

به نام خدا

Australian Prestressing
Services (APS)



طراحی فاز یک سقف

پروژه مسکونی
خیابان ارباب فرمانیه

شهریور ماه ۱۴۰۳

بخش 1

معرفی کلی ساختمان

1-1 معرفی ساختمان از نظر هندسی

1-1-1 تعداد طبقات

پروژه حاضر شامل یک ساختمان دارای 15 طبقه می باشد که با توجه به پلان های معماری ارائه شده طبقات زیرزمین کاربری پارکینگ و طبقه منفی 1 کاربری استخر و فضاهای ورزشی و طبقه همکف کاربری لابی و طبقات فوقانی دارای کاربری مسکونی می باشند. برای بام هم کاربری خاصی در نظر گرفته نشده است.

1-1-2 عرض و طول ساختمان

- ابعاد ساختمان در بلندترین قسمت تقریباً برابر با 38×34 متر می باشد.
- مساحت سازه تقریباً 15,000 مترمربع می باشد.

1-1-3 ارتفاع ساختمان

ارتفاع طبقه 5- زیرزمین از روی فونداسیون برابر با 4 متر ارتفاع طبقات 4- و 3- برابر با 3.6 متر و ارتفاع طبقه 2- برابر با 4.5 متر و طبقه 1- برابر با 3.6 متر و ارتفاع طبقه همکف برابر با 5.4 متر و ارتفاع دیگر طبقات برابر با 3.96 متر لحاظ شده است.
در نتیجه ارتفاع کلی سازه برابر با 60.34 متر و ارتفاع لرزه ای سازه برابر با 44.64 متر می باشد.

1-2 کاربری ساختمان

- مطابق بند 2-3-7 آئین نامه 2800 این ساختمان با توجه به کاربری مسکونی در گروه ساختمانی با اهمیت متوسط قرار می گیرد.
- مطابق جدول 3-1 آئین نامه 2800 با توجه به کاربری باید 20 درصد بار زنده را در محاسبه نیروی جانبی در نظر گرفت.

1-2-1 موقعیت ساختمان نسبت به سازه های مجاور

ساختمان از شرق و غرب دارای همسایه می باشد.

1-3 معرفی سیستم سازه‌ای ساختمان

ساختمان مورد بررسی دارای اسکلت بتنی می‌باشد. سیستم سازه‌ای با توجه به آیین‌نامه 2800 ویرایش چهارم، در هر دو جهت از نوع سیستم قاب خمشی با شکل پذیری ویژه می‌باشد.

دال تخت بتنی از نوع دال بتنی پیش تنیده (پس کشیده) Post Tension است که با سیستم چسبیده Bonded اجرا می‌شود. این دال تخت بتنی روی قاب قرار می‌گیرد. برای کنترل تغییر شکل دال ضخامت آن در طبقات مسکونی برابر با 25 سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

مطابق آیین‌نامه 2800 و با توجه به سیستم سازه‌ای موجود ضریب رفتار سازه در هر دو جهت برابر با 7.5 می‌باشد.

بخش 2

طراحی دال پیش تنیده

1-2- دال پس کشیده:

دالها در این سیستم، دال بتی پیش تنیده از نوع پس کشیده می باشد.

برای مدل سازی و طراحی این دال از نرم افزار ADAPT استفاده شده است. بوسیله این برنامه، کل دال به همراه تکیه گاه های آن مدل سازی شده است. برای تحلیل و طراحی دال از روش اجزای محدود استفاده شده است. نرم افزار Adapt به دو روش دستی و اتوماتیک المان بندی می کند. در روش المان بندی اتوماتیک نرم افزار توانایی المان بندی به روش Adaptive برای دستیابی به مناسبترین المان محدود چهارگوشه ای را دارد. برای طراحی دال، مقاطع مختلفی در طول خطوط تکیه گاهی (Support Lines) تعریف شده است که در کلیه مقاطع تنش های بدست آمده از برنامه با تنش های مجاز کنترل شده است.



بخش 3

بارگذاری

3-1 بارگذاری قائم

بارهای مرده و زنده به شرح ذیل در نظر گرفته شده است.

3-1-1 بار مرده

بار مرده وارد بر سقف ساختمان 350 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شده است.

3-1-2 بار زنده

بار زنده وارد بر سقف ساختمان 200 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شده است. در طراحی اثر بارگذاری شطرنجی بار زنده در نظر گرفته می شود.

3-2 ترکیب بارگذاری

برای طراحی دال پیش تنیده مطابق با آئین نامه ACI ترکیب بارگذاریها بشرح ذیل در نظر گرفته شده است:

Selfweight + Dead + Live + Prestressing	: Service (Total Load)
Selfweight + Dead + 0.3Live + Prestressing	: Service (Sustained Load)
1.4 Selfweight + 1.4 Dead + Hyperstatic	: Strength
1.2Selfweight + 1.2 Dead + 1.6 Live + Hyperstatic	: Strength
Selfweight + 1.15 Prestressing	: Initial
3 Selfweight + 3 Dead + 1.6 Live + 3 Prestressing	: Deflection

بخش 4

ضوابط طراحی

4-1 فرضیات طراحی

ضخامت دال بتنی پس کشیده 25 سانتیمتر می باشد .

$$f_c = 35 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{ci}' = 0.7 \times 35 = 24.5 \frac{N}{mm^2}$$

مقادیر ضریب اصطکاک اعوجاجی و انحنایی به صورت زیر در نظر گرفته شده است :

$$\mu = 0.18$$

$$\kappa = 0.002$$

مطابق بند 4-12-18 برای بارهای زنده معمول و بارهایی که به طور یکنواخت پخش شده‌اند فاصله بین تاندانها یا گروه‌هایی از این تاندانها در یک جهت نبایستی از کوچکترین دو مقدار 8 برابر ضخامت دال و 1/5 متر فراتر رود: برای دال 25 سانتیمتر:

$$s \leq \min(8 \times 20 = 1.60, 1.50) = 1.5m$$

4-2 تنشهای مجاز

با توجه به بند 3-3-18 آیین نامه ACI برای سیستم‌های دال دو طرفه کلاس طراحی برای حالت بهره‌برداری U در نظر گرفته شده است. تنش کششی دورترین تار کششی در ناحیه کشش پیش فشرده که بر اساس بارهای بهره برداری محاسبه می شود، برای دال‌های دو طرفه به مقدار زیر محدود می‌گردد :

$$f_t \leq 0.5\sqrt{f_c'} = 0.5\sqrt{35} = 2.95 \frac{N}{mm^2} \text{ (ACI 318 - 05 - 18.3.3)}$$

مطابق بند 4-3-18 در مورد اعضای خمشی کلاس U باید تنشها در حالت بارهای بهره‌برداری با استفاده از مقطع ترك نخورده محاسبه شوند.

مطابق بند 1-4-18 تنشهای موجود در بتن بلافاصله پس از انتقال پیش تنیدگی (قبل از محو شدن افتهای پیش تنیدگی وابسته به زمان) نباید از مقادیر زیر بیشتر شوند:

$$0.6f_{ci}' = 14.7 \frac{N}{mm^2}$$

الف- تنش در دورترین تار فشاری

$$0.25\sqrt{f_{ci}'} = 1.246 \frac{N}{mm^2}$$

ب- تنش در دورترین تار کششی

مطابق بند 2-4-18 تنشهای فشاری موجود در اثر بارهای بهره‌برداری برای کلاس U نباید از مقادیر زیر بزرگتر گردند :

الف - تنش در دورترین تار فشاری ناشی از پیش تنیدگی به علاوه بارهای دائمی :

$$0.45f'_c = 15.75 \frac{N}{mm^2}$$

ب- تنش در دورترین تار فشاری ناشی از پیش تنیدگی به علاوه کل بارهای اعمال شده :

$$0.6f'_c = 21 \frac{N}{mm^2}$$

مطابق بند 1-5-18 تنش کششی در فولاد پیش تنیدگی هنگام جک زدن نباید از کوچکترین مقدار زیر بزرگتر گردد

$$0.94f_{py} = 1598 \frac{N}{mm^2} \quad :$$

$$0.8f_{pu} = 1488 \frac{N}{mm^2}$$

4-3 تغییرمکان مجاز

با توجه به بند 5-3-18 تغییرمکانها در اعضاي خمشی پیش‌تنیده باید بر اساس بند 4-5-9 و جدول ب-5-9 و به صورت زیر محاسبه گردد :

کفها یا بامهایی که به اجزای غیر سازه‌ای که احتمال آسیب رسیدن به آنها تحت تغییرمکانهای بزرگ وجود دارد متصل بوده یا آنها را تحمل می‌کنند:

$$\Delta_{\max} = \frac{l}{480} (cm)$$

در کنترل تغییر شکل، اثرات دراز مدت و خزش بتن مطابق بند ACI 9.5.4.3 در نظر گرفته شده است.

بخش 5

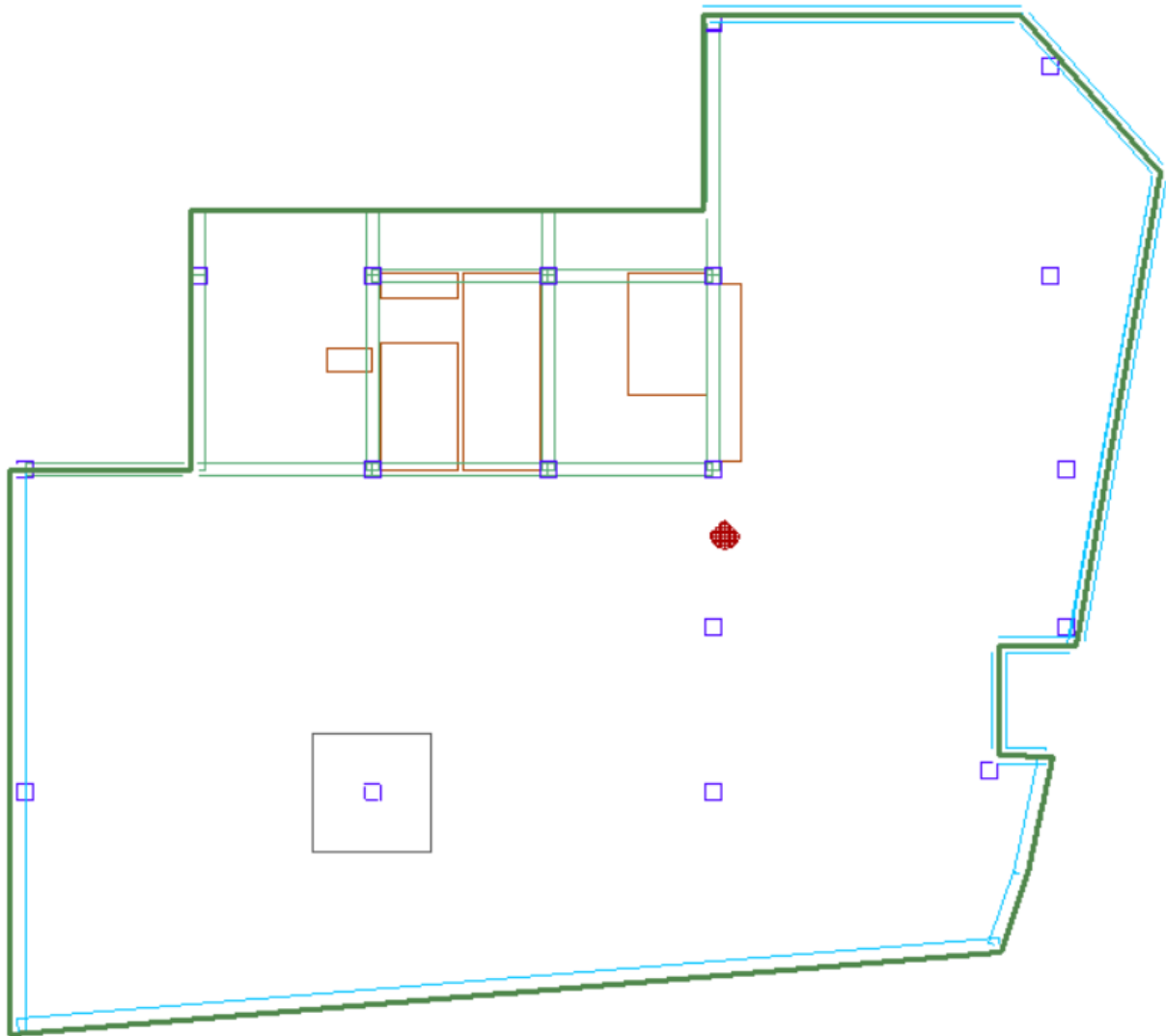
کنترل نتایج

5- کنترل نتایج

به تفکیک تصاویر مدل ساز d و پلان‌های تاندون گذاری، کنترل تغییرشکل برای کلیه حالات بارگذاری نشان داده شده است.

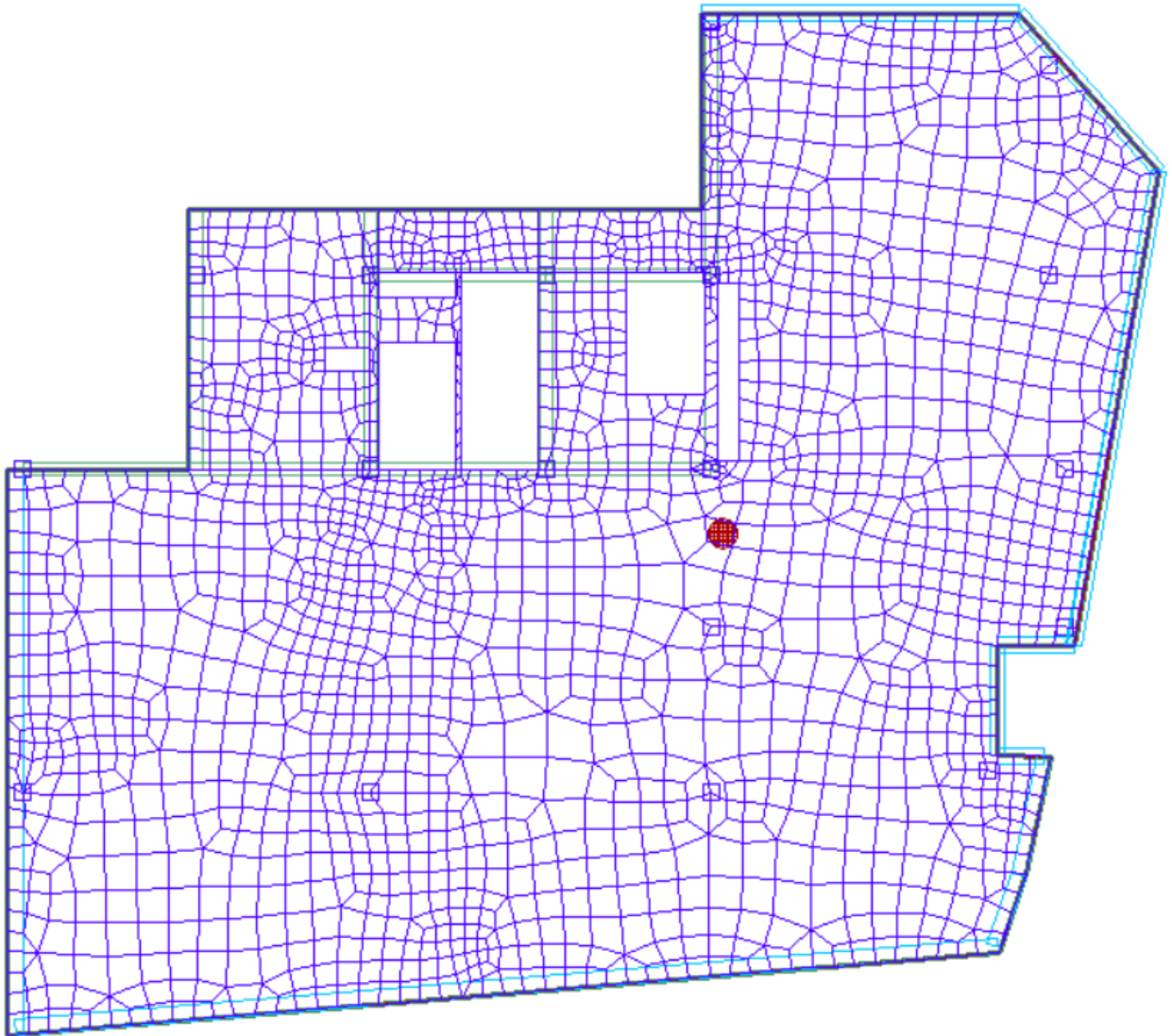
5-1 نمای سه بعدی از مدل سقف پیش تنیده:

الف-تراز طبقات زیرزمین:

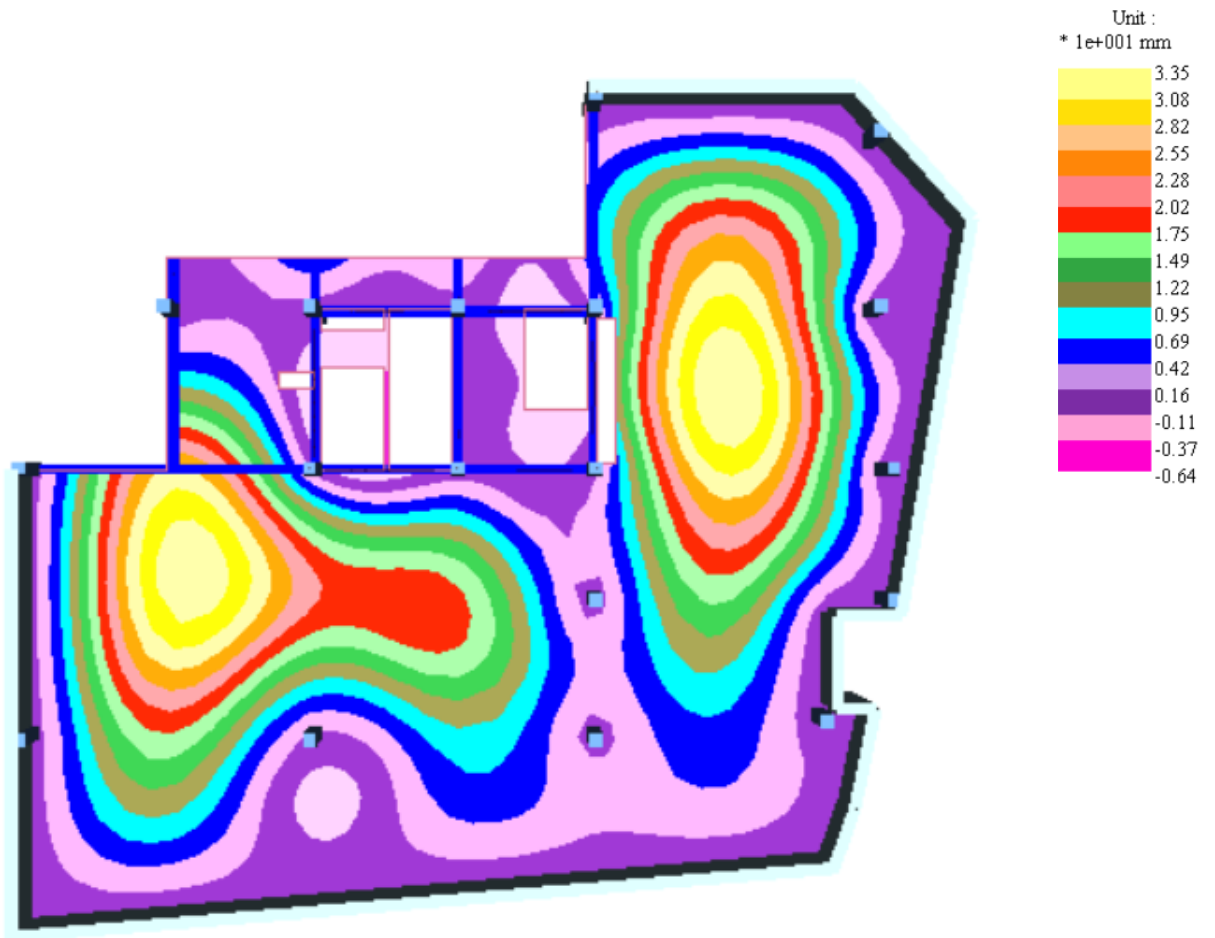


5-2 پلان المان بندی اجزا محدود

المان بندی توسط برنامه ADAPT به روش المان بندی بهینه انجام می شود. این برنامه در نواحی مورد نیاز از مش بندی ریزتر بصورت اتوماتیک استفاده می کند.



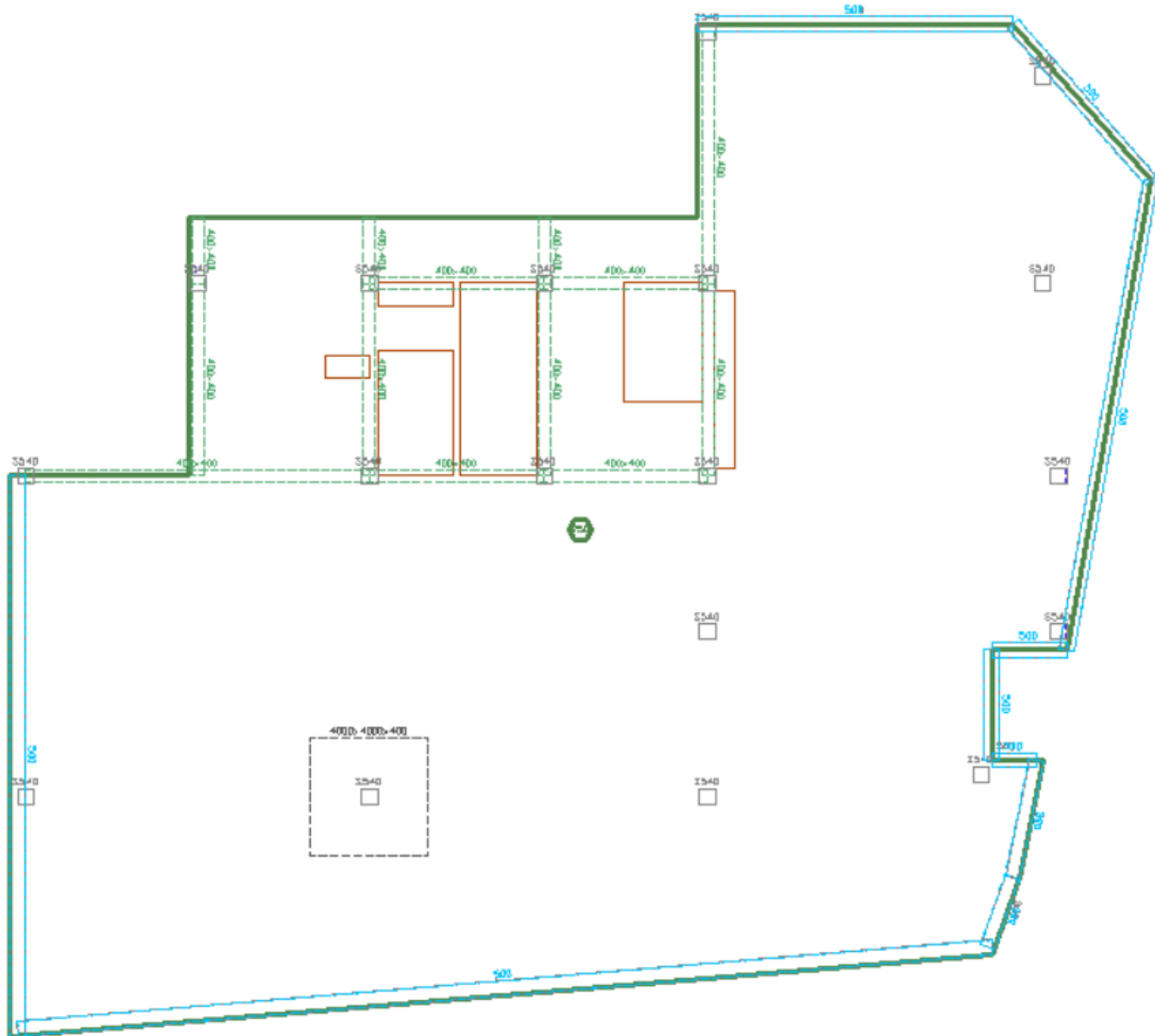
5-3 کنترل تغییر شکل:



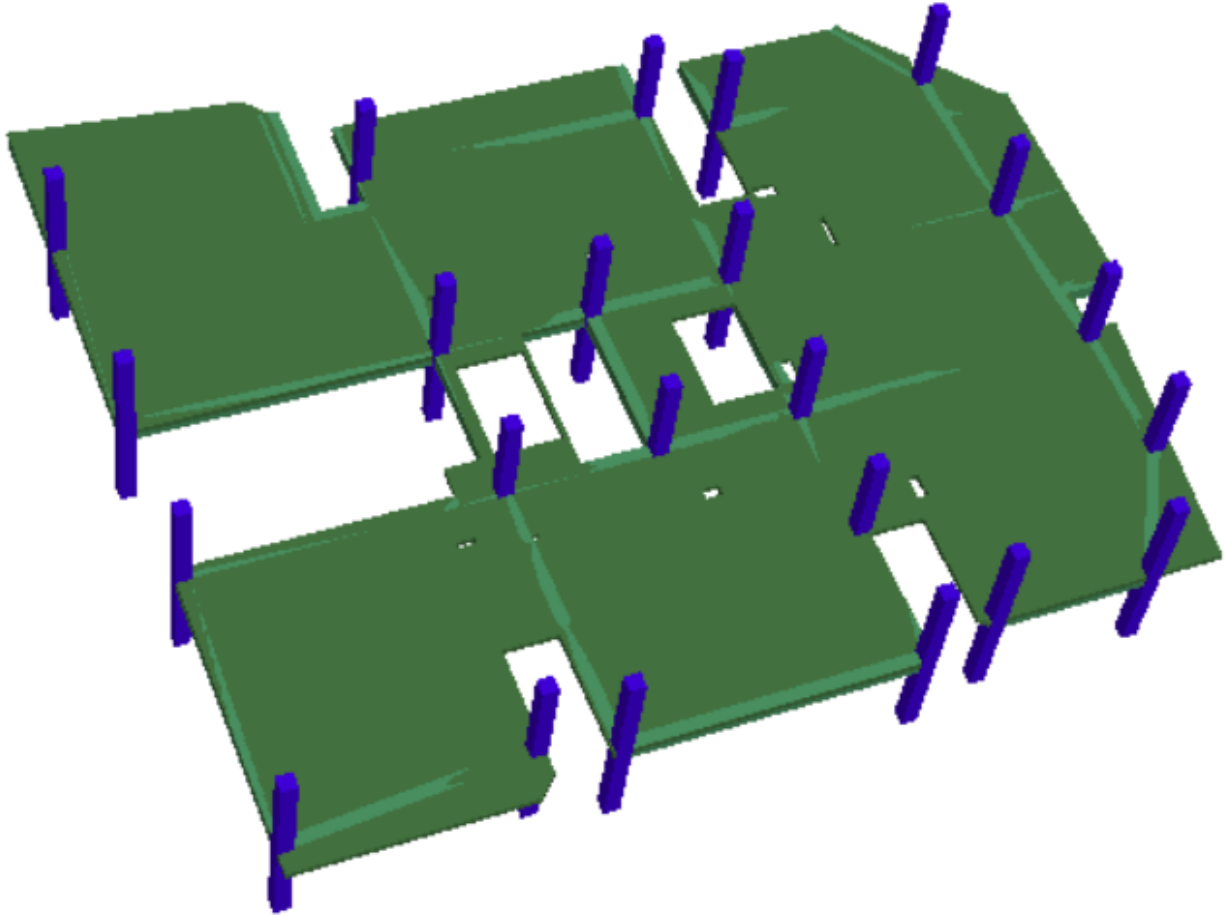
5-4 پلان مشخصات اعضای سازه ای در طبقات زیرزمین:

ضخامت دال پیش تنیده در این سازه برابر با 25 سانتیمتر می باشد.

همانطور که در شکل زیر مشخص می باشد در سقف طبقات زیرزمین هیچگونه تیری در فضاهای داخلی وجود ندارد و این مهم می تواند منجر به کاهش حجم خاکبرداری به علت کاهش ارتفاع طبقات زیرزمین گردد.

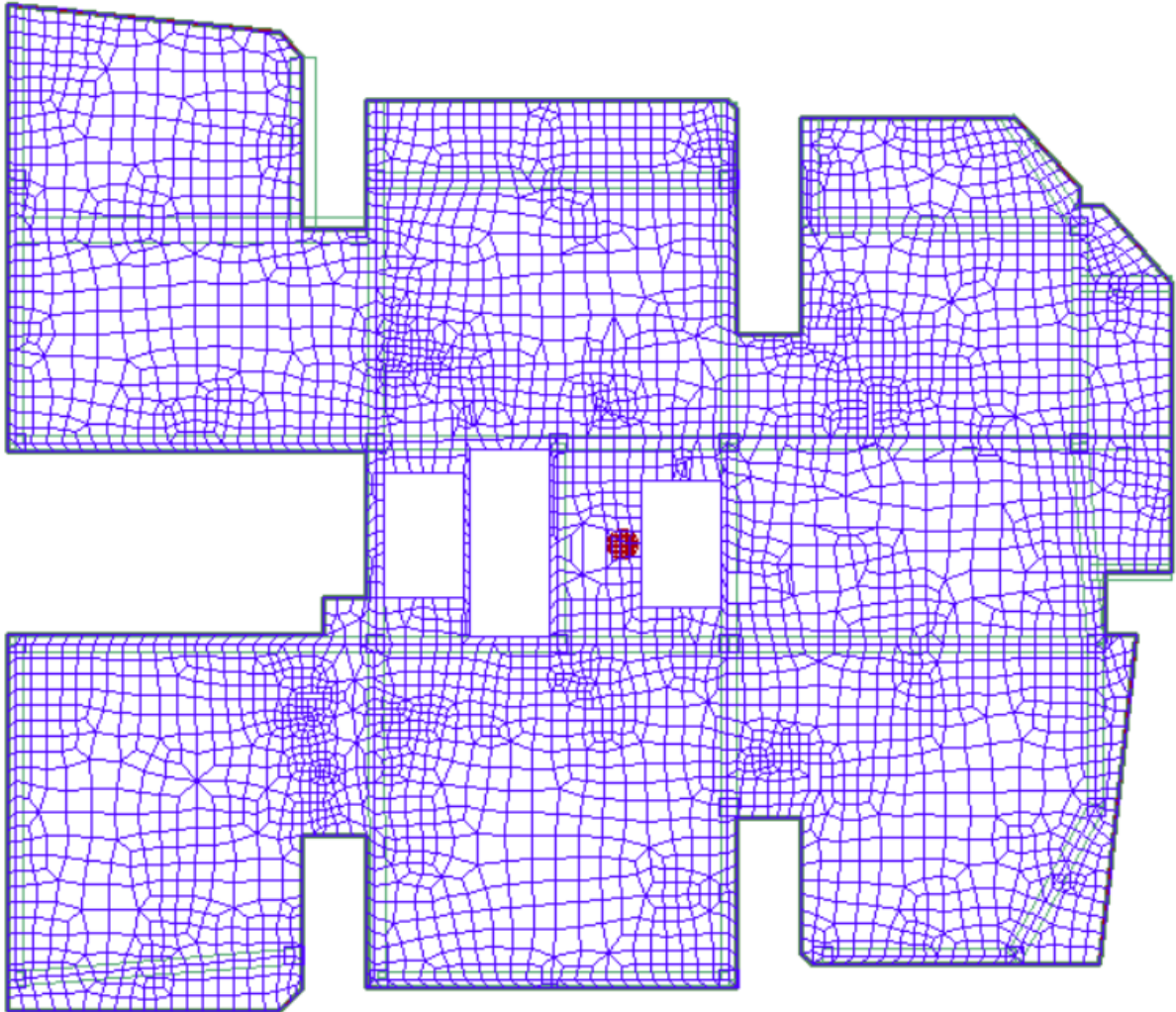


ب- تراز طبقات مسکونی:

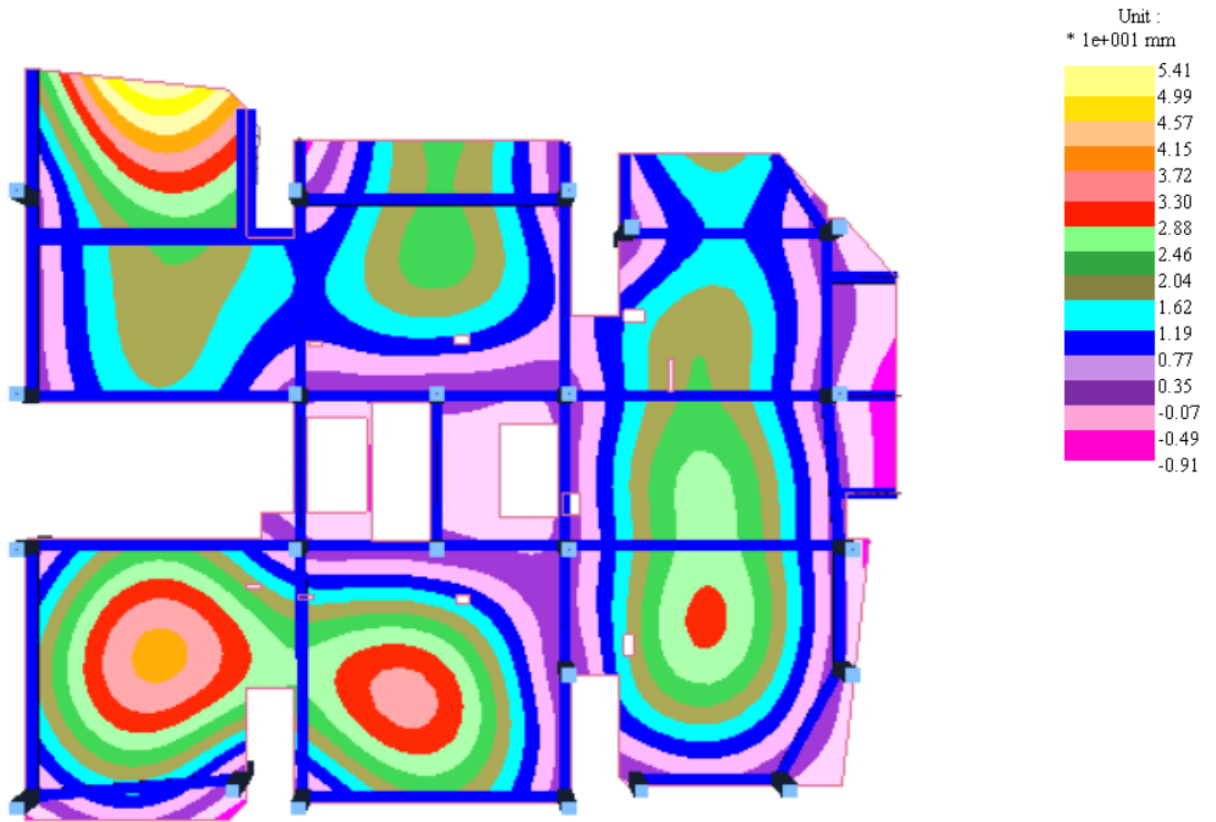


5-6 پلان المان بندی اجزای محدود

المان بندی توسط برنامه ADAPT به روش المان بندی بهینه انجام می شود. این برنامه در نواحی مورد نیاز از مش بندی ریزتر بصورت اتوماتیک استفاده می کند.

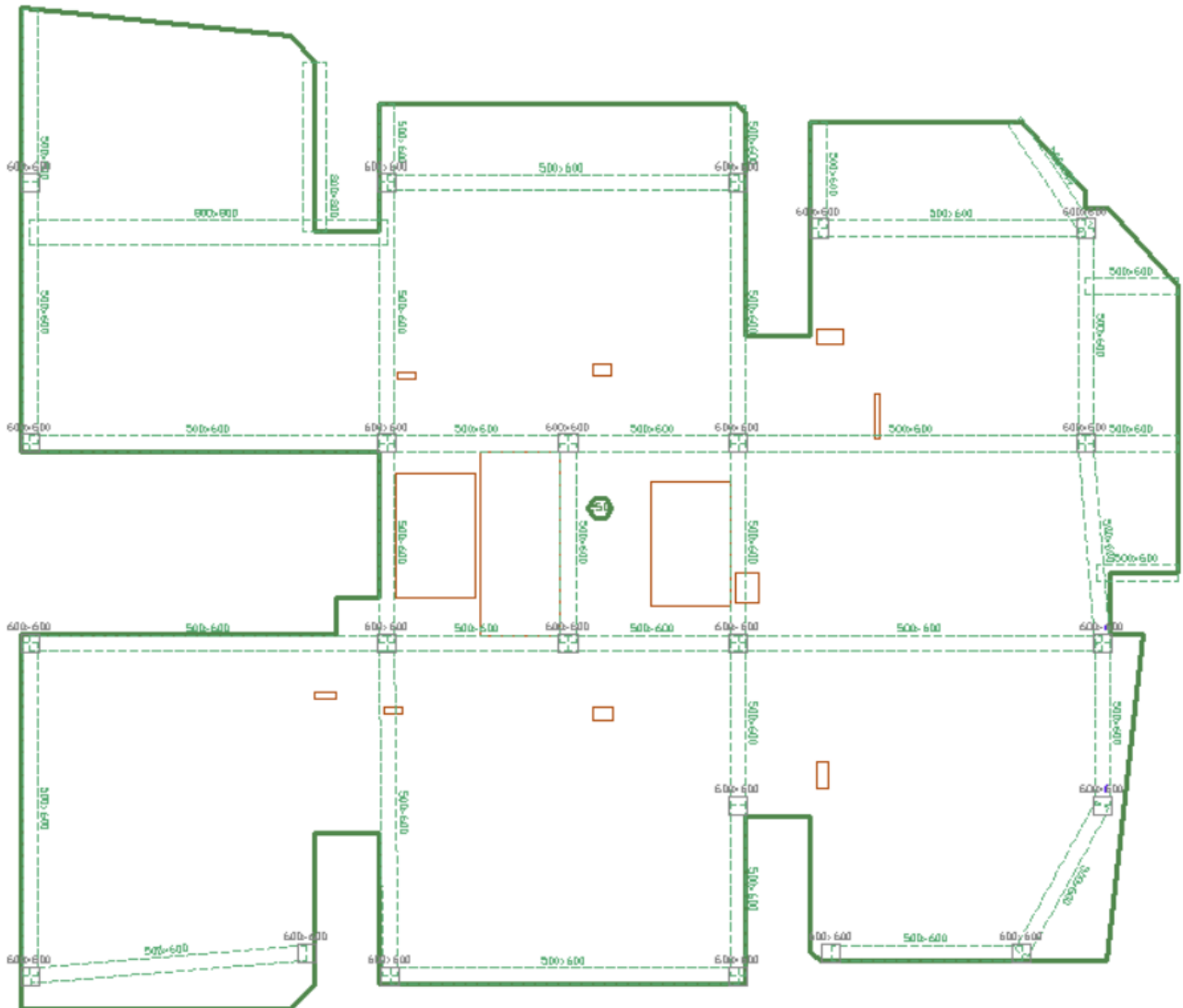


5-7 کنترل تغییر شکل:



5-8 پلان مشخصات اعضای سازه ای در طبقات مسکونی :

ضخامت دال پیش تنیده در این سازه برابر با 25 سانتیمتر می باشد.
 ارتفاع تیرهای خمشی در طبقات 60 تا 70 سانتیمتر می باشد که با در نظر گرفتن 25 سانتیمتر ضخامت دال،
 سقف ها 35 تا 40 سانتیمتر آویز خواهند داشت.



جدول احجام اجرای سازه بتنی با سقف Post Tension

ردیف	عناوین مقایسه‌ای	وزن آرماتور سازه (کیلوگرم بر متر مربع)	حجم بتن سازه (متر مکعب بر متر مربع)	ضخامت سقف (سانتیمتر)	زمان تقریبی اجرای هر طبقه (روز)
1	سازه بتنی با سقف پس کشیده APS	58	0.55	ضخامت دال: 25	10 تا 15 روز

هزینه های بالاسری و تجهیز کارگاه شامل هزینه کل سازه نمی باشد.

با توجه به اینکه گزارش فاز یک و اولیه می باشد و احجام و وزن مصالح مصرفی تقریبی می باشد.

..... End of Report