بسم الله الرحمن الرحیم

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته

مهندسی عمران گرایش سازه

انتخاب بهینه شتابنگاشت‌ها برای تحلیل دینامیکی سازه‌ها

دانشجو:

سعیده سیف

استاد راهنما:

دکتر جعفر کیوانی

استاد مشاور:

دکتر محسن شهروزی

دی ماه ۱۳۸۸

تقدیم به:

پدر و مادر

خواهر و برادرانم

به پاس همه مهربانی ها و دلگرمی هایشان

باتقدیر و تشکر از

اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر کیوانی و جناب آقای دکتر شهروزی و تمام دوستانی که در

انجام این مهم مرا یاری نمودند.

چکیده:

کاربرد تحلیل‌های غیرخطی و تاریخچه زمانی دینامیکی برای یک ساختمان نیازمند تعیین شتابنگاشت‌های مبنا می‌باشد. در مواردی از این قبیل، یک راه حل کاربردی انتخاب تعداد محدودی زلزله از مجموعه رکوردهای زمین لرزه های گذشته است، به طوری که طیف حاصل از مجموعه آن‌ها از حداکثر مطابقت با طیف مبنا در استاندارد طراحی برخوردار باشد تا با حجم محاسبات کمتر تصمیم گیری بهتری براساس پاسخ‌های حاصل با وجاهت آیین نامه‌ای طراحی تأمین گردد. اگر تعداد شتابنگاشت‌های مجاز برای تحلیل یک سازه زیاد باشد، تعداد ترکیبات ۳ تا ۷ تایی از این رکوردها بسیار زیاد خواهد شد. به همین دلیل در این پایان نامه برنامه‌هایی تهیه شد که با استفاده از بهینه‌یابی گسسته الگوریتم ژنتیک با شیوه نوین رمزدهی نشانه‌ای و ویژه سازی آن برای رمزدهی دودویی بهترین ترکیب ۷ تایی از مجموعه رکوردهای نمونه با تعداد کافی زوج رکورد زلزله را انتخاب می‌کنند. در حالتی دیگر علاوه بر انتخاب شتابنگاشت‌ها ضرایب مقیاسی هم به آن‌ها اختصاص داده شد تا این طیف ترکیبی هموارتر و به طیف هدف نزدیکتر شود. این الگوریتم‌ها با دو روش رمزدهی نشانه‌ای و دودویی هستند. نتایج الگوریتم‌ها هم در حالت انتخاب تنها و هم در تغییر ضرایب مقیاس با یکدیگر و نیز با حالت تصادفی و پیشنهاد آیین نامه مقایسه گردیدکه بهبود چشمگیری توسط روش ویژه سازی شده در این پایان نامه بدست آمد.

کلمات کلیدی: شتابنگاشت، رمزدهی، الگوریتم ژنتیک، تحلیل طیفی، بهینه یابی، طراحی مقاوم لرزه ای

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- تعریف مسئله و بیان موضوع ۲

۱-۱-۲- ضرورت و اهمیت تحقیق ۳

۱-۱-۳- روش و مراحل اجرای تحقیق ۳

فصل دوم: شتابنگاشت‌ها و مبانی تولید طیف‌ها

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- زلزله چیست؟ ۶

۲-۲-۱- مکانیزم تولید زلزله ۶

۲-۲-۲- نحوه تأثیر نیروی زلزله به سازه ۶

۲-۲-۳- تحلیل ریسک زلزله و تعیین زلزله طرح ۷

۲-۲-۴- استفاده از تاریخچه‌های زمانی زمین لرزه‌ها ۸

۲-۳- تحلیل دینامیکی سازه‌های یک درجه آزادی تحت اثر نیروی کلی (اختیاری) ۹

۲-۳-۱- روش‌های عددی برای محاسبه انتگرال دیوهامل ۱۲

۲-۳-۱-۱- حل عددی انتگرال دیوهامل ۱۲

۲-۳-۱-۲- روش تفاضل مرکزی ۱۲

۲-۳-۱-۳- روش نیومارک ۱۳

۲-۴- کاربرد طیف‌ها ۱۳

۲-۴-۱- مقیاس کردن تاریخچه‌های زمانی در حوزهٔ زمان و فرکانس ۱۴

۲-۴-۲- مفهوم طیف پاسخ (طیف بازتاب) ۱۴

۲-۴-۲-۱- کمیت‌های پاسخ ۱۵

۲-۴-۲-۲- ساخت طیف پاسخ (طیف بازتاب) ۱۷

۲-۵- برنامه خاص تهیه شده برای تولید طیف‌های پاسخ ۲۱

۲-۵-۱- روش‌های تهیه طیف در این برنامه ۲۱

۲-۵-۲- قیدهای روش‌های تولید طیف پاسخ ۲۲

۲-۵-۳- نتایج حاصل از هر روش تولید طیف و مقایسه نتایج ۲۳

فصل سوم: مبانی بهینه یابی و الگوریتم‌های فرا ابتکاری

۳-۱- مقدمه ۲۵

۳-۲- بهینه‌سازی و تقسیم‌بندی روش‌های آن ۲۵

۳-۲-۱- تابع هدف ۲۵

۳-۲-۲- قیدهای طراحی (شرایط محدود کننده) ۲۶

۳-۳- روش‌های فرا ابتکاری جستجوی بهینه ۲۹

۳-۳-۱- آلگوریتم جامعه مورچگان (ACO) ۳۰

فصل چهارم: پیشینه و مبانی نظری تحقیق

۴-۱- روش آیین نامه برای مقیاس سازی ۳۲
۴-۲- یافتن ضرایب مقیاس با استفاده از بهینه‌یابی ۳۲
۴-۳-بحث و بررسی ۳۸

فصل پنجم: پیاده سازی الگوریتم ژنتیک و ترکیب آن با روال تولید طیف

۵-۱- تاریخچه و روش کلی الگوریتم ژنتیک ۴۰
۵-۱-۱- الگوریتم ژنتیک چیست؟ ۴۰
۵-۲- مفاهیم پایه ۴۱
۵-۲-۱- فضای جستجو ۴۲
۵-۲-۲- تولید سلول‌های جدید ۴۶
۵-۲-۳- انواع روش‌های انتخاب ۴۷
۵-۲-۳-۱- روش چرخ رولت ۴۷
۵-۲-۳-۲- روش رقابتی ۴۸
۵-۲-۳-۳- روش رتبه بندی ۴۹
۵-۲-۳-۴- روش حالت پایدار ۴۹
۵-۲-۴- مفهوم نخبه گزینی ۵۰
۵-۲-۵- عملگر پیوند ۵۰
۵-۲-۵-۱- نرخ پیوند(p_c) ۵۱
۵-۲-۶- عملگر جهش ۵۱
۵-۲-۶-۱- نرخ جهش (P_m) ۵۲
۵-۲-۷- شرط توقف الگوریتم ۵۲
۵-۳- ساختارهای متداول الگوریتم ژنتیک ۵۳
۵-۴- شباهت‌ها و تفاوت‌های GA با روش‌های قدیمی بهینه‌سازی ۵۵
۵-۵- الگوریتم ژنتیک در مقایسه با سایر روش‌ها ۵۶
۵-۶- روند انجام و محدوده مورد مطالعه در این تحقیق ۵۶
۵-۶-۱- بردارهای متغیر طرح (تعریف و پیاده سازی فضای ژنتیک) ۵۸
۵-۶-۲- ویژه سازی‌ها و راه حل‌های ارائه شده برای برآورده کردن قیدها ۶۱
۵-۶-۲-۱- ویژه سازی‌های برنامه های با رمزدهی عدد صحیح ۶۲
۵-۶-۲-۲- ویژه سازی برنامه با رمزدهی دودویی ۶۳
۵-۶-۳- تابع هدف ۶۵

فصل ششم: انتخاب و اجرای مثال‌ها و ترکیب آن با روال تولید طیف

۶-۱- انتخاب و اجرای مثال‌ها و بررسی نتایج ۶۹
۶-۲-۱- انتخاب دسته شتابنگاشت‌ها ۶۹
۶-۲-۲- پارامترهای کنترلی الگوریتم ژنتیک ونتایج بهینه‌یابی با استفاده از این پارامترها ۶۹
۶-۳- نتایج اجرای برنامه‌ها ۷۰
۶-۶-۱-۱- رمزدهی دودویی، فقط انتخاب بهترین ترکیب (binary- pop) ۷۲

۶-۶-۱-۲- رمزدهی دودویی، انتخاب بهترین ترکیب با اختصاص ضرایب (binary- pop- fact) ۸۰
۶-۶-۱-۳- رمزدهی عدد صحیح، انتخاب بهترین ترکیب (integer- pop) ۸۷
۶-۶-۱-۴- رمزدهی عدد صحیح، انتخاب بهترین ترکیب و اختصاص ضرایب (integer- pop- fact) ۹۴
۶-۶-۲- مقایسه نتایج دو شکل برنامه با رمزدهی عدد صحیح ۱۰۲
۶-۶-۳- مقایسه نتایج دو شکل برنامه با رمزدهی دودویی ۱۰۳
۶-۶-۴- مقایسه برنامه‌های عدد صحیح با دودویی ۱۰۴
۶-۶-۴-۱- حالت فقط انتخاب ۱۰۴
۶-۶-۴-۲- حالت انتخاب و اختصاص ضرایب همزمان ۱۰۵

فصل هفتم: نتایج و پیشنهادها

۷-۱- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۱۱
مراجع ۱۱۶
پیوست‌ها ۱۱۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- بارگذاری اختیاری و تبدیل آن به مجموعه بارهای ضربه‌ای و جواب سیستم در اثر یک جزء آن[۱]..... ۱۱

شکل ۲-۲- تقسیم منحنی بارگذاری به قطعات کوچک و خطی فرض نمودن بارگذاری در فاصله زمانی Δt ۱۲

شکل ۲-۳- پاسخ تغییر شکلی سیستم‌های یک درجه آزادی تحت شتابنگاشت ال‌سنترو[۴]..... ۱۷

شکل ۲-۴- طیف‌های پاسخ برای زمین‌لرزه ال‌سنترو با $\xi = 0.02$ ۱۸

شکل ۲-۵- طیف پاسخ ترکیبی DVA زمینلرزه ال‌سنترو برای نسبت میرایی‌های ۰، ۲، ۵، ۱۰و ۲۰درصد[۴] ۱۹

شکل ۲-۶- طیف طرح برای منطقه‌ای که تحت تأثیر زمین‌لرزه حاصل از دو گسل مختلف قرار دارد ۲۱

شکل ۲-۷- طیف پاسخ زلزله کوبه به سه روش دیوهامل و تفاضل مرکزی و نیومارک..... ۲۳

شکل ۳-۱- روش‌های بهینه سازی[۲۸]..... ۲۷

شکل ۳-۲- روش‌های قدیمی و جدید جستجو[۲۸]..... ۲۸

شکل ۴-۱- مسأله دودویی مطرح شده در مرجع [۲۵]..... ۳۳

شکل ۴-۲- طیف هدف در مسأله باینری مطرح شده در برنامه دودویی مرجع [۲۵]..... ۳۴

شکل ۴-۳- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس نمونه برای حالت اول برنامه دودویی مرجع[۲۵]..... ۳۵

شکل ۴-۴- بهبود شایستگی در برنامه دودویی در مرجع[۲۵]..... ۳۵

شکل ۴-۵- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس بهینه برای حالت اول با تابع جریمه در برنامه دودویی مرجع [۲۵].....۳۶

شکل ۴-۶- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس بهینه برای حالت دوم در برنامه دودویی مرجع[۲۵] ۳۷

شکل ۴-۷- نمونه دیگری از مسائل حل شده با تابع جریمه در برنامه دودویی مرجع[۲۵]..... ۳۷

شکل ۵-۱- دو کروموزوم نمونه با رمزدهی دودویی..... ۴۴

شکل ۵-۲- پدیده Hamming در رمزدهی دودویی..... ۴۵

شکل ۵-۳- چرخ رولت..... ۴۸

شکل ۵-۴- روش‌های انتخاب چرخ رولت الف) روش رولت مبتنی بر شایستگی ب) روش رولت مبتنی بر ۴۹

شکل ۵-۵- ساختار یک کروموزوم نمونه برای برنامه integer- pop..... ۶۰

شکل ۵-۶- ساختار یک کروموزوم نمونه برای برنامه integer- pop- fact..... ۶۰

شکل ۵-۷- ساختار یک کروموزوم نمونه برای برنامه binary- pop..... ۶۱

شکل ۵-۸- ساختار یک کروموزوم نمونه برای برنامه binary- pop- fact..... ۶۱

شکل ۵-۹- ایجاد اولیه کروموزوم‌ها بدون تکرار اعضاء در برنامه‌های عدد صحیح ۶۲
شکل ۵-۱۰- عملگر پیوند در برنامه‌های عدد صحیح ۶۳
شکل ۵-۱۱- عملگر جهش برای یک مسئله عدد صحیح نمونه ۶۳
شکل ۵-۱۲- ایجاد اولیه کروموزوم‌ها بدون تکرار اعضاء در برنامه‌های دودویی ۶۴
شکل ۵-۱۳- عملگر پیوند در برنامه‌های دودویی ۶۵
شکل ۵-۱۴- عملگر جهش برای یک مسئله دودویی نمونه ۶۵
شکل ۶-۱- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۷۳
شکل ۶-۲- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۷۴
شکل ۶-۳- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۷۵
شکل ۶-۴- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۷۶
شکل ۶-۵- نمودار مقایسه‌ای P_c های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۷۷
شکل ۶-۶- نمودار مقایسه‌ای P_c های مختلف برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۷۸
شکل ۶-۷- نمودار مقایسه‌ای اندازه جمعیت‌های مختلف برنامه binary-pop برای P_c= 0.6 و P_m= 0.002 ..... ۷۹
شکل ۶-۸- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۰
شکل ۶-۹- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۱
شکل ۶-۱۰- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۲
شکل ۶-۱۱- نمودار مقایسه‌ای P_m های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۳
شکل ۶-۱۲- نمودار مقایسه‌ای P_c های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.002 ... ۸۴
شکل ۶-۱۳- نمودار مقایسه‌ای P_c های مختلف برنامه binary- pop- fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.002 ... ۸۵
شکل ۶-۱۴- نمودار مقایسه‌ای اندازه جمعیت‌های مختلف برنامه binary- pop-fact برایP_m= 0.002 و P_c= 0.6 ..... ۸۶
شکل ۶-۱۵- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۷
شکل ۶-۱۶- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۸
شکل ۶-۱۷- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۹
شکل ۶-۱۸- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.9 ..... ۹۰
شکل ۶-۱۹- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۱
شکل ۶-۲۰- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۲

شکل ۶-۲۱- نمودار مقایسه‌ای میزان جمعیت برای برنامه integer- pop برای P_c= 0.9 و P_m= 0.1 ..... ۹۳
شکل ۶-۲۲- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۹۴
شکل ۶-۲۳- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۹۵
شکل ۶-۲۴- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۹۶
شکل ۶-۲۵- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۹۷
شکل ۶-۲۶- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۸
شکل ۶-۲۷- نمودار مقایسه‌ای برنامه integer- pop- fact برای جمعیت ۳۰تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۹
شکل ۶-۲۸- نمودار مقایسه‌ای میزان جمعیت برای برنامه integer- pop- fact برای P_m= 0.1 و P_c= 0.9 ..... ۱۰۰
شکل ۶-۲۹- نمودار مقایسه‌ای نتایج برنامه فقط انتخاب با حالت همزمان با اختصاص ضریب عدد صحیح ۱۰۲
شکل ۶-۳۰- نمودار مقایسه‌ای نتایج برنامه فقط انتخاب با حالت همزمان با اختصاص ضریب دودویی ۱۰۳
شکل ۶-۳۱- مقایسه فرآیند انتخاب در برنامه‌های دودویی و صحیح ۱۰۴
شکل ۶-۳۲- مقایسه فرآیند انتخاب و اختصاص ضرایب در برنامه‌های دودویی و صحیح ۱۰۵
شکل ۶-۳۳- نمودار طیف یک انتخاب تصادفی خوب ۱۰۶
شکل ۶-۳۴- نمودار طیف پاسخ تصادفی بعد از مقیاس سازی ۱۰۷
شکل ۶-۳۵- نمودار طیف یک انتخاب تصادفی بد ۱۰۷
شکل ۶-۳۶- نمودار طیف پاسخ تصادفی بعد از مقیاس سازی ۱۰۸
شکل ۶-۳۷- طیف پاسخ تصادفی در مقایسه با طیف پاسخ بهینه ۱۰۹

فهرست جداول

جدول ۴-۱- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس نمونه برای حالت اول در مطالعات نعیم..... ۳۵

جدول۴-۲- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس بهینه برای حالت اول با تابع جریمه در مطالعات نعیم ۳۶

جدول۴-۳- شتابنگاشت‌ها و ضرایب مقیاس بهینه برای حالت دوم در مطالعات نعیم..... ۳۶

جدول ۶-۱- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۷۳

جدول ۶-۲- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۷۴

جدول ۶-۳- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۷۵

جدول ۶-۴- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۷۶

جدول ۶-۵- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه binary-pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۷۷

جدول ۶-۶- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه binary-pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۷۸

جدول ۶-۷- نتیجه بهترین اندازه جمعیت برنامه binary-pop برای P_c= 0.6 و P_m= 0.002 ..... ۷۹

جدول ۶-۸- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۸۰

جدول ۶-۹- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۱

جدول ۶-۱۰- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۲

جدول ۶-۱۱- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۳

جدول ۶-۱۲- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۸۴

جدول ۶-۱۳- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه binary-pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.002 ..... ۸۵

جدول ۶-۱۴- نتیجه بهترین اندازه جمعیت binary-pop-fact برای P_c= 0.6 و P_m= 0.002 ..... ۸۶

جدول ۶-۱۵- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۷

جدول ۶-۱۶- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۸۸

جدول ۶-۱۷- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۸۹

جدول ۶-۱۸- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۹۰

جدول ۶-۱۹- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه integer- pop برای جمعیت ۵۰ تایی P_m= 0.1 ..... ۹۱

جدول ۶-۲۰- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه integer- pop برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۲

جدول ۶-۲۱- نتیجه برنامه برای بهترین اندازه جمعیت integer- pop برای P_c= 0.9 و P_m= 0.1 ..... ۹۳

جدول ۶-۲۲- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۹۴

جدول ۶-۲۳- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۹۵

جدول ۶-۲۴- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.6 ..... ۹۶

جدول ۶-۲۵- نتیجه بهترین نرخ جهش برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_c= 0.9 ..... ۹۷

جدول ۶-۲۶- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۵۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۸

جدول ۶-۲۷- نتیجه بهترین نرخ پیوند برنامه integer- pop-fact برای جمعیت ۳۰ تایی و P_m= 0.1 ..... ۹۹

جدول ۶-۲۸- نتیجه بهترین اندازه جمعیت برنامه integer- pop-fact برای P_c= 0.9 و P_m= 0.1 ..... ۱۰۰

جدول ۶-۲۹- پارامترهای به دست آمده برای همه برنامه‌ها ۱۰۱

جدول ۶-۳۰- ضرایب مقیاس برای انتخاب تصادفی شتابنگاشت‌ها۱..... ۱۰۶

جدول ۶-۳۱- ضرایب مقیاس برای انتخاب تصادفی شتابنگاشت‌ها۲..... ۱۰۸

جدول ۷-۱- نتایج برنامه ها..... ۱۱۳

جدول ۷-۲- انتخاب تصادفی شتابنگاشت‌ها ۱۱۳

جدول ۷-۳- اعمال ضریب مقیاس به ترکیبات تصادفی ۱۱۴

فهرست پیوست‌ها

پیوست ۱: حل عددی انتگرال دیوهامل ۱۲۰
پیوست ۲: روش درون‌یابی خطی تفاضل مرکزی ۱۲۲
پیوست ۳: روش درون‌یابی خطی نیومارک ۱۲۴
پیوست ۴: مجموعه شتابنگاشت‌های فضای طراحی ۱۲۷

فصل اول

کلّیات

۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱- تعریف مسئله و بیان موضوع

پهنه لرزه خیز ایران و وقوع زلزله های مخرب و مکرر در تاریخ این سرزمین، لزوم توجه جدی به اثر زلزله در طراحی و ساخت ساختمان‌ها را موجب شده است. بر این اساس در سال ۱۳۶۶ ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰ تحت عنوان « آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله » تدوین گردید و به دنبال آن و بر اساس نیازهای روز و اصلاح اشکالات و ابهامات موجود در ویرایش اول و توجه به پیشرفتهای علمی ایجاد شده در دانش مهندسی زلزله در سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۸۴ نیز به ترتیب ویرایش دوم و سوم این آیین‌نامه ارائه شد. مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، تحلیل ساختمان‌ها در برابر زلزله بطورکلی میتواند به دو روش استاتیکی معادل و دینامیکی انجام گیرد. بر اساس این آئین‌نامه، کلیه ساختمان‌های منظم را می‌توان علاوه بر روش استاتیکی معادل با روش تاریخچه زمانی و طیفی تحلیل نمود. ساختمان‌های نامنظم در ارتفاع را می‌توان با روش طیفی یا روش تاریخچه زمانی تحلیل نمود و برای ساختمان‌های نامنظم در پلان تحلیل تاریخچه زمانی توصیه شده است.

با عنایت به موارد فوق آیین نامه کاربرد تعداد محدودی (۳ یا ۷ و بعبارتی n زوج) شتابنگاشت را برای تحلیل و کنترل پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌ها ضمن ارائه روشی برای مقیاس کردن آنها توصیه می‌نماید. مقادیر شتاب هر یک از آنها باید در ضرایبی ضرب شوند که مقدار ماکزیمم شتاب برابر شتاب ثقل (g) گردد. در مرحله بعدی از هر یک از این شتابنگاشت‌های مقیاس شده، یک طیف پاسخ که مشخص کننده پاسخ ماکزیمم سازه‌ها با زمان تناوب‌های متفاوت است، تهیه می‌شود. همچنین بایدتوجه نمود که در هر زلزله با صرفنظر از مؤلفه قائم، دو مؤلفه افقی باقی می‌ماند که لازم است آنها را پس از مقیاس کردن و تهیه طیف پاسخ هر یک از آنها (به صورت جداگانه) با یکدیگرترکیب نماییم. با توجه به‌آنکه جهت این شتابها عمود بر همدیگر می‌باشد، می‌توان برای ترکیب آنها از رابطه فیثاغورث و روش جذر مجموع مربعات (SRSS) استفاده نمود. پس از این مرحله، ۳ طیف پاسخ به دست می‌آید که با متوسط‌گیری از آنها یک طیف پاسخ نتیجه می‌شود. پس از تهیه طیف پاسخ استاندارد، طیف پاسخ تهیه شده از ۳ زوج شتابنگاشت به گونه‌ای مقیاس می‌شود که در محدوده زمانی معینی مقادیر بدست آمده، از مقادیر متناظر در طیف طرح استاندارد در تمام نقاط بیشتر باشد. در مرحله بعد این ضریب مقیاس در شتابنگاشت‌های مقیاس شده در مرحله اول ضرب و

سپس این شتابنگاشت ها هر یک جداگانه بر سازه اعمال می‌شوند.

اینکه کدام n (زوج) شتابنگاشت را باید از میان زلزله‌های متناظر ساختگاه در یک مجموعه رکوردهای موجود برای تحلیل انتخاب کنیم، خود یک مسأله بهینه‌یابی است. در این پژوهش سعی میشود که در روش تحلیل تاریخچه زمانی با استفاده از روش بهینه‌یابی الگوریتم ژنتیک، ترکیب چند طیف پاسخ حاصل از شتابنگاشت‌ها را به گونه ای بدست آوریم که طیف پاسخ حاصل نزدیکترین مقدار ممکن به طیف طرح را داشته باشد.

۱-۱-۲- ضرورت و اهمیت تحقیق

همانطور که اشاره شد کاربرد روش تاریخچه زمانی برای تحلیل‌های دقیقتر و نیز در برخی موارد از سازه های نامنظم ضروری است. در تحلیل تاریخچه زمانی باید سازه را تحت شتابنگاشت‌های زلزله‌ها قرار داد و رفتار سازه را تحت این شتابنگاشت‌ها بررسی نمود. طیف پاسخ شتاب تولید شده توسط هر یک از شتابنگاشت‌ها در محدوده زمان‌های تناوب مختلف به ازای تغییر کوچکی در زمان تناوب دچار فراز یا نشیب قابل توجهی می‌شود، و در نتیجه دراثر تغییر جزئی در خصوصیات ساختمان، رفتار سازه در برابر شتابنگاشت اعمال شده به یکباره تغییر زیادی در آن محتمل است. با توجه به متفاوت بودن خصوصیات هر یک ازشتابنگاشت‌ها پاسخ سازه تحت آنها با هم یکسان نیست و لذا کاربرد یک شتابنگاشت اعتبار چندانی در تحلیل و طراحی ندارد.

به همین جهت برای بررسی رفتار سازه باید از تعداد بیشتری شتابنگاشت استفاده نمود که عملاً با هزینه محاسباتی زیاد و نیز پیچیدگی‌هایی همراه است ازجمله اینکه تعداد شتابنگاشت‌های استخراج شده برای یک ساختگاه ویژه معمولاً زیاد نیست و اگر بخواهیم تمامی شتابنگاشت‌های موجود را بکار بریم ضمن اعمال هزینه و وقت محاسباتی فوق العاده تحلیل، تصمیم‌گیری بر اساس پاسخ‌ها دشوار خواهد شد.

دستیابی به یک طرح بهینه و ایمن برای ساختمان های بلند مرتبه مستلزم استفاده از روش های تحلیل دینامیکی در طراحی میباشد چرا که استفاده از روش تحلیل استاتیکی معادل غیراقتصادی خواهد بود. با توجه به اینکه بهترین روش برای بررسی اثرات مختلف زلزله روی یک سازه، استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی است و همچنین در بعضی موارد (ساختمانهای نامنظم) تنها استفاده از این روش مجاز است، بهینه کردن نتایج این روش و نزدیک تر کردن آنها به نتایج تحلیل طیفی ضروری به نظر می رسد.

۱-۱-۳- روش و مراحل اجرای تحقیق

روش و مراحل تحقیق به شرح زیر است:

۱- مطالعه روش‌های مختلف بهینه یابی فرا ابتکاری ازجمله الگوریتم های ژنتیک که قابلیت کار با متغیرهای گسسته و پیوسته را دارد.

۲- تهیه برنامه بهینه یاب مناسب در محیط نرم افزاری برنامه نویسی

۳- تهیه شتابنگاشت های مناسب سازه مورد نظر برای مدلسازی منطبق با شرایط و ضوابط آیین نامه.

۴- تهیه طیف پاسخ شتاب از شتابنگاشت ها به روش آیین نامه و نیز با استفاده از الگوریتم تهیه شده.

۵- مقایسه نتایج تحلیل و ارزیابی کارایی روش

فصل دوم

شتابنگاشت‌ها

و مبانی تولید طیف‌ها

۲-۱- مقدمه

در ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله، هدف آن است که ابتدا از تلفات و صدمات جانی جلوگیری شود، سپس بین هزینه اضافی برای مقاوم کردن ساختمان در مقابل زلزله و هزینه احتمالی تعمیر خسارت ناشی از زلزله در طول عمر ساختمان موازنه برقرار شود. بنابراین هدف اصلی در ساختمان‌های ارزان قیمت مقاوم در برابر زلزله باید جلوگیری از فرو ریختن ساختمان‌ها و تلفات ناشی از آن باشد. در زلزله‌های بزرگ باید انتظار داشت که ساختمان ترک خورده و نیاز به تعمیر داشته باشد[۱].

۲-۲- زلزله چیست؟

عوامل مختلفی ممکن است باعث تکان و لرزش زمین گردند: مانند فعالیت‌های آتش‌فشانی، انفجار، ریزش غارهای زیرزمینی، احداث دریاچه‌های مصنوعی در پشت سدها، و شاید برخورد شهاب‌های ثاقب با کره زمین و بالاخره حرکات تکتونیکی زمین. از بین پدیده‌های ذکر شده مهم‌ترین عامل از دیدگاه مهندسی، زلزله‌های با مبنای تکتونیکی است و عوامل دیگر بیشتر جنبه موضعی و محلی دارند و کمتر منشأ تولید زلزله‌های شدید هستند.

زمین لرزه عبارت است از حرکات ناگهانی و آزاد شدن انرژی در موادی که قشر رویی زمین را تشکیل می‌دهند. این حرکات ارتعاشات ارتجاعی در زمین به وجود می‌آورند و شبیه امواجی که از انداختن سنگی در آب حاصل شود از مرکز حرکت (کانون زلزله) به جمیع جهات منتشر می‌گردند و در رسیدن به سطح اثرات زلزله را ظاهر می‌سازند[۱۴].

۲-۲-۱- مکانیزم تولید زلزله

نظریه‌ای را که امروزه در مورد علت زلزله قابل بیان است به این شرح می‌توان خلاصه کرد: به علت عامل فعاله‌ای که آن را علت اولیه یا منبع انرژی زلزله خواهیم نامید، تنش‌هایی در قشر رویی زمین تولید و طی سالیان متمادی ذخیره می‌گردد؛ هنگامی که این تنش‌ها از تاب تحمل مصالح قشر رویی زمین و مقاومت برشی و اصطکاکی در گسل‌های زمین شناسی تجاوز می‌نماید تعادل تنش‌ها به هم می‌خورد و حرکت و لغزش ناگهانی در این سطوح اتفاق می‌افتد و اثر مربوطه به صورت انتشار تکان زلزله از کانون آن ظاهر می‌شود.[۱۴]

۲-۲-۲- نحوه تأثیر نیروی زلزله به سازه

در دنیای پرتحرک اطراف خود نمونه‌های بسیاری از نیروهای دینامیکی تابع زمان وارد برقطعات و سازه‌های