

برنامه های کاربردی در

دینامیک سازه و مهندسی زلزله

با استفاده از MATLAB

گردآوری | تدوین | تالیف

دکتر رضا جمالیپور

عضو هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی واحد کرج

انتشارات منشور آذین





سرشناسه

: جمالپور، رضا، ۱۳۳۹ -

عنوان و نام پدیدآور

: برنامه‌های کاربردی در دینامیک سازه و مهندسی
زلزله با استفاده از MATLAB / گردآوری، تدوین و
تالیف رضا جمالپور.

مشخصات نشر

: تهران: منشور آذین، ۱۳۹۹.

مشخصات ظاهری

: ۲۹۲ ص.

شابک

: ۹۷۸-۶۲۲-۹۹۷۰۸۷-۴

وضعیت فهرست نویسی

: فیپا

موضوع

: دینامیک سازه‌ها

موضوع

: Structural dynamics

موضوع

: دینامیک سازه‌ها -- برنامه‌های کامپیوتری

موضوع

: Structural dynamics -- Computer programs

موضوع

: زلزله - مهندسی

موضوع

: Earthquake engineering

رده بندی کنگره

: TA۶۵۴

رده بندی دیویی

: ۶۲۴/۱۷۱

شماره کتابشناسی ملی

: ۶۱۲۱۵۴۲

عنوان: برنامه‌های کاربردی در دینامیک سازه و مهندسی زلزله با استفاده از MATLAB
نویسنده: رضا جمالپور - Reza Jamalpour

ناشر: منشور آذین

حروف نگاری و صفحه آرایی: رضا جمالپور

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۹

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: به همراه CD ۷۵۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: آذین

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۹۷۰۸-۷-۴

شماره کتابشناسی ملی: ۶۱۲۱۵۴۲



پیش گفتار

بسیاری از بارهای وارده به سازه ها تابع زمان هستند، مانند بارناشی از زلزله، نیروی باد، نیروی ناشی از امواج بر سازه های دریایی، نیروی ناشی از اثر انفجار، بارهای متحرک ترافیکی، نیروهای حاصل از ماشین آلات صنعتی روی فنداسیون و... اینگونه بارها در اصطلاح مهندسی تحت عنوان بارهای دینامیکی شناخته می شوند. بدیهی است در هنگام تاثیر اینگونه نیروها (بارهای دینامیکی) بر سازه، بازتاب سازه نیز تابعی از زمان و رفتار آن بصورت ارتعاشی خواهد بود. سیستم های ارتعاشی را می توان بر حسب نوع مدل ریاضی، به سیستم های پیوسته دارای بی نهایت درجه آزادی و یا سیستم های ناپیوسته دارای تعداد درجات آزادی معین، تقسیم بندی نمود. بهر حال در هریک از تقسیم بندی های فوق، ابتدا می بایست با روش ها و متدهای مشخص معالات تعادل دینامیکی را (که تابع زمان هستند) تشکیل داده سپس معالات فوق را با روش های مربوطه حل نمود. تا کنون روش های مختلف، برای حل مسائل دینامیکی اعم از سیستم های پیوسته و ناپیوسته ارائه شده است که عمدتاً نیازمند انجام محاسبات عددی و طولانی بوده که برنامه ها و نرم افزارهای مختلفی برای حل آنها ارائه شده است.

نرم افزارهای برنامه نویسی طی دهه های اخیر، توجه بسیاری از مهندسين، طراحان و پژوهشگران را به خود جلب کرده اند. حال حاضر در میان نرم افزار ها های برنامه نویسی کمتر نرم افزاری را می توان یافت که به قدرتمندی و انعطاف پذیری MATLAB باشد. قابلیت های توانمندی های مختلف این نرم افزار اعم از انجام عملیات ریاضی به ویژه ماتریسی، عملیات ریاضی سمبولیک، قابلیت های حل معادلات بصورت پارامتریک، وجود رابط گرافیکی و قابلیت های مختلف استفاده از آن برای مدیریت ورودی ها و خروجی های برنامه ها، نوشته شده، قدرت عجیب آن در استفاده از سیمولینک، این نرم افزار را از تمامی نرم افزارهای مشابه خود متمایز کرده است.

علاوه بر ویژگیهای فوق امکان کد نویسی در آن، لینک کردن آن با تمامی نرم افزارها و مدیریت آنها در این نرم افزار، جذابیت ویژه ای را ایجاد کرده است بطوریکه تقریباً تمامی رشته های مهندسی و در هر سطح، خود را نیازمند آن می دانند. قابلیت این نرم افزار در انواع تحلیل های شبکه ای، شبکه ای فازی و وجود توابع و کتابخانه منحصر بفرد، به جذابیت آن، برای پژوهشگران علوم اجتماعی نیز افزوده است. وجود انواع بلوکهای آماده، قابلیت ایجاد آنها، استفاده از ماژول های آماده و فراخوانی آنها از سایت رسمی نرم افزار MATLAB، به فراگیر شدن کاربرد این نرم افزار کمک شایانی کرده است.

همه امتیازات فوق و بسیاری از قابلیت و امکانات دیگر این نرم افزار که در این مجال قابل بازگو نیست، مرا بر آن داشت که با بهره گیری و گردآوری کتب، مراجع و منابعی که از این نرم افزار در امور مهندسی عمران و مکانیک و رشته های مرتبط با آنها استفاده کرده اند و با نگاه دینامیک سازه و مهندسی زلزله، به مسائل معمول در دینامیک سازه ها و مهندسی زلزله، برای آنها کد نویسی شده و ضمن ارائه مختصری از مفاهیم فیزیکی و ریاضی آنها، کدهای نوشته شده در MATLAB ارائه گردد و در ضمن CD و فایل کدهای نوشته شده نیز جهت استفاده بهتر تقدیم علاقمندان گردد.

در این کتاب سعی بر این است که خواننده محترم ضمن آشنایی با موضوعات مختلف در دینامیک سازه و مهندسی زلزله، با برخی از الگوریتم ها و روش حل آنها آشنا شده و سپس با برنامه های آماده، کدهای از پیش نوشته شده و ارائه شده در نرم افزار قدرتمند و جامع MATLAB، ضمن حل مسائل و یادگیری آنها، امکان بازنویسی (اصلاح و تغییر کدها) برای مقاصد شخصی را داشته باشد.

امید است این اندک تلاش، مورد رایت علاقمندان قرار گیرد. از آنجائیکه هر نوشته ای بدون خطا نخواهد بود، بسیار مفتخر تمام بودم چنانچه خوانندگان محترم، خصوصاً دانشجویان ارجمند و پژوهشگران گرامی، ضمن ارائه اشتباهات انفرادی افتاده در متن کتاب، کدها، فرانس ها، و یا هر اشتباهی که در بخش های مختلف روی داده است، نظرات، پیشنهادات خویش و یا کدهایی که در این زمینه شخصاً نوشته و علاقمند هستند که در این کتاب عرضه شود، بفرمایند. به اینجانب جهت هر چه بهتر شدن چاپ های آتی ارائه نمایند.

رضا جمالیپور

دانشگاه فنی و مهندسی واحد کرج

فهرست

- فصل اول

۳	۱- آشنایی با زبان برنامه نویسی MATLAB
۳	۲- معرفی MATLAB و امکانات
۵	۳-۱- معرفی قضا و ساختار کلی MATLAB
۵	۳-۱-۱- میز و محیط کار MATLAB
۵	۳-۱-۲- کتابخانه توابع
۵	۳-۱-۳- زبان برنامه
۵	۳-۱-۴- خواص گرافیکی
۶	۳-۱-۵- واسط بیرونی
۶	۴-۱- کاربرد MATLAB در مهندسی عمران
۶	۵-۱- کاربرد MATLAB در دینامیک سازه
۷	۶-۱- شروع کار با MATLAB
۷	۶-۱-۱- اجرای نرم افزار و آشنایی با محیط آن
۸	۷-۱- عملیات ماتریسی و آرایه ها
۸	۷-۱-۱- آرایه ها
۹	۷-۱-۲- ماتریس ها
۹	۷-۱-۳- توابع ماتریسی
۱۱	۷-۱-۴- عملیات ماتریسی
۱۲	۷-۱-۵- ماتریس های خاص
۱۳	۷-۱-۶- ضرب های خاص
۱۴	۸-۱- چند جمله ای ها
۱۶	۹-۱- توابع ریاضی MATLAB
۱۷	۱۰-۱- رشته های متنی
۱۹	۱۱-۱- برنامه نویسی با MATLAB
۱۹	۱۱-۱-۱- مقدمه
۲۰	۱۱-۱-۲- عملگرها

- ۱-۱-۱-۱۱-۲-۱ - عملگرهای رابطه ای ۲۰
- ۱-۱-۱-۱۱-۲-۲ - عملگرهای منطقی ۲۱
- ۱-۱-۱-۱۱-۲-۳ - عملگر xor(x,y) or انحصاری ۲۲
- ۱-۱-۱-۱۱-۲-۴ - any(x) ۲۲
- ۱-۱-۱-۱۱-۲-۵ - all(x) ۲۲
- ۱-۱-۱-۱۱-۳ - معرفی حلقه و ساختارهای شرطی ۲۳
- ۱-۱-۱-۱۱-۳-۱ - حلقه while ۲۳
- ۱-۱-۱-۱۱-۳-۲ - حلقه for ۲۳
- ۱-۱-۱-۱۱-۳-۳ - ساختار شرطی if-else ۲۴
- ۱-۱-۱-۱۱-۳-۴ - ساختار شرطی switch-case ۲۵
- ۱-۱۲ - انواع خطا ۲۵
- ۱-۱۳ - رسم توابع ۲۶
- ۱-۱۳-۱ - دستور plot ۲۶
- ۱-۱۳-۲ - دستور grid ۲۶
- ۱-۱۳-۳ - دستور hold on ۲۷
- ۱-۱۳-۴ - دستور hold off ۲۷
- ۱-۱۳-۵ - دستور subplot ۲۸
- ۱-۱۳-۶ - دستور رسم توابع سه بعدی ۲۹
- ۱-۱۳-۶-۱ - دستور surf(x,y,z) ۲۹
- ۱-۱۳-۶-۲ - دستور mesh(x,y,z), mesh(z), meshz(x,y,z,c) ۳۰
- ۱-۱۴ - عملیات سیمبولیک در MATLAB ۳۲
- ۱-۱۴-۱ - مقدمه ۳۲
- ۱-۱۴-۲ - تعریف یک متغیر سیمبولیک ۳۲
- ۱-۱۴-۳ - ساده سازی، فاکتور گیری و مقداردهی عبارات ۳۳
- ۱-۱۴-۴ - رسم توابع سیمبولیک ۳۵
- ۱-۱۴-۵ - حل معادلات جبری ۳۶
- ۱-۱۴-۶ - مشتق گیری ۳۶
- ۱-۱۴-۷ - انتگرال گیری ۳۸

۴۰	۸-۱۴-۱ - سری تیلور
۴۰	۹-۱۴-۱ - محاسبه مجموع
۴۰	۱۰-۱۴-۱ - حد
۴۲	۱۱-۱۴-۱ - تبدیل لاپلاس
۴۲	۱۲-۱۴-۱ - معادلات دیفرانسیل
۴۳	۱-۱۲-۱۴-۱ - تعریف شرایط اولیه و شرایط مرزی
۴۵	۱۳-۱۴-۱ - جبر خطی سیمبولیک
۴۵	۱-۱۳-۱۴-۱ - جبر چند جمله ای مشخصه و محاسبه ریشه ها
۴۶	۱۵-۱ - رابط گرافیکی GUI
۴۶	۱-۱۵-۱ - جبر یک مثال رابط گرافیکی کاربر
۴۷	۱-۱۵-۱ - مراحل انجام کار
۵۵	۱-۱۶-۱ - سیمولینک SIMULINK
۵۵	۱-۱۶-۱ - مقدمه
۵۶	۲-۱۶-۱ - حل یک معادله دیفرانسیل به کمک سیمولینک
۶۶	منابع و مراجع فصل

فصل دوم

۷۰	۲- مروری بر دینامیک سازه و مهندسی زلزله
۷۱	۱-۲ - مقدمه
۷۱	۲-۲ - تعادل
۷۲	۱-۲-۲ - تعادل استاتیکی
۷۲	۲-۲-۲ - تعادل دینامیکی
۷۳	۱-۲-۲-۲ - نیوتن
۷۳	۲-۲-۲-۲ - اولر
۷۳	۳-۲-۲-۲ - دالامبر
۷۴	۴-۲-۲-۲ - هامیلتون
۷۴	۳-۲ - دینامیک سازه ها

۲-۴- تحلیل دینامیکی سازه ها	۷۵
۲-۵- زلزله یک پدیده طبیعی	۷۶
۲-۶- دلایل بروز زلزله و لرزه خیزی ایران	۷۷
۲-۷- نیروهای حاصل از زلزله	۷۹
۲-۸- ثبت و اندازه گیری امواج زلزله	۸۰
۲-۹- نحوه تاثیر نیروهای زلزله بر سازه	۸۰
۲-۱۰- تحلیل سازه ها در برابر زلزله	۸۱
منابع و مراجع فصل	۸۳

فصل دوم

۲- برنامه های کاربردی استفاده از MATLAB	۸۶
۳-۱- مقدمه	۸۷
۳-۲- برنامه های کاربردی	۸۷
۳-۳- کدنویسی کاربردی	۸۷
۳-۳-۱- برنامه ترسیم جابجایی، سرعت و شتاب بر حسب زمان	۸۸
۳-۳-۲- برنامه ارتعاش آزاد بر روی سیستم یک درجه آزاد	۹۱
۳-۳-۳- برنامه پیدا کردن بازتاب سازه تحت بار هارمونیک	۹۶
۳-۳-۴- برنامه محاسبه ضریب بزرگ نمائی MF و TR و $\frac{MX}{me}$	۱۰۰
۳-۳-۴-۱- برنامه محاسبه ضریب شدت MF	۱۰۰
۳-۳-۴-۲- برنامه محاسبه ضریب $\frac{M_A}{e}$	۱۰۱
۳-۳-۴-۳- برنامه محاسبه محاسبه ضریب T_1	۱۰۲
۳-۳-۵- برنامه ارزیابی دامنه و زاویه فازی	۱۰۵
۳-۳-۶- برنامه بدست آوردن بازتاب ماکزیمم برای پالس چرخه ای نیم سینوسی	۱۱۰
۳-۳-۷- برنامه محاسبه بازتاب برای بار پله ای	۱۱۴
۳-۳-۸- برنامه برای پیدا کردن طیف بازتاب برای هر بارگذاری پالسی	۱۱۷
۳-۳-۹- برنامه بازتاب دینامیکی سیستم یک درجه آزادی با درون یابی	۱۲۳
۳-۳-۱۰- برنامه بازتاب دینامیکی سیستم یک درجه آزادی روش تفاوت مرکزی	۱۲۹

۱۳۵	۳-۳-۱۱- برنامه بازتاب دینامیکی سیستم یک درجه آزادی با روش رونگه - کوتا
۱۴۳	۳-۳-۱۲- برنامه بازتاب دینامیکی توسط روش شتاب ثابت
۱۵۱	۳-۳-۱۳- برنامه بازتاب دینامیکی توسط روش شتاب خطی
۱۵۷	۳-۳-۱۴- برنامه برنامه روش نیومارک برای سیستم های خطی
۱۶۳	۳-۳-۱۵- برنامه بازتاب دینامیکی توسط روش ویلسون - تتا ($W - \theta$)
۱۷۰	۳-۳-۱۶- برنامه بازتاب دینامیکی تحریک پایه روش ویلسون - تتا ($W - \theta$)
۱۷۸	۳-۳-۱۷- برنامه بازتاب دینامیکی روش عمومی ویلسون - تتا ($W - \theta$)
۱۸۵	۳-۳-۱۸- برنامه بازتاب سیستم یک درجه آزادی الاستیک - پلاستیک
۱۹۳	۳-۳-۱۹- برنامه حل ارتعاش آزاد غیر میرا سیستم دو درجه آزاد
۲۰۰	۳-۳-۲۰- برنامه حل معادلات دیفرانسیل کوپله
۲۰۲	۳-۳-۲۱- برنامه بازتاب جابجایی سیستم دو درجه آزادی میرا تحت بار ارتعاشی
۲۰۵	۳-۳-۲۲- برنامه پیداکردن فرکانس ها و مد شکل های نرمالایز شده
۲۰۶	۳-۳-۲۳- تعامد مدها نسبت به ماتریس های جرم و سختی
۲۰۷	۳-۳-۲۴- نرمالایز سازی مدها
۲۱۰	۳-۳-۲۵- برنامه ارزش اثر زاد سیستم چنددرجه آزادی با میرایی عمومی
۲۱۴	۳-۳-۲۶- برنامه سیستم چنددرجه آزادی با میرایی تعمیم یافته با روش نیومارک
۲۱۸	۳-۳-۲۷- برنامه سیستم سه درجه آزادی تحت بار ارتعاشی با روش رانگه - کوتا
۲۲۱	۳-۳-۲۸- برنامه بازتاب دینامیکی با استفاده از سوپروپوزیشن (ترکیب) مدها
۲۲۸	۳-۳-۲۹- برنامه پیداکردن بازتاب دینامیکی سیستم چند درجه آزادی با روش انتگرال گیری مستقیم (روش نیومارک)
۲۳۳	۳-۳-۳۰- برنامه ارتعاش آزاد خریاها
۲۴۰	۳-۳-۳۱- برنامه پیدا کردن فرکانس طبیعی تیرها و پدیده های صاب
۲۴۴	۳-۳-۳۲- برنامه پیدا کردن فرکانس طبیعی تیر تیموشنکو
۲۵۱	۳-۳-۳۳- برنامه ارتعاش آزاد تیر اولری
۲۵۶	۳-۳-۳۴- برنامه حل مسئله ارتعاش آزاد تیر غیر منشوری با بدون بار دور
۲۶۱	۳-۳-۳۵- برنامه تحلیل ارتعاش آزاد تیر تیموشنکو
۲۶۶	۳-۳-۳۶- برنامه ترسیم طیف برای هر زلزله مشخص
۲۷۲	۳-۳-۳۷- برنامه ترسیم طیف سه جانبه
۲۷۸	منابع و مراجع فصل