بسم الله الرحمن الرحيم

٣٩١٧٨

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
۱۳۸۰ /۱۱/ ۲۵

دانشگاه تهران
دانشکده فنی

مدل سازی سازه بلند و حصول مودهای طبیعی ارتعاشی با لحاظ اثرات مرتبه دوم هندسی

نگارش:
علیرضا قیصری

015978

استاد راهنما:
دکتر عطار نژاد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در
مهندسی عمران- سازه

دیماه ۱۳۸۰

۳۹۱۷۵

(صفحه اول)

موضوع

بررسی بازی بازیره بلبندر و محصولات سودهای صنایعی مهم ارتباطی

با لحاظ اثرات بهره برداری

توسط

علیرضا منصوری

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران - بازیره

ازاین پایان نامه درتاریخ ۱۳۸۰/۱۰/۱۰ درمقابل

هیئت داوران دفاع بعمل آمده ومورد تصویب قرارگرفت.

محل امضاء

سرپرست کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده :

مدیر گروه آموزشی : مهندس لطیفی

نماینده تحصیلات تکمیلی گروه :

استاد راهنما :

عضو هیئت داوران :

عضو هیئت داوران :

مدلسازی سازه بلند و حصول مودهای موثر ارتعاشی
با لحاظ اثرات مرتبه دوم هندسی

نگارش:علیرضا قیصری
استاد راهنما:آقای دکتر عطار نژاد
زمینه:مهندسی سازه

تاریخ:دیماه ۱۳۸۰

چکیده

افزایش جمعیت انسانها،رشد و توسعه شهرنشینی و بسیاری عوامل دیگر،احداث ساختمانهای بلند را در عصر حاضر به روندی اجتناب ناپذیر تبدیل نموده است.شناخت سازه بلند و درک صحیح مبانی حاکم بر رفتار آن،برای یک مهندس طراح سازه بلند،باعث تصحیح عملکرد و رفع اشتباهات احتمالی در سازه بلند خواهد شد.در این پایان نامه تلاش بر آن بوده است که:

اولا سیستم های مقاوم جانبی مختلف از قبیل قاب خمشی،مهاربند،دیوار برشی،سیستمهای دوگانه و ... مورد بررسی قرار گرفته،نقاط ضعف و قوت آنها شناخته شوند.

ثانیا با توجه به پیشرفت نرم افزارها در سالیان اخیر در تحلیل دقیق اثرات P-Delta و اصلاح ماتریس سختی برای این اثرات،میزان تاثیر این اثرات بر مودهای طبیعی ارتعاش سازه از لحاظ افزایش احتمالی پریودها،افزایش مودهای موثر و تغییر در برش پایه سازه بررسی گردند.مطالعه پریود اول سازه و مقایسه آن با فرمول تجربی آیین نامه نیز از دیگر اهداف در این بخش بوده است.

نتایج مدلسازی و آنالیز و طراحی ۱۲۸ سازه بلند با تعداد طبقات ۱۰ تا ۴۰ طبقه،نمایانگر آن است که با توجه به حاکم بودن معیار تغییر مکان برطرح سازه بلند(علی الخصوص رانش نسبی طبقه)، استفاده از سیستمهای مقاوم جانبی به تنهایی در اغلب موارد اقتصادی نیست و لازم است از سیستمهای مقاوم جانبی ترکیبی نظیر مهارهای بازویی،سازه های قاب-دیوار و نظایر آن استفاده شود.در مورد میزان تاثیر اصلاح در ماتریس سختی برای اثراتP-Delta ،نتایج حاصله بیانگر افزایش نسبتا قابل توجه پریود مود اول سازه برای سازه هایی که به نوعی بر سیستم قاب خمشی متکی هستند و ناچیز بودن تغییر در تعداد مودهای موثر و برش پایه کل سازه است.در مورد مقایسه تفاوت بین پریود اول سازه از تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه،نتایج حاکی از آن است که اگرچه در سازه های کوتاه نیز پریود اول تحلیل مودال به طرز قابل توجهی بزرگتر از پریود پیشنهادی آیین نامه است،این افزایش با رشد ارتفاع سازه فاحش تر میگردد،چنانکه در برخی موارد پریود مود اول به بیش از دوبرابر پریود آیین نامه بالغ میگردد.

سپاس

لازم میدانم از همه عزیزانی کـــه بـهر نحـو مـرا در بـه ثمررسـیدن کـار یـاری و حمـایت کردند،قدردانی کنم.از **آقای دکتر عطار نژاد** سپاسگزارم که با صـــبر زیـاد رونـد حرکـت بنده در پروژه را هدایت کردند.از آقایان **دکتر فرجودی و دکتر محمـود زاده** بـه خـاطر پذیرفتن داوری پایان نامه،تشکر میکنم.مدیون**خـــانواده ام** هســتم کـه بـا فراهـم آوردن محیطی آرام و در خور زمینه انجام کار را فراهم نمودند و در پایان همه زحماتم را بـــه بـه **برادر بزرگوارم** تقدیم می کنم که همواره در همه فعالیتهای درسی و کاری من،مشـــوقی بی ریا بود.

علیرضا قیصری
دانشکده فنی دانشگاه تهران
دیماه ۱۳۸۰

فهرست

عنوان	صفحه
۱-مقدمه	
۱-۱ سازه بلند در یک نگاه	۲
۱-۲ اهداف پروژه	۳
۲-درآمدی بر تحلیل مودال	
۲-۱ کلیات	۶
۲-۲ روش انتگرالگیری گام به گام	۶
۲-۳ روش برهم نهی مودها(مودال)	۷
۳-درآمدی بر پایداری ارتجاعی	
۳-۱ کلیات	۱۱
۳-۲ روشهای تحلیل مرتبه دوم	۱۱
۳-۲-۱ روشهای تقریبی	۱۱
۳-۲-۲ روش تحلیل دقیق	۱۲
۴-بارگذاری	
۴-۱ بار ثقلی	۱۵
۴-۱-۱ بار مرده سقف	۱۵
۴-۱-۲ بار مرده دیوارهای پیرامونی	۱۶
۴-۱-۳ بار زنده	۱۷
۴-۲ بارگذاری زلزله	۱۷
۵-مدلسازی و بررسی رفتار	
۵-۱ کلیات	۲۰
۵-۲ قاب خمشی(MRF)	۲۱
۵-۳ قاب ساده+مهاربندی هم مرکز(BRC)	۲۸
۵-۴ قاب خمشی+مهاربندی هم مرکز(DUAL1)	۳۸

عنوان	صفحه
۵-۵ قاب خمشی+دیوار برشی(DUAL2)	۴۲
۵-۶ قاب محیطی ساده(TUB)	۵۱
۶-بررسی پریود مودهای موثر	
۶-۱ کلیات	۵۹
۶-۲ قاب خمشی(MRF)	۶۰
۶-۳ قاب ساده+مهاربندی هم مرکز(BRC)	۶۵
۶-۴ قاب خمشی+مهاربندی هم مرکز(DUAL1)	۶۸
۶-۵ قاب خمشی+دیوار برشی(DUAL2)	۷۲
۶-۶ قاب محیطی ساده(TUB)	۷۶
۷-مقایسه اقتصادی	۷۹
۸-نتیجه گیری	۸۲
منابع و ماخذ	۸۴
پیوست	۸۵

فهرست جداول

عنوان | صفحه

فصل ششم

جدول(۶-۱) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب خمشی،پلان متقارن) ۶۲

جدول(۶-۲) مقایسه پریود تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه برای مود اول سازه(قاب خمشی) ۶۴

جدول(۶-۳) مقایسه پریود تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه برای مود اول سازه(قاب ساده+مهاربند هم مرکز) ۶۶

جدول(۶-۴) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان متقارن) ۷۰

جدول(۶-۵) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان نامتقارن) ۷۱

جدول(۶-۶) مقایسه پریود تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه برای مود اول سازه(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز) ۷۱

جدول(۶-۷) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان متقارن) ۷۴

جدول(۶-۸) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان نامتقارن) ۷۵

جدول(۶-۹) مقایسه پریود تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه برای مود اول سازه(قاب خمشی+دیوار برشی) ۷۵

جدول(۶-۱۰) برآورد افزایش پریود مود اول از تحلیل مرتبه اول به تحلیل P-Delta(قاب محیطی،پلان متقارن) ۷۷

جدول(۶-۱۱) مقایسه پریود تحلیل مودال و پریود پیشنهادی آیین نامه برای مود اول سازه(قاب محیطی ساده) ۷۸

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

فصل سوم

شکل(۳-۱)،المان نمونه برای تحلیل مرتبه دوم هندسی ۱۲

فصل چهارم

شکل(۴-۱)،جزییات سقف ۱۵

شکل(۴-۲)،جزییات دیوار پیرامونی ۱۶

شکل(۴-۳)،طیف استاندارد مورد استفاده در پروژه ۱۷

فصل پنجم

شکل (۵-۱)،تغییر شکل برشی ۲۲

شکل (۵-۲)،تغییر شکل خمشی ۲۳

شکل (۵-۳)،المان نمونه تیر ۲۴

شکل (۵-۴)،نمای سه بعدی قاب خمشی ۲۶ طبقه ۲۵

شکل (۵-۵)،پلان سازه قاب خمشی(حالت متقارن) ۲۶

شکل (۵-۶)،تغییر شکل جانبی قاب خمشی ۲۶ طبقه ۲۷

شکل (۵-۷)،سازه با مهار بازویی تغییر مکان یافته در اثر بارهای جانبی ۳۰

شکل (۵-۸)،پلان قاب مفصلی ساده+مهاربند،حالت متقارن ۳۱

شکل (۵-۹)، پلان قاب مفصلی ساده+مهاربند،حالت نامتقارن ۳۲

شکل (۵-۱۰)، مقایسه لنگر دهانه های مهاربندی با لنگر کل ۳۳

شکل (۵-۱۱)،تغییر شکل جانبی سازه با مهار بازویی ۳۴

شکل (۵-۱۲)،تغییر شکل جانبی سازه بدون مهار بازویی ۳۵

شکل (۵-۱۳)،توزیع نیروی محوری تحت اثر بار جانبی در ستونها با مهار بازویی ۳۶

شکل (۵-۱۴)،توزیع نیروی محوری تحت اثر بار جانبی در ستونها بدون مهار بازویی ۳۷

شکل (۵-۱۵)،اندرکنش قاب خمشی و مهاربند ۴۰

شکل (۵-۱۶)،تغییرشکل سازه خمشی مهاربندی شده ۴۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

عنوان	صفحه
شکل (۵-۱۷)،اندرکنش قاب-دیوار برشی	۴۴
شکل (۵-۱۸)،دیاگرام نمونه ای اندرکنش قاب-دیوار برشی	۴۴
شکل (۵-۱۹)،پلان سازه قاب-دیوار در حالات متقارن و نامتقارن	۴۵
شکل (۵-۲۰)،توزیع برش بین قاب و دیوار در سازه ۱۴ طبقه با پلان متقارن	۴۶
شکل (۵-۲۱)،توزیع برش بین قاب و دیوار در سازه ۲۶ طبقه با پلان متقارن	۴۶
شکل (۵-۲۲)،توزیع لنگر بین قاب و دیوار در سازه ۱۴ طبقه با پلان متقارن	۴۷
شکل (۵-۲۳)،توزیع لنگر بین قاب و دیوار در سازه ۲۶ طبقه با پلان متقارن	۴۷
شکل (۵-۲۴)،توزیع برش بین قاب و دیوار در سازه ۲۶ طبقه با پلان نامتقارن	۴۸
شکل (۵-۲۵)،توزیع لنگر بین قاب و دیوار در سازه ۲۶ طبقه با پلان نامتقارن	۴۸
شکل (۵-۲۶)،تغییرمکان جانبی سازه قاب-دیوار	۵۰
شکل (۵-۲۷)،لنگی برشی	۵۳
شکل (۵-۲۸)،قاب محیطی دسته شده	۵۴
شکل (۵-۲۹)،گراف سهم ستون دوم و ستون سوم(بر حسب فاصله از ستون گوشه) از بار محوری بصورت نسبت بار محوری ستون به ستون گوشه	۵۵
شکل (۵-۳۰)،پلان سازه قاب محیطی	۵۶
شکل (۵-۳۱)،لنگی برشی سازه ۴۰ طبقه	۵۷
فصل ششم	
شکل(۶-۱)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی،پلان متقارن،تحلیل مرتبه اول)	۶۰
شکل(۶-۲)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی،پلان متقارن،تحلیل P-Delta)	۶۰
شکل(۶-۳)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی،پلان متقارن)	۶۱
شکل(۶-۴)،تغییر برش پایه کل در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی،پلان متقارن)	۶۱
شکل(۶-۵)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب ساده+مهاربند هم مرکز،پلان متقارن،تحلیل مرتبه اول)	۶۵
شکل(۶-۶)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب ساده+مهاربند هم مرکز،پلان نامتقارن،تحلیل مرتبه اول)	۶۵

عنوان	صفحه
شکل(۶-۷)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان متقارن،تحلیل مرتبه اول)	۶۸
شکل(۶-۸)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان متقارن)	۶۸
شکل(۶-۹)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان نامتقارن،تحلیل مرتبه اول)	۶۹
شکل(۶-۱۰)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+مهاربند هم مرکز،پلان نامتقارن)	۶۹
شکل(۶-۱۱)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان متقارن،تحلیل مرتبه اول)	۷۲
شکل(۶-۱۲)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان متقارن)	۷۲
شکل(۶-۱۳)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان نامتقارن،تحلیل مرتبه اول)	۷۳
شکل(۶-۱۴)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب خمشی+دیوار برشی،پلان نامتقارن)	۷۳
شکل(۶-۱۵)،افزایش پریود مودهای موثر سازه با افزایش ارتفاع سازه(قاب محیطی ساده،پلان متقارن،تحلیل مرتبه اول)	۷۶
شکل(۶-۱۲)،افزایش پریود مود اول سازه در حالت تحلیل P-Delta نسبت به حالت تحلیل مرتبه اول با افزایش ارتفاع سازه(قاب محیطی ساده،پلان متقارن)	۷۶
فصل هفتم	
شکل(۷-۱) هزینه تمام شده برای فولاد و بتن سازه بر حسب تعداد طبقات	۸۰

۱-مقدمه

۱-۱ سازه بلند دریک نگاه

افزایش جمعیت،توسعه شهرنشینی،افزایش قیمت زمین،لزوم حفظ زمینهای زراعی،شرایط خاص توپوگرافی،تنوع طلبی در محیط زندگی به تبعیت از تحولات جهانی و سرانجام مدرنیسم،مهمترین عواملی هستند که در عصر حاضر،توسعه ساخت سازه های بلند را اجتناب ناپذیر نموده اند.به لحاظ تاریخی،ساخت سازه بلند در بدو امر با انگیزه های دفاعی صورت می پذیرفته است و سپس جنبه های کاربردی و نمادی یافته است.رشد و توسعه ساختمانهای بلند بصورت امروزی در دهه ۸۰ قرن نوزدهم با کاربرد تجاری و مسکونی شروع شد.بازرگانان نیازمند آن بودند که تا حد امکان به شهرها و به یکدیگر نزدیک باشند.با توجه به محدودیت زمین در شهرها(فضای افقی)،گسترش ساخت و ساز معطوف به فضای عمودی شد.سازه های بلندی ساخته شدند که علاوه بر برآوردن اهداف تجاری،جنبه تبلیغی و نمادی خوبی نیز داشتند که این خود عاملی موثر در رونق بیشتر تجارت بود.درواقع بازدهی مطلوب اقتصادی ساختمانهای بلند،زمانی تامین شد که دو ابداع مهم به ثمر رسید.اول استفاده از مصالح با مقاومت و کارایی بالا نظیر فولاد و دوم ساخت آسانسور که باعث شد طبقات بالای ساختمان نیز متقاضی داشته باشند.از سال ۱۹۱۳ که ساختمان ۶۰ طبقه Woolworth با اسکلت فولادی در نیویورک اجرا شد تا حدود سالهای دهه ۳۰قرن بیستم،دوران طلایی آسمانخراشها هستند.ساخت ساختمان ۱۰۲ طبقه Empire State با ارتفاع ۳۸۱ متر که بصورت اسکلت فولادی در ۱۹۳۱ اجرا شد،نقطه اوج این دوران طلایی است.در سالهای بعد از جنگ جهانی دوم،متخصصین به معرفی سیستمهای سازه ای جدیدتر،مصالح با کیفیت و کارایی بهتر و روشهای طراحی و ساخت پیشرفته تر پرداختند.از مهمترین این پیشرفتها،میتوان استفاده از سیستم سازه ای قاب محیطی را مثال آورد که منجر به ساخت برجهای ۱۱۰ طبقه ساختمان تجارت جهانی در نیویورک به ارتفاع ۴۱۲متر در ۱۹۷۳ شدند.در واقع،نماسازیهای خاص،بریدگیهای معماری و عقب نشینی در طبقات بالاتر برای تامین نور که از ویژگیهای معماری دوران جدید هستندبه همراه ضرورت سبکتر ساختن سازه برای کم کردن بار زلزله که منجر به حذف دیوارهای باربر و ایجاد مقاومت افزون در اسکلت سازه گردید،باعث شد تا پیشرفتهای اساسی در فرمهای سازه ای ایجاد شودو اشکال جدیدی از سیستمهای سازه ای نظیر سازه های قاب-دیوار،سازه های با مهاربازویی و ... ظهور کنند.

در ایران،اولین ساختمان بلند در دهه ۳۰ شمسی در خیابان فردوسی ساخته شد.این ساختمان نظیر اکثر سازه های بلند دنیا با هدف کاربری تجاری بنا شد.پس از آن ساختمانهای بلند معدودی در ایران ساخته شدند که بیش از آنکه تابع رشد و نیاز اقتصادی و اجتماعی جامعه باشند،نوعی نوگرایی تقلیدی غیرارگانیک را دنبال می کردند و بر خلاف جوامع صنعتی که بیشتر این ساختمانها در مراکز شهرها و بافت اداری-تجاری بنا شده اند به سمت ساختمانهای مسکونی پراکنده در سطح شهر سوق یافتند.

بهر حال در شرایط فعلی،چالش بزرگ خلق ساختمانهای بلندی است که در عین استحکام و زیبایی به ارتقای بافت شهری کمک کنند،شرایط زندگی عمومی را تسهیل نمایند،از حداکثر سازگاری با فرهنگ جامعه برخوردار باشند و ضمن داشتن دوام و صرفه اقتصادی،ایمنی کافی را برای مسائلی از قبیل زلزله،آتش سوزی و ... فراهم نمایند.

۱-۲ اهداف پروژه

اهم این اهداف را میتوان در موارد ذیل خلاصه نمود:

الف-بررسی سازه بلند بطور عام،بررسی رفتار سازه با سیستمهای مقاوم جانبی متفاوت و مقایسه فنی واقتصادی بین این سیستمها به لحاظ نقاط ضعف و قوت هریک،بررسی تاثیر افزایش ارتفاع و عدم تقارن در پلان بر رفتار سازه،بررسی مباحث پیشرفته تر نظیر مهارهای بازویی،اندرکنش قاب با دیوار یا مهاربند،لنگی برشی و نظایر این.

ب-بررسی اثرات نرم شدگی سازه بر مودهای طبیعی آن با توجه به اصلاحی که درماتریس سختی برای اثرات P-Deltaصورت می گیرد.درنظرگرفتن این اثرات در سازه های بلند شاید از آن جهت مهم باشد که در سازه های بلند هردو عامل نیروی محوری زیاد و تغییر مکان جانبی زیاد به قوت حضور دارند.در گذشته در واقع تا همین چند سال پیش،نرم افزارهایی که تحلیل دقیق P-Delta را با اصلاح در ماتریس سختی انجام دهند بسیار معدود بود و اگر هم نرم افزاری قابلیت این کار را داشت ،مناسب برای تحلیل سازه بلند در این حجم گسترده نبود.برای مثال نرم افزارANSYS نرم افزار بسیار قدرتمندی به لحاظ علمی است،اما برای مدلسازی تعداد زیاد سازه بلند مناسب بنظر نمیرسد،زیرا فاقد منوی طراحی قدرتمند برای طرح بهینه است،از سویی امکانات برنامه برای تعمیم و تخصیص مشخصات سازه ای در مقایسه با نرم افزارهای SAP2000 و ETABS2000 که در این پروژه بکار گرفته شده اند،ضعیفتر است.نرم افزارهای SAP2000 و ETABS2000 با توجه به قابلیتهای بسیار خوبی که برای تعمیم و تخصیص مشخصات به المانها از طریق ورودی گرافیکی دارند و نیز بدلیل داشتن یک منوی قدرتمند برای طراحی اجزای سازه ای،برای این بررسی ایده آل تشخیص داده شدند.هردو این نرم افزارها که از محصولات دانشگاه برکلی هستند دارای گزینه ای بنام Auto select section هستند.این گزینه امکان گرد آوردن مجموعه ای از مقاطع دلخواه و مناسب را در یک مجموعه فراهم می آورد. هنگامیکه کاربر این مجموعه را به یک المان تخصیص دهد،برنامه در بار اول تحلیل یک مقطع با وزن میانگین را از میان این مقاطع انتخاب میکند،به هنگام شروع طراحی مقطعی از سوی برنامه به المان تخصیص داده میشود که با کمترین وزن،نیاز مقاومتی عضو در برابر انواع تنشها را ارضا نماید.سپس مجددا تحلیل انجام میشود و نیروها با توجه به مقاطع جدید،باز توزیع میشوند و روند طراحی مذکور در بالا مجددا برای نیروهای جدید تکرار میشود.کار تاجایی ادامه خواهد داشت که مقاطع تعویض نشوند،بعبارتی به بهترین مقطع همگرا شویم.دراین پروژه به لحاظ

عملی برای بررسی اینکه چه زمان تعویض مقاطع تمام یا تقریبا تمام شده است،معیار بیشترین تغییر مکان سازه در بام آن مورد توجه قرار گرفت که در چه زمانی تغییرات آن به صفر نزدیک میشود. آن زمان،ادامه روند تحلیل-طراحی متوقف میشد و نتایج مورد بررسی قرار می گرفتند.

ج-علاقه به آشنایی با نرم افزارهای مختلف تحلیل و طرح سازه.با توجه به زمینه کاری که در مشاور داشتم ،انگیزه فراوانی برای آشنایی با نرم افزارهای مختلف در من موجود بود،ابتدا ANSYS را در حد قابل قبولی آموختم،سپس بدلایل ذکر شده در قبل و با توجه به آشنایی کم و بیش مختصری که با SAP2000 داشتم آنرا برای انجام این کار مناسب تر یافتم و کار را با آن شروع کردم.در ادامه کار با ETABS2000 نیز آشنا شدم که در ساختمانهای دارای دیوار برشی ،قابلیتهای مناسبی دارد.بهر حال این پروژه از لحاظ آشنایی من با نرم افزارهای مختلف تحلیل سازه و سایر نرم افزارهای کاربردی اثرات خوبی داشت و از این لحاظ سپاسگزار استاد راهنمای خویش هستم که با کار بنده در این موضوع موافقت نمود.