ تنش مجاز و عامل ایمنی.....
۳۵۳.....	۱۴. ۸ عوامل مؤثر بر استحکام مواد.....
۳۵۴.....	۱۴. ۹ مقاومت و خستگی.....
۳۵۶.....	۱۴. ۱۰ تمرکز تنش.....
۳۵۷.....	۱۴. ۱۱ پیچش.....
۳۶۴.....	۱۴. ۱۲ خمش.....
۳۷۲.....	ملاحظات.....
۳۷۵.....	۱۴. ۱۳ بارگذاری ترکیبی.....
۳۷۷.....	۱۴. ۱۴ مسائل تمرینی.....
۳۸۵.....	فصل ۱۵.....
۳۸۵.....	خصوصیات مکانیکی بافت‌های بیولوژیکی.....
۳۸۵.....	۱۵. ۱ ویسکوالاستیسیته.....
۳۸۶.....	۱۵. ۲ منطق حاکم بر فنرها و دمپرها.....
۳۸۸.....	۱۵. ۳ مدل‌های تجربی ویسکوالاستیسیته.....
۳۸۸.....	۱۵. ۳. ۱ مدل کلین-ویت.....

۳۸۹.....	۱۵.۳.۲ مدل ماکسول.....
۳۸۹.....	۱۵.۳.۳ مدل استاندارد جامد.....
۳۹۰.....	۱۵.۴ پاسخ وابسته به زمان مواد.....
۳۹۲.....	۱۵.۵ مقایسه الاستیسیته و ویسکوالاستیسیته.....
۳۹۵.....	۱۵.۶ ویژگی‌های رایج بافت‌های بیولوژیکی.....
۳۹۶.....	۱۵.۷ بیومکانیک استخوان.....
۳۹۶.....	۱۵.۷.۱ ترکیب استخوان.....
۳۹۷.....	۱۵.۷.۲ خواص مکانیکی استخوان.....
۳۹۹.....	۱۵.۷.۳ یکپارچگی ساختاری استخوان.....
۴۰۰.....	۱۵.۷.۴ شکستگی‌های استخوانی.....
۴۰۰.....	۱۵.۸ تاندون و لیگامان.....
۴۰۲.....	۱۵.۹ عضلات اسکلتی.....
۴۰۴.....	۱۵.۱۰ غضروف مفصلی.....
۴۰۵.....	۱۵.۱۱ بحث.....
۴۰۶.....	۱۵.۱۲ مسائل تمرینی.....
۴۰۹.....	پیوست A
۴۰۹.....	هندسه صفحه
۴۱۰.....	A.1 زاویه‌ها.....
۴۱۱.....	A.2 مثلثات.....
۴۱۲.....	A.3 قانون سینوس.....
۴۱۲.....	A.4 قانون کوسینوس.....
۴۱۲.....	A.5 مثلث قائم الزاویه.....
۴۱۳.....	A.6 قضیه فیثاغورس.....
۴۱۳.....	A.7 سینوس، کوسینوس و تانژانت.....
۴۱۴.....	A.8 سینوس، کوسینوس و تانژانت معکوس.....
۴۱۶.....	A.9 تمرین مسائل.....
۴۱۹.....	پیوست B
۴۱۹.....	جبر برداری
۴۲۰.....	B.1 تعاریف.....
۴۲۰.....	B.2 نشانه‌گذاری.....
۴۲۱.....	B.3 ضرب بردار در اسکالر (عددی).....
۴۲۱.....	B.4 بردار منفی.....
۴۲۱.....	B.5 جمع بردارها: روش‌های گرافیکی.....
۴۲۲.....	B.6 تفریق بردارها.....
۴۲۳.....	B.7 جمع بیش از دو بردار.....
۴۲۴.....	B.8 تصویر بردارها.....
۴۲۵.....	B.9 تجزیه بردارها.....

۴۲۵	B.10 بردارهای واحد.....
۴۲۶	B.11 دستگاه مختصات مستطیلی (دکارتی).....
۴۲۷	B.12 جمع بردارها: روش مثلثاتی.....
۴۳۳	B.13 مؤلفه‌های سه بُعدی بردارها.....
۴۳۴	B.14 حاصل ضرب نقطه‌ای (عددی) بردارها.....
۴۳۵	B.15 حاصل ضرب خارجی (برداري) بردارها.....
۴۳۷	B.16 مسائل تمرینی.....
۴۴۳	پیوست C
۴۴۳	محاسبات
۴۴۴	C.1 توابع.....
۴۴۵	C.1.1 توابع ثابت.....
۴۴۶	C.1.2 توابع توانی.....
۴۴۷	C.1.3 توابع خطی.....
۴۴۸	C.1.4 توابع درجه دوم.....
۴۴۹	C.1.5 توابع چندجمله‌ای.....
۴۴۹	C.1.6 توابع مثلثاتی.....
۴۵۱	C.1.7 توابع نمایی و لگاریتمی.....
۴۵۲	C.2 مشتق.....
۴۵۳	C.2.1 مشتق توابع ثابت.....
۴۵۴	C.2.2 قانون ضرب ثابت.....
۴۵۴	C.2.3 قانون جمع.....
۴۵۵	C.2.4 قانون ضرب.....
۴۵۵	C.2.5 قانون خارج قسمت.....
۴۵۶	C.2.6 قانون زنجیرهای.....
۴۵۷	C.2.8 مشتق مراتب بالاتر.....
۴۵۸	C.3 انتگرال.....
۴۶۰	C.3.1 ویژگی انتگرال‌های نامتناهی.....
۴۶۱	C.3.2 ویژگی‌های انتگرال‌های متناهی.....
۴۶۳	C.3.3 روش‌های انتگرالگیری.....
۴۶۳	C.4 اتحادهای مثلثاتی.....
۴۶۵	C.5 فرمول‌های درجه دوم.....
۴۶۵	C.6 مسائل تمرینی.....

فصل ۱

مقدمه

۱. ۱ مکانیک
۲. ۱ بیومکانیک
۳. ۱ مفاهیم اساسی
۴. ۱ قوانین نیوتن
۵. ۱ تجزیه و تحلیل بعدی
۶. ۱ سیستم واحدها
۷. ۱ تبدیل واحدها
۸. ۱ ریاضیات
۹. ۱ اسکالرها و بردارها
۱۰. ۱ مدل سازی و تقریبها
۱۱. ۱ روند کلی
۱۲. ۱ ساختار متن
۱۳. ۱ نشتنه گذاری
- منابع، مطالعات پیشنهادی و سایر موارد
- I. مطالعات پیشنهادی
- II. مباحث پیشرفته در بیومکانیک و مهندسی زیستی
- III. کتابهای مربوط به فیزیک و مهندسی مکانیک
- IV. کتابهایی درباره مکانیک جسم تغییر شکل پذیر، مکانیک مواد و مقاومت مواد
- V. انجمنهای بیومکانیک
- VI. مجلات بیومکانیک
- VII. برنامه های تحصیلات تکمیلی مرتبط با بیومکانیک در ایالات متحده