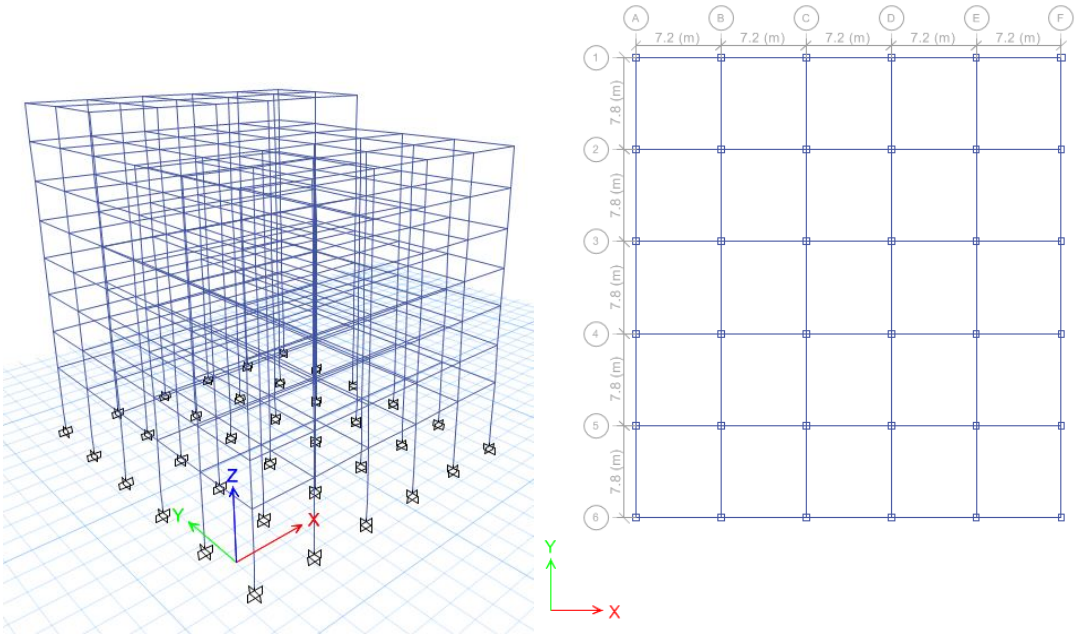
راهنمای طراحی کامل سقف کامپوزیت معمولی در مدل سازه ای ETABS با استفاده از نرم افزار سازه سقف

۱- ترسیم المانهای اصلی سازه

(ستونها ، تیرهای اصلی ، عناصر بادبندی و یا دیوار برشی و یا هر المان دیگر که مد نظر مهندس محاسب میباشد)

را با استفاده از نقشه معماری با رعایت محورهای مربوطه (گرید لاین) و لحاظ نمودن کدهای ارتفاعی نقشه معماری در ETABS ویرایش جدید یا قدیم همانند شکل نمونه زیر ترسیم نمایید

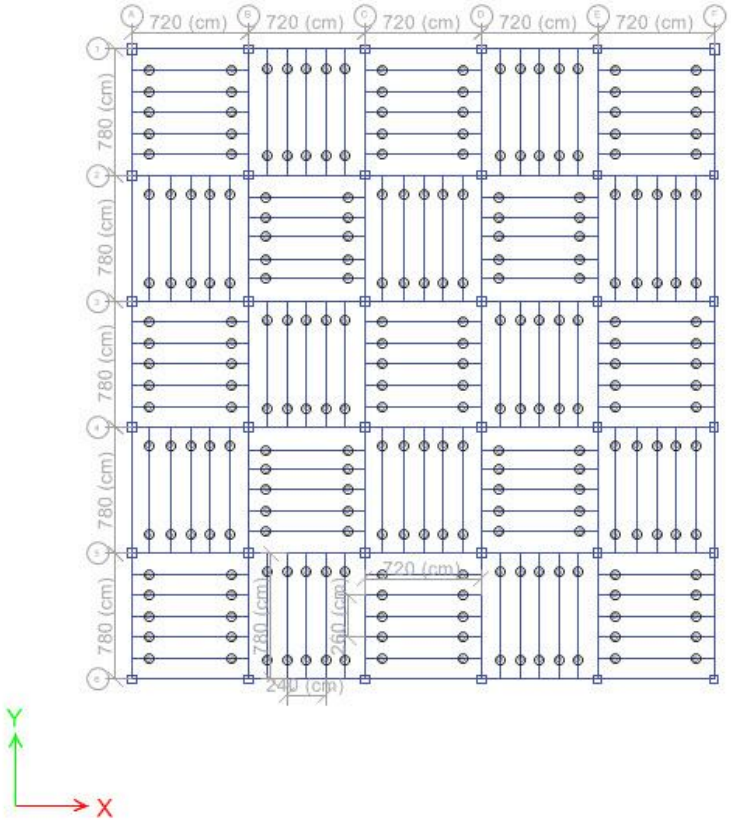


توضیح :

مشخصات ماتریال و همچنین مقاطع مورد نیاز جهت اختصاص دادن به المانهای اصلی (ستونها و تیرها و عناصر بادبندی و دیوار برشی) در همین مرحله به ETABS معرفی نمایید

۲- معرفی تیرهای فرعی در مدل ETABS سازه مورد محاسبه

در پلان سقف تمامی طبقات ، تیرهای فرعی سقف را با تکیه گاه مفصلی و بفاصله ای که مورد نظر خواهد بود و با توجه به جهت تیرهای فرعی در مدل ETABS ترسیم نمایید و مقطع IPE180 را برای همه تیرهای فرعی مذکور صرفا بخاطر لحاظ شدن وزن حدودی تیر فرعی اختصاص دهید . همانند شکل نمونه زیر

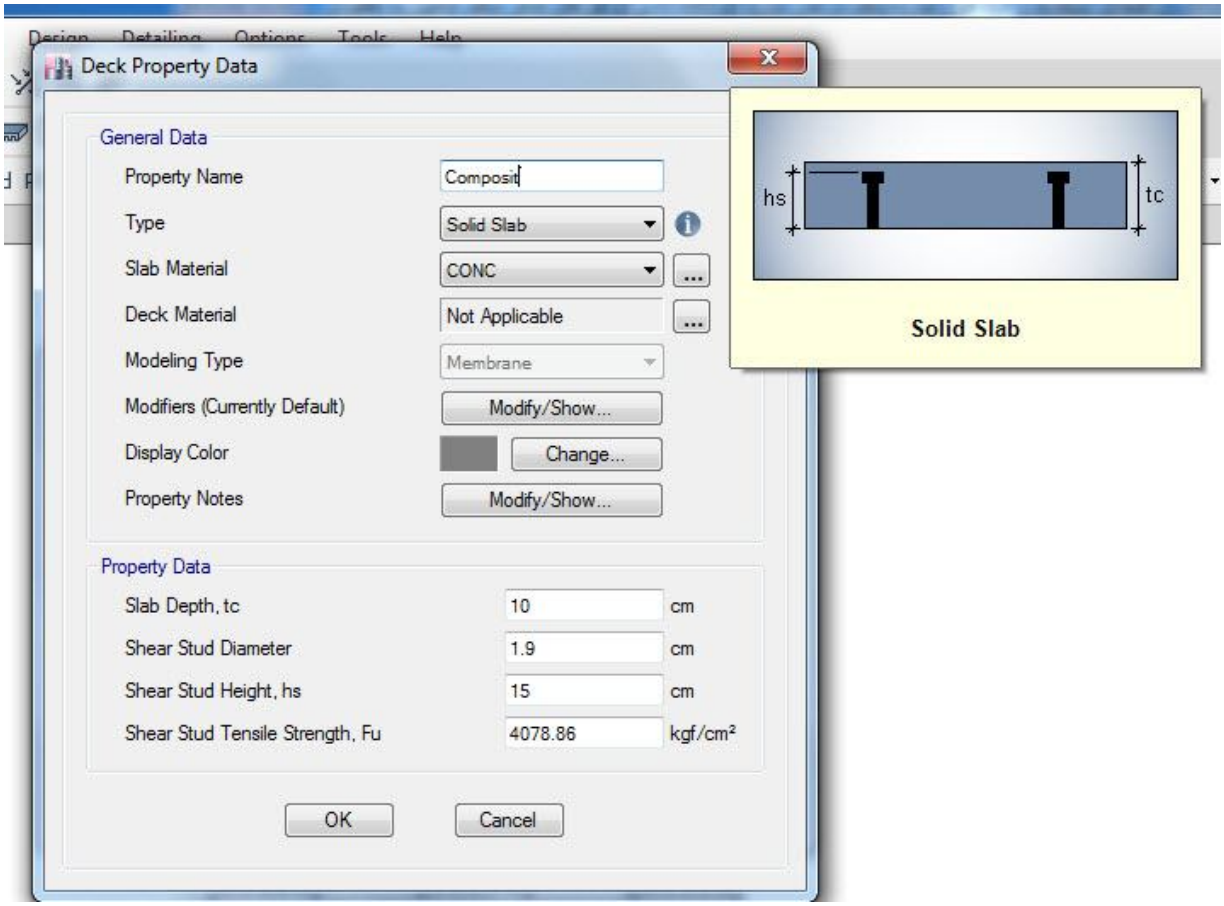


دلیل معرفی تیرهای فرعی

لازم به تذکر است تیرهای فرعی مذکور صرفا بخاطر توزیع واقعی بارهای ثقلی بین المانهای اصلی سازه بوده و هیچ نقشی برای طراحی المان سقف نخواهند داشت بنابراین نیازی به اعمال تنظیمات این مدل سقف در ETABS که مشکلات خاص خودرا به همراه دارند ، نخواهید داشت ، مخصوصا برای حالتی که سازه مورد طراحی یک برج باشد و صدها تیر فرعی داشته باشد که در این حالت حجم ETABS بشدت افزایش پیدا کرده و زمان زیادی نیاز خواهد داشت که ETABS به هنگام طراحی المانهای سقف ، تیرهای مذکور را آنالیز و طراحی کند البته بشرطی که انواع و اقسام خطا توسط ETABS اعلام نشود ، ضمنا بخاطر مسایل فشردگی امکان استفاده از تیر لانه زنبوری و یا حتی امکان تقویت با ورق را در ETABS براحتی نخواهید داشت و از آن مهمتر فقط مقدار Ratio را خواهید داشت که کنترل اقتصادی طراحی کردن تیرهای فرعی نیز بسیار دشوار خواهد بود . همه این مشکلات با صرف چند ثانیه زمان توسط نرم افزار هوشمند سازه سقف براحتی برطرف خواهد شد . که در ادامه توضیح داده خواهد شد .

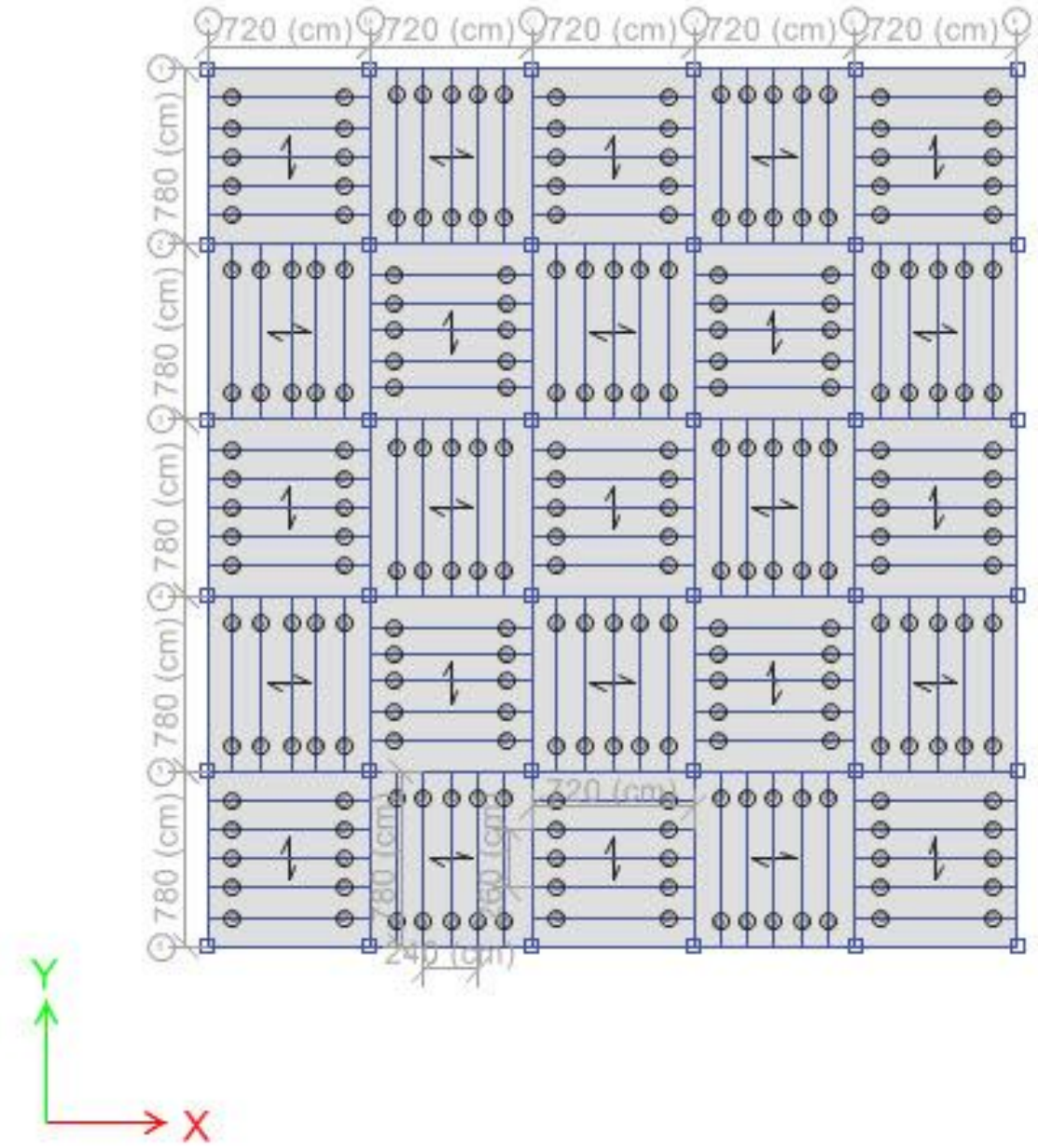
۳- معرفی دال بتنی روی تیرهای فرعی سقف عرشه

بعد از ترسیم تمامی تیرهای فرعی مذکور ، دال بتنی یکطرفه کامپوزیت معمولی همانند شکل زیر در مدل ETABS معرفی نمایید .



۳- ترسیم صفحات دال بتنی روی تیرهای فرعی

صفحات دال بتنی روی تیرهای فرعی را در هریک از پانل های سقف تمام طبقات ترسیم نمایید . البته اگر سقفها تیپ بودند میتوان برای یک سقف ترسیم و سپس با دستور Replicate به سایر سقفها نیز اختصاص داد . همانند شکل نمونه زیر



توجه شود حتما جهت دال بتنی عمود بر تیرهای فرعی باشد (همانند شکل فوق)

۴- اعمال بارهای ثقلی و قایم زلزله بر صفحات دال بتنی

کلیه بارهای مرده و زنده و قایم زلزله را به دال مذکور اعمال کنید .

۴-۱ : اعمال بار مرده طبقات و پارکینگ

یادآوری میشود خود صفحات دال بتنی دارای وزن بوده که بصورت اتومات توسط ETABS محاسبه خواهد شد که به آن بار مرده ای سازه گفته میشود ، بنابراین فقط لازم است بار مرده غیر سازه ای به دال مذکور تحت عنوان SUPER DEAD (S-DEAD) وارد گردد.

وزن واحد سطح اجزا و مصالح در سقف کامپوزیت معمولی						
طبقات و پارکینگ						
مصالح مصرفی	وزن مخصوص Kg/m3	ضخامت cm	تعداد -	مقدار بار Kg/m2		
بتن سقف	2500	10	1	250	270	بارمرده سازه ای
وزن تیر فرعی و ورق	20	-	1	20		
سنگفرش کف	2500	2	1	50	231	بارمرده غیر سازه ای
ملات ماسه و سیمان	2100	3	1	63		
بتن سبک برای تراز کردن سقف	600	8	1	48		
وزن تاسیسات و سقف کاذب	70	-	1	70		super dead load (S-DEAD)

در جدول نمونه بالا کل بار مرده سقف محاسبه شده است که شامل ۳ قسمت میباشد . بارمرده سازه ای بار مرده غیر سازه ای ، بار مرده غیرسازه ایی تیغه بندی که بار تیغه بندی برای سقفهای طبقات که فضاها توسط تیغه هایی به ضخامت کمتر از ۱۵ سانتیمتر از هم جدا میشوند مورد استفاده قرار میگیرد و مقدار آن از تقسیم وزن تمامی تیغه ها بر مساحت کل آن سقف بدست می آید ، اگر عدد حاصله کوچکتر از ۱۰۰ بود مقدار ۱۰۰ وگرنه هرعددی که بدست آمد ملاک اعمال بار تیغه بندی خواهد بود و جنس این بار عموما از نوع مرده خواهد بود.

برای اعمال بار مرده طبقات خواهیم داشت

S-DEAD= 231> 200 ok Kg/m2

Partition= 100~150 Kg/m2

برای اعمال بار مرده طبقه پارکینگ خواهیم داشت

S-DEAD= 250 Kg/m2 مقدار حداقل طبق توصیه نظام مهندسی تهران

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران محدودیتهای زیر را برای بارگذاری در نظر گرفته است

- محدودیت های وزن کف سازی بدون تیغه بندی (Super Dead)

ساختمان با کاربری مسکونی و اداری حداقل 200 kg/m2

با کاربری تجاری و پارکینگ حداقل 250 kg/m2

سقف بام 300 kg/m2

۴-۲ : اعمال بار مرده بام

وزن واحد سطح اجزا و مصالح در سقف کامپوزیت معمولی						
بام						
مصالح مصرفی	وزن مخصوص	ضخامت	تعداد	مقدار بار		
	Kg/m3	cm	-	Kg/m2		
بتن سقف	2500	10	1	250	270	بارمرده سازه ای
وزن تیر فرعی و ورق	20	-	1	20		
سنگفرش کف	2500	2	1	50	330	بارمرده غیر سازه ای super dead load (S-DEAD)
ملات ماسه و سیمان	2100	3	1	63		
قیرو گونی یا ایزوگام	15	-	1	15		
لیسه ای کردن با ملات ماسه و سیمان	2100	2	1	42		
بتن سبک برای شیب بندی بام	600	15	1	90		
وزن تاسیسات و سقف کاذب	70	-	1	70		

برای اعمال بار مرده بام خواهیم داشت

S-DEAD= 330 > 300 ok Kg/m2

۴-۳ : اعمال بار زنده تمامی طبقات و بام

مقدار حداقل این بار با استفاده از جدول ۶-۵-۱ مبحث ۶ با توجه به کاربری سقف مذکور خواهد بود و به تمامی پانلهای سقف (صفحه دال بتنی) تحت عنوان LIVE LOAD اعمال خواهد شد

۴-۴ : اعمال بارقایم زلزله در صورت وجود تمامی طبقات و بام

البته ممکن است این بار بصورت ضرایبی که از آن بدست می آید به ترکیب بار مرده وارد برآن سقف اضافه شود و نیازی به اعمال جداگانه نباشد .

۵- طراحی المانهای اصلی سازه و فنداسیون

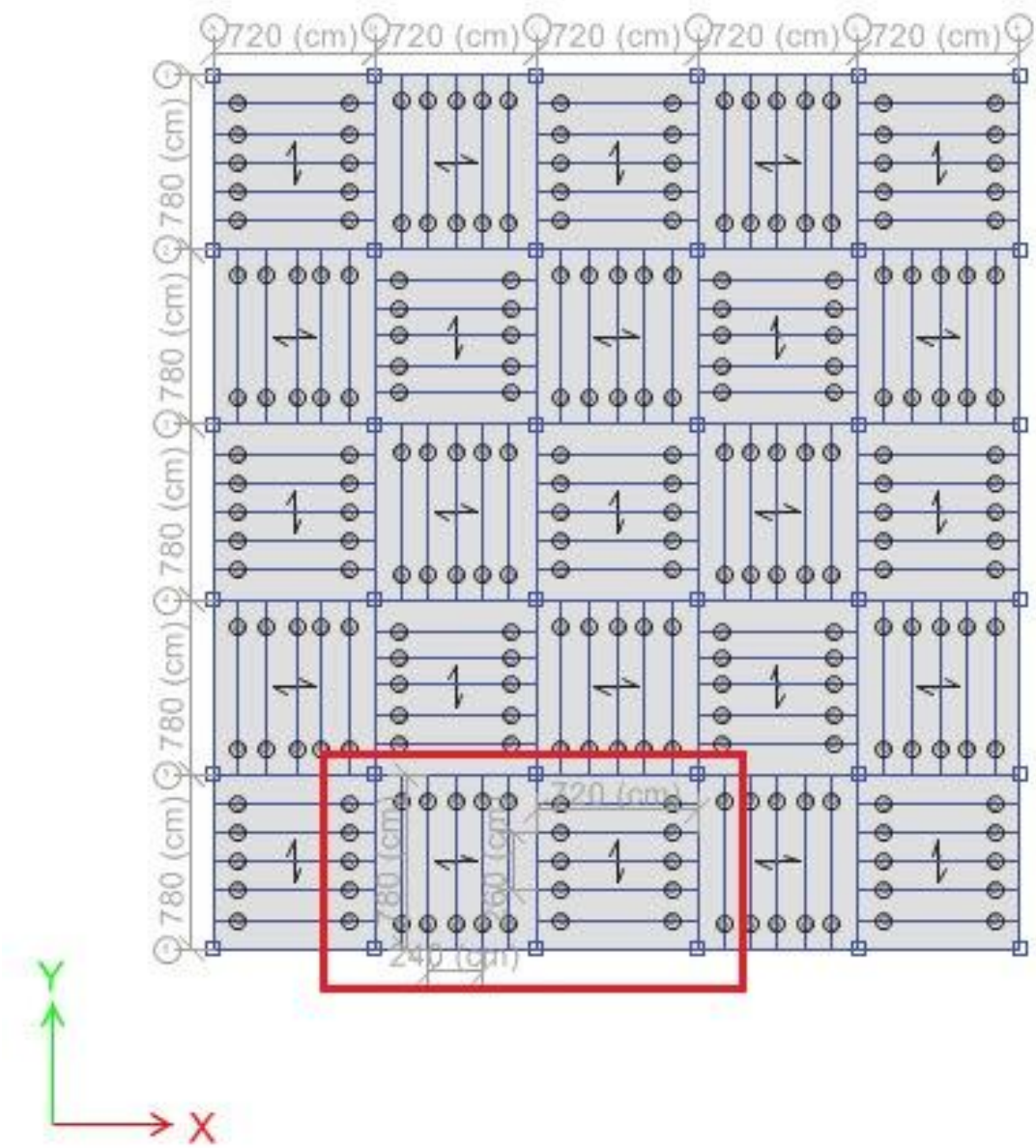
(ستونها - تیرها - بادبند - دیواربرشی احتمالی و دیوار حایل و .....)

و همچنین اکسپورت کردن اطلاعات برای طراحی فنداسیون

و ترسیم نقشه اسکلت اصلی سازه و فنداسیون (بصورت دستی یا با استفاده از نرم افزارهای کمکی ترسیم نقشه .

۶- چاپ یا پرینت اسکرین از تمام سقفهای مدل ETABS

توضیح در صورت تیپ بودن طبقات ، چاپ و پرینت اسکرین یکی از سقفهای طبقات کافی خواهد بود



در شکل فوق بدلیل مشابه بودن پانل ها ، انتخاب دو پانل بعنوان نماینده پانل کل طبقه کفایت می کند و اگرپلان طبقات مشابه هم باشند میتوان برای طبقات نیز در نظر گرفت منتها برای طبقه پارکینگ – طبقات و بام به جهت متغیر بودن بارهای مرده و زنده ، طراحی المان سقف های مذکور جداگانه توسط نرم افزار سازه سقف انجام خواهد شد .

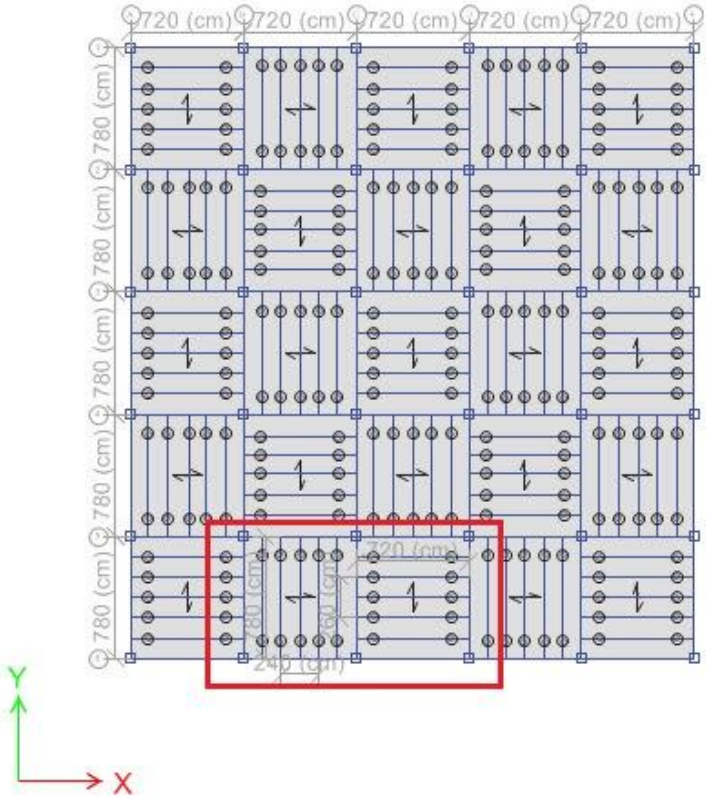
۷- طراحی کامل سقف توسط نرم افزار هوشمند سازه سقف

با داشتن اطلاعات طراحی میتوان با استفاده از نرم افزار هوشمند سازه سقف در کسری از زمان تیرهای فرعی تمام طبقات سقف مذکور را از میان ده ها IPE و CPE و تیرورق با امکان ورق تقویتی به بال پایین برای اقتصادی ترین حالت بصورت کامل همراه با اتصال جوشی یا پیچی تیر فرعی به تیر اصلی ، برشگیر طراحی نمایید . به جرات میتوان ادعا کرد سقف ۱ برج ۵۰ طبقه را ظرف کمتر از۱۰ دقیقه بصورت کامل طراحی و با جزییات کامل اتصالات و برشگیر و.... تحویل نقشه کش برای تهیه نقشه سازه سقف مذکور داد . ضمنا از نتیجه طراحی های هر مرحله میتوان بصورت کاغذی و یا PDF چاپ گرفت و ضمیمه دفترچه محاسبات نمود .

.....

مثال :

سقف سازه نمونه فوق را بصورت کامل با استفاده از نرم افزار سازه سقف برای سه حالت پارکینگ ، طبقات و بام طراحی می نماییم .



۱- طراحی سقف پارکینگ

پانل تیرفرعی به دهانه ۷۸۰ و بفاصله ۱۲۰ سانتیمتری

در جهت اطمینان 250+270 = وزن غیر سازه ای + وزن سازه ای = DL ≠ 550 Kg/m2

LL = 300 Kg/m2 بصورت بار زنده گسترده ثابت از جدول ۶-۵-۱

LL = 1500 Kg بصورت بار زنده متمرکز از جدول ۶-۵-۱

Fy = 2400 Kg/cm2 مقداری که در ایتابس معرفی شده است

F'c = 250 Kg/cm2 مقداری که در ایتابس معرفی شده است

L=7.8 m

a= 120 cm

tc=10 cm ضخامت دال سقف کامپوزیت معمولی

.....

۱-۱ طراحی المان تیر فرعی:

۱-۱-۱ برای حالت بار زنده گسترده ثابت



۱-۱-۲ برای حالت بار زنده متمرکز



برای حالت متمرکز ثابت نیز المان طراحی شده جوابگو بوده است

نتیجه طراحی ⟶ 1IPE270

وزن یکعدد المان k g 281.58

تذکر : البته میتوان از CPE هم استفاده کرد که وزن کمتری خواهد داشت منتها بایستی بررسی شود آیا هزینه ساخت CPE با کاهش وزن پروفیل کمتر خواهد بود یا خیر و سپس تصمیم نهایی گرفت . ضمنا میتوان با تقویت بال پایین پروفیل با سایز کوچکتر هم بررسی کرد و مقدار صرفه جویی را در این حالت نیز بررسی کرد بهرحال این از قابلیتهای مهم نرم افزار سازه سقف بوده بطوری که در ETABS این امکان بسختی قابل بررسی خواهد بود .

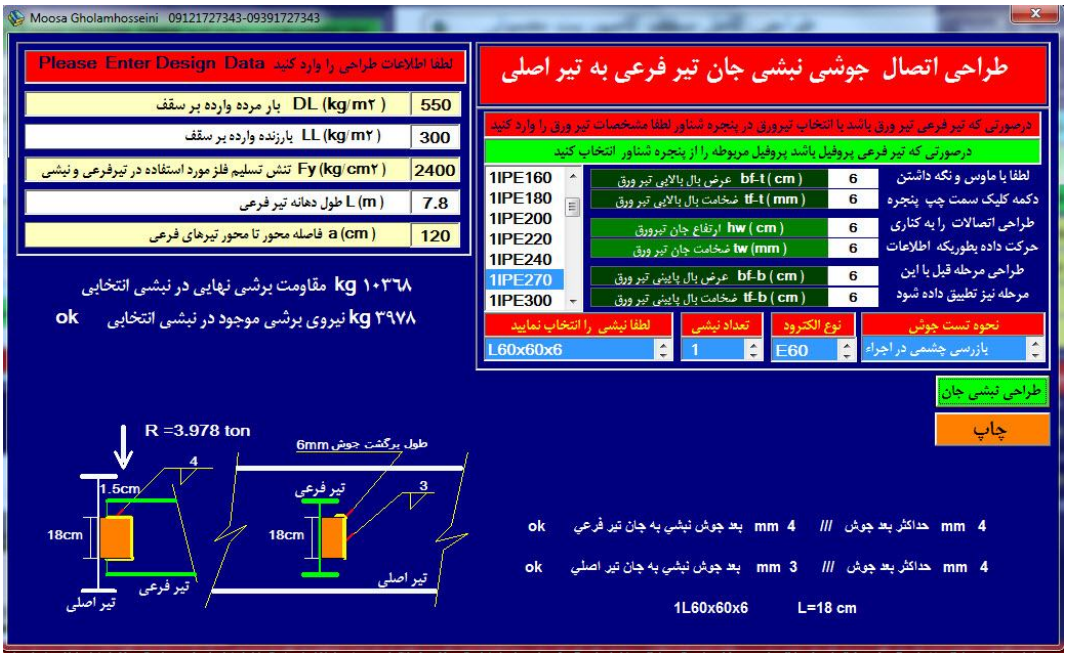
۱-۲ طراحی برشگیر :



برشگیر طراحی شده ناودانی ۶ بطول ۵ سانتیمتر بوده که بفاصله هر ۲۴ سانت روی تیرهای فرعی دورتادور جوش خواهد شد .

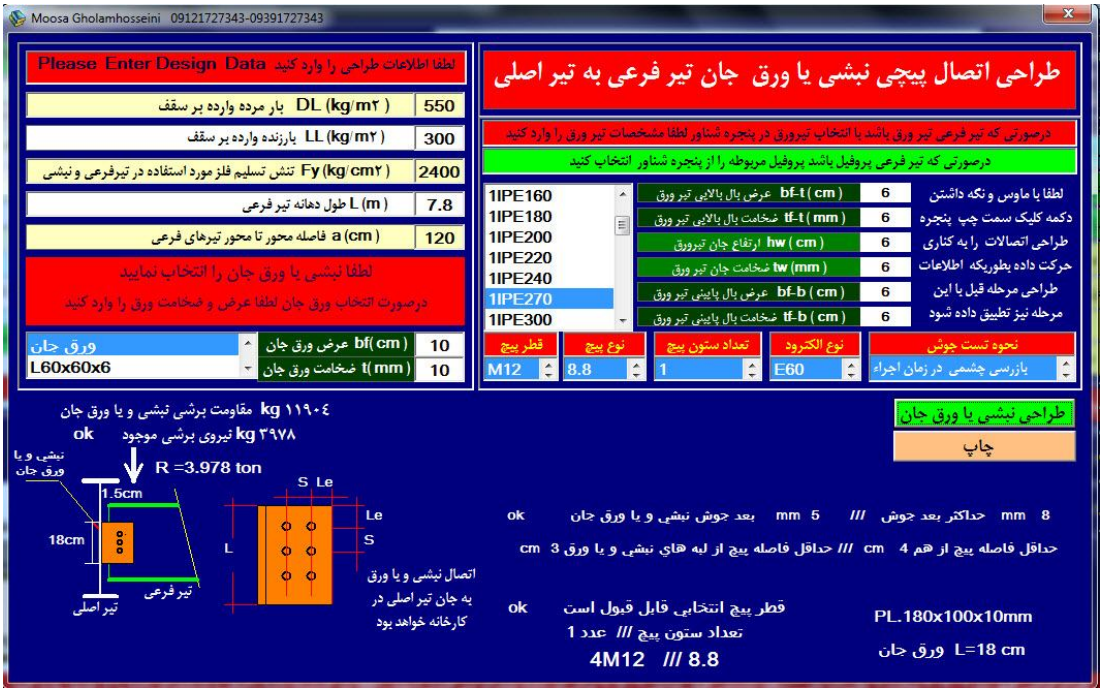
۱-۳ طراحی اتصالات :

۱-۳-۱ اتصال جوشی



نبشی جان جوشی محاسبه شده 1L60x60x6 L=18 cm

۱-۳-۲ اتصال پیچی



ورق اتصال جان محاسبه شده PL180x100x10 ----- 4M12 ///8.8 یک ستون پیچ

بعد های جوش و فاصله بین پیچ ها و بایستی در نقشه اجرایی مطابق گزارش نرم افزاردرج بشود
ضمنا میلگرد دال و همچنین میلگرد ضد حریق نیز محاسبه شده است و همچنین ضخامت ورق عرشه نیز مورد کنترل قرار گرفته و مورد تایید است

طراحی پانل بعدی سقف پارکینگ و همچنین طراحی سایر سقفها مشابه طراحی انجام شده فوق توسط نرم افزار سازه سقف خواهد بود . که توصیه میشود دوستانی که نرم افرار را در اختیار دارند بعنوان تمرین آنرا انجام دهند . گزارش محاسباتی که توسط نرم افزار برای سقف پارکینگ انجام شده است پیوست همین گزارش میباشد و دوستان میتوانند به هنگام استفاده از نرم افزار سازه سقف گزارش مشابه گزارش مذکور را پیوست دفترچه محاسبات خود نمایند .

دوستان عزیز همانطوری که ملاحظه کردید کل محاسبات فوق کمتر از ۱۰ دقیقه زمان نیاز خواهد داشت ، بنابراین حتما تایید خواهید فرمود با همراه داشتن نرم افزار هوشمند سازه سقف ، سقفی ایمن با جزییات اجرایی کامل طراحی خواهید نمود و برای همیشه از معضل طراحی انواع سقفهای متداول در ایران خلاص خواهید شد . ضمنا هر زمانی کارفرما درخواست کند بدون نیاز به فایلهای محاسباتی اصلی و فقط با مراجعه به دفترچه محاسبات بطوری که بتوانید اطلاعات طراحی را از آنجا بدست بیاورید براحتی خواهید توانست تعداد تیرهای فرعی هر پانل سقف را کم یا زیاد کنید و همچنین نوع برشگیر را تغییر دهید و اگر احتمالا کاربری بخشی از سقف تغییر کرد تیرفرعی را تقویت نمایید . این مهم توسط ایتابس بسیار مشکل و وقت گیر خواهد بود .

با احترام غلامحسینی ۱۴۰۳/۱۲/۱

1403/12/1

طراحی سقف کامپوزیت

بار مرده وارد برسقف	DL	550 kgf/m2	
بار زنده وارد برسقف	LL	300 kgf/m2	بار متمرکز وارد برسقف P 0 kgf
مقاومت نمونه ۲۸ روزه استوانه استاندارد بتن	fc	250 kgf/cm2	
طول دهانه تیر فرعی	L	7.8 m	
فاصله محور تا محور تیرهای فرعی نسبت به هم	a	120 cm	
ضخامت دال بتنی	tc	10 cm	

---------- نتایج طراحی ----------

1IPE270

ok	خیز موجود المان انتخابی براثر بار مرده و زنده	cm 2.34	خیزمجاز	cm 3.25
ok	خیز موجود المان انتخابی براثر بار زنده	cm 1.04	خیزمجاز	cm 2.17
ok	تنش موجود در بتن سقف	kgf/ cm2 47.53	تنش مجاز	kgf/cm2 112.5
ok	تنش موجود در فولاد بعد از اینکه بتن سفت شد	kg/cm2 1554.89	تنش مجاز	kgf/cm2 0.9Fy
ok	تنش موجود در فولاد قبل از اینکه بتن سفت شود	kg/cm2 620.46	تنش مجاز	kgf/cm2 0.6fy
ok	فرکانس موجود در المان انتخابی	hz 8.85 ----------	فرکانس مجاز	hz 5
نیروی برشی افقی برای طراحی برشگیر	kg 55080	----------	عرض بال تیر فرعی	bf = 13.5 cm

نوع میلگرد AII : دریک سفره وسط دال بتنی سقف قرار داده شوند 2xT8 @ 20cm

طراحی سقف کامپوزیت معمولی

1403/12/1

برآورد کل آهن آلات مصرفی یکعدد تیر فرعی سقف کامپوزیت معمولی

1IPE270

طول دهانه تیر فرعی 7.8 m

وزن یکعدد پروفیل انتخابی kg 281.58

جمع کل آهن مورد نیاز یکعدد تیر فرعی 281.58 kg

طراحی سقف کامپوزیت معمولی

طراحی برشگیر

نیروی برشی افقی	55080 kg
مقاومت نمونه ۲۸ روزه استوانه استاندارد بتن Fc	250 kg/cm2
دهانه تیر فرعی	7.8 m
ضخامت دال بتنی سقف	10 cm
عرض بال تیر فرعی	13.5 cm

---------- **نتایج طراحی** ----------

فاصله ناودانی ها S = 24 cm

طول ناودانی Lc = 5 cm **برشگیر** : UNP6

طراحی اتصال جوشی با نبشی جان

بار مرده وارده بر سقف	۵۵۰	kg/m2
بارزنده وارده بر سقف	۳۰۰	kg/m2
تنش تسلیم فلز مورد استفاده در تیر فرعی و نبشی	۲۴۰۰Fy	kg/cm2
فاصله محور تا محور تیرهای فرعی	۱۲۰	cm
طول دهانه تیر فرعی	۷,۸	m

---------- نتایج طراحی ----------

تیر فرعی مورد طراحی	۱IPE270
مقدار عکس العمل تکیه گاه تیر فرعی	R =3.978 ton

مقاومت برشي نهايي در نبشي انتخابي 10368 kg

ok نيروي برشي موجود در نبشي انتخابي 3978 kg

ok بعد جوش نبشي به جان تير فرعي 4 mm /// حداكثر بعد جوش 4 mm

ok بعد جوش نبشي به جان تير اصلي 3 mm /// حداكثر بعد جوش 4 mm

۱L60x60x6 L=18 cm

طول برگشت جوش نبشی به جان تیر اصلی	۶mm
نوع الکترود انتخابی	E60
نوع تست جوش	بازرسی چشمی در اجراء

طراحی اتصال پیچی با نبشی و یا ورق اتصال جان

بار مرده وارده بر سقف ۵۵۰ kg/m2

بارزنده وارده بر سقف ۳۰۰ kg/m2

تنش تسلیم فلز مورد استفاده در تیر فرعی و نبشی Fy۲۴۰۰ kg/cm2

فاصله محور تا محور تیرهای فرعی ۱۲۰ cm

طول دهانه تیر فرعی ۷,۸ m

نتایج طراحی

تیر فرعی مورد طراحی ۱IPE270

مقدار عکس العمل تکیه گاه تیر فرعی R =3.978 ton

مقاومت برشي نبشي و یا ورق جان kg 11904

ok نیروي برشي موجود kg 3978

ok بعد جوش نبشي و یا ورق جان mm 5 /// حداکثر بعد جوش mm 8

cm 3 حداقل فاصله پیچ از لبه هاي نبشي و یا ورق /// 4 cm حداقل فاصله پیچ از هم

ok قطر پیچ انتخابي قابل قبول است

۱ تعداد ستون پیچ /// عدد

۴M12 /// 8.8

نوع تست جوش بازرسی چشمی در زمان اجراء

نوع الکترود انتخابی E60

PL.180x100x10mm

ورق جان L=18 cm