

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

آنالیز دینامیک غیرخطی به کمک نرم افزار

# LS-DYNA

تألیف

**دکتر مجید شہروی**

(عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت)

**مهندس احمد رحمتی علایی**

(کارشناس ارشد از دانشگاه علم و صنعت)



سرشناسه	شهری، مجید، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدیدآور	آنالیز دینامیک غیرخطی به کمک نرم افزار LS-DYNA
مشخصات نشر	تالیف مجید شهری، احمد رحمتی علیایی.
مشخصات ظاهری	تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۳.
شابک	ص: ۲۰۸، مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	۱۵۰۰۰۰ ریال: ۹-۱۶۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
موضوع	فیبا
موضوع	نرم افزار ال. اس. داینا
موضوع	روش المان های محدود -- نرم افزار
موضوع	دینامیک غیر خطی -- نرم افزار
شناسه افزوده	رحمتی علیایی، احمد، ۱۳۶۸ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۳ / ۹۳ / ۳۴۷ TA
رده بندی دیویی	۶۲۰ / ۰۰۱۵۱۵۳۵
شماره کتابشناسی ملی	۳۳۲۶۲۸

آنالیز دینامیک غیرخطی به کمک نرم افزار

**LS-DYNA**



تالیف	مجید شهری - احمد رحمتی علیایی
مدیر تولید	مجید رضا زروئی
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۳
تیراژ	۵۰۰
چاپ و صحافی	نفیس
قیمت	۱۵۰۰۰۰ ریال
شابک	۹-۱۶۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات: تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین لبافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰

تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

نمایندگی: خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صناعی

تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

ایمیل و وبسایت: [www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است، مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به مولفان می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از مولفان ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

تقدیم بہ

وجود مبارک زیبا ترین یوسف خلقت، موعود مہربانی ہا

## حضرت مہدی (عج)

کہ لحظہ لحظہ حیاطان را وادار اویم چرا کہ "بِیْمْنِهِ رُزِقَ الْوَرَى"

(بہ امید دیدار عصر طلایی ظہور و توفیق در مسیر خدمتگزاری بہ ساحت مقدس و نازنین ایشان)



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
<b>فصل اول: معرفی نرم افزار LS-DYNA</b>	
۹	۱-۱- مقدمه
۱۰	۲-۱- تاریخچه پیدایش نرم افزار LS-DYNA
۱۰	۳-۱- توان مندی های نرم افزار LS-DYNA
۱۱	۱-۳-۱- انواع تحلیل ها و شبیه سازی ها
۱۲	۲-۳-۱- مرجع جامع مدل های مواد
۱۲	۳-۳-۱- مرجع جامع المان ها
۱۳	۴-۳-۱- الگوریتم های تماس و برخورد
۱۳	۵-۳-۱- کاربردها
<b>فصل دوم: آشنایی با ANSYS LS-DYNA</b>	
۱۵	۱-۲- الگوریتم کلی فرایند شکل دهی با ANSYS LS-DYNA
۱۷	۲-۲- شبیه سازی فرایند غلتکی با ANSYS LS-DYNA
<b>فصل سوم: شبیه سازی از پیش پردازش گر تا پس پردازش گر LS-DYNA</b>	
۳۳	۱-۳- آشنایی با LS-PrePost و LS-DYNA
۳۵	۱-۱-۳- فایل ورودی به حل گر LS-DYNA
۳۸	۲-۳- آشنایی گام به گام با روند شبیه سازی
۳۹	۱-۲-۳- شبیه سازی اول: تیر یک سر گیردار ساده تحت نیروی Ramp
۵۸	۲-۲-۳- شبیه سازی دوم: ضربه ی گلوله به یک صفحه ی تخت
۷۲	۳-۲-۳- شبیه سازی سوم: کمانش استوانه ی جدار نازک
<b>فصل چهارم: آشنایی با دستورات کاربردی برنامه ی LS-PrePost</b>	
۸۷	۱-۴- ویرایش و اصلاح المان بندی
۸۷	۱-۱-۴- معرفی دستورات Create, Delete, Split, Smooth, Translate و Reflect
۹۶	۲-۱-۴- آشنایی با دستور Block Mesher
۱۰۱	۲-۴- پس پردازش گر LS-PrePost
<b>فصل پنجم: تحلیل های کاربردی (صنعتی - نظامی)</b>	
۱۱۹	۱-۵- شبیه سازی پدیده ی انفجار
۱۱۹	۱-۱-۵- شبیه سازی نیروهای حاصل از انفجار بر روی یک صفحه
۱۲۹	۲-۱-۵- شبیه سازی انفجار گلوله دارای خرج گود

۱۴۴	۵-۱-۳- شبیه‌سازی انفجار محفظه‌ی فولادی در هوای پیرامون
۱۵۲	۵-۱-۴- شبیه‌سازی انفجار در زیر آب
۱۵۹	۵-۲- شبیه‌سازی پدیده‌ی نفوذ: گلوله‌ی میله‌ای بلند
۱۶۵	۵-۳- شبیه‌سازی کیسه‌ی هوای خودرو
۱۸۲	۵-۴- شبیه‌سازی تماس چرخ و ریل
۱۸۳	۵-۴-۱- مروری بر تئوری تماس هرتز
۱۸۴	۵-۴-۲- روند شبیه‌سازی تماس چرخ و ریل در LS-DYNA
۱۹۵	مراجع
۱۹۶	پیوست‌ها

## پیش‌گفتار مؤلفان

امروزه روش اجزای محدود به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های عددی در حل مسائل مختلف مهندسی به کمک رایانه شناخته می‌شود. نرم‌افزارهای متعددی در حوزه‌های متفاوت از جمله مهندسی مکانیک، عمران، هوافضا، صنایع دفاعی و نظامی بر این روش استوارند. یکی از حل‌گرهای اجزای محدود بسیار قدرتمند که برای شبیه‌سازی پدیده‌های دینامیکی پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد، حل‌گر LS-DYNA است. حوزه‌ی کاربرد نرم‌افزار LS-DYNA بسیار گسترده‌تر از تألیف یک کتاب می‌باشد، لذا کتاب حاضر ضمن معرفی مبانی نرم‌افزار LS-DYNA، کاربردهای صنعتی و نظامی این نرم‌افزار را در پدیده‌های برخورد، نفوذ و انفجار بررسی می‌نماید و اطلاعات مفیدی را در اختیار مهندسان مکانیک، خودرو، راه‌آهن، هوافضا، عمران (سازه، سازه‌های دریایی، زلزله، ژئوتکنیک) و معدن قرار خواهد داد.

متأسفانه با وجود قابلیت‌های زیاد این نرم‌افزار تاکنون مرجع آموزشی فارسی مناسب برای آن ارائه نشده است و احتمالاً این اثر اقدامی نوین در آموزش آن به شمار می‌آید. به رغم تلاش و وسواس صورت گرفته در تألیف اثری با کمترین خطا و اشتباه، از شما خوانندگان گرامی تقاضا نمودیم با ارائه‌ی نظرات خود ما را در تصحیح و تکمیل این کتاب در ویرایش‌های بعدی یاری فرمایید.

در نگارش این کتاب سعی شده است از شیوه‌ی کتاب کار استفاده شود، به این صورت که پس از معرفی کلیاتی از نرم‌افزار، منوها و دستورات در قالب مثال‌های حل شده بیان شده است. هرچند مطالب هر فصل این کتاب به صورت مجزا و بدون ارجاع به فصول قبلی ارائه گردیده است، توصیه می‌شود در مطالعه‌ی این کتاب ترتیب فصول رعایت شود.

نتایج به دست آمده در این شبیه‌سازی‌ها همانند تمامی کد منبع‌های المان محدود به هیچ‌وجه قابل اطمینان جهت کاربردهای بعدی نیست و ضرورتاً باید با نتایج تست‌های آزمایشگاهی و یا پاسخ‌های تحلیلی، اعتبارسنجی و کالیبره شوند.

به منظور استفاده‌ی بهتر از این کتاب و هم‌چنین انجام پروژه‌های صنعتی و آموزش نرم‌افزار می‌توانید از تارنمای اینترنتی زیر استفاده نمایید. امید است این اثر بتواند سهمی هرچند ناچیز در توسعه و پیشرفت علمی-صنعتی کشور عزیزمان داشته باشد. در پایان از زحمات مهندس محسن غضنفری، مهندس حامد بنی‌هاشمی و تمامی بزرگوارانی که ما را در تدوین این کتاب به صورت مستقیم و غیر مستقیم یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

مجید شهریوی

احمد رحمتی علایی

[www.A-Rahmati.ir](http://www.A-Rahmati.ir)

[www.railway-iust.blogfa.com](http://www.railway-iust.blogfa.com)

[ahmadrahmati16@gmail.com](mailto:ahmadrahmati16@gmail.com)

[m\\_shahravi@iust.ac.ir](mailto:m_shahravi@iust.ac.ir)