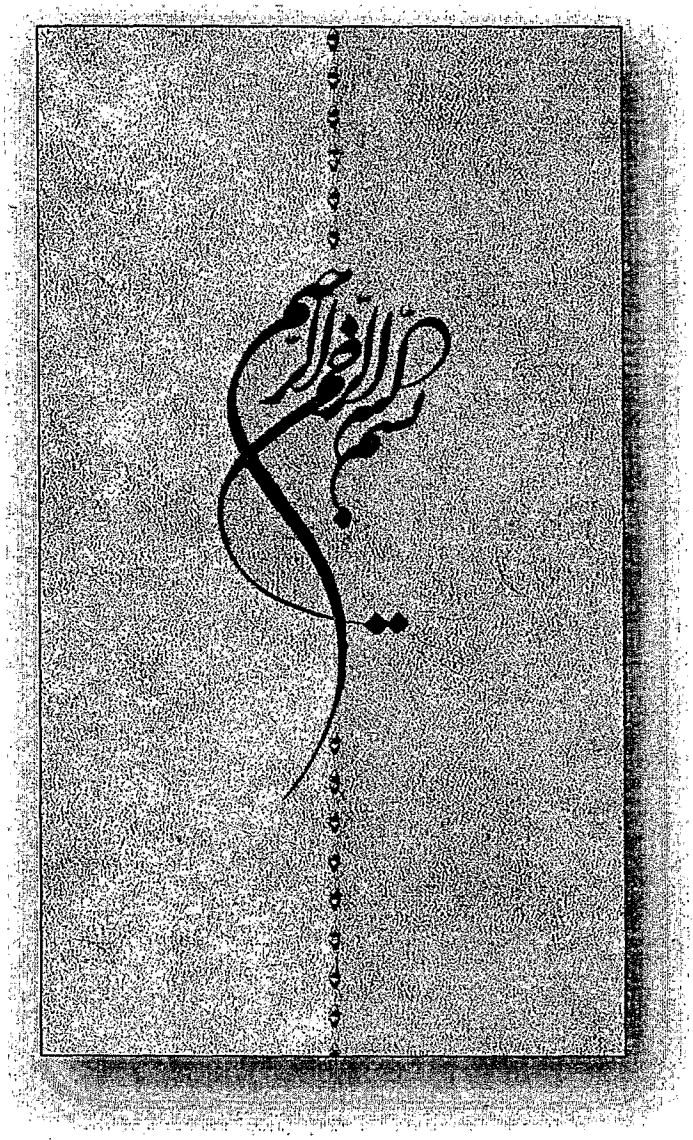


۱۳۸۶/۱۱/۲۸

۴۷۵۹۳

مجتمع فنی و مهندسی
دانشکده عمران

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی عمران , گرایش سازه

اثرات تغییر چگالی در فرکانس سازه های فضا کار یک لایه تخت، گنبدی و دو لایه تخت

استاد راهنما: دکتر محمدعلی سعیدی

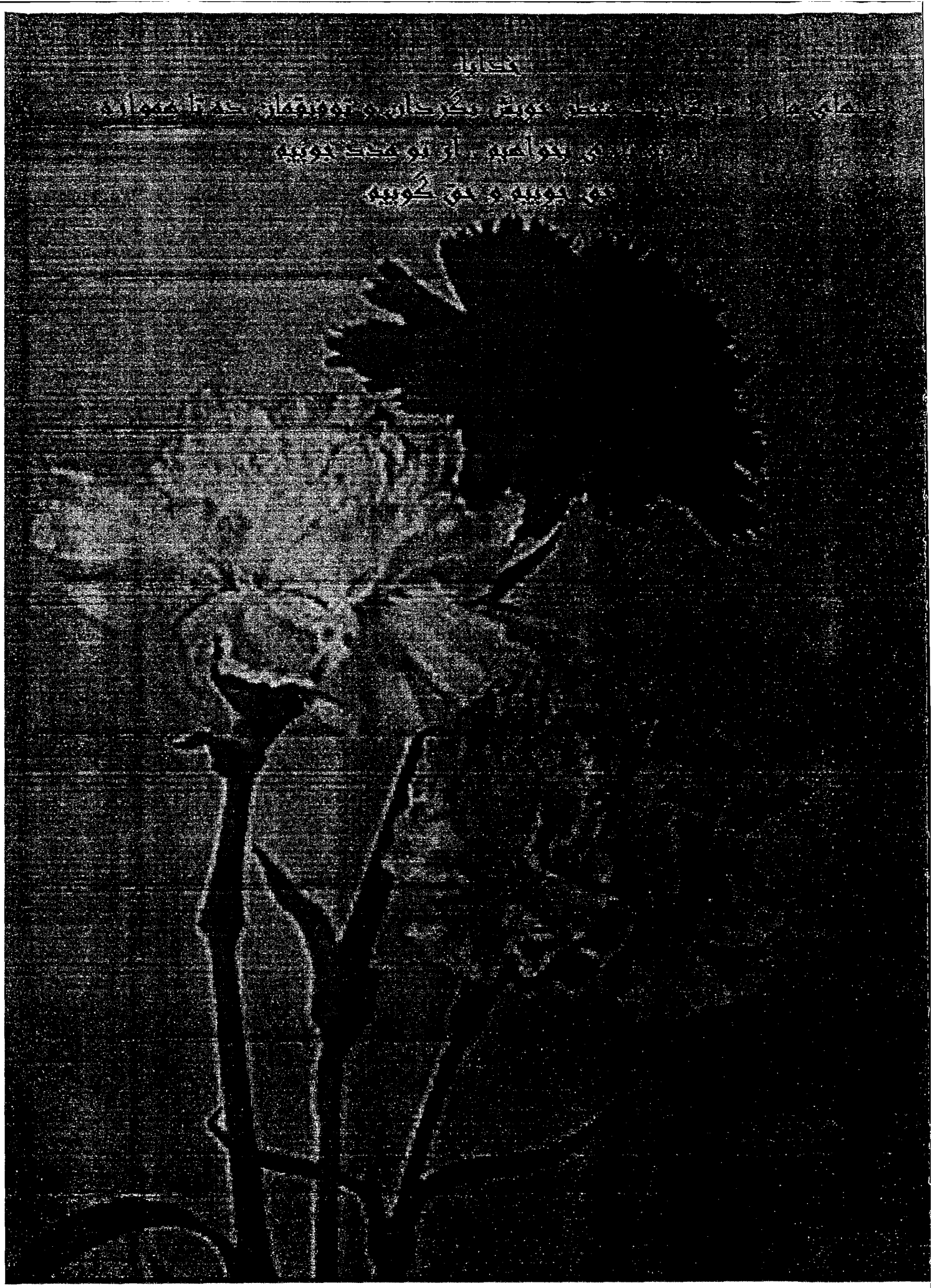
استاد مشاور: دکترنادر عبدلی

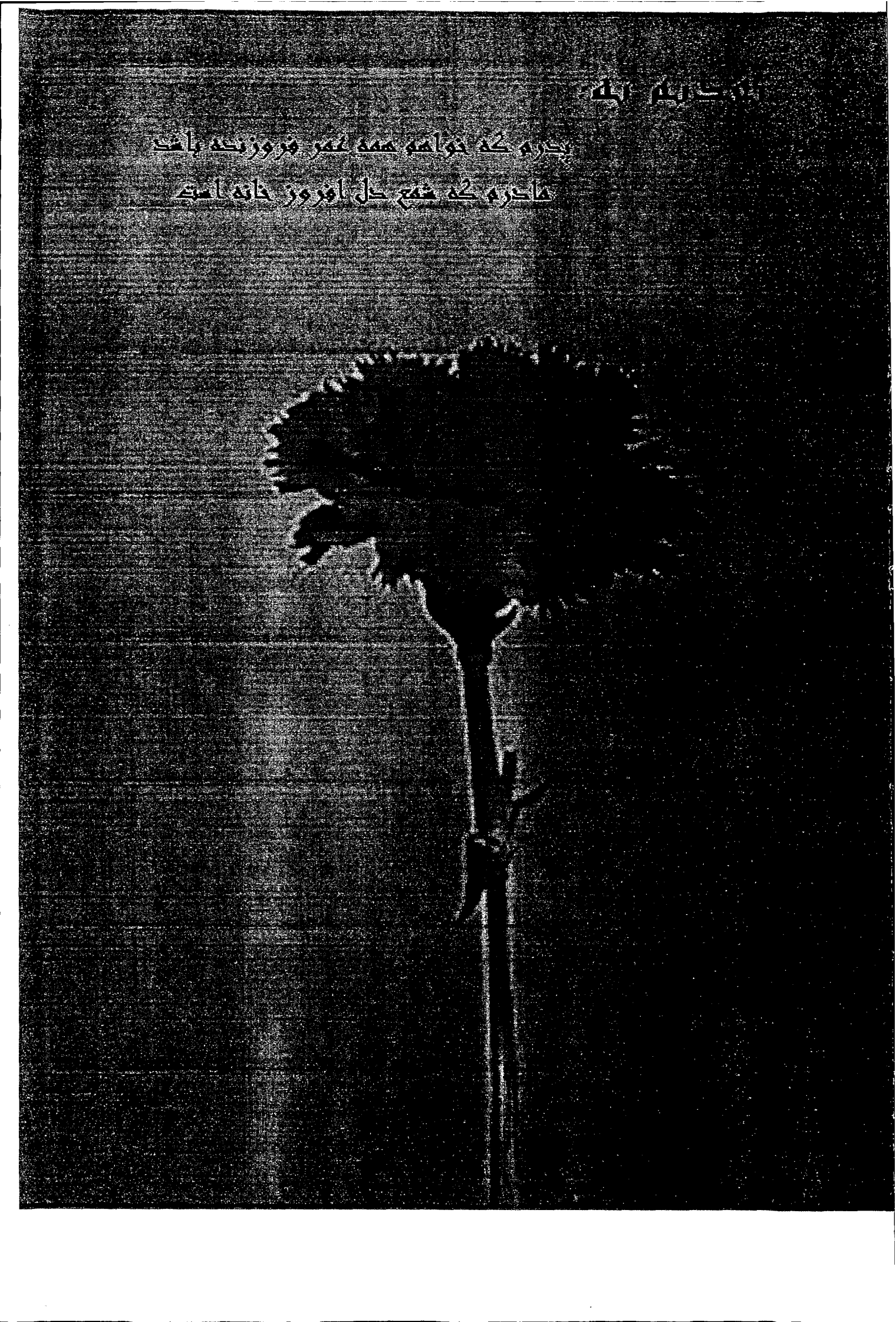
پژوهش و نگارش: علی رضا اعتضادی

اسفند ۱۳۸۵

۱۳۸۶/۱۱/۲۸

۴۶۵۹۳




پدرم که خواهد همه عمر فروزنده باد
خادرم که شمع دل افروز خانه ماست

هدایت شده ای را سپاس که مرا پرورانده

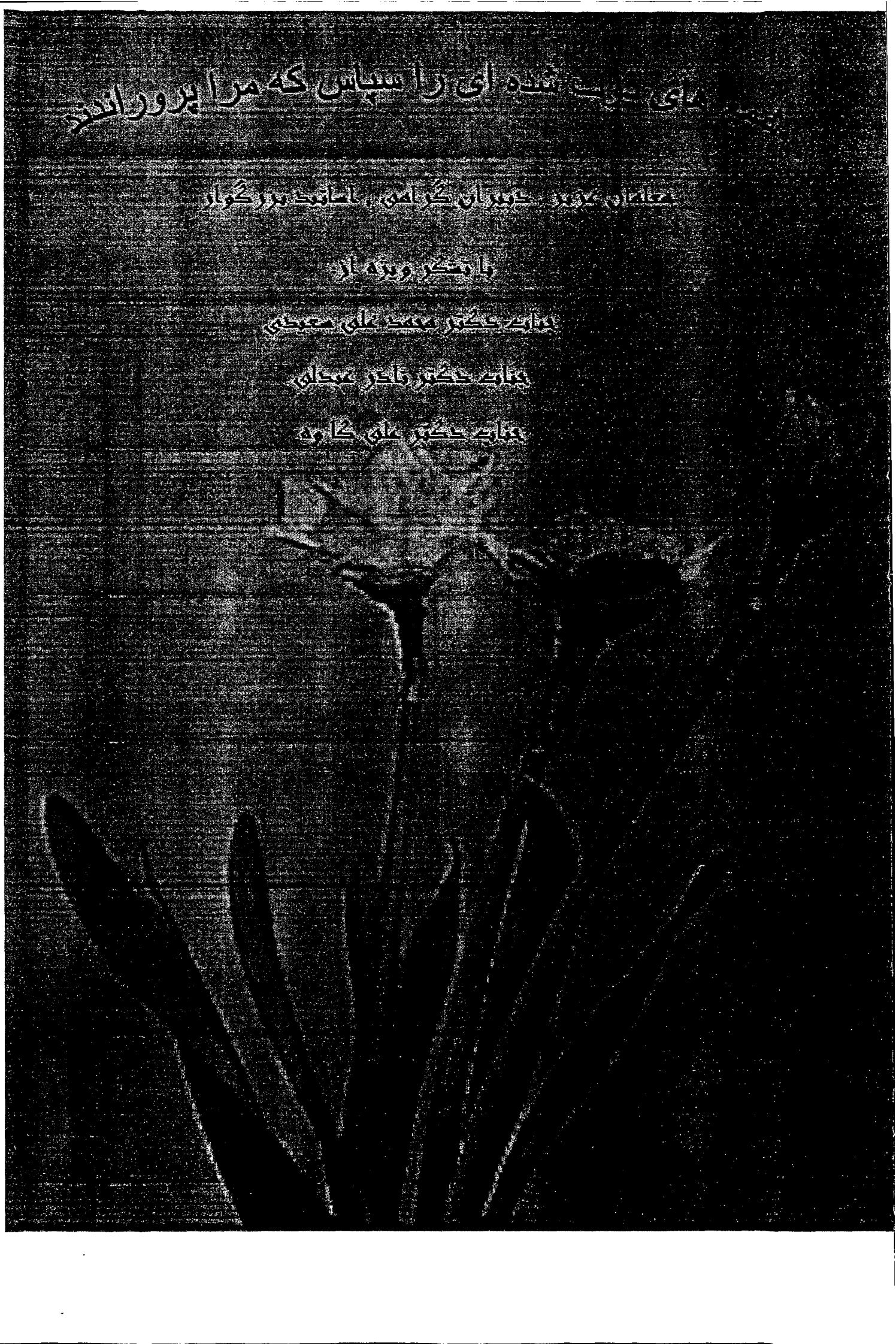
خلدان عزیز، خویشان گرامی، اساتید بزرگوار

با تقدیر ویژه از:

جناب دکتر محمد علی معجی

جناب دکتر نادر محمدی

جناب دکتر علی گارد



بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی خانم / آقای **علیرضا اعتضادی**

دانشجوی کارشناسی ارشد مجتمع فنی مهندسی دانشگاه یزد ، دررشته/ گرایش : عمران- سازه

تحت عنوان: « اثرات تغییر چگالی در فرکانس سازه های فضا کار یک لایه تخت ، گنبدی و دو لایه تخت »

وتعداد واحد: ۶ درتاریخ ۱۳۸۵ / ۱۲ / ۱۶

باحضور اعضای هیات داوران متشکل از :	نام ونام خانوادگی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر محمد علی سعیدی	
۲- استاد مشاور	دکتر نادر عبدلی	
۳-داورخارج از گروه	دکتر محمد علی برخورداری	
۴-داور داخل گروه	دکتر رضا پورحسینی	

تشکیل گردید و پس از ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران ، با درجه عالی و نمره

به عدد ۱۹/ به حروف نوزده مورد تصویب قرارگرفت.

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام ونام خانوادگی: دکتر علی اصغر علمدار

امضاء:

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: سازه های فضاکار

۱-۱- تعریف سازه های فضا کار ۴

۱-۲- تاریخچه سازه های فضا کار ۴

۱-۳- انواع سازه های فضا کار از نظر ساختار ۶

۱-۳-۱- سازه های فضایی تک لایه مسطح ۷

۱-۳-۲- شبکه های دو لایه ۷

۱-۳-۳- شبکه های سه سویه ۱۱

۱-۳-۴ چلیکها ۱۱

۱-۳-۵ گنبدها ۱۲

۱-۳-۶ انواع گنبدها از نظر ساختار ۱۳

۱-۳-۶-۱- گنبد شیاری ۱۹

۱-۳-۶-۲- گنبد شویدلر ۲۱
۱-۳-۶-۳- گنبدهای شبکه‌ای سه سویه ۲۳
۱-۳-۶-۴- گنبدهای لاملا ۲۷
۱-۳-۶-۵- گنبدهای ژئودزیک ۳۰
۱-۴- اجزای سازنده سازه های فضا کار ۳۲
۱-۴-۱- گره ها ۳۲
۱-۴-۲- اعضا ۳۸

فصل دوم: روش رینکشن در سازه های فضا کار

۲-۱- مقدمه ۴۱
۲-۲- اصول اولیه ۴۱
۲-۳- مفهوم چگالی ۴۴
۲-۴- بررسی اثر تغییر چگالی بوسیله نمودار ۴۶
۲-۵- بحث عددی ۵۴
۲-۶- نتیجه گیری ۶۲

فصل سوم: اثر تغییر چگالی در پریود شبکه های فضاکار

۳-۱- مقدمه ۶۴
۳-۲- نحوه انجام آنالیز ۶۵
۳-۳- هندسه ۷۰
۳-۴- آنالیز مدها ۷۱
۳-۵- اساس نظریه ۷۴
۳-۶- چگالی نسبی ۷۵

۳-۷- آنالیز دینامیکی مدل ۹۲
۳-۷-۱- فرکانس لرزه ۹۳
۳-۸- نتیجه گیری ۹۵

فصل چهارم : اثر تغییر چگالی در پریود گنبد های فضاکار

۴-۱- مقدمه ۱۲۲
۴-۲- رفتار لرزه ای گنبد های فضاکار ۱۲۳
۴-۳- چگالی نسبی ۱۲۳
۴-۴- گنبد شیاری ۱۲۴
۴-۵- گنبد شویدلر نوع ۱ ..... ۱۲۷
۴-۶- گنبد شویدلرنوع ۲ ..... ۱۳۰
۴-۷- گنبد شویدلرنوع ۳ ..... ۱۳۲
۴-۸- گنبد شویدلرنوع ۴ ..... ۱۳۲
۴-۹- گنبد شویدلرنوع ۵ ..... ۱۳۳
۴-۱۰- گنبد لاملا ۱۳۵
۴-۱۱- گنبد دیا متریک ۱۳۷
۴-۱۲- اثر تغییر چگالی بر پریود گنبدهای فضاکار ۱۴۷

فصل پنجم : مبانی اجزاء محدود

۵-۱- مقدمه ۱۵۲
۵-۲- المان خرپای فضایی ۱۵۳
۵-۳- المان تیر ۱۵۶

۵-۴- المان قاب فضایی ۱۵۸
۵-۴-۱- تغییر مکان محوری ۱۵۹
۵-۴-۲- تغییر مکان پیبچشی ۱۵۹
۵-۴-۳- تغییر مکان خمشی در صفحه xy ۱۶۳
۵-۴-۴- تغییر مکان خمشی در صفحه xz ۱۶۳
۵-۴-۵- ماتریس سختی کل ۱۶۴
۵-۴-۶- ماتریس سختی کروی ۱۶۵
۵-۵- معادلات حرکت دینامیکی ۱۶۷
۵-۶- ماتریس جرم متمرکز و ثابت ۱۷۱
۵-۷- ماتریس جرم ثابت در مختصات کروی ۱۷۲
۵-۷-۱- ماتریس جرم ثابت المان خرپای فضایی ۱۷۴
۵-۷-۲- ماتریس جرم ثابت المان قاب فضایی ۱۷۵
۵-۷-۳- ماتریس جرم ثابت المان قاب مسطح ۱۷۷
۵-۷-۴- ماتریس جرم ثابت المان غشایی ۱۷۸

فصل ششم: تئوری گرافهاوماتریسهای قابل تجزیه با فرمهای خاص

۶-۱- مقدمه ۱۸۰
۶-۲- مفاهیم بنیادی ۱۸۱
۶-۳- عملیات بر روی گرافها ۱۸۴
۶-۴- درجه های راس و مرتبه یک گراف ۱۸۵
۶-۵- ماتریسهای وابسته به گراف ۱۸۶
۶-۶- تاریخچه ۱۹۵

۶-۷- مقادیر ویژه برای ماتریسها با فرمهای خاص ۱۹۵
۶-۸- بردارهای ویژه برای ماتریسها با فرمهای متفاوت ۲۰۰
۶-۹- تعمیم دادن فرم III ماتریسها ۲۰۳
۶-۱۰- کاربردها ۲۰۵

فصل هفتم: کاربرد مفهوم چگالی در پیش بینی پریود شبکه های تک لایه

۷-۱- مقدمه ۲۰۹
۷-۲- اهمیت موضوع ۲۰۹
۷-۳- اهمیت پیش بینی زمان تناوب سازه ۲۱۱
۷-۴- برنامه نویسی ۲۱۲
۷-۵- روابط تقریبی برای محاسبه تناوب و وزن مدی سازه های منظم قابی ۲۱۲
۷-۶- روابط تقریبی برای محاسبه تناوب و وزن مدی سازه های نامنظم قابی ۲۱۴
۷-۷- زمان تناوب ساختمان بر حسب آیین نامه ۲۱۹
۷-۸- مبانی اجزاء محدود ۲۲۰
۷-۹- قانون مندی در رفتار سازه ۲۲۳
۷-۱۰ روش پیش بینی زمان تناوب شبکه های تک لایه ۲۲۵

فصل هشتم: کاربرد مفهوم چگالی دربدست آوردن مقادیر ویژه شبکه های فضایی با استفاده از تئوری گراف ها

۸-۱- مقدمه ۲۳۴

۸-۲- سه نمونه برای لاپلاسین گراف و مقادیر ویژه مربوط به آن ۲۳۵

۸-۳- تعریف المان خاص ۲۳۸

۸-۴- شبکه های تک لایه یا تعداد دهانه های فرد ۲۳۹

۸-۵- پروسه بهسازی ۲۴۲

۸-۶- شبکه های تک لایه با تعداد دهانه های زوج ۲۵۲

۸-۷- پروسه بهسازی ۲۵۴

۸-۸- مبانی اجزاء محدود ۲۶۸

۸-۹- تعریف المان خاص ۲۷۱

۸-۱۰- شبکه دو لایه فضا کار ۲۷۲

۸-۱۱- پروسه بهسازی ۲۷۵

۸-۱۲- نتیجه گیری ۲۸۱

فصل نهم : نتایج و پیشنهادات

۹-۱- نتایج ۲۸۳

۹-۲- پیشنهادات ۲۸۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

فصل اول: سازه های فضاکار

فصل دوم: روش رینکشن در سازه های فضا کار

جدول (۲-۱): بحث عددی اثر تغییر چگالی ۵۹

فصل سوم: اثر تغییر چگالی در پریود سازه های فضاکار

جدول (۳-۱): شبکه تک لایه دوطرفه ۷۹

جدول (۳-۲): شبکه تک لایه قطری ۸۰

جدول (۳-۳): شبکه تک لایه سه طرفه ۸۲

جدول (۳-۴): شبکه تک لایه سه طرف ۸۴

جدول (۳-۵): شبکه تک لایه چهار طرفه ۸۶

جدول (۳-۶): شبکه تک لایه چهار طرفه ۸۷

جدول (۳-۷): شبکه دو لایه ۸۹

جدول (۳-۸): شبکه دو لایه ۸۹
جدول (۳-۹): شبکه دو لایه قطری ۹۲
جدول (۳-۱۰): شبکه دو لایه قطری ۹۲
جدول (۳-۱۱:۳۲): اثر تغییر چگالی بر انواع شبکه ها ۹۶

فصل چهارم : اثر تغییر چگالی در پریود گنبد های فضاکار

جدول (۴-۱): گنبد شیاری ۱۲۵
جدول (۴-۲): درصد خطا درگنبد شیاری ۱۲۶
جدول (۴-۳): گنبد شویدلر نوع ۱ ..... ۱۲۹
جدول (۴-۴): گنبد شویدلرنوع ۲ ..... ۱۳۱
جدول (۴-۵): گنبد شویدلرنوع ۵ ..... ۱۳۴
جدول (۴-۶): گنبد لاملا ۱۳۶
جدول (۴-۷): گنبد دیا متریک ۱۳۸
جدول (۴-۸:۱۵): اثر تغییّر چگالی بر پریود گنبدهای فضاکار ۱۳۹

فصل پنجم : مبانی اجزاء محدود

جدول (۵-۱): مقدار ثابت c جهت تعیین سختی پیچشی ۱۶۲

فصل ششم: تئوری گرافهاوماتریسهای قابل تجزیه با فرمهای خاص

فصل هفتم: کاربرد مفهوم چگالی در پیش بینی پریود شبکه های تک لایه

جدول (۷-۱): ضرایب رابطه ۷-۴ ..... ۲۱۵

جدول (۷-۲): ضرایب رابطه ۷-۶..... ۲۱۵
جدول (۷-۳): شکل مد یک سازه ۱۹ طبقه با تغییرات خطی سختی ۲۱۷
جدول (۷-۴): روش پیش بینی زمان تناوب شبکه های تک لایه(مثال ۱)..... ۲۲۶
جدول (۷-۵): روش پیش بینی زمان تناوب شبکه های تک لایه(مثال ۲)..... ۲۲۸
جداول (۷-۶:۱۳): پیش بینی زمان تناوب شبکه های تک لایه..... ۲۲۹

فصل هشتم: کاربرد مفهوم چگالی دربدست آوردن مقادیر ویژه شبکه های فضایی با استفاده از تئوری گراف ها

جدول (۸-۱) : درجات آزادی نسبت داده شده به گره ها ۲۴۱
جدول (۸-۲) : مقادیر ویژه شبکه تک لایه با تعداد دهنه فرد ۲۴۶
جدول (۸-۳) : ما تریس سختی تیر..... ۲۵۰
جدول (۸-۴) : مقادیر ویژه تیر ساده..... ۲۵۱
جدول (۸-۵) : درجات آزادی نسبت داده شده به گره ها..... ۲۵۳
جدول (۸-۶) : مقادیر ویژه شبکه تک لایه با تعداد دهنه زوج..... ۲۵۹
جدول (۸-۷) : مقادیر ویژه اصلاح شده شبکه تک لایه با تعداد دهنه زوج ۲۶۰
جدول (۸-۸) : پریود ها با توجه به دهانه های مختلف..... ۲۶۳
جدول (۸-۹) : درصد خطای پریود ها بین به دهانه های مختلف ۲۶۳
جدول (۸-۱۰) : مقادیر ویژه تیر ساده..... ۲۶۶
جدول (۸-۱۱) : ماتریس سختی تیر..... ۲۶۷
جدول (۸-۱۲) : درجات آزادی نسبت داده شده به گره ها..... ۲۷۳
جدول (۸-۱۳) : مقادیر ویژه شبکه دو لایه..... ۲۷۹

چکیده:

در بسیاری از مسائل مهندسی به محاسبه مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس ها احتیاج است به عنوان مثال مقادیر ویژه مربوط به فرکانسهای طبیعی در لرزش سیستم ها و بار کمانشی در پایداری سازه ها، دو نمونه از موارد مهم کاربرد مقادیر ویژه ماتریس ها در مهندسی عمران می باشد.

مسائل بزرگ مقادیر ویژه در بسیاری از مسائل علوم و مهندسی به وجود آمده است نظریه های پایه ای ریاضی در حل مسائل مقادیر ویژه، وابسته به اندازه ماتریس ها می باشند. بنابراین استفاده از روشهای عددی در محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه مخصوصاً وقتی ابعاد ماتریس ها بزرگ می شود، پیچیده می گردد.

در این پایان نامه روشهای خاصی برای حل مسئله مقادیر ویژه سازه هایی که دارای ماتریسهای سختی و جرم به ابعاد بزرگ می باشند، ارائه می گردد.

این روشها در زیر آورده شده اند:

۱. روشی برای پیش بینی رفتار سازه های فضاکار به این ترتیب که رفتار دینامیکی سازه اصلی با رینکچر خود می تواند متناسب باشد.
۲. روشی برای حدس فرکانس های طبیعی شبکه های فضایی با توجه به خصوصیات اصلی سازه از جمله ابعاد، چگالی جرمی، خصوصیات سطح مقطع، مدول الاستیسیته و شرایط تکیه گاهی
۳. روشی ساده و موثر در تجزیه و بهسازی ماتریسهای سازه ای بر پایه تئوری گراف ها در محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه ماتریس ها

مقدمه

مقدمه

علم مهندسی زلزله در ابتدای قرن بیستم زاده شد و در انتهای آن به کمال رسید ضوابط بارگذاری زلزله در سال ۱۹۰۸ در ایتالیا بر اساس قضاوت مهندسی شکل گرفت و خیلی زود در سایر کشورهای لرزه خیز پذیرفته و اجرا شد. علم دینامیک سازه اگر چه در قرن نوزدهم شکل گرفته بود و در اوایل قرن بیستم به صورت حدی و کاربردی در طراحی ادوات و دستگاه های الکترومیکانیکی استفاده می شد، اما تا ابداع و نصب دستگاه های شتاب نگار نقش چندان جدی و مهمی در مهندسی زلزله نیافت. و سپس به کمک رایانه محاسبه گردید و این سر آغاز ورود دینامیک سازه به عرصه مهندسی زلزله بود،هر چند حدود چهل سال طول کشید تا طراحی لرزه ای به طور جدی بر تحلیل دینامیک سازه مبتنی و متکی گردد. در فاصله دهه ۶۰ میلادی تا اواخر دهه ۷۰، تلاشها عمدتاً صرف آشتی دادن ضوابط قبلی و یافته های جدید شد و معرفی ضریب رفتار R حاصل این تلاشهای آشتی جویانه است در اوایل دهه ۸۰، آیین نامه های زلزله کشور آمریکا با حفظ مفاد قبلی، نیروی زلزله را با ظاهر تازه ای ارائه نمودند که بیانگر درک نوین از ماهیت نیروی زلزله بود، اما محتوی تقریباً ثابت ماند و از این رو،بجز طولانی تر شدن و افزایش پیچیدگی فرایند محاسبات زلزله ، نتیجه چندانی دربر نداشت. در دهه آخر قرن بیستم تلاش بی وقفه و گسترده محققان و کارشناسان برای ایجاد یک بنیان علمی و منطقی برای بارگذاری و طراحی لرزه ای ادامه یافت.

بسیار اتفاق می افتد که پس از وقوع یک زلزله، کارشناسان از اینکه دو سازه نسبتاً مشابه رفتاری مختلف داشته اند تعجب کرده و یکی را به طور قطعی ضعیف تر از دیگری می پندارند. در حالیکه نیروی زلزله در حوزه ارتجایی بستگی زیادی به تناوب سازه دارد.

بسیار دیده شده است که با تغییر اندکی در پریود طبیعی سازه در طیف زلزله نیروی زلزله تغییر زیادی می کند بنابراین پریود طبیعی سازه، یکی از خصوصیات مهم دینامیکی سازه است.

در این پایان نامه هدف اصلی بررسی پریود طبیعی سازه های فضا کار و عوامل موثر بر آن است. که این مسئله در سه قسمت زیر بررسی می شود:

۱) اثر تغییر چگالی بر پریود طبیعی شبکه ای تک لایه و دو لایه و همچنین گنبدهای تک لایه

۲) پیش بینی پریود طبیعی شبکه های تک لایه

۳) کاربرد تئوری گرافها و استفاده از تقارن در محاسبه پریود طبیعی شبکه های تک لایه و دو لایه.

فصل اول

سازه های فضاکار