

## ترفندهای نرم افزاری مدلسازی انواع سقف در Tekla Structures

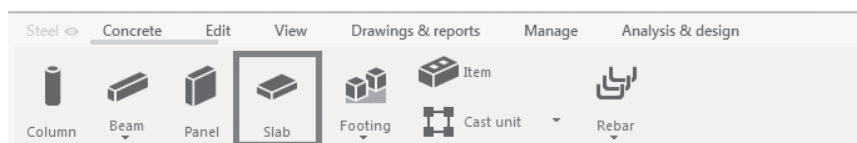
سقف‌ها یکی از بخش‌های سازه‌ای هستند که می‌توانند بسیار متنوع باشند. امروزه چه از نظر رفتار و عملکرد و چه از نظر هندسه و ابعادی و چه از نظر مصالح مصرفی و روش اجرا انواع مختلفی از سقف‌های سازه‌ای در بازار ساختمان وجود دارد.



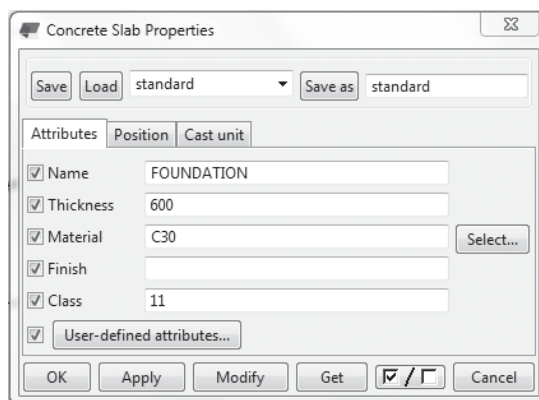
مسعود داریوشی

دانشجوی دکتری عمران - زلزله

نرم‌افزار Tekla Structures با وجود ابزارهای بسیار قدرتمندی که در زمینه مدلسازی اجزای سازه‌ای از جمله تیر، ستون، دیوار، دال و غیره در اختیار کاربر قرار داده است اما در بخش مدلسازی سقف‌ها می‌توان گفت به جز سقف‌های متعارف که از گذشته مرسوم بوده است تسهیلات دیگری برای کاربران فراهم نکرده است و کاربر می‌بایست خود به نحوی با استفاده از ابزار در دسترس به مدلسازی انواع سقف بپردازد. توضیحاتی که از این پس داده خواهد شد بر اساس نسخه ۲۰۱۶ نرم‌افزار است که تغییرات ظاهری چشم‌گیری را نسبت به نسخه‌های قبلی داشته و دستوراتی که پیش‌تر از طریق منوها و نوار ابزارها قابل اجرا بود در این نسخه در قالب ریبون در دسترس قرار گرفته است. به طور مثال اگر بخواهید یک دال بتنی ساده را در مدل ایجاد کنید کافی است در برگه Concrete آیکن مربوط به دستور Create Concrete Slab را انتخاب نمایید. (تصویر ۱)



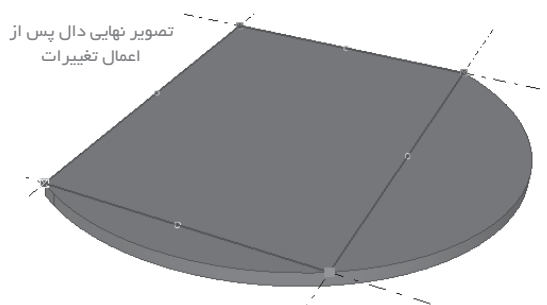
تصویر ۱



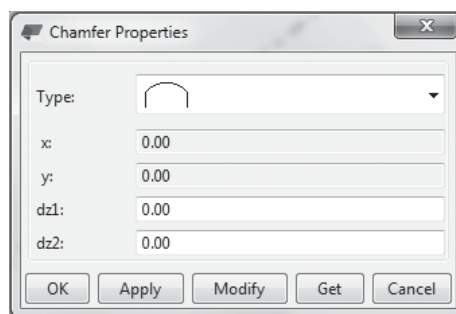
تصویر ۲

سپس با انتخاب گوشه‌های دال مورد نظر با استفاده از ماوس، مدلسازی را با تنظیمات پیش‌فرض انجام دهید و یا در صورت تمایل به تغییر در مشخصات پیش‌فرض روی همان آیکن دوبار کلیک نموده یا با نگه داشتن کلید Space Shift روی آن کلیک نمایید تا کادر مشخصات دال باز شود. (تصویر ۲)

پس از انجام تنظیمات دلخواه در کادر تصویر ۲ روی دکمه Apply کلیک نمایید و گوشه‌های دال را در مدل انتخاب کنید. پس از انتخاب تمامی گوشه‌های مورد نظر، دکمه وسط ماوس (اسکرول) را فشار دهید تا دستور از حالت فعال خارج شود و دال در مدل ایجاد شود. (تصویر ۳) در صورتی که دال دارای گوشه‌های پخ‌دار، دایره‌ای و هر تصویری به جز تیز گوشه باشد می‌توان با دوبار کلیک روی هر یک از دستگیره‌ها و تغییر مشخصات پخ، به تصویر دلخواه دست یافت. برای مثال تنظیمات زیر روی دستگیره گوشه پایین سمت راست انجام شده است.

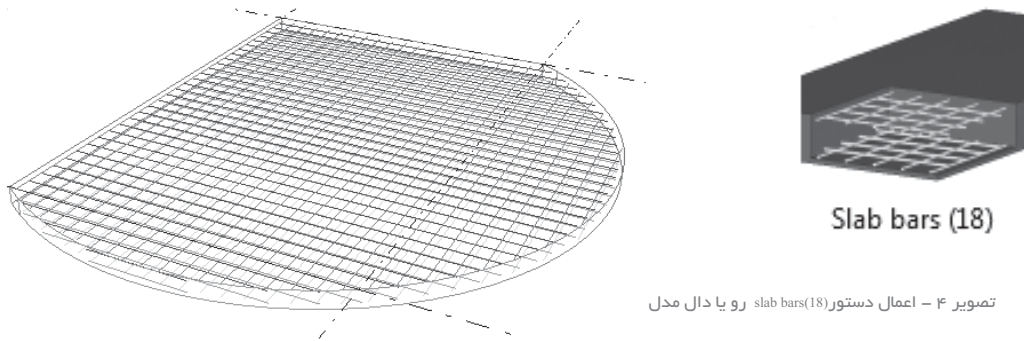


تصویر نهایی دال پس از اعمال تغییرات



تصویر ۳ - تنظیمات پخ‌ها

همچنین در بخش Applications & Components Catalog ابزارهای بسیار توانمندی جهت ایجاد آرماتورهای این نوع سقفها در دسترس است. مانند کامپوننت (Slab bars(18) که تصویر آن در کاتالوگ کامپوننتها به صورت زیر است. و اعمال آن روی دال فوق با تنظیمات پیش فرض نتیجه زیر را در پی خواهد داشت. (تصویر ۴)



تصویر ۴ - اعمال دستور (Slab bars(18) روی دال مدل

برای بسیاری دیگر از انواع سقفها مانند سقفهای تیرچه بلوک، پیش ساختههای سوراخ دار می توان با استفاده از ابزار مدل سازی تیر بتنی و انتخاب پروفیل های از پیش تعریف شده در نرم افزار به مدل سازی این سقفها پرداخت؛ مانند پروفیل های خانواده Hollow Core Slab که مقطعی مانند زیر را در خود جای داده اند و امکان مدل سازی این نوع سقفها را با استفاده از دستور Create Concrete Beam فراهم نموده اند.

The screenshot shows the software interface for selecting and defining a hollow core slab profile. On the left, a tree view lists various profile types, with 'Hollow core slabs' expanded to show several profiles, including 'P20(200X1200)' which is highlighted. On the right, the 'General' tab of the profile's properties is displayed.

**Profile name:** P20(200X1200)

**Filter:** \*

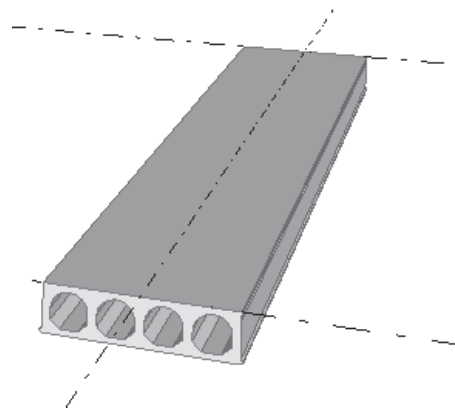
**Profile type:** User-defined, fixed

**Profile subtype:** P20

**Calculated cross section area:**  
Start: 122343.67 mm<sup>2</sup>    End: 122343.67 mm<sup>2</sup>

**Equivalent type:** Unknown profiles

Property	Sy...	Value	Unit
Height	h	200.00	mm
Width	b	1200.00	mm
Web thickness	s	0.00	mm
Flange thickness	t	0.00	mm
Rounding radius	r	0.00	mm
Height 2	h2	0.00	mm
Width 2	b2	0.00	mm
Web thickness 2	s2	0.00	mm
Flange thickness 2	t2	0.00	mm
Rounding radius 2	r2	0.00	mm
Eccentricity x	ex	0.00	mm
Eccentricity y	ey	0.00	mm
Flange slope ratio	fs	0.00	°



یک نمونه مدل ایجاد شده به این روش را در تصویر روبرو ملاحظه می نمایم



تا اینجا مروری کوتاه بر ابزارهای موجود در نرم‌افزار برای مدل‌سازی سقف‌ها داشتیم. اکنون سوال این است که برای مدل‌سازی سقف‌هایی همچون سقف‌های وافل، یوبوت، کویباکس و دیگر سقف‌ها چه راهکاری وجود دارد؟ پاسخ این است که کاربر می‌بایست با استفاده از ابزارهای ابتدایی و تکنیک‌های مدل‌سازی خود به ایجاد این سقف‌ها بپردازد و در صورت استفاده مستمر از این نوع سقف‌ها آن‌ها را تبدیل به یک کامپوننت هوشمند نماید. برای نمونه اگر بخواهید سقف وافل زیر را در نرم‌افزار مدل‌سازی نماییم چه کنیم؟



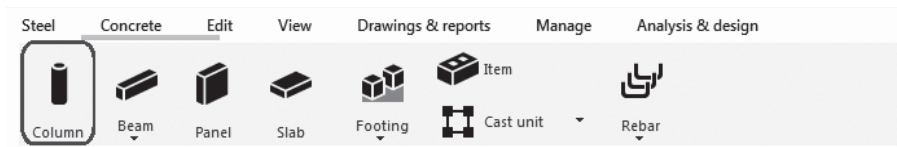
نکته مهم در مدل‌سازی در نرم‌افزار Tekla Structures و از جمله در مدل‌سازی این نوع سقف‌ها این است که با توجه به توانایی‌های کاربر می‌تواند راه‌های زیادی وجود داشته باشد که با توجه به سادگی مدل‌سازی می‌توانید یکی از این روش‌ها را انتخاب نمایید. به طور مثال برای مدل‌سازی دال به تصویر مستطیل علاوه بر استفاده از دستور ایجاد دال می‌توانید از دستور ایجاد تیر بتنی نیز استفاده کنید. توصیه کلی بر آن است که همیشه قطعات با کم‌ترین تعداد دستگیره و کم‌ترین تعداد cut و fit ایجاد شوند. بنا بر توضیحات داده شده روش زیر برای مدل‌سازی این سقف‌ها پیشنهاد می‌شود:



#### ۱- مدل‌سازی قالب

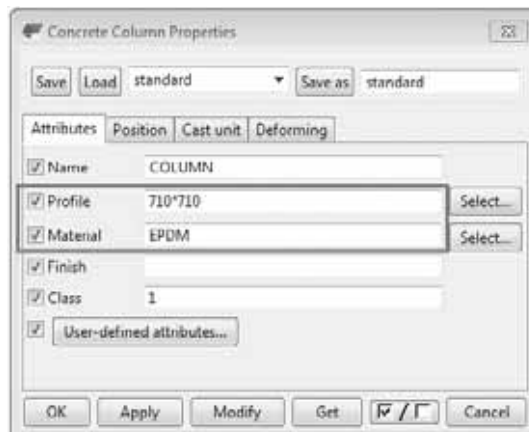
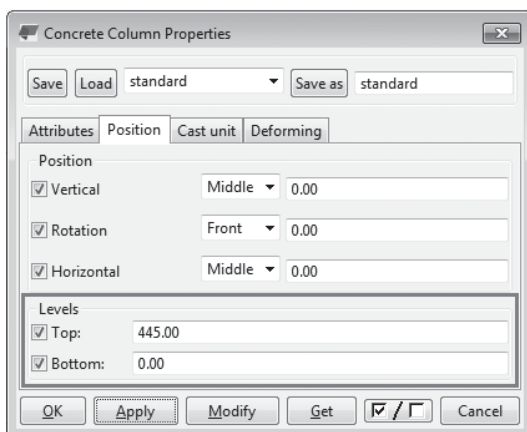
در این مرحله از مدل مرجع استفاده می‌کنیم. ابتدا مقطع قالب را که می‌توان توسط یک نرم‌افزار ترسیمی آماده نمود با فرمت dxf یا dwg به عنوان مدل مرجع وارد مدل Tekla StructureS می‌کنیم. در تصویر روبرو مقطع قالب را ملاحظه می‌نمایید که گوشه قالب سمت چپ در مرکز مختصات قرار گرفته است. در قسمت‌های بعدی نحوه استفاده از آن توضیح داده خواهد شد. (تصویر ۵)

اکنون یک قطعه به تصویر مکعب مستطیل ایجاد می‌کنیم که مقطع قالب در آن محاط شود. شما می‌توانید با استفاده از دستور ایجاد دال، تیر و یا ستون این کار را انجام دهید. ما در اینجا استفاده از دستور ایجاد ستون را انتخاب می‌کنیم. با نگه داشتن کلید Shift روی آیکن Create Concrete Column کلیک نمایید. (تصویر ۶)

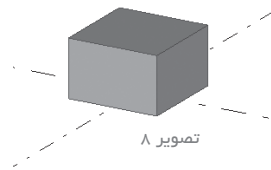


تصویر ۶

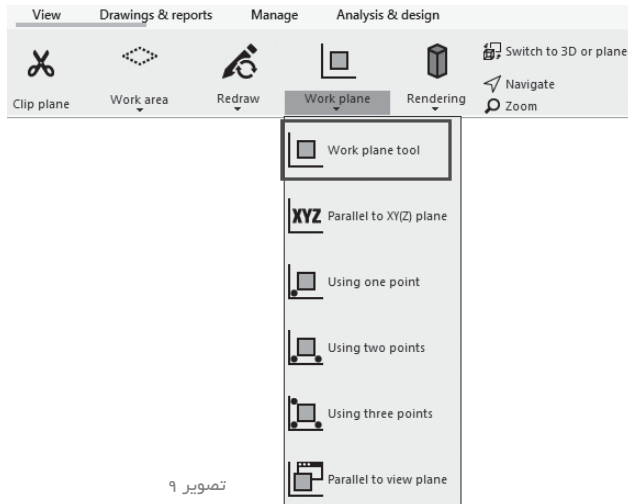
مقطع ستون را 710×710mm انتخاب نمایید و مصالح آن را به طور مثال EPDM انتخاب کنید. به هر حال شما می‌توانید مصالح جدیدی را برای جنس قالب تعریف کنید. تراز ارتفاعی بالای ستون را 445mm قرار دهید و روی دکمه Apply کلیک نمایید. (تصویر ۷)



تصویر ۷

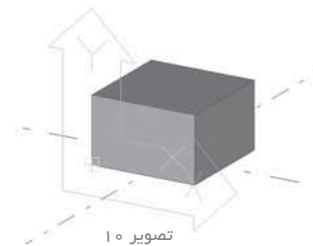


حال یک نقطه را در مدل انتخاب کنید تا قطعه مورد نظر ایجاد شود. (تصویر ۸)



در این قسمت می‌خواهیم از مدل مرجع برای تصویر دادن قطعه به قالب استفاده نماییم. پیش از وارد کردن مدل مرجع می‌خواهیم مختصات استفاده در مدل‌سازی را روی سطح قطعه تنظیم نماییم. روی آیکن **plane Tool** کلیک کنید. (تصویر ۹)

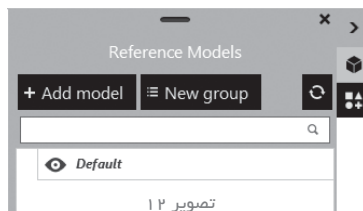
حال ماوس را به نحوی روی قطعه ببرید که تصویر زیر مشاهده سپس کلیک کنید. (تصویر ۱۰)



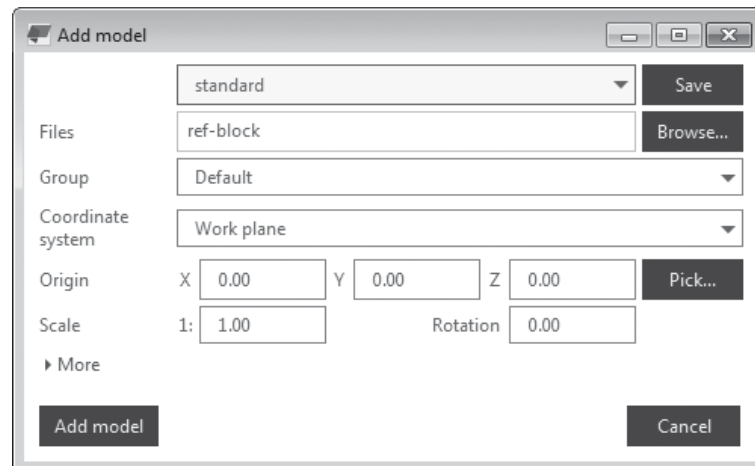
برای وارد کردن مدل مرجع ابتدا از نوار سمت راست روی آیکن **Reference Models** کلیک کنید. (تصویر ۱۱)



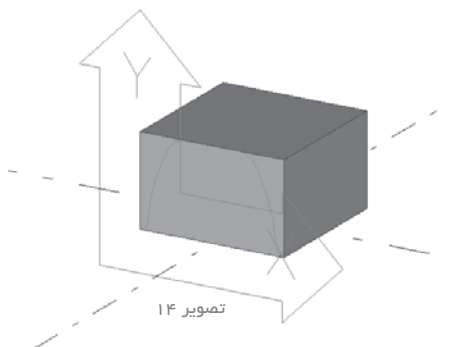
پنجره **Reference Models** باز می‌شود. (تصویر ۱۲)



روی **+ Add model** کلیک نمایید تا پنجره زیر باز شود. (تصویر ۱۳)



در پنجره **Add model** فایل مرجع را با فشردن دکمه **Browse...** انتخاب نمایید. **Coordinate system** را نیز روی حالت **Work Plane** قرار دهید. اکنون با وارد کردن مختصات در فیلدهای مربوطه محل وارد کردن مدل مرجع را انتخاب نمایید و یا با استفاده از **Pick...** یک نقطه را برای وارد کردن مدل مرجع در فضای کاری انتخاب کنید. با توجه به آن که صفحه کاری در محل مناسبی تنظیم شده است کافی است روی **Add model** کلیک نمایید تا مدل مرجع ظاهر شود. (تصویر ۱۴)

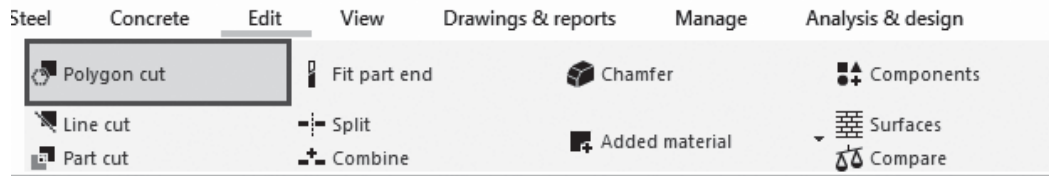




اکنون زمان آن رسیده است که با برش زدن قطعه تصویر بیرونی قالب را از آن خارج کنیم. با فشردن کلیدهای Ctrl+P و تغییر نما از View Plane به Work Plane به نمای زیر می‌رویم تا امکان استفاده از دستورهای برش میسر شود.

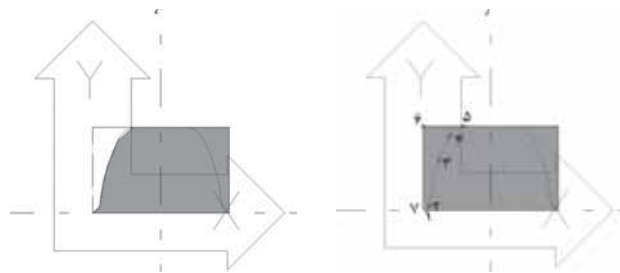


اکنون آیکون مربوط به دستور Cut part with polygon را کلیک نموده (تصویر ۱۵)

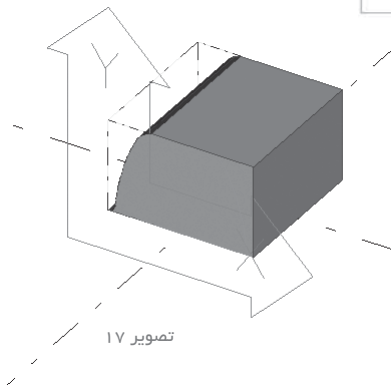


تصویر ۱۵

و پس از انتخاب قطعه مکعبی تصویر، نقاط برش را روی مدل مرجع انتخاب نمایید. (تصویر ۱۶)



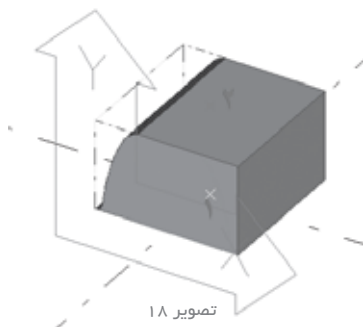
تصویر ۱۶



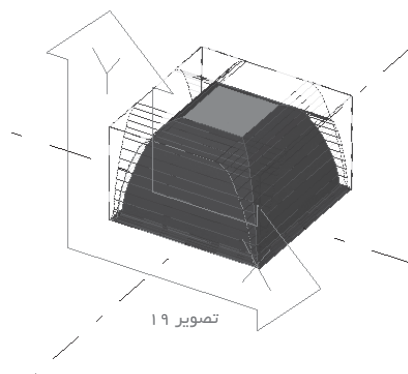
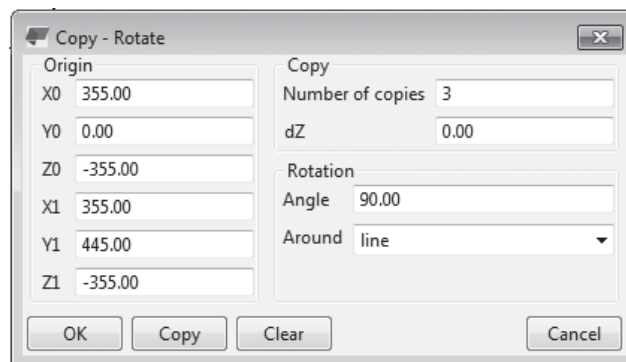
تصویر ۱۷

برای تدقیق پخها و خم‌ها روی دستگیره‌ها دوبار کلیک نموده و تنظیمات آن‌ها را مطابق با آن چه در مدل‌سازی دال دایره‌ای توضیح داده شده بود قرار دهید. اکنون تنظیمات نما را دوباره روی View Plane قرار دهید و Ctrl+P را فشار دهید تا تصویر ۱۷ را مشاهده نمایید.

در این مرحله تصویر برش ایجاد شده را انتخاب می‌کنیم و با انتخاب دستور Copy Special>Rotate از منوی شناور داخل صفحه و انتخاب نقاط بالا و پایین محور قطعه مکعبی به صورت زیر برش را در سه بر دیگر نیز کپی می‌نماییم. (تصویر ۱۸)



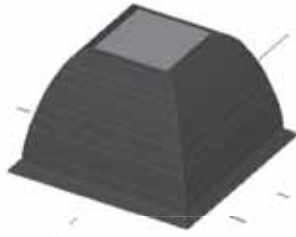
تصویر ۱۸



تصویر ۱۹

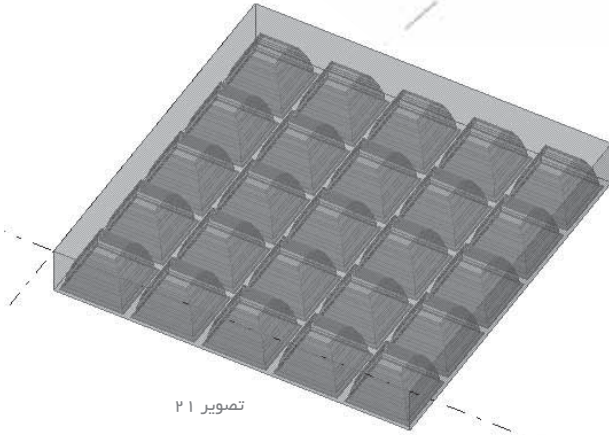
بعد از فشردن دکمه Copy با تنظیمات گفته شده تصویر ۱۹ ایجاد می‌شود.





تصویر ۲۰

اکنون می‌توانیم از قسمت <View Properties>Display... گزینه تأیید را با Cut and added material و Reference Objects را برداریم و روی modify کلیک نماییم تا تصویر برش‌ها و مدل مرجع از حالت نمایش خارج شوند. ضمن آن که Work Plane را دوباره به حالت پیش فرض بر می‌گردانیم. (تصویر ۲۰)

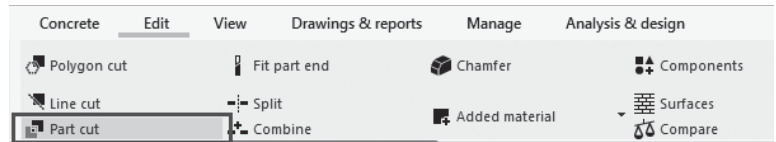


تصویر ۲۱

در اینجا تصویر بیرونی قالب را ساخته‌ایم و می‌توانیم با مدل‌سازی یک دال تخت به ضخامت کل ارتفاع سقف وافل قالب‌ها را در محل خود کپی کنیم و با دستور Cut part with another part جای آن را از داخل دال خالی کنیم. با ابزار Create Concrete Slab یک دال بتنی به ضخامت 525mm ایجاد می‌کنیم. طول و عرض را به گونه‌ای انتخاب می‌کنیم که تعداد صحیحی قالب در آن قرار گیرد.

قالب را در یکی از گوشه‌های دال کپی می‌کنیم و با دستور Copy...>Linear... به تعداد دلخواه در جهت X و Y کپی می‌کنیم. تصویر نهایی به صورت زیر است. (تصویر ۲۱)

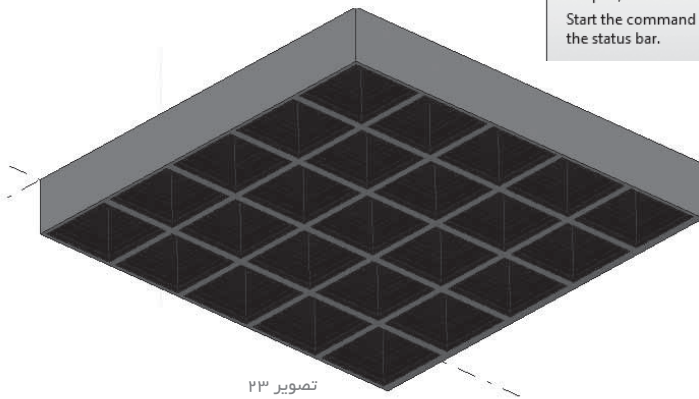
اکنون دستور Cut part with another part را انتخاب می‌کنیم. (تصویر ۲۲)



**Cut part with another part**

Cut on a part with another part. If you do not have the part to cut with, first create the part, cut using the part, and then delete the cutting part. Start the command and follow the instructions on the status bar.

تصویر ۲۲



تصویر ۲۳

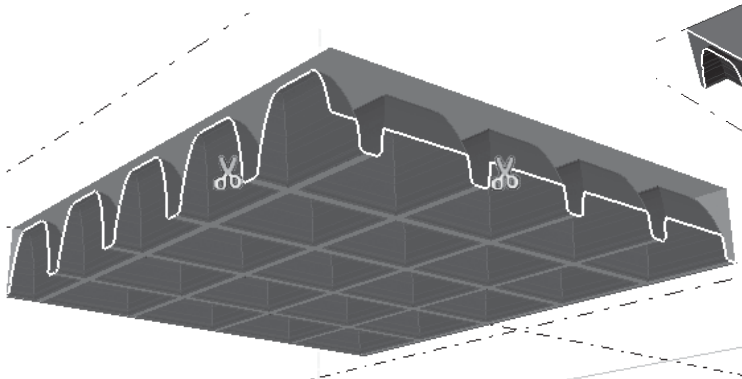
ابتدا دال بتنی و سپس یکی از قالب‌ها را انتخاب می‌کنیم تا تصویر قالب در دال ایجاد شود. به همین ترتیب پیش می‌رویم تا تمامی قالب‌ها از داخل دال خارج شوند. سپس تمامی قالب‌ها را Delete می‌کنیم تا تصویر ۲۳ به دست آید. توجه داشته باشید که به جای انتخاب تک تک قالب‌ها می‌توانید با استفاده از انتخاب یک ناحیه مستطیلی تمامی قالب‌ها را انتخاب کنید.

برای آن که مقطع سقف نهایی را بهتر بررسی نمایید با استفاده از دستور Create Clip plane و یا کلیدهای میانبر Shift+X دو برش در سقف ایجاد کنید و با حرکت دادن آن‌ها مقاطع مختلف را بررسی نمایید. (تصویر ۲۴)

به نظر شما چه راه‌های ساده تری برای مدل‌سازی این نوع سقف وجود دارد؟



Clip plane



تصویر ۲۴

