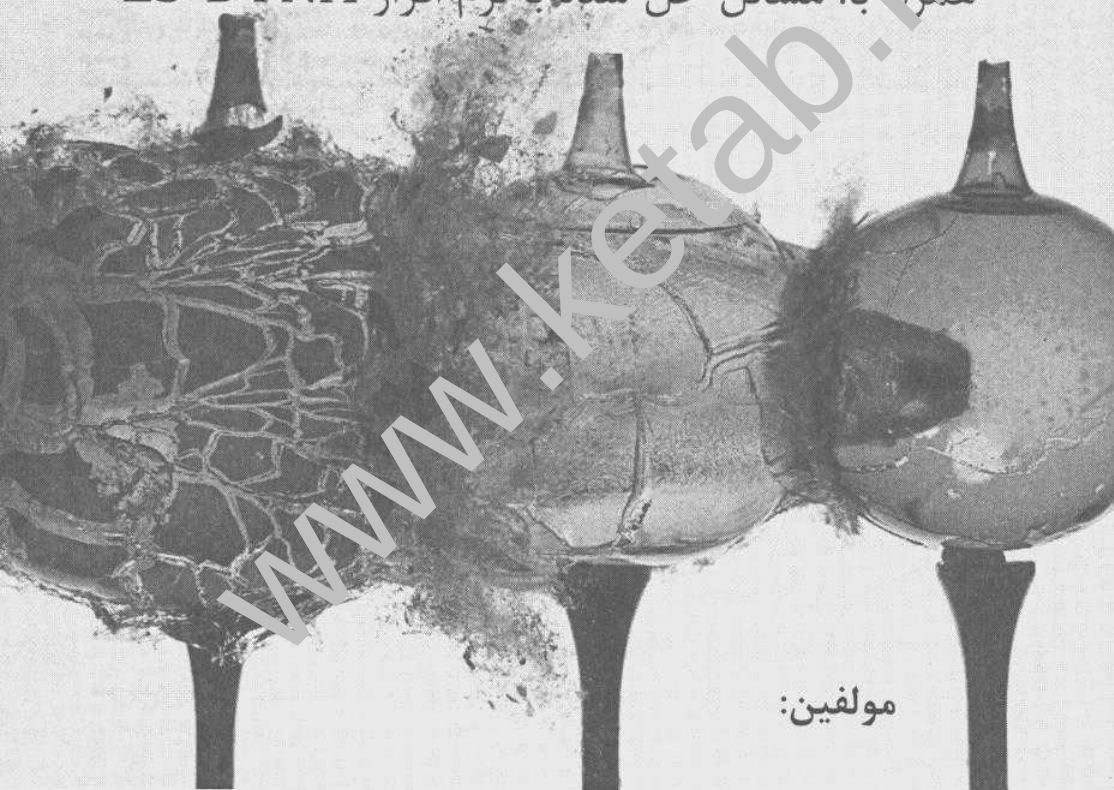


مکانیک نفوذ

مکانیک نفوذ پرتابه ها در اهداف مختلف

همراه با: مسائل حل شده با نرم افزار LS-DYNA



مؤلفین:

دکتر خداداد واحدی (عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین(ع))

دکتر علیرضا نظام آبادی (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اراک)



سرشناسه	: و احمدی، خداداد، ۱۳۳۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: مکانیک نفوذ، مکانیک نفوذ پرتابه در اهداف، همراه با مسائل حل شده با نرم افزار LS-DYNA
مشخصات نشر	: مؤلفان خداداد و احمدی، و رضا نظام‌آبادی.
مشخصات ظاهری	: ایوانکی، موسسه آموزش عالی، ایوانکی، انتشارات ۵۰۰
شابک	: 978-600-7830-12-3
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: نرم افزار آ. ای. ای. داینا
موضوع	: LS-DYNA (Computer software)
موضوع	: روش المان‌های محدود -- نرم افزار
موضوع	: Finite elements method -- Software
موضوع	: مکانیک نفوذ -- شبیه‌سازی -- کامپیوتری
موضوع	: Penetration mechanics -- Computer simulation
موضوع	: پرتابه‌ها -- سرعت
موضوع	: Projectiles -- Speed
موضوع	: پرتابه‌ها -- الگوهای ریاضی
موضوع	: Projectiles -- Mathematical models
شماره افزوده	: شماره افزوده و شماره ۱۳۳۷
شماره افزوده	: موسسه آموزش عالی، ایوانکی
رده بندی کنگره	: TA۳۲۷/۳۲۱۲۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۰.۰۰۱ ۱۳۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۳۵

نام کتاب: مکانیک نفوذ - مکانیک نفوذ پرتابه‌ها در اهداف - مؤلف: همراه با: مسائل حل شده با نرم افزار LS-DYNA

تألیف: دکتر خداداد واحدی - دکتر علیرضا نظام‌آبادی

مدیر اجرایی: مهدی عالی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۳۰-۱۲-۳

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

سال انتشار: ۱۳۹۵

قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان

ناشر: دانشگاه ایوانکی

پیشگفتار:

پدیده‌ی برخورد اجسام در سرعت‌های بالا موضوع مهم و اثرگذار در علوم مهندسی و از نظر کاربردی در صنایع نظامی و غیر نظامی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نوع کاربرد اجسام برخورد کننده بستگی به سرعت برخورد دارد. در سرعت‌های پایین این برخوردها در محدوده‌ی الاستیک بوده که عملاً خسارتی به اجسام برخورد کننده وارد نمی‌شود. در سرعت‌های بسیار بالا اجسام برخورد کننده صدمه‌های سنگینی وارد می‌شود و کرنش‌ها و تغییر شکل‌های بسیار بالا در آنها ایجاد می‌شود. در بعضی مواقع تیرگی کل‌های بسیار بالا، ذوب شدن در محل برخورد و حتی تخریب کامل در اثر برخورد صورت می‌پذیرد. گرایش‌ها و شاخه‌های علمی متعددی در پدیده‌ی نفوذ دخالت دارند و ذاتاً این علم یک علم میان‌رشته‌ای است. مقاومت مصالح، دینامیک، علم مواد، مکانیک شکست، الاستیسیته، پلاستیسیته، هم‌پوشانی بین این مواد در دما و فشار بالا از جمله موارد گذار در پدیده‌ی برخورد و نفوذ می‌باشند.

بخش‌های کاربردی علم برخورد و نفوذ عبارتند از:

- ۱- برخورد خودروها به صورت رو به رو و سیر
 - ۲- فرسایش سازه‌های بتنی در اثر رگبار
 - ۳- طراحی زره‌ها و پرتابه‌های ضد زره
 - ۴- حفاظت بالستیکی فضاییماها، ماهواره‌ها، پهبادها در مقابل بریس‌های فضایی
 - ۵- مقاوم سازی سازه‌های بتنی در مقابل برخورد ضربه‌های شدید
 - ۶- محدود کردن اثر انفجارات
 - ۷- محافظت از نیروگاه‌های هسته‌ای و دیگر سازه‌های حساس و ...
- بدیهی است که پژوهشگرانی که وارد این حوزه از علوم می‌شوند لازم است قابلیت‌های متعددی را در خود پرورش دهند.

در ادبیات برخورد و نفوذ عبارات متعدد و مرسوم به تدریج حضور پیدا کرده که در طول این کتاب به آنها اشاره خواهد شد. به عنوان مثال بالستیک نهایی یک ترم کلی برای برخورد است که عمدتاً مورد علاقه‌ی مهندسين نظامی و طراحان زره و پرتابه‌های ضد زره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

محدوده‌ی سرعت‌های مورد نظر در اینجا از 500 m/s تا 2.0 km/s می‌باشد. این محدوده‌ی سرعت را سرعت آردنانس گویند. این محدوده‌ی سرعتی است که پرتابه‌ها و گلوله‌ها به طرف ساختمان‌ها، تجهیزات زرهی و پرسنل شلیک می‌شود. اجسامی هم وجود دارند که سرعت آنها بسیار بالاتر از محدوده‌ی سرعت آردنانس می‌باشد. دبریس‌های فضایی سرعتی بالای 20 km/s و گاهی این سرعت تا 50 km/s می‌رسد. پرتابه‌های خرج گود و یا به عبارت بهتر جت‌های خرج گود سرعتی در محدوده‌ی $2.0\text{--}8.0 \text{ km/s}$ دارند. تقابل بین این پرتابه‌ها و اجسامی که در مقابل آنها قرار دارند از ابعاد مختلف مورد توجه پژوهشگران و مهندسين علم بالستیک نهایی می‌باشد، چه آنهایی که به دنبال طارحی ساخت پرتابه‌های نفوذ کننده‌ی موثر در اجسام مختلف هستند و چه آنهایی که هدفشان حایله با پرتابه‌های نفوذ کننده می‌باشد.

ما در این کتاب به تاریخچه‌ی توسعه‌ی علم بالستیک نمی‌پردازیم ولی برای کسانی که تمایل به این بخش دارند می‌توانند به مراجع رجوع نمایند. در اینجا تنها به این نکته اکتفا می‌شود که طی دو قرن گذشته عمده‌ی مهندسين سم بالستیک کارهای تجربی انجام داده‌اند و معادلات تجربی و بعضاً نیمه تجربی برای به دست آوردن علم نفوذ به وسیله سرعت برخورد را توسعه داده‌اند.

هدف این کتاب بررسی و تحلیل کارهایی است که توسط دیگران در زمینه‌ی نفوذ پرتابه‌ها در اهداف مختلف صورت گرفته است. این کتاب بیشتر از آنچه که به نحوه‌ی رویکرد محققین بپردازد به نتایج و تحلیل آنها و در نهایت ایجاد بستر مناسب برای کسانی که علاقه دارند در این زمینه فعالیت کنند می‌پردازد. این کتاب تا آنجا که امکان دارد به مسیری که دیگران رفته‌اند و نتایجی که احراز کرده‌اند و تعبیر و تفسیری که از نتایج ارائه شده است می‌پردازد. هدف آن است که بدانیم چه کارهایی می‌توان انجام داد؟ چه کارهایی صورت گرفته و برای رسیدن به چه اهدافی انجام شده است؟

از آنجا که موضوع ضربه و نفوذ یک علم میان رشته‌ای است و تبحر در آن نیاز به دانش در زمینه‌های مختلف دارد، نمی‌توان بدون داشتن دانش در مورد رفتار مواد در کرنش‌های بالا، دینامیک اجسام برخورد کننده و ... در این زمینه به مهارت بالا دست یافت.

مطالبی که این کتاب به آنها پرداخته است به صورت زیر است:

فصل اول به تعاریف و مفاهیم علم بالستیک می‌پردازد.

فصل دوم به نفوذ پرتابه‌های صلب و فصل سوم به نفوذ پرتابه‌های فرسایشی اختصاص دارد. اثرات L/D موضوعی است که در فصل چهارم به آن پرداخته شده است.

فصل ششم کتاب که شامل بخش‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشد به مثال‌های کاربردی با استفاده از نرم افزار LS-DYNA پرداخته شده است.

این کتاب بدون کمک دانشجویان و اساتید بزرگواری که در این راه ما را کمک کرده‌اند امکان‌پذیر نبوده و در اینجا از همه‌ی کسانی که ما را در این مسیر همراهی نموده‌اند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

پیشگفتار:	۵
فصل اول	۱۹
مقدمه‌های بر مفاهیم مکانیک نفوذ و برخورد	۱۹
مقدمه	۱۹
۱-۱. تعاریف	۱۹
۲-۱. حیطه بندی مسائل برخورد	۲۰
۳-۱. طبقه بندی اهداف از نظر ضخامت:	۲۰
۴-۱. پارامترهای رنابه	۲۲
۵-۱. هندسه پرتاب	۲۲
۶-۱. مشخصات اهداف:	۲۳
۷-۱. طبقه بندی اهداف از منظر مکانیک نفوذ:	۲۳
۸-۱. نحوه‌ی استفاده از اهداف چند لایه	۲۵
۹-۱. اهداف مرکب	۲۶
۱۰-۱. مکانیزمهای شکست در اهداف	۲۶
۱۱-۱. روشهای مطالعه و تحلیل مسائل نفوذ	۲۹
فصل دوم	۳۱
پرتابه های صلب	۳۱
مقدمه:	۳۱
۱-۲. مکانیک نفوذ عمیق در اهداف مختلف	۳۱
۲-۲. نفوذ پرتابه های صلب در اهداف نیمه بینهایت	۳۲
۳-۲. بستگی تابعی شتاب منفی به سرعت	۳۵
۴-۲. ساختن مدل تحلیلی با استفاده از داده های تجربی	۳۶
۵-۲. اثرات صفحه ی رویه ی هدف	۳۹
۶-۲. شبیه سازی عددی اعتبار سنجی شتاب منفی ثابت	۳۹

- ۷-۲. مکانیزم واقعی حاکم بر تغییر سرعت میله ی صلب ۴۱
- ۸-۲. محاسبه تنش متناظر با امواج ۴۳
- ۹-۲. شتاب منفی پرتابه ی صلب آجاییو ۴۴
- ۱۰-۲. مزیت استفاده از مدل‌های شبیه سازی برای تحلیل فرآیند نفوذ ۴۵
- پرتابه‌های صلب ۴۶
- ۱۱-۲. مدل‌های تحلیلی نفوذ میله های بلند و صلب ۵۰
- ۱۲-۲. برخورد در محدودهی سرعت نظامی ۵۰
- ۱۳-۲. بار سنجی نتایج شبیه سازی ۵۵
- ۱۴-۲. توضیح بیشتر در رابطه با اهمیت Rt ۵۷
- ۱۵-۲. نفوذ پرتابه های صلب در برخورد های سرعت بالا: پدیده‌ی ۶۰
- کاویتاسیون ۶۰
- ۱۷-۲. توصیف کیفی پدیده ی کاویتاسیون ۶۵
- ۱۸-۲. مدل تحلیلی نفوذ بر روی پرتابه های صلب با سرعت بالا ۶۶
- ۱۹-۲. تحلیل بسط حفره ۷۲
- ۲۰-۲. تعیین اندازه ی C در مدل گیر ۷۳
- ۲۱-۲. توضیح بیشتر در رابطه با انطباق حفره ۷۴
- ۲۲-۲. محاسبه فشار دینامیکی وارد بر دیواره ی حفره ۷۸
- ۲۳-۲. بهینه کردن دماغه ی پرتابه ۷۹
- ۲۴-۲. نفوذ پرتابه های صلب کوتاه ۸۲
- ۲۵-۲. اثرات فاز ورودی برای پرتابه های صلب کوتاه ۸۲
- ۲۶-۲. محدودهی نفوذ "فاز ورودی" ۸۴
- ۲۷-۲. نفوذ در اهداف با Rt پایین ۸۸
- ۲۸-۲. یک مدل عددی برای اثر "فاز ورودی" ۹۱
- ۲۹-۲. مدل عددی ۹۳
- فصل سوم ۹۷
- پرتابه‌های فرسایشی ۹۷

مقدمه:	۹۷
۳-۱. نفوذ پرتابه‌های خرج‌گود	۹۷
۳-۲. تئوری هیدرودینامیکی	۱۰۰
۳-۳. اصلاحات پدیده‌ی هیدرودینامیک	۱۰۳
۳-۴. نفوذ میله‌های بلند فرسایشی	۱۰۶
۳-۵. مدل نفوذ آلن راجرز	۱۱۰
۳-۶. مدل نفوذ الکسیوسکی - تیت	۱۲۳
۳-۷. صحت سنجی مدل AT	۱۳۳
۳-۸. اثرات D ₀ و D ₁ در مدل AT	۱۳۶
۳-۹. روشی دقیق برای حل معادلات مربوط به نفوذ میله‌های بلند	۱۴۱
فصل چهارم	۱۸۳
مکانیزم شکست و نبرد	۱۸۳
مقدمه	۱۸۳
۴-۱. اهداف و مکانیزم شکست آنها	۱۸۳
۴-۲. زره‌های فلزی	۱۸۸
۴-۳. نفوذ پرتابه‌های صلب و فرسایشی در اهداف با ضخامت محدود	۱۹۲
۴-۵. تست پانل‌های ضخیم لایه‌ی پشتیبان	۲۰۶
۴-۶. بازده بالستیکی و لایه‌های پشتیبان متفاوت	۲۱۱
۴-۷. نفوذ پرتابه‌های کوتاه در اهداف سرامیک-فلز	۲۱۱
۴-۸. نفوذ میله‌های بلند در اهداف سرامیکی	۲۱۳
۴-۹. اثر ابعاد جانبی بر بازده بالستیکی	۲۱۶
۴-۱۰. نفوذ در سرامیک‌های محصور شده	۲۲۴
۴-۱۱. شبیه‌سازی عددی	۲۲۶
۴-۱۲. درک عمیق‌تر از فرآیند نفوذ در سرامیک‌ها	۲۳۵
۴-۱۳. مقاومت سرامیک‌ها در مقابل جت‌های خرج‌گود	۲۳۷
۴-۱۴. زره‌های پارچه‌ای (مواد به هم تنیده شده)	۲۴۰

۲۵۱.....	۴-۱۵. تقابل نامتقارن (برخورد مایل)
۲۵۵.....	۴-۱۶. شکست پرتابه‌های AP
۲۶۴.....	۴-۱۷. شکست پرتابه‌های بلند
۲۶۴.....	۴-۱۷-۱. سوراخ کردن ورقه‌های مایل
۲۶۵.....	۴-۱۷-۲. کمانه کردن میله‌های بلند
۲۷۲.....	۴-۱۷-۳. نفوذ میله‌های بلند در اهداف متحرک
۲۷۵.....	فصل پنجم
۲۷۵.....	اثرات سبب منظری
۲۷۵.....	مقدمه
۲۷۵.....	۵-۱. اهمیت پارامتر LD اُم
۲۷۸.....	۵-۲. نتایج اثر LD اُم بر بازده بالستیکی
۲۸۰.....	۵-۳. دیگر مدل‌های نفوذ
۲۸۶.....	۵-۴. مقیاس بندی کردن در "ستیک نهایی"
۲۹۵.....	۵-۵. نفوذ با سرعت هایپر ولانیتی
۳۰۰.....	۵-۶. مقدار آستانه‌ای نسبت به
۳۰۲.....	۵-۷. سوراخ کردن ورقه‌ها با میله‌های فرم‌یابی
۳۱۷.....	فصل ششم: مقدمه‌ای بر نرم افزار اجزاء محدود
۳۱۷.....	۱- بخش اول
۳۱۷.....	۲- مبنای روش‌های عددی در هیدروکد LS-DYNA
۳۱۸.....	۳- آشنایی با فرآیند شبیه سازی در هیدروکد LS-DYNA
۳۲۰.....	۳-۱-۲. مدل ساز ANSYSWORKBENCH
۳۲۸.....	۳-۱-۳. مدل ساز HYPERMESH
	بخش دوم: تحلیل عددی به کمک LS-DYNA R4 971 و با استفاده از روش
۳۴۳.....	لاگرانژی
۳۴۳.....	۲-۱. مقدمه
۳۴۳.....	۲-۲. شبیه سازی نفوذ دوبعدی متقارن محوری

۳۴۳.....	۱-۲-۲. مقدمه
۳۴۴.....	۲-۲-۲. مدل سازی
۳۴۷.....	۳-۲-۲. تعریف مدل مادی و معادله حالت
۳۵۲.....	۵-۲-۲. تعریف تماس (CONTACT)
۳۵۳.....	۶-۲-۲. تعریف DBASE
۳۵۴.....	۷-۲-۲. تعریف المان (*SECTION)
۳۵۴.....	۱۰-۲-۲. شرایط مرزی
۳۵۵.....	۹-۲-۲. رامترهای کنترلی
۳۵۶.....	۱۰-۲-۲. نسبت دادن
۳۵۷.....	۱۱-۲-۲. ذخیره سازی
۳۵۸.....	۱۲-۲-۲. تحلیل
۳۶۰.....	۱۳-۲-۲. خروجی
۳۶۴.....	۳-۲. مثال ۲: شبیه سازی نفوذ به بعدی به صورت مایل و قائم
۳۶۴.....	۱-۳-۲. مقدمه
۳۶۴.....	۲-۳-۲. مدل سازی
۳۶۷.....	۳-۳-۲. تعریف مدل مادی و معادله حالت
۳۶۸.....	۴-۳-۲. تعریف تماس
۳۶۹.....	۵-۳-۲. تعریف المان
۳۷۰.....	۶-۳-۲. تعریف DBASE
۳۷۰.....	۷-۳-۲. شرایط مرزی
۳۷۲.....	۸-۳-۲. پارامترهای کنترلی
۳۷۳.....	۹-۳-۲. نسبت دادن
۳۷۳.....	۱۰-۳-۲. ذخیره سازی
۳۷۳.....	۱۱-۳-۲. تحلیل
۳۷۳.....	۱۲-۳-۲. خروجی
۳۷۸.....	۴-۳. مثال ۳: شبیه سازی انفجار دو بعدی متقارن محوری

۳۷۸	 ۱-۴-۲ مقدمه
۳۷۸	 ۲-۴-۲ مدل سازی
۳۷۹	 ۳-۴-۲ تعریف مدل ماده و معادله حالت
۳۸۳	 ۴-۴-۲ تعریف SET
۳۸۳	 ۵-۴-۲ تعریف تماس
۳۸۳	 ۶-۴-۲ تعریف DBASE
۳۸۳	 ۷-۴-۲ تعریف المان
۳۸۴	 ۸-۴-۲ شرایط مرزی
۳۸۵	 ۹-۴-۲ پارامترهای کنترلی
۳۸۵	 ۱۰-۴-۲ نسبت دادن
۳۸۵	 ۱۱-۴-۲ ذخیره سازی
۳۸۵	 ۱۲-۴-۲ تحلیل
۳۸۵	 ۱۳-۴-۲ خروجی
۳۸۶	 ۵-۲ مثال ۴: شبیه سازی فریند شکست ورق تحت کشش
۳۸۶	 ۱-۵-۲ مقدمه
۳۸۷	 ۲-۵-۲ مدل سازی
۳۸۹	 ۳-۵-۲ تعریف مدل مادی
۳۹۰	 ۴-۵-۲ تعریف SET
۳۹۱	 ۵-۵-۲ تعریف DBASE
۳۹۱	 ۶-۵-۲ تعریف المان
۳۹۲	 ۷-۵-۲ تعریف DEFINE
۳۹۳	 ۸-۵-۲ شرایط مرزی
۳۹۵	 ۹-۵-۲ پارامترهای کنترلی
۳۹۵	 ۱۰-۵-۲ نسبت دادن
۳۹۵	 ۱۱-۵-۲ ذخیره سازی
۳۹۵	 ۱۲-۵-۲ تحلیل

۳۹۵	 خروجی. ۱۳-۵-۲
۳۹۸	 ۶-۲. مثال ۵: شبیه سازی AIRBAG
۳۹۸	 ۱-۶-۲. مقدمه
۳۹۸	 ۲-۶-۲. مدل سازی
۳۹۹	 ۳-۶-۲. تعریف مدل مادی
۴۰۰	 ۴-۶-۲. تعریف المان SECTION
۴۰۱	 ۵-۶-۲. تعریف فشار
۴۰۲	 ۶-۶-۲. تعریف SET
۴۰۳	 ۷-۶-۲. تعریف AIRBAG
۴۰۴	 ۸-۶-۲. تعریف DBASE
۴۰۴	 ۹-۶-۲. تعریف پارامترهای کنترلی
۴۰۴	 ۱۰-۶-۲. ذخیره سازی
۴۰۵	 ۱۱-۶-۲. تحلیل
۴۰۵	 ۱۲-۶-۲. خروجی
	بخش سوم: تحلیل عددی به کمک LS-DYNA R4 971 و با استفاده از روش
۴۰۷	 ALE
	۱-۳. مثال ۱: شبیه سازی نفوذ دو بعدی متانرین محوری به کمک
۴۰۷	 روش ALE
۴۰۷	 ۱-۱-۳. مقدمه
۴۰۷	 ۲-۱-۳. مدل سازی
۴۱۳	 ۳-۱-۳. تعریف مدل مادی و معادله حالت
۴۱۶	 ۴-۱-۳. تعریف المان
۴۱۷	 ۵-۱-۳. تعریف DBASE
۴۱۷	 ۶-۱-۳. تعریف ALE
۴۱۹	 ۷-۱-۳. تعریف شرایط مرزی
۴۲۰	 ۸-۱-۳. تعریف پارامترهای کنترلی

- ۴۲۲ ۳-۱-۹. نسبت دادن
- ۴۲۲ ۳-۱-۱۰. ذخیره سازی
- ۴۲۲ ۳-۱-۱۱. تحلیل
- ۴۲۲ ۳-۱-۱۲. خروجی
- ۴۲۴ ۳-۲: مثال ۲: شبیه سازی نفوذ خرج گود در هدف فولاد زره RHA ...
- ۴۲۵ ۳-۲-۲. مدل سازی
- ۴۳۶ ۳-۲-۳. تعریف مدل مادی و معادله‌ی حالت
- ۴۴۲ ۳-۲-۱. تعریف المان SECTION
- ۴۴۳ ۳-۲-۵. تعریف ALE
- ۴۴۴ ۳-۲-۶. تعریف شرایط مرزی
- ۴۴۵ ۳-۲-۷. تعریف پارامترهای کنترلی
- ۴۴۸ ۳-۲-۸. تعریف DIAPHRAGM
- ۴۴۹ ۳-۲-۹. تعریف نسبت دادن
- ۴۵۰ ۳-۲-۱۰. ذخیره سازی
- ۴۵۰ ۳-۲-۱۱. تحلیل
- ۴۵۰ ۳-۲-۱۲. خروجی
- ۴۵۱ ۳-۳: مثال ۳: شبیه سازی انفجار در زیر آب و تشکیل حباب
- ۴۵۱ ۳-۳-۱. مقدمه
- ۴۵۱ ۳-۳-۲. مدل سازی
- ۴۵۴ ۳-۳-۳. تعریف مدل مادی و معادله‌ی حالت
- ۴۵۹ ۳-۳-۴. تعریف ALE
- ۴۶۰ ۳-۳-۶. تعریف DBASE
- ۴۶۰ ۳-۳-۷. تعریف پارامترهای کنترلی
- ۴۶۱ ۳-۳-۸. تعریف SET
- ۴۶۲ ۳-۳-۹. تعریف شرایط مرزی
- ۴۶۵ ۳-۳-۱۰. نسبت دادن

۴۶۵	 ذخیره سازی ۱۱-۳-۳
۴۶۵	 تحلیل ۱۲-۳-۳
۴۶۵	 خروجی ۱۳-۳-۳
۴۶۹	 بخش چهارم
	۴-۱- مثال ۱: شبیه سازی برخورد (ضربه) به کمک روش بدون مش بندی
۴۶۹	 SPH
۴۶۹	 ۱-۱-۴ مقدمه
۴۶۹	 ۱-۱-۴ مدل سازی
۴۷۱	 ۴-۱-۳ تعریف ال مادی و معادله حالت
۴۷۴	 ۴-۱-۴ تعریف شرایط مرزی
۴۷۵	 ۴-۱-۵ تعریف المان
۴۷۶	 ۴-۱-۶ تعریف پارامترهای کنترل
۴۷۹	 ۴-۱-۷ تعریف DBASE
۴۷۹	 ۴-۱-۸ نسبت دادن
۴۷۹	 ۴-۱-۹ ذخیره سازی
۴۷۹	 ۴-۱-۱۰ تحلیل
۴۸۰	 ۴-۱-۱۰ خروجی
	۴-۲- مثال ۲: شبیه سازی پدیده انفجار به کمک روش بدون مش بندی
۴۸۱	 هیدرو دینامیک ذرات هموار SPH
۴۸۱	 ۴-۲-۱ مقدمه
۴۸۱	 ۴-۲-۲ مدل سازی
۴۸۲	 ۴-۲-۳ تعریف مدل مادی و معادله ی حالت
۴۸۴	 ۴-۲-۴ تعریف المان SECTION
۴۸۵	 ۴-۲-۵ تعریف DBASE
۴۸۵	 ۴-۲-۶ تعریف پارامترهای کنترلی
۴۸۵	 ۴-۲-۷ تعریف شرایط مرزی

- ۴۸۶ ۴-۲-۸. نسبت دادن
- ۴۸۶ ۴-۲-۹. ذخیره سازی
- ۴۸۶ ۴-۲-۱۰. تحلیل
- ۴۸۷ ۴-۲-۱۱. خروجی