www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

صمدآقازاده – پویا آقازاده بهار ۱۳۹۹

روش پیشنهادی طراحی دال های وافل در ETABS2016

هدف از این نوشتار آموزش طراحی دال وافل در نرم افزار SAFE و یا ETABS نمی باشد بلکه فرض بر این است که خواننده مبانی محاسباتی دال های وافل (تغییر شکل و محاسبه آرماتورها و ...) را می داند.

همانطوری که می دانید بهتر است که کنترل تغییر شکل دال ها در نرم افزار SAFE16 و محاسبه آرماتور توسط نرم افزار ETABS2016 انجام گیرد.

زیرا نرم افزار ETABS2016 قابلیت انجام تحلیل ترک خوردگی و بدست آوردن تغییر شکل دراز مدت را نداشته و همچنین نرم افزار SAFE دقت محاسبه آرماتورها را مانند ETABS2016 ندارد. چون همواره تنها یک سقف را به همراه ستون زیر آن مدل و تحلیل می کند.

متاسفانه با توجه به اینکه در ETABS2016 دال وافل و ریب را به سادگی می توان تعریف کرد ولی نرم افزار در آنالیز دال با ضخامت معادل (notional size) به تحلیل میپردازد و ضمناً در طراحی نیز از همین دال با همین ضخامت استفاده می کند. بدیهی است که این محاسبات صحیح نمی باشد. پس چه باید کرد؟

برای حل این مشکل و استفاده از ETABS2016 برای طراحی وافل ازهمان ترفندی که برای تحلیل و طراحی دالهای مجوف بکار می بریم استفاده می کنیم.

یعنی همانطور که در سقف های مجوف از دال با ضخامت کامل ولی با اصلاح سختی و وزن و جرم آن استفاده می کنیم در سقف های مشبک نیز می توانیم از همین روش استفاده نماییم ولی چگونه؟

علت استفاده از ETABS2016 بجای SAFE2016:

۱-تمامی طبقات با پلانهای مشابه و مختلف را می توان در یک مرحله تحلیل و طراحی نمود و تمام آرماتورهای محاسباتی را مشاهده نمود.

۲-برخلاف safe تغییر شکل همه اعضا در تمامی طبقات سازه اصلی در طراحی دال ها در نظرگرفته می شود.

۳- سختی های تیر و ستون و دیوارکه در فایل اصلی برای طراحی المانهای باربر جانبی اصلاح شده اند در طراحی دال ها نیز استفاده می شوند و فقط به اصلاح سختی دال می پردازیم.

۴-مانند SAFE نوار طراحی تعریف می شود. و مثل آن هم آرماتورهای محاسبه شده را در نقشه های اجرایی می توانیم بکار ببریم.

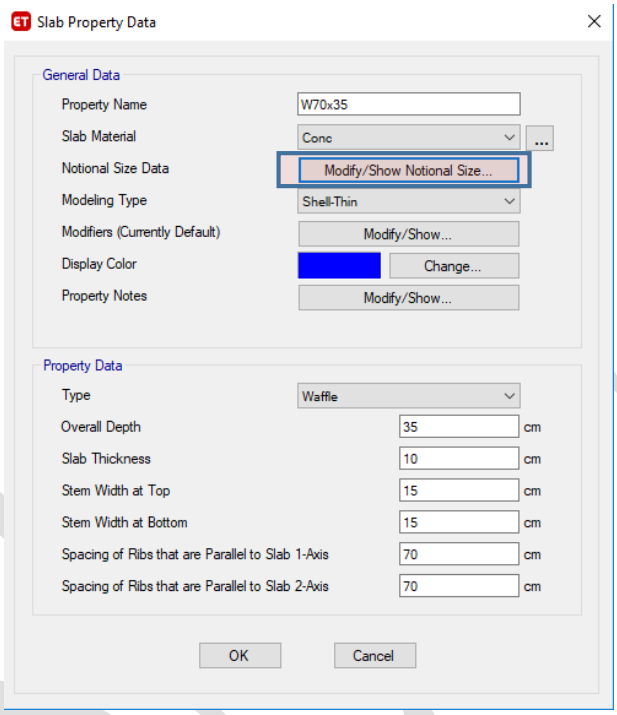
۵- با همین فایل تمامی تیرها و ستون ها و دیوار های برشی طراحی شده در فایلی که از سختی دال ها صرف نظر شده بود، کنترل می گردند (تیرها برای پیچش وستون ها و دیوارها برای لنگر های نامتعادل و خارج از صفحه و . . .).

خرید پکیج با تخفیف استثنایی با ارسال پیام به واتساپ ۰۹۳۹۳۷۵۴۰۰۱

۶-در طراحی دیافراگم (حلقه مفقوده در سازه های طراحی شده ما) به دقت می توان بارگذاری جانبی ناشی از نیروی اینرسی وارد بر طبقه (F_p) را انجام داده و در همان زمان به طراحی دیافراگم شامل دال ، جمع کننده (Collector)، یال ها (Chord) و اتصالات آنها به اعضای قائم باربر جانبی پرداخت.

نرم افزار ETABS چگونه در طراحی با سقف وافل برخورد می کند؟

در نرم افزار ETABS به راحتی می توانیم دال وافل را طبق شکل ۱ تعریف و به المان های سطحی اطلاق نماییم.



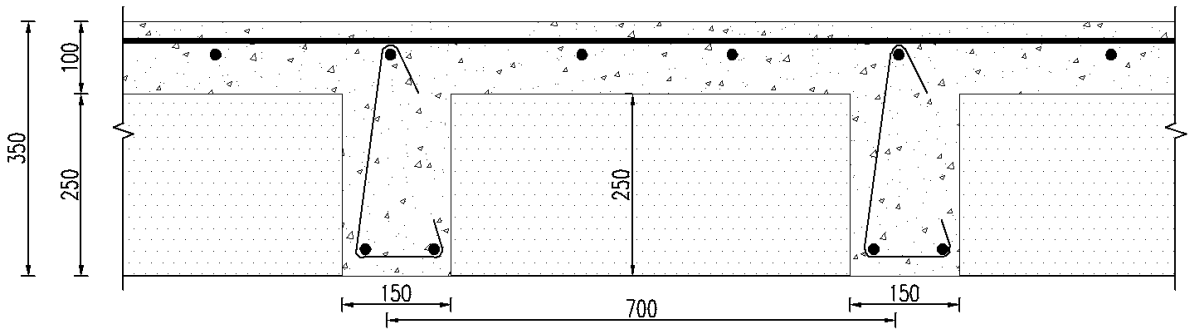
شکل ۱- تعریف دال وافل درنرم افزار ETABS

نکته مهم در این شکل پارامتر notional size است که نرم افزار پس از تعریف وافل محاسبه کرده و اعلام می نماید. اگر چه این پارامتر برای تغییر شکلهای دراز مدت افت و خزش به کار می رود ولی استفاده دیگری نیز دارد این ضخامت معادل دقیقاً از نظر وزنی و یا حجمی برابر دال وافل می باشد. (این مورد در نرم افزار SAFE موجود نیست).

نرم افزار ETABS در طراحی دال وافل متاسفانه مثل نرم افزار SAFE مقطع T شکل را برای طراحی در نظر نمی گیرد بلکه دقیقاً مثل یک دال تخت با ضخامت معادل به طراحی می پردازد که در اکثر موارد جواب های غلط یا Failed گزارش داده می شود.

به عنوان مثال برای دال وافل به ارتفاع ۳۵ سانتی متر و عرض جان ۱۵ سانتی متر و فاصله ریب ها (تیرچه ها) ۷۰ سانتی متر (شکل ۲)

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری



شکل۲- دال وافل

خروجی ETABS همانند شکل ۳ می باشد.

FBotCombo	FBotMoment kgf-m	FBotArea cm²	FBotAMin cm²	AxialForce kgf	
COMB1	3.37	0	0	25.76	
COMB1	1141.12	2.16	0.56	6.23	
COMB1	2255.8	4.37	0.56	147.26	
COMB1	3136.33	6.18	0.56	538.93	
COMB1	3766.28	7.52	0.56	712.08	
COMB1	4161.17	8.38	0.56	833.45	
COMB1	4345.14	8.79	0.56	890.39	
COMB1	4338.56	8.77	0.56	839.94	
COMB1	4137.56	8.33	0.56	708.74	
COMB1	3723.66	7.43	0.56	528.52	
COMB1	3073.27	6.05	0.56	328.07	

شکل۳- خروجی نرم افزار ETABS

$$b = 70\ cm\ .h = 35cm.\ d = 30.4cm$$

$$M = 433856\ kg.cm \rightarrow A_s = 4.04\ cm^2$$

اما As محاسبه شده توسط نرم افزارETABS بیشتر از As محاسباتی می باشد.

محاسبات نرم افزار ETABS:

$$M = 433856\ kg.cm\ \rightarrow h = 19.566\ cm\ .d = 14.966\ cm\ .b = 70\ cm$$

$$\rightarrow A_S = 4.04cm^2$$

بنابراین نرم افزار ETABS از ضخامت معادل ($h = 19.566\ cm$) برای طراحی آرماتور استفاده می کند.

نکته: خطای دیگر نرم افزار ETABS در محاسبات آرماتور حداقل :

$$A_{s-min} = \rho_{min} \times A_v$$

A_v محاسباتی توسط نرم افزار ETABS برابر عرض جان وافل در ضخامت معادل می باشد.

$$A_v = 15 \times 19.566 = 293.5\ cm^2$$

$$A_{s-min} = 0.0018 \times \frac{4218}{4000} \times 293.5 = 0.56\ cm^2$$

اما در SAFE با همان مقطع وافل

$$A_v = 15 \times 35 = 525\ cm^2$$

$$A_{s-min} = 0.0018 \times \frac{4218}{4000} \times 525 = 1\ cm^2$$

$$M = 428596\ kg.cm \rightarrow h = 35\ cm\ .d = 30.4\ cm\ .b = 70\ cm$$

$$\rightarrow A_S = 3.99 cm^2$$

0	0	COMB2	554.12	0.51	1	7.81
0	0	COMB2	1162.16	1.07	1	11.76
0	0	COMB2	2231.86	2.06	1	153.12
0	0	COMB2	3068.83	2.84	1	349.7
0	0	COMB2	3390.19	3.14	1	570.66
0	0	COMB2	3682.47	3.42	1	566.67
0	0	COMB2	4092.58	3.81	1	762.27
0	0	COMB2	4195.79	3.9	1	904.01
0	0	COMB2	4285.96	3.99	1	972.84
0	0	COMB2	4267.33	3.97	1	909.37
0	0	COMB2	4036.09	3.75	1	761.85
0	0	COMB2	3838.38	3.57	1	760.41
0	0	COMB2	3598.96	3.34	1	567.81
0	0	COMB2	2955.99	2.74	1	352.06

شکل۴- خروجی نرم افزار SAFE

همانطور که مشاهده می نمایید نرم افزار SAFE مقدار آرماتور محاسباتی را به درستی محاسبه می نماید. (شکل ۴)

چگونه در نرم افزار ETABS2016 سقف وافل را درست طراحی کنیم؟

همانطور که مشاهده نمودید نرم افزار ETABS2016 نمی تواند سقف وافل را به درستی طراحی کند به همین دلیل باید با یک ترفندی بتوانیم مثل بقیه دال ها طراحی را در نرم افزار ETABS انجام داده تا از مزیت های نرم افزار ETABS نسبت به SAFE استفاده نماییم.

برای این کار از نرم افزار SAFE استفاده می نماییم به این صورت که در یک چشمه دال به ابعاد مشخص سقف وافل موجود در نرم افزار را مدل کرده و آنالیز و طراحی می کنیم تغییر شکل های مختلف ناشی از بارگذاری های گوناگون را محاسبه می کنیم. از آن طرف سقف را باضخامت برابر ضخامت کل وافل تعریف نموده و با ضرایب اصلاحی که به سختی های مختلف و وزن دال اعمال می کنیم ثابت می کنیم که تفاوت ناشی از تغییر شکل ها و آرماتور های محاسباتی آن ها ناچیز بوده و بدین ترتیب می توانیم در نرم افزار ETABS بجای سقف وافل از سقف دال اصلاح شده استفاده نموده و آنگاه به طراحی آرماتورهای خمشی بپردازیم.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

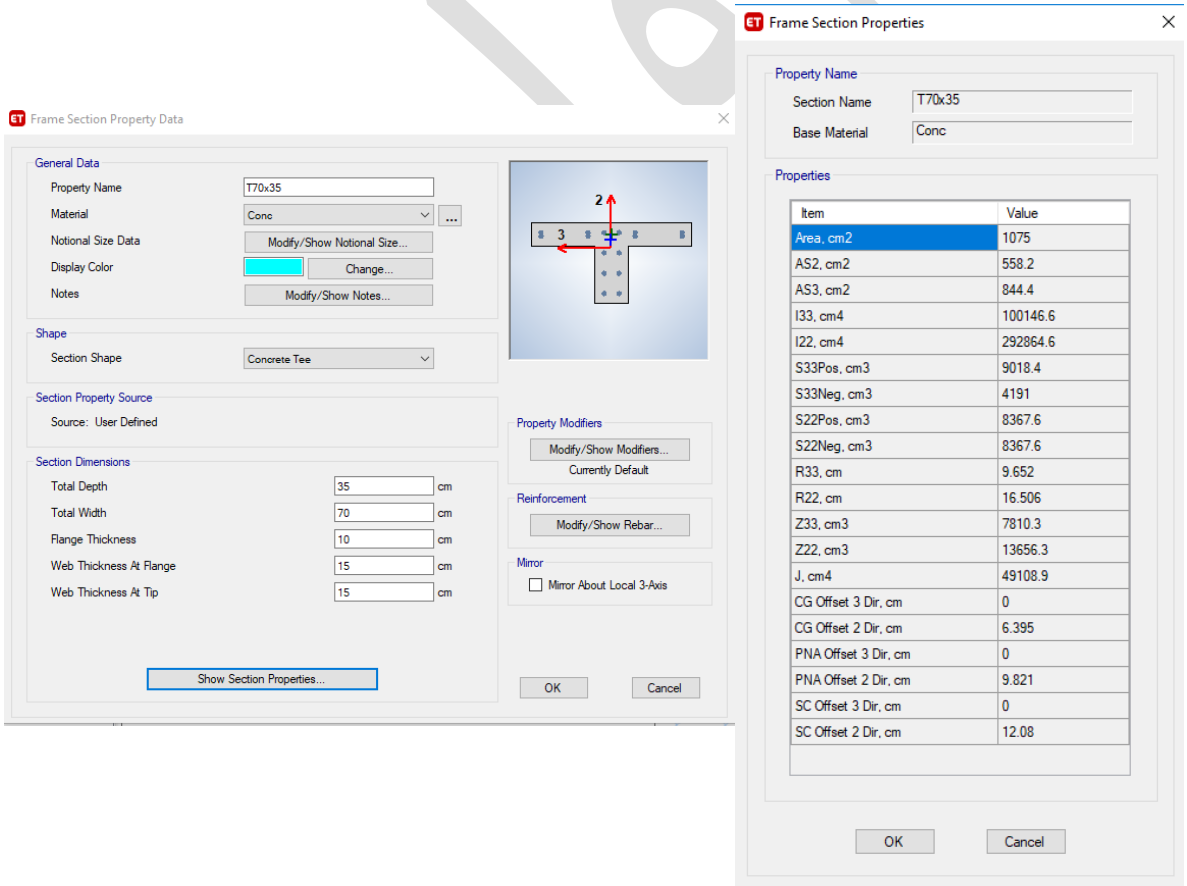
هنگامی که از دال برای طراحی وافل استفاده می شود بایستی ضرایب اصلاح سختی و وزن آن بدرستی در نرم افزار وارد شود تا خروجی های نرم افزار در هر دو مورد یکسان گردد.

در ادامه ۴ شکل متفاوت برای سقف وافل معرفی می گردد و ضرایب اصلاح آنها محاسبه می شود. سپس خروجی های نرم افزار شامل تغییر شکل ها و آرماتورهای محاسباتی برای دال توپر اصلاح شده و وافل با هم مقایسه شده و یکسان بودن نتایج مشاهده می گردد. همه این محاسبات در SAFE انجام می گیرد.

ضرایب اصلاح سختی

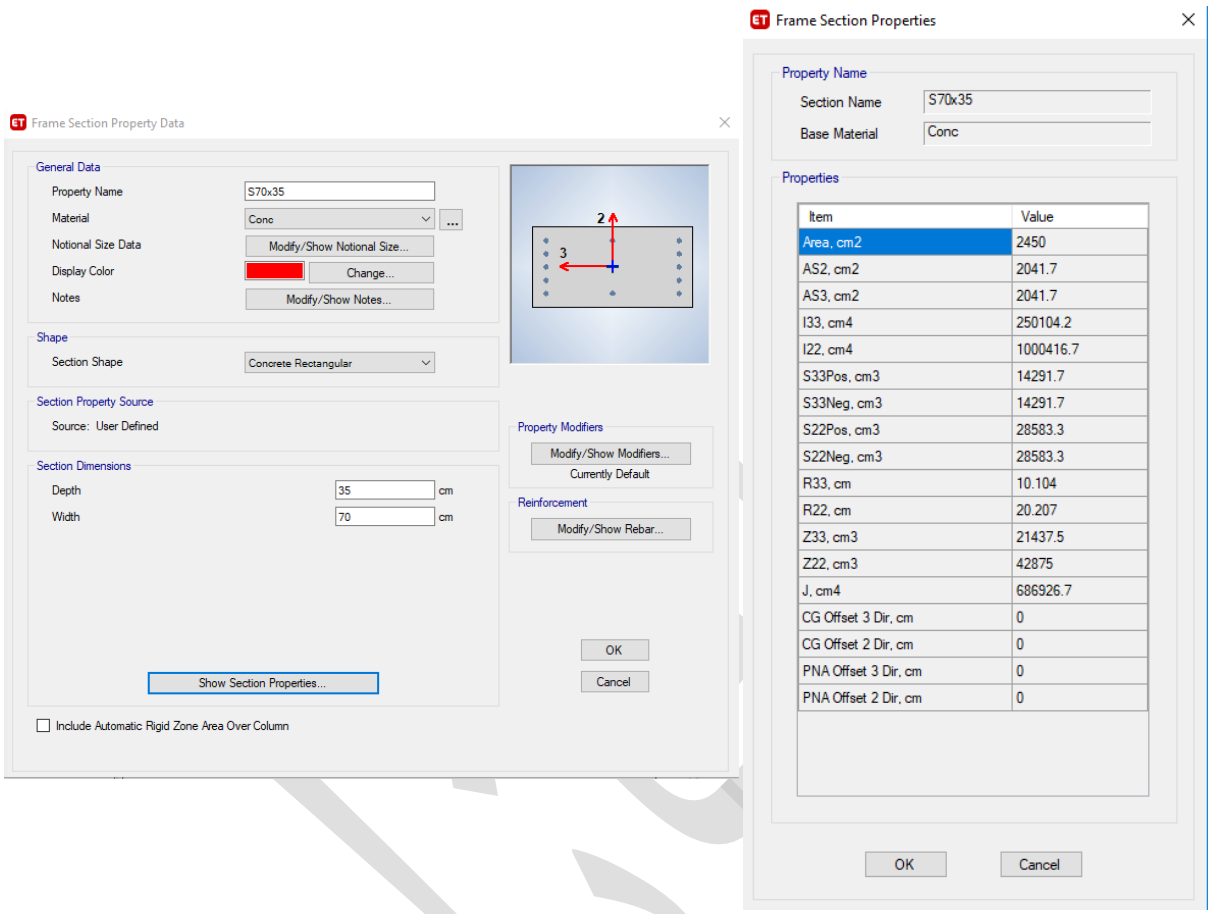
برای یکسان شدن نتایج دال توپر و وافل بایستی سختی های دال توپر به گونه ای اصلاح شود تا همان نتایج وافل بدست آید. برای این منظور ابتدا مشخصات هندسی تیر T شکل با ابعاد وافل و یک دال توپر محاسبه می گردد و از نسبت سختی ها، ضرایب اصلاح بدست می آید.

بدین ترتیب با تعریف مقطع T شکل از Define>Section Propeties>Frame Sections مشخصات هندسی مقطع T شکل که براساس آن وافل تعریف می شود را بدست می آوریم. (شکل ۵)



شکل۵- محاسبه مشخصات مقطع T شکل

سپس مشخصات هندسی دال توپر به ضخامت برابر ارتفاع وافل را مانند شکل بدست می آوریم. (شکل ۶)



شکل۶- محاسبه مشخصات دال توپر

آن گاه مثل شکل ۷ سختی های دال توپر را که قرار است بجای وافل مدل نماییم به صورت ذیل اصلاح می نماییم.

ضرایب اصلاح f_{11},f_{22},f_{12} از تقسیم سطح مقطع Tشکل به مقطع توپر محاسبه می شود.

اگر در ETABS دیافراگم صلب باشد این ضرائب که سختی درون صفحه دال را شامل می شوند می توانند همواره یک باشند. چون هیچ گونه تاثیری در محاسبات ندارد.

ضرایب اصلاح m_{11},m_{22} مربوط به سختی خمشی دال هستند و از نسبت ممان اینرسی ها (I) محاسبه می شوند.

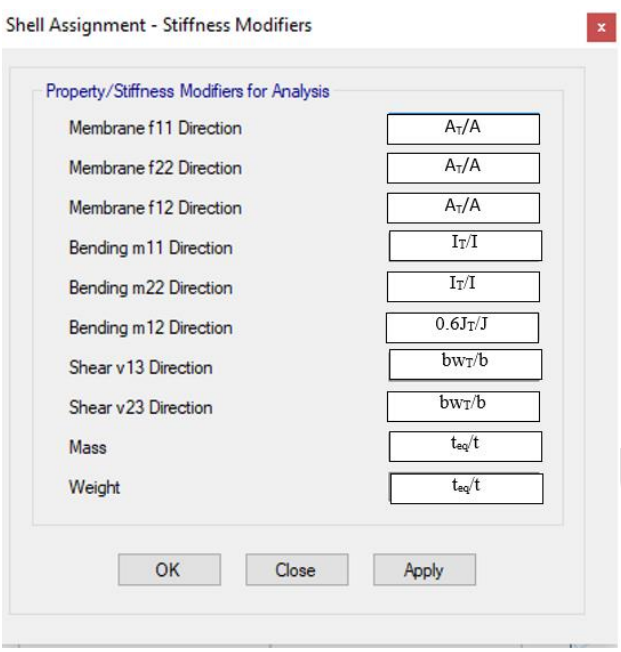
ضریب m_{12} از نسبت ثابت پیچشی (J) بدست می اید که در ضریب ۰/۶ ضرب شده است.عدد۰/۶یک ضریب اصلاحی به دلیل هماهنگ شدن نتایج بدست آمده است. این ضریب با روش سعی و خطا بدست امده و هیچ مرجعی آن را اعلام نکرده است.

ضرایب V_{13},v_{23} از نسبت مساحت جان مقطع T شکل به سطح مقطع دال توپر بدست می آیند.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

و همچنین ضرایب جرم و وزن از نسبت ضخامت معادل دال مشبک به ضخامت دال توپر محاسبه می شود. ضخامت معادل در نرم افزار ETABS 2016در قسمت تعریف سقف وافل بدست می آید. ضخامت دال معادل ضخامت دال توپری است که حجم آن برابر با حجم وافل می باشد.

بدین ترتیب در مثال های آینده با دو مدل یکی با وافل تعریف شده در نرم افزار SAFE و دیگری دال توپر اصلاح شده به مقایسه نتایج خروجی می پردازیم اگر این مقادیر خروجی با هم برابر باشند می توانیم این دال را بجای وافل در نرم افزار ETABS مدل نموده و از آرماتورهای محاسباتی آن استفاده نماییم.

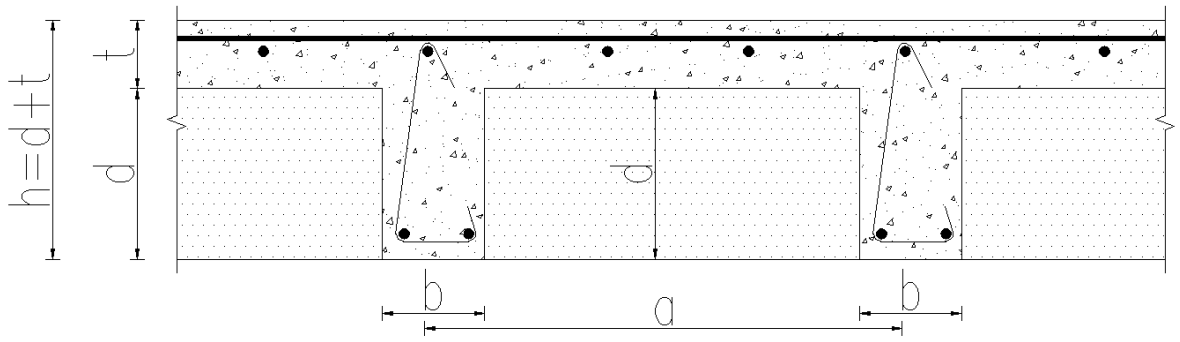


شکل۷- ضرایب اصلاح دال توپر معادل

حتماً می دانید مقدار این آرماتور وقتی صحیح است که محور خنثی مقطع T شکل در بال بالایی باشد که در اکثر قریب به اتفاق موارد همین گونه است. (محاسبات برشی باید به صورت دستی انجام گیرد) .

ضخامت معادل دال وافل

برای محاسبه ضخامت دال معادل وافل با هندسه شکل ۸ را در نظر بگیرید.



شکل۸- دال وافل

اگر تیرچه ها در یک جهت بودند (Rib) مثل سقف های تیرچه بلوک که برخی ان را وافل یک طرفه می نامند.

ضخامت معادل از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$t_{eq} \times a = at + bd \rightarrow t_{eq} = t + \frac{bd}{a} = h - d + \frac{bd}{a}$$

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

در سقف وافل از برابر هم قرار دادن حجم وافل با یک دال توپر، ضخامت معادل از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$a^2 \times t_{eq} = (a-b)^2 \times t + \{a^2 - (a-b)^2\} \times h$$

$$t_{eq} = h + \frac{(a-b)^2 \times (t-h)}{a^2} = h - \frac{(a-b)^2 \times d}{a^2}$$

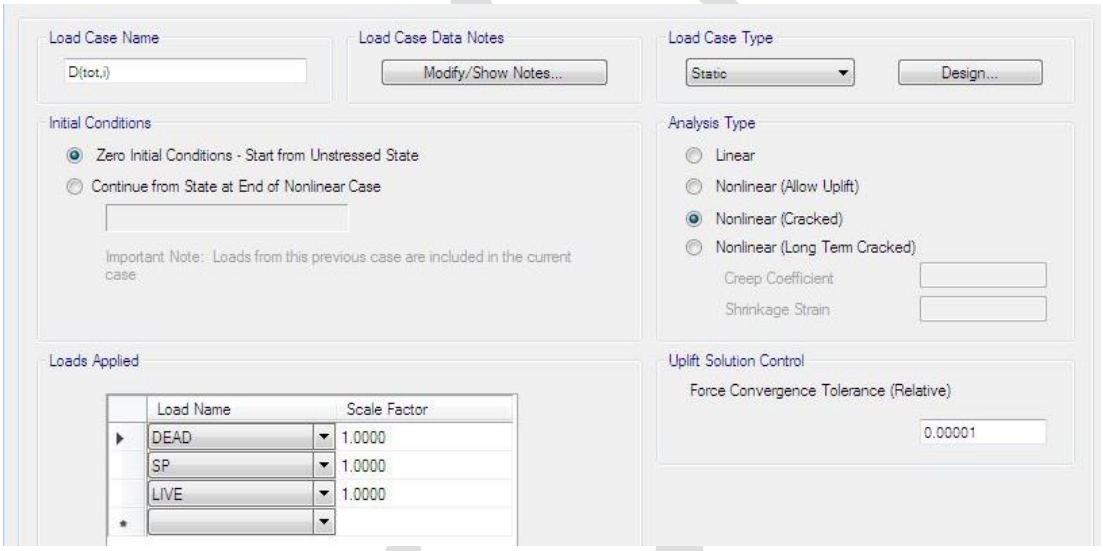
مدلسازی در نرم افزار SAFE

مشخصات و تنظیمات نرم افزار SAFE برای کنترل محاسبات در مثال های آتی ارائه می گردد تا در صورت لزوم خواننده بتواندبا استفاده از نرم افزار SAFE به نتایج این نوشتار دست پیدا نماید.

تعریف حالات بار و ترکیب بارها درنرم افزار SAFE

حالت بار اول- تغییر شکل آنی برای کل بار

$$\Delta_{tot.i} = \Delta_{Dead+sp+Live}$$



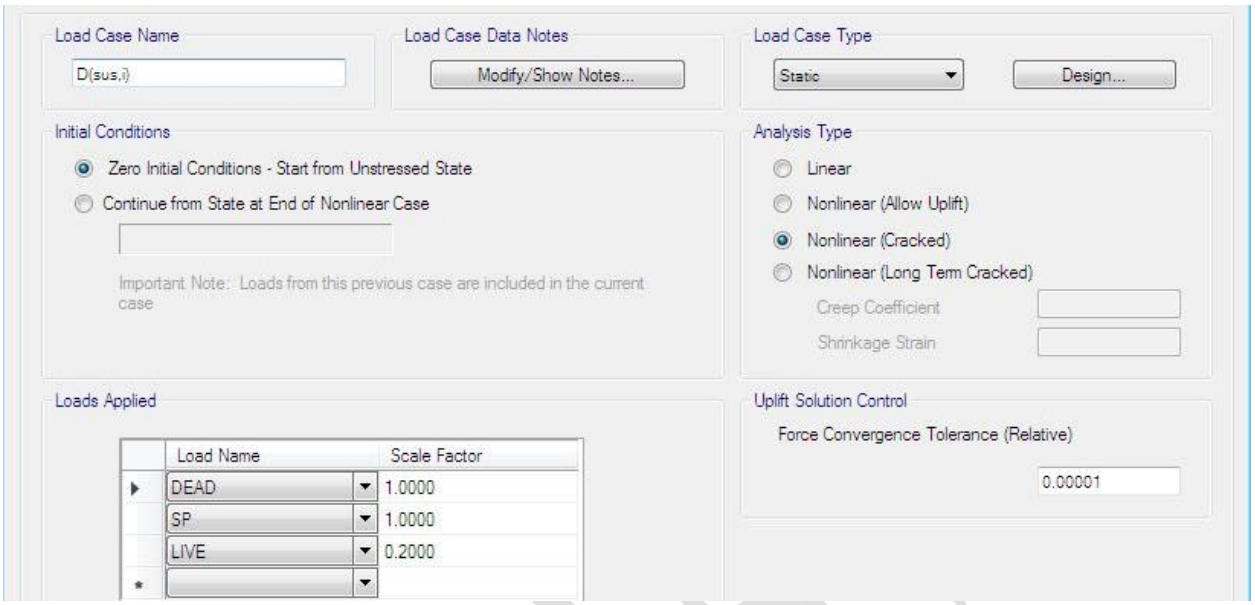
شکل۹-$\Delta_{tot.i}$

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

حالت بار دوم- تغییر شکل آنی برای بارهای دائمی

$$\Delta_{Sus.i} = \Delta_{Dead+Sp+\alpha\%Live}$$

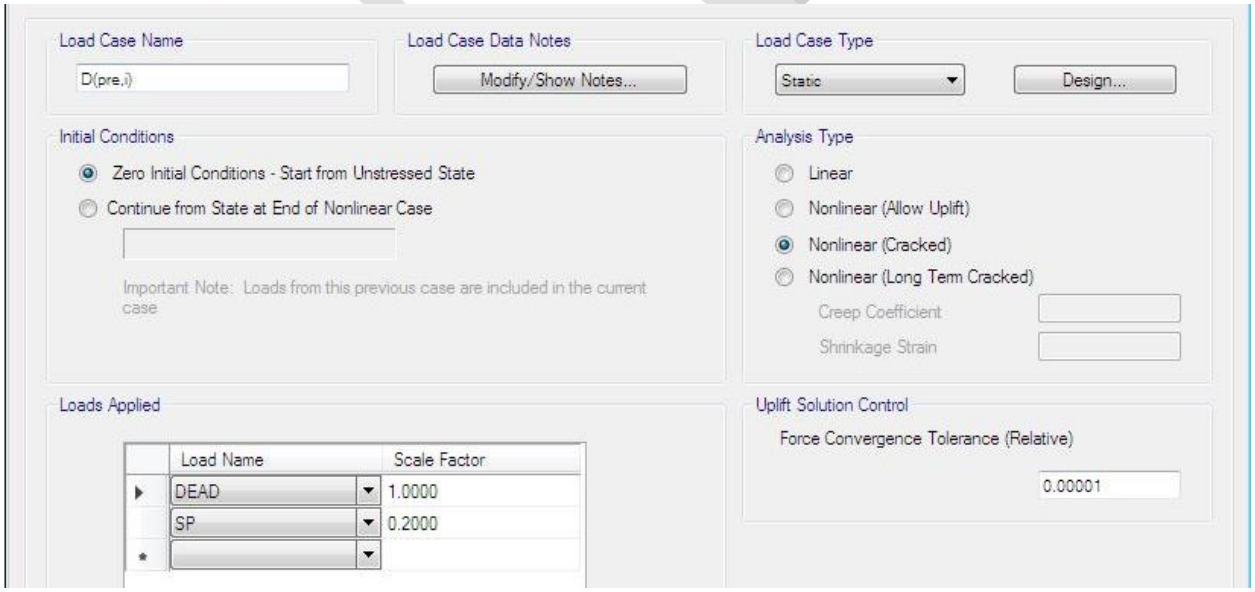
α: درصد بار زنده دائمی (۲۰ درصد عدد مناسبی است)



شکل۱۰- $\Delta_{Sus.i}$

حالت بار سوم- تغییر شکل آنی قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای

$$\Delta_{pre.i} = \Delta_{Dead+0.2Sp}$$

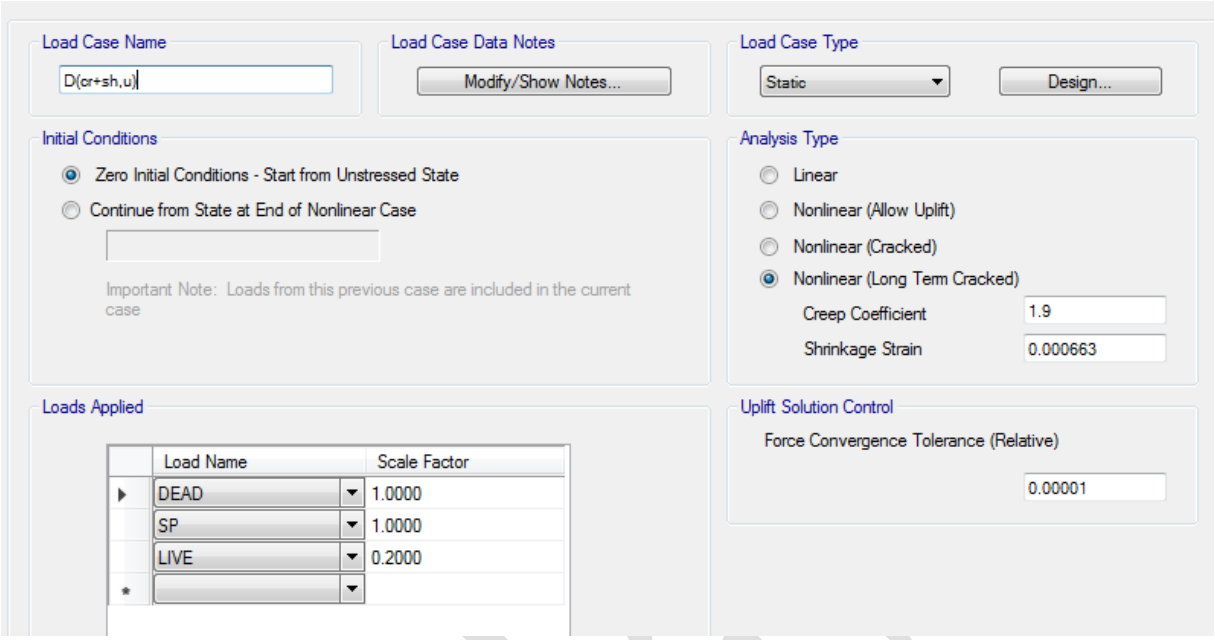


شکل۱۱- $\Delta_{pre.i}$

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

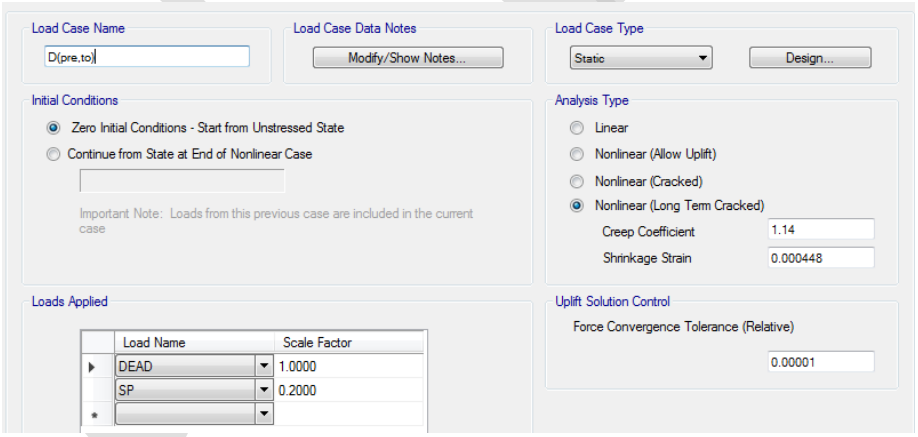
حالت بار چهارم- تغییر شکل دراز مدت بار دائمی

$\Delta_{Cr+sh.u}$



شکل۱۲-$\Delta_{Cr+sh.u}$

حالت بار پنجم- تغییر شکل دراز مدت قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای: می توان فرض نمود که عملیات اتصال اجزای غیر سازه ای برای سه ماه بعد از بارگذاری انجام می گیرد.

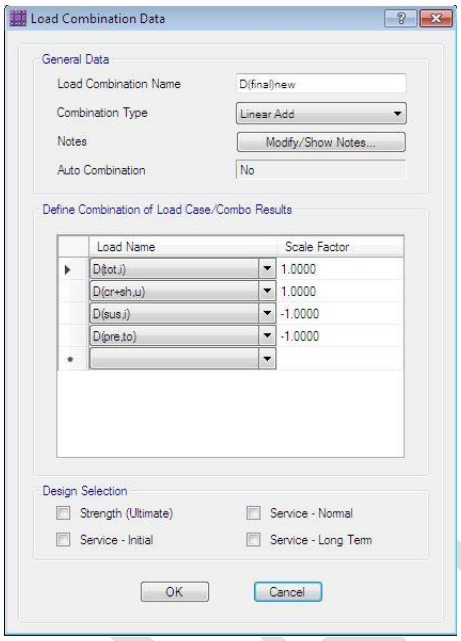


شکل۱۳-$\Delta_{pre.to}$

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

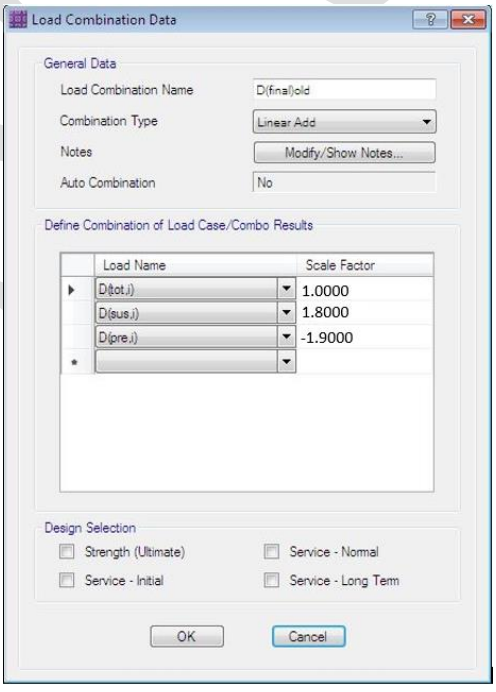
ترکیب بارها:

ترکیب بار اول (NEW): روش جدید ACI 209



شکل۱۴- $\Delta_{Final-New}$

ترکیب بار دوم (OLD): در روش قدیم نیازی به تعریف الگوی بار روش جدید long term و c_u و s_h نمی باشد.



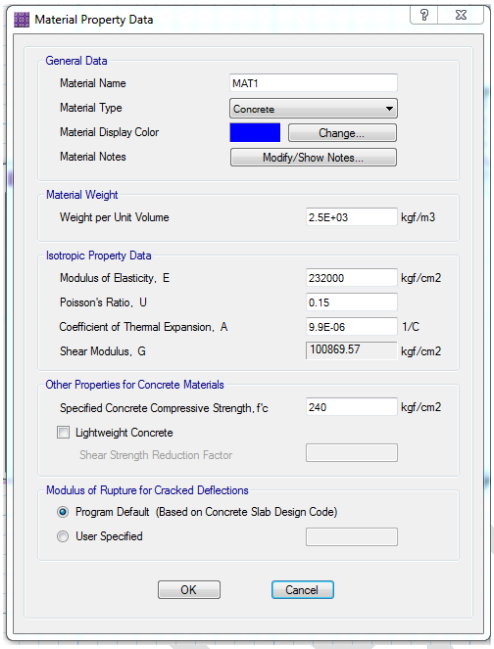
شکل۱۵- $\Delta_{Final-Old}$

تغییر شکل های Dead و SP وLive تغییر شکل الاستیک (ترک نخورده) می باشند.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مصالح بتن تعریف شده در نرم افزار

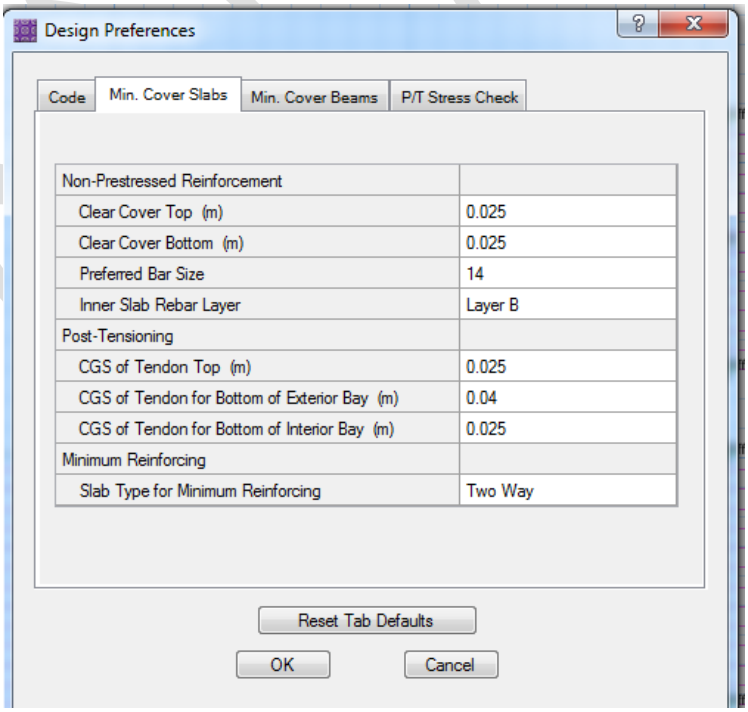
مصالح تعریف شده همانند شکل ۱۶ می باشد.



شکل۱۶- مصالح تعریف شده

پوشش بتن

پوشش بتن همانند شکل ۱۷ تعریف شده است.



شکل۱۷- پوشش تعریف شده در نرم افزار

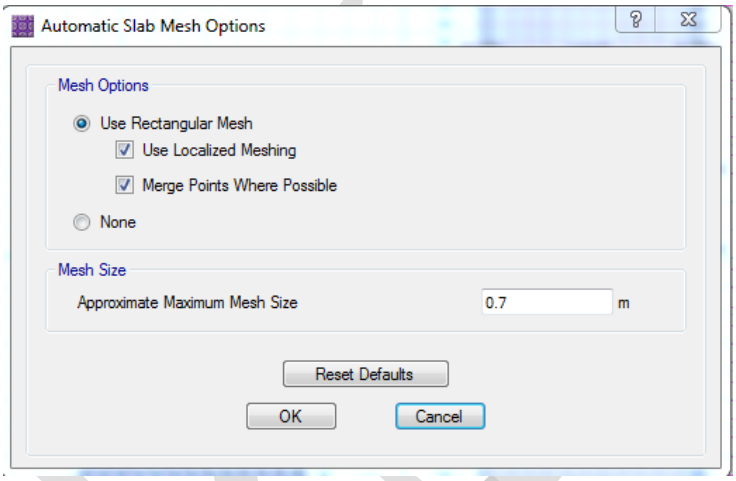
ترکیب بارهای طراحی

1.4Dead+1.4SP

1.2Dead+1.2SP+1.6Live

بارهای سطحی SP و Live روی سقف هرکدام ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و نوار های طراحی به عرض ۷۰ سانتی متر تعریف شده است.

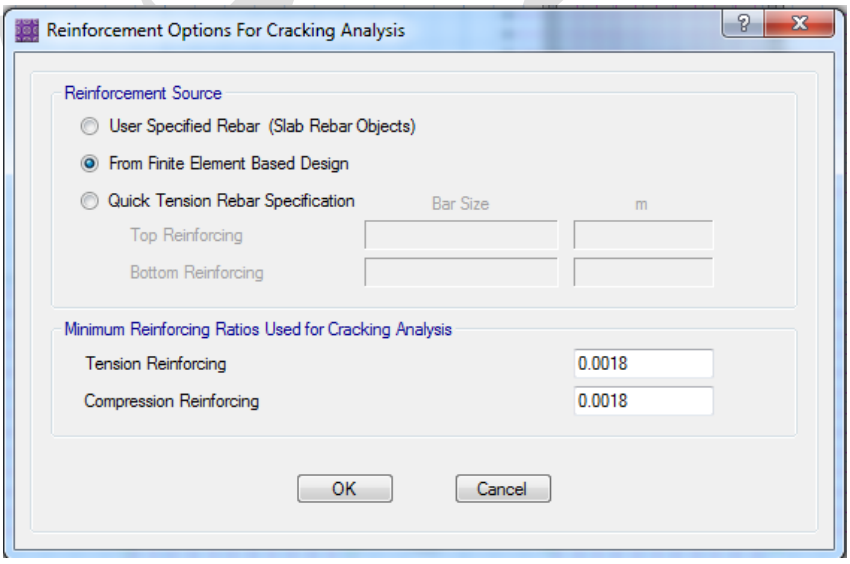
تنظیمات مش بندی



شکل۱۸- تنظیمات مش بندی

تعریف آرماتور حداقل

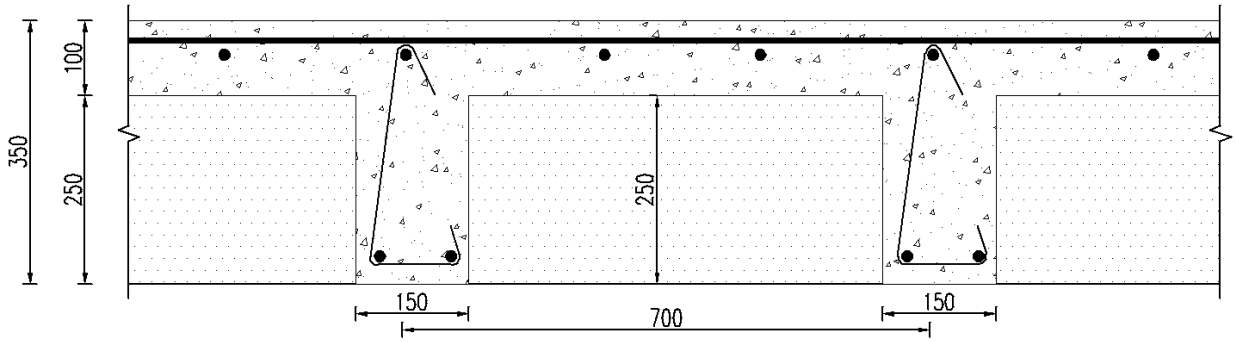
در SAFE برای حداقل آرماتوری که تعریف می شود برای دال های با ضخامتهای مختلف و تیرها یک عدد باید داده شود در این مثال ۰/۰۰۱۸ داده می شود. (شکل ۱۹)



شکل۱۹- آرماتور حداقل

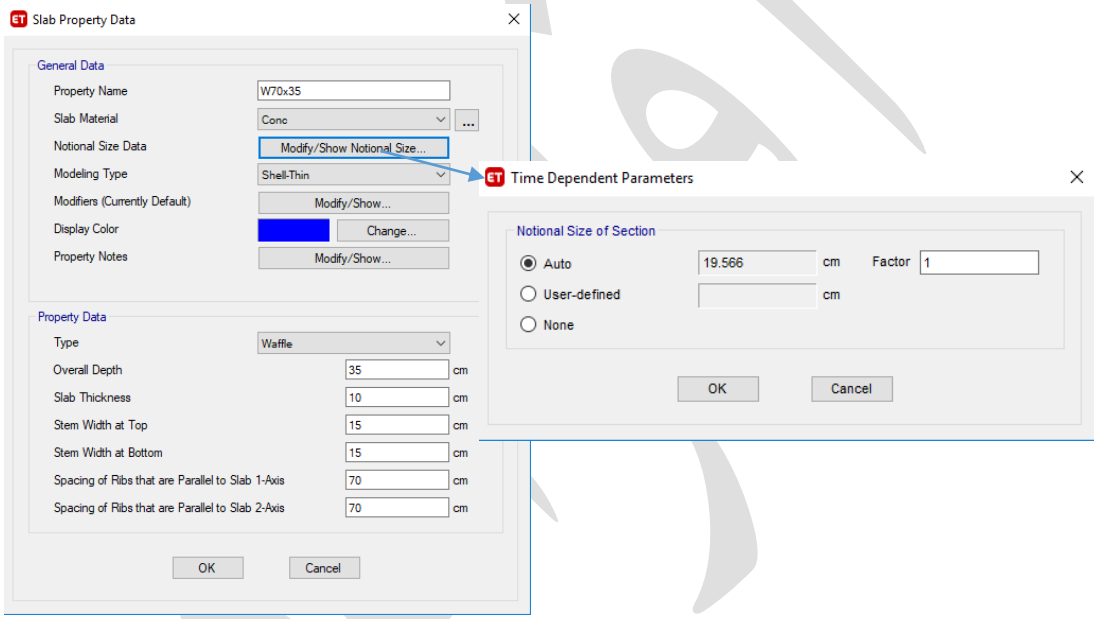
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مثال اول: سقف وافل با هندسه شکل ۲۰ را در نظر بگیرید



شکل ۲۰- ابعاد وافل مثال اول

ضخامت معادل بوسیله نرم افزار مانند شکل ۲۱ محاسبه می شود:



شکل ۲۱- ضخامت معادل دال وافل

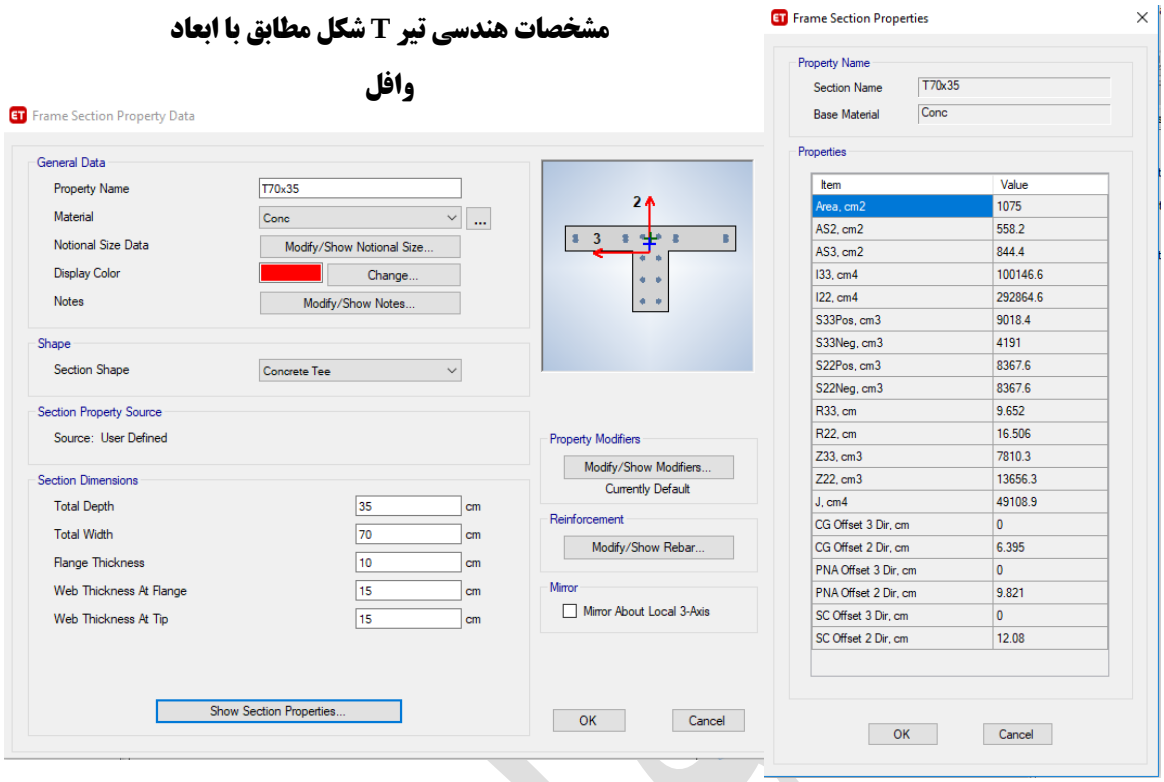
محاسبه ضخامت معادل طبق رابطه ذکر شده:

$$t_{eq} = h - \frac{(a-b)^2 \times d}{a^2} = 35 - \frac{(70-15)^2 \times 25}{70^2} = 19.566\ cm$$

برای محاسبه ضرایب اصلاح دو مقطع یکی دال توپر با ابعاد ۷۰ در۳۵ سانتیمترو یکی مقطع T شکل در نرم افزار معرفی شده تا مشخصات آن بدست آید این مشخصات در شکل ۲۲ و ۲۳ آمده است:

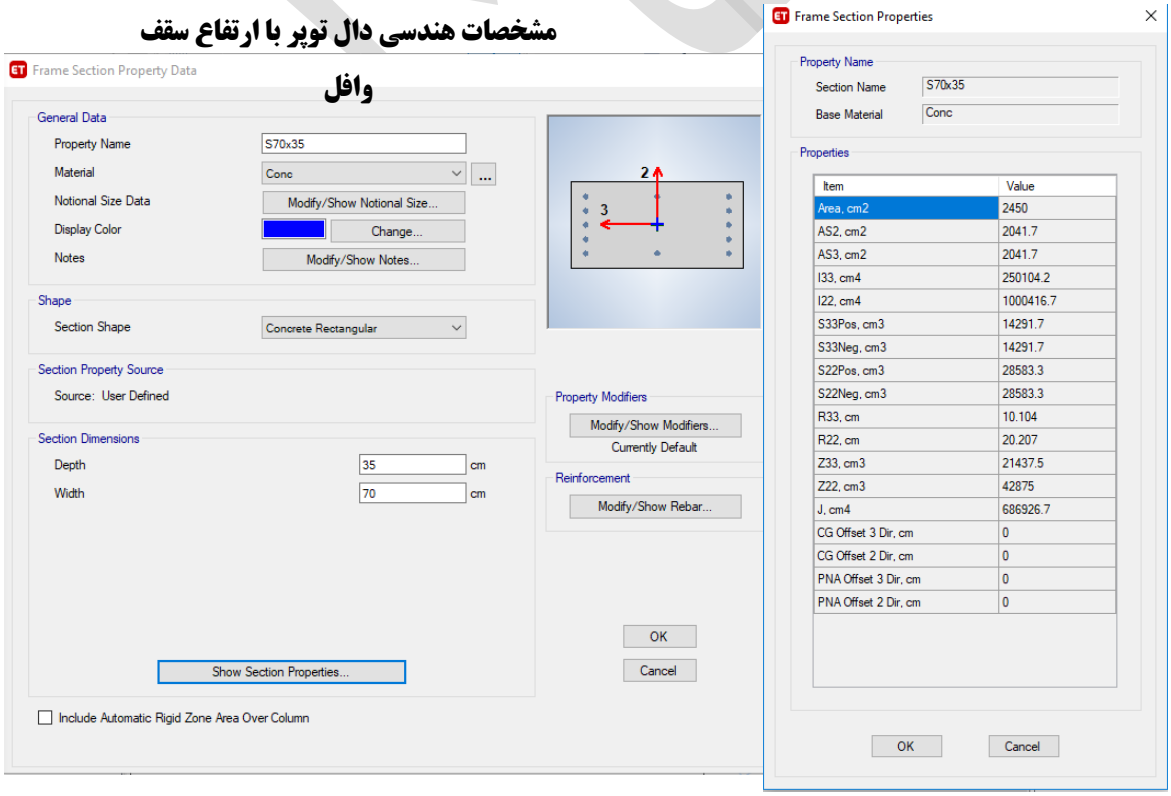
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مشخصات هندسی تیر T شکل مطابق با ابعاد وافل



شکل۲۲- مشخصات مقطع T شکل

مشخصات هندسی دال توپر با ارتفاع سقف وافل



شکل۲۳- مشخصات دال توپر

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

محاسبه ضرایب اصلاح دال توپر:

ضرایب اصلاح f_{11},f_{22},f_{12} از تقسیم سطح مقطع مقطع مشبک به مقطع توپر محاسبه می شود.

$$\frac{A_T}{A}=\frac{1075}{2450}=0.439$$

ضرایب اصلاح m_{11},m_{22} مربوط به سختی خمشی دال هستند و از نسبت ممان اینرسی ها (I) محاسبه می شوند.

$$\frac{I_T}{I}=\frac{100146.6}{250104.2}=0.40$$

ضریب m_{12} از نسبت ثابت پیچشی (J) بدست می اید که در ضریب ۰/۶ ضرب شده است.

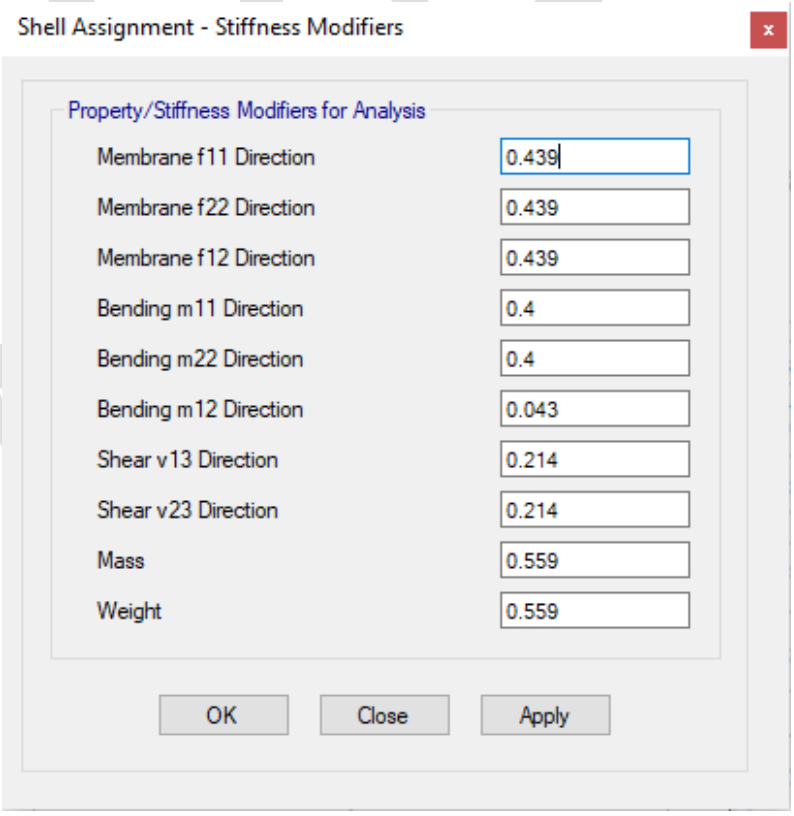
$$\frac{J_T}{J}\times 0.6=\frac{49108.9}{686926.7}\times 0.6=0.043$$

ضرایب V_{13},v_{23} از نسبت مساحت جان دال مشبک به سطح مقطع دال توپر بدست می آید.

$$\frac{35\times 15}{35\times 70}=0.214$$

همچنین ضرایب جرم و وزن از نسبت ضخامت معادل دال مشبک به ضخامت دال توپر محاسبه می شود.

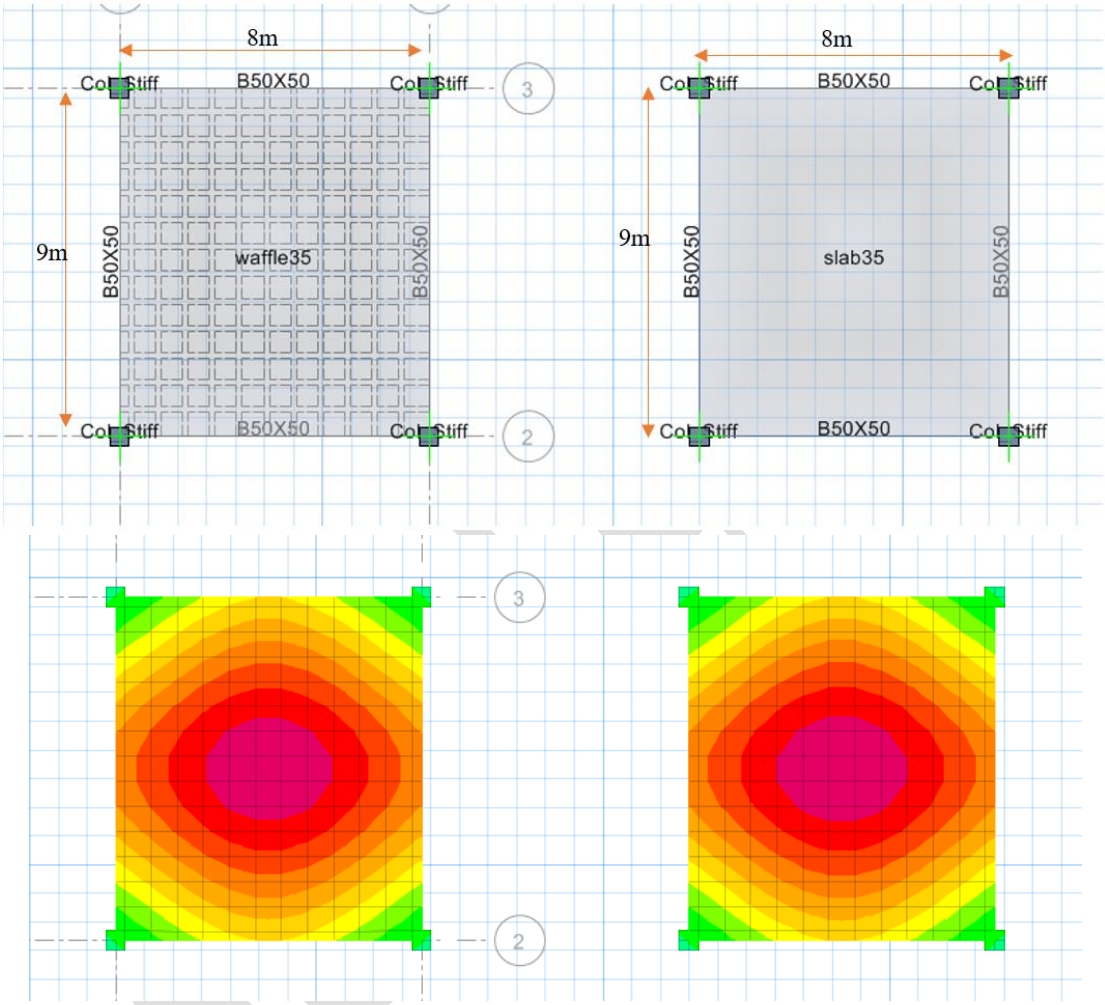
$$\frac{t_{eq}}{t}=\frac{19.566}{35}=0.559$$



شکل۲۴- ضرایب اصلاح

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

حال برای اثبات اینکه می توان از دال توپر با ضرایب اصلاحی به جای وافل استفاده نمود دو دال با ابعاد ۸ متر در ۹ متر در یک فایل مدل شده است یکی دال توپر اصلاح شده با ضرایب اصلاح بدست امده در قبل(slab35) و دیگری دال وافل (waffle35) در شکل ۲۵ تغییر شکل های این دو تحت بارهای مختلف آنی و دراز مدت بدست آمده که در جدول ۱ آورده شده است:



شکل۲۵- تغییر شکل های دال

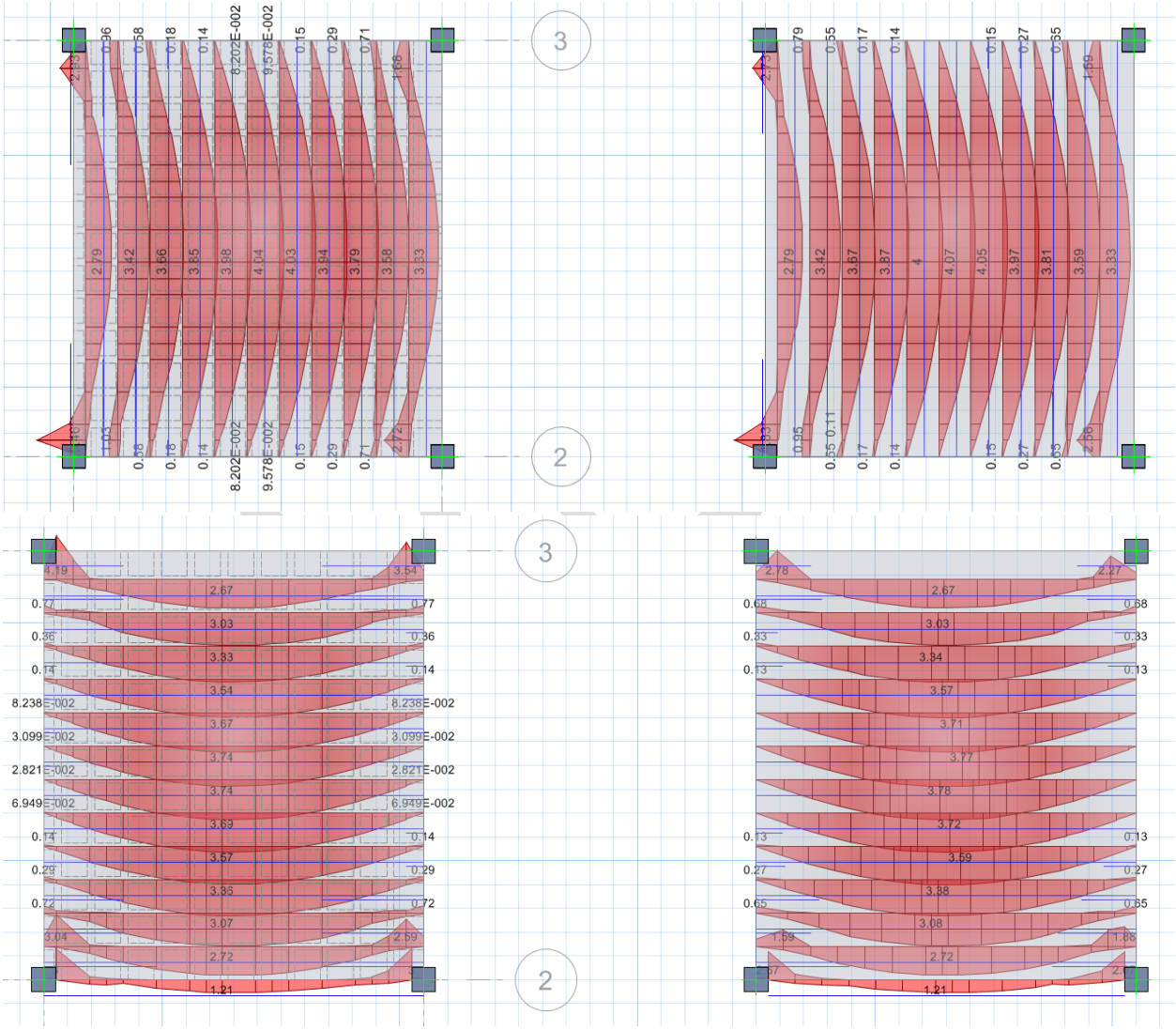
جدول ۱-تغییرشکل دال (واحدها بر حسب سانتی متر)

Num	LOAD	تغییر شکل وافل بر حسب سانتی متر	تغییر شکل دال اصلاح شده بر حسب سانتی متر
۱	Δ_{Dead}	۰/۷۲	۰/۷۲
۲	Δ_{Live}	۰/۳۸	۰/۳۸
۳	Δ_{SP}	۰/۳۸	۰/۳۸
۴	$\Delta_{tot.i}= \Delta_{Dead+sp+Live}$	۲/۳۵	۲/۳۶
۵	$\Delta_{Sus.i}= \Delta_{Dead+Sp+20\%Live}$	۱/۵۶	۱/۵۷
۶	$\Delta_{pre.i}= \Delta_{Dead+0.2Sp}$	۰/۸۷	۰/۸۷

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

۷	$\Delta_{Cr+sh.u}$	۳/۰۸	۳/۰۹
۸	$\Delta_{pre.to}$	۱/۴۶	۱/۴۶
۹	Δ_{New}	۲/۴۱	۲/۴۲
۱۰	Δ_{Old}	۲/۵۱	۲/۵۲

یکی دیگر از خروجی های طراحی در دال ها مقدار آرماتور محاسباتی است که برای دو دال در هر دو جهت در شکل ۲۶ آورده شده است.

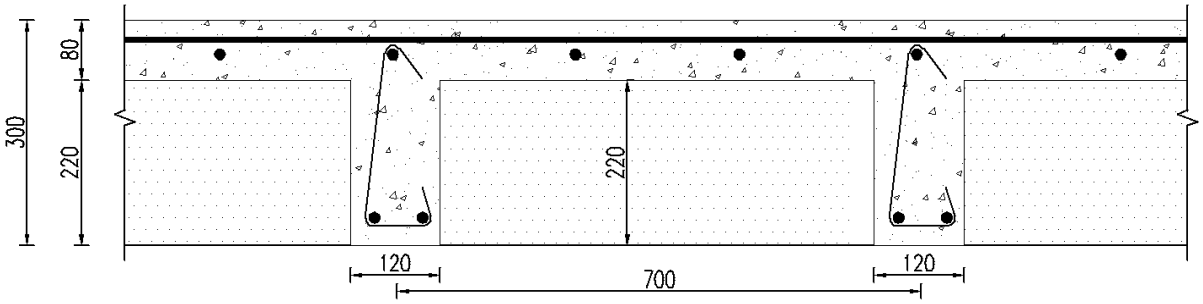


شکل۲۶- آرماتور محاسباتی

در آخر می توان نتیجه گرفت که خروجی های تغییر شکل و آرماتور محاسباتی برای دو دال با دقت بسیار زیاد یکسان می باشند. این محاسبات برای سه نوع وافل دیگر با ابعاد متفاوت در ادامه آورده شده است.

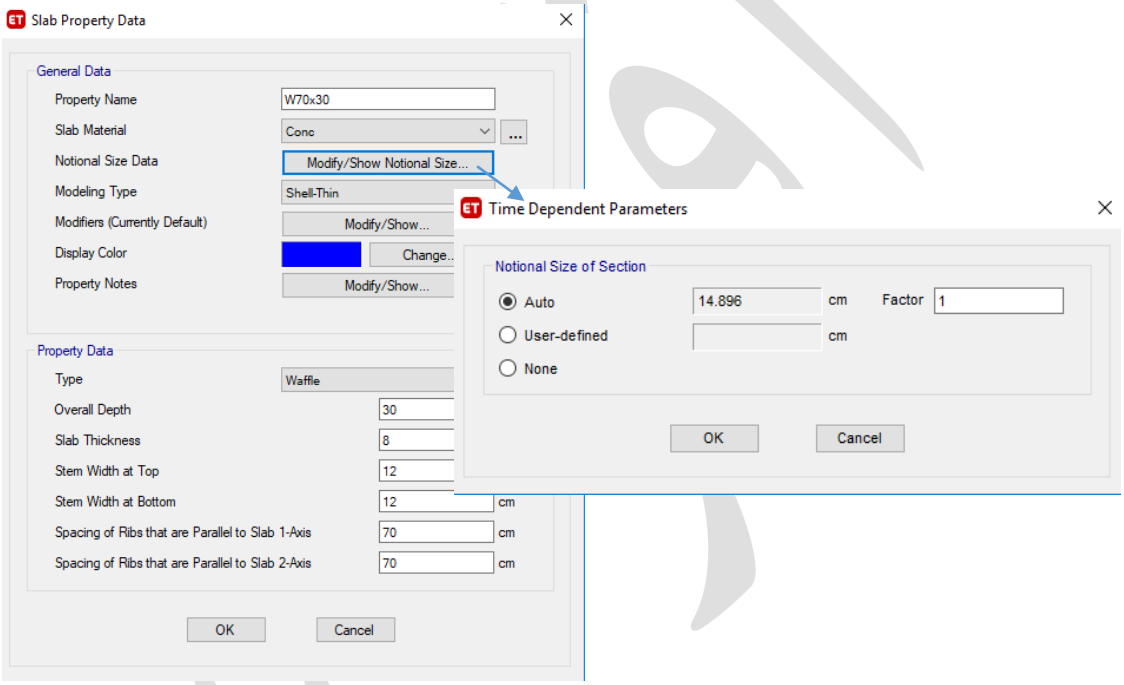
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مثال دوم: سقف وافل با هندسه شکل ۲۷ را در نظر بگیرید



شکل۲۷- دال وافل مثال دوم

ضخامت معادل بوسیله نرم افزار مانند شکل ۲۸ محاسبه می شود.



شکل۲۸- ضخامت معادل دال وافل

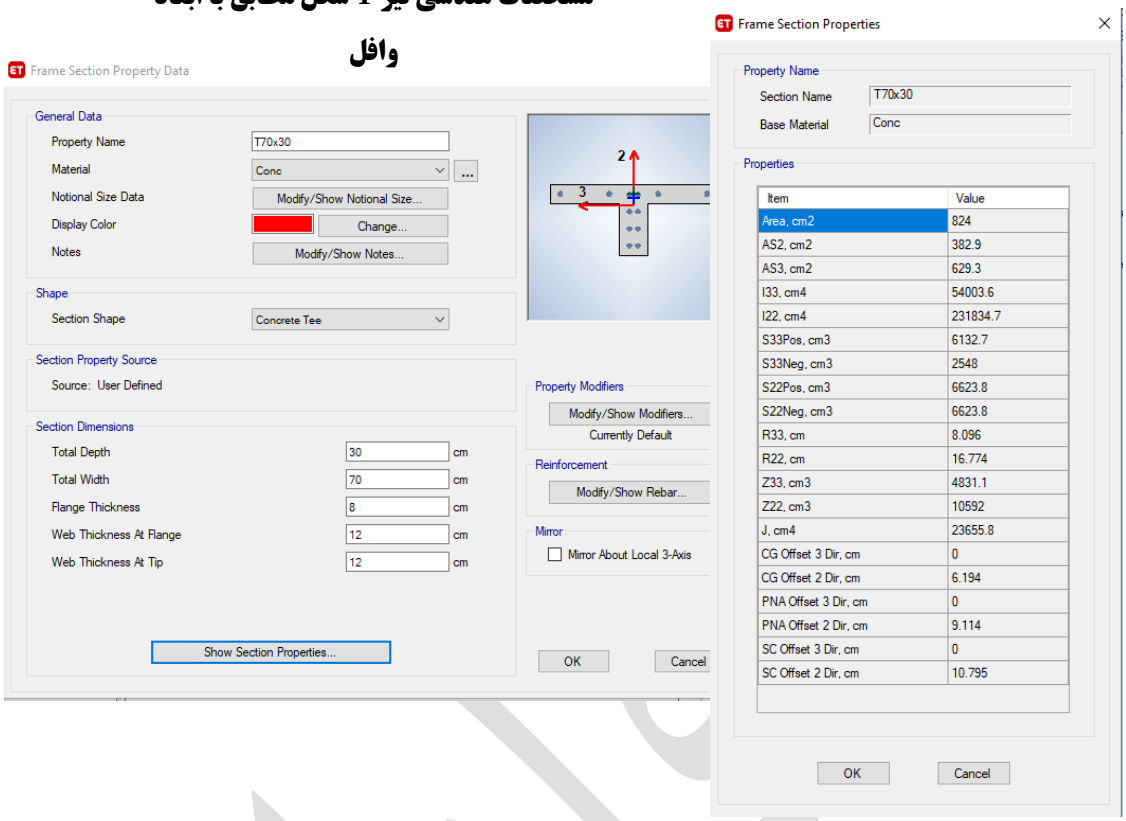
محاسبه ضخامت معادل طبق رابطه ذکر شده:

$$t_{eq} = h - \frac{(a-b)^2 \times d}{a^2} = 30 - \frac{(70-12)^2 \times 22}{70^2} = 14.896\ cm$$

برای محاسبه ضرایب اصلاح دو مقطع یکی دال توپر با ابعاد ۷۰ در ۳۰ و یکی مقطع T شکل در نرم افزار معرفی شده تا مشخصات آن بدست آید این مشخصات در شکل۲۹ و ۳۰ آمده است.

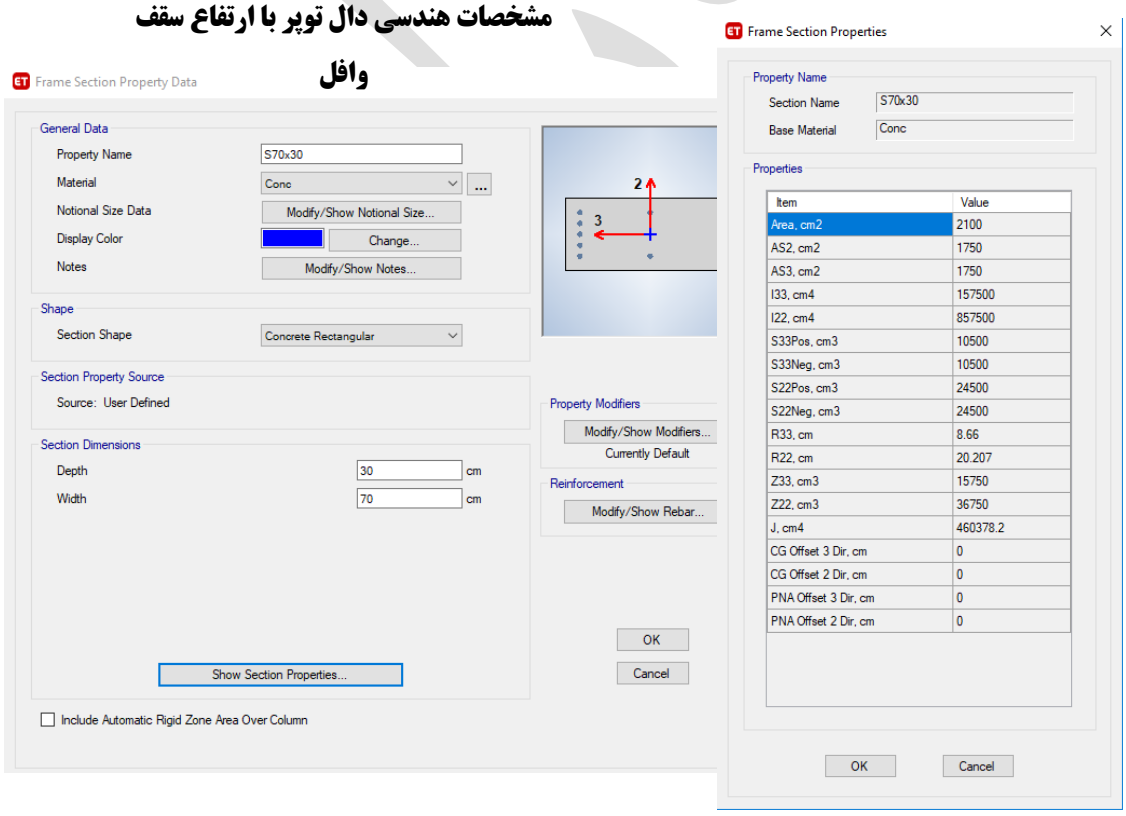
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مشخصات هندسی تیر T شکل مطابق با ابعاد وافل



شکل۲۹- مشخصات مقطع T شکل

مشخصات هندسی دال توپر با ارتفاع سقف وافل



شکل۳۰- مشخصات دال توپر

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

محاسبه ضرایب اصلاح دال توپر:

ضرایب اصلاح f_{11},f_{22},f_{12} از تقسیم سطح مقطع مقطع مشبک به مقطع توپر محاسبه می شود.

$$\frac{A_T}{A} = \frac{824}{2100} = 0.392$$

ضرایب اصلاح m_{11},m_{22} مربوط به سختی خمشی دال هستند و از نسبت ممان اینرسی ها (I) محاسبه می شوند.

$$\frac{I_T}{I} = \frac{54003.6}{157500} = 0.343$$

ضریب m_{12} از نسبت ثابت پیچشی (J) بدست می اید که در ضریب ۰/۶ ضرب شده است.

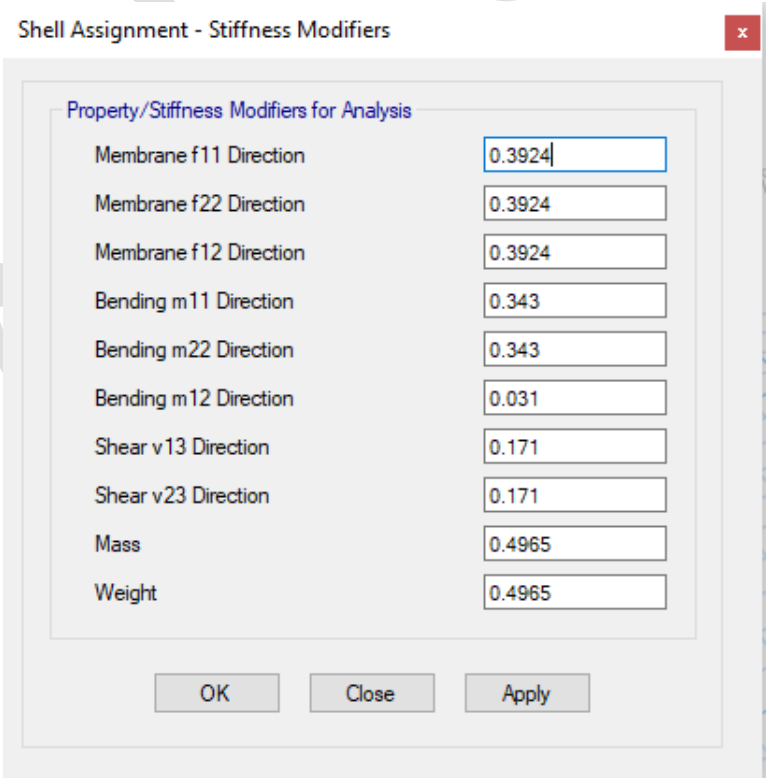
$$\frac{J_T}{J} \times 0.6 = \frac{23655.8}{460378.2} \times 0.6 = 0.031$$

ضرایب V_{13},v_{23} از نسبت مساحت جان دال مشبک به سطح مقطع دال توپر بدست می آید.

$$\frac{30 \times 12}{30 \times 70} = 0.171$$

همچنین ضرایب جرم و وزن از نسبت ضخامت معادل دال مشبک به ضخامت دال توپر محاسبه می شود.

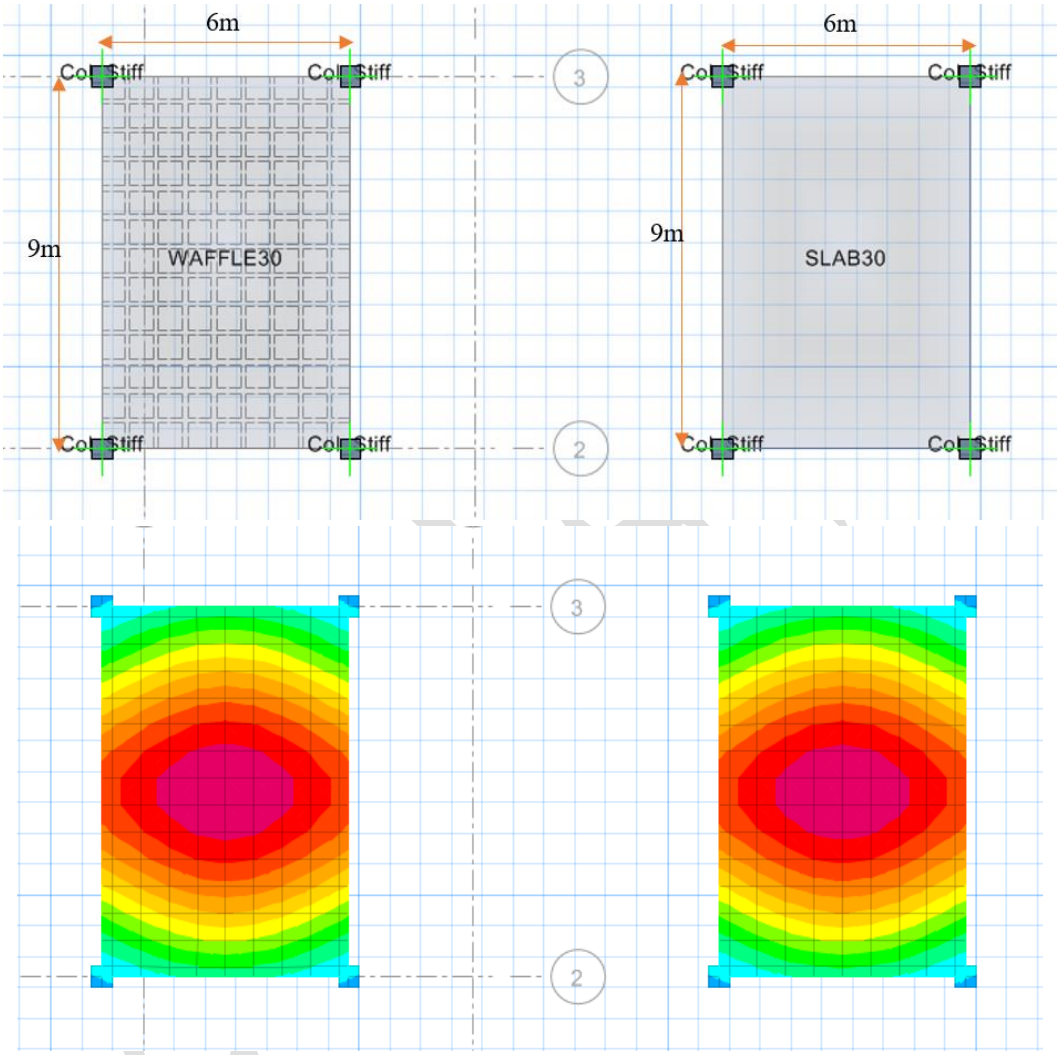
$$\frac{t_{eq}}{t} = \frac{14.896}{30} = 0.4965$$



شکل۳۱- ضرایب اصلاح دال وافل

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

حال برای اثبات اینکه می توان از دال توپر با ضرایب اصلاحی به جای وافل استفاده نمود دو دال با ابعاد ۶ متر در ۹ متر در یک فایل مدل شده است یکی دال توپر اصلاح شده با ضرایب اصلاح بدست امده در قبل (slab30) و دیگری دال وافل (waffle30)در شکل۳۲ تغییر شکل های این دو تحت بارهای مختلف آنی و دراز مدت بدست امده که در جدول ۲ آورده شده است:



شکل۳۲- تغییر شکل های دال

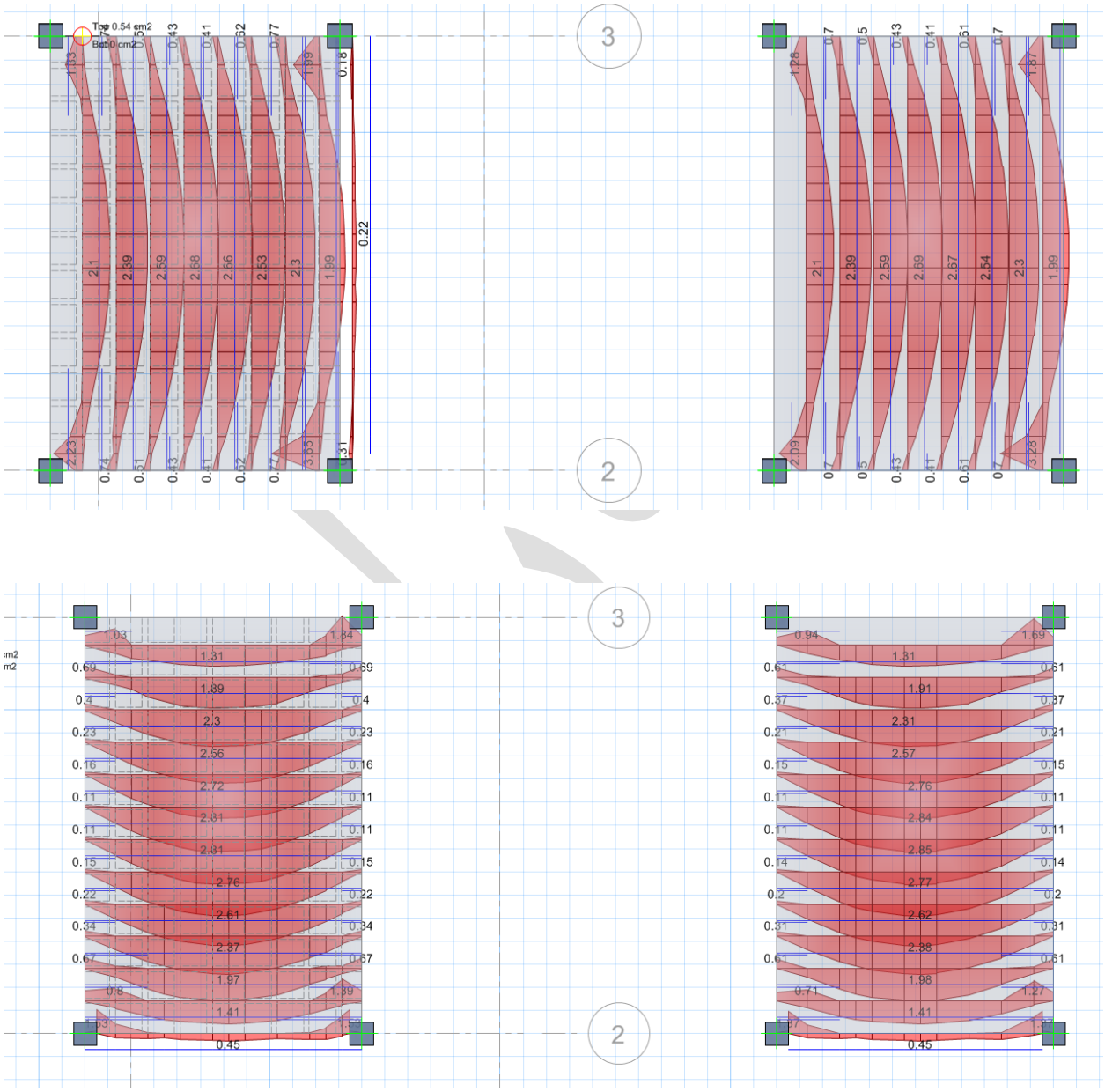
جدول ۲-تغییرشکل دال (واحدها بر حسب سانتی متر)

Num	LOAD	تغییر شکل وافل بر حسب سانتی متر	تغییر شکل دال اصلاح شده بر حسب سانتی متر
۱	Δ_{Dead}	۰/۵	۰/۵۱
۲	Δ_{Live}	۰/۳۲	۰/۳۳
۳	Δ_{SP}	۰/۳۲	۰/۳۳
۴	$\Delta_{tot.i}= \Delta_{Dead+sp+Live}$	۱/۶۲	۱/۶۳
۵	$\Delta_{Sus.i}= \Delta_{Dead+Sp+20\%Live}$	۱/۱۲	۱/۱۳
۶	$\Delta_{pre.i}= \Delta_{Dead+0.2Sp}$	۰/۶۵	۰/۶۶

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

۷	$\Delta_{Cr+sh.u}$	۲/۲۴	۲/۲۶
۸	$\Delta_{pre.to}$	۱/۱۲	۱/۱۳
۹	Δ_{New}	۱/۶۳	۱/۶۴
۱۰	Δ_{Old}	۲/۴۱	۲/۴۱

یکی دیگر از خروجی های طراحی در دال ها مقدار آرماتور محاسباتی است که برای دو دال در هر دو جهت در شکل ۳۳ آورده شده است.

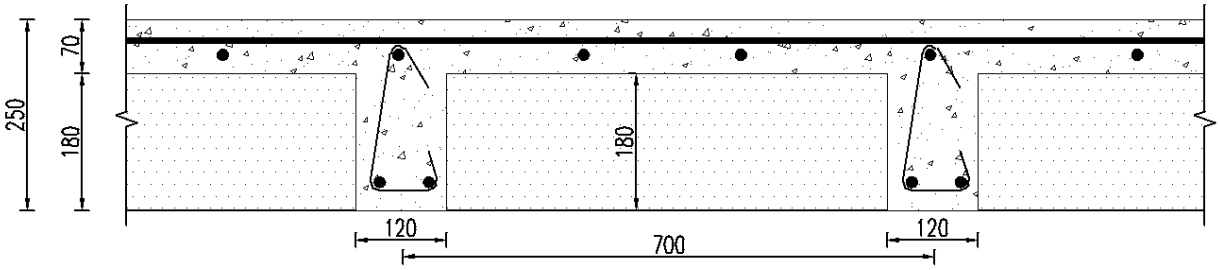


شکل۳۳- آرماتورهای محاسباتی دال

در انتها می توان نتیجه گرفت که خروجی های تغییر شکل و آرماتور محاسباتی برای دو دال تقریباً یکسان است. این محاسبات برای دو وافل دیگر با ابعاد متفاوت در ادامه آورده شده است.

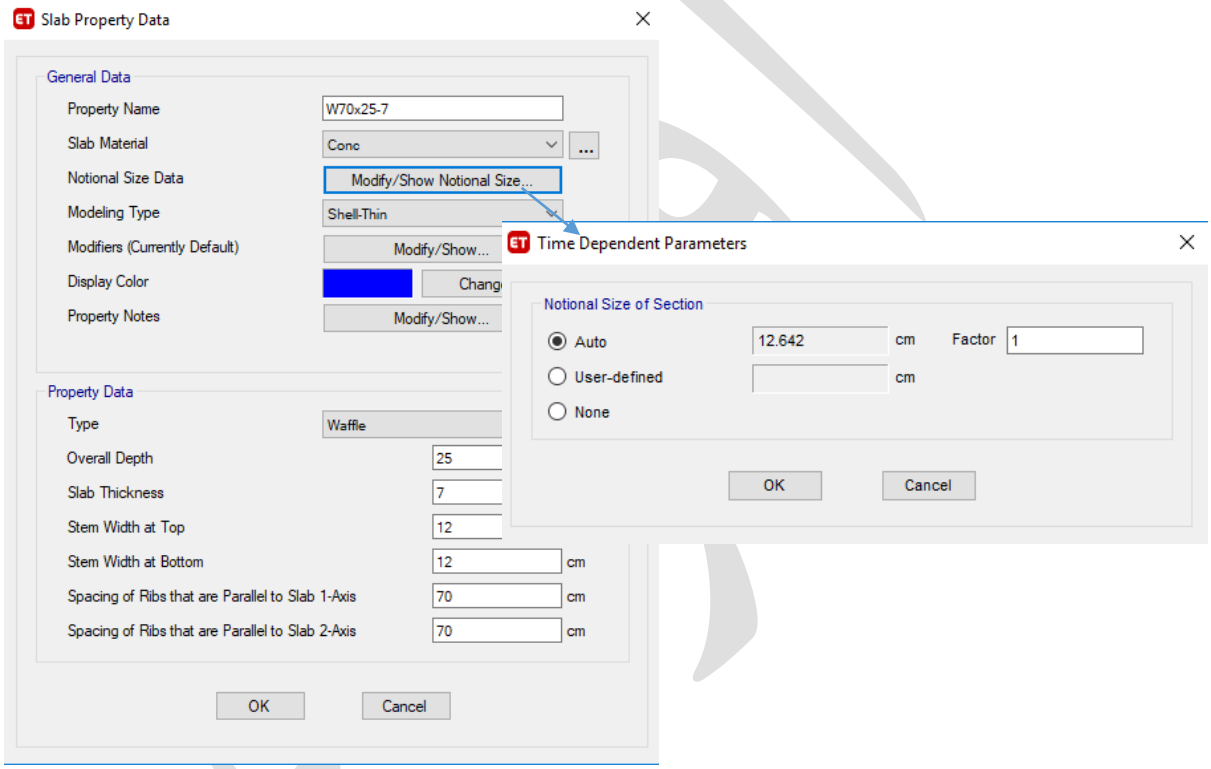
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مثال سوم: سقف وافل با هندسه شکل ۳۴ را در نظر بگیرید



شکل۳۴- دال وافل مثال سوم

ضخامت معادل بوسیله نرم افزار مانند شکل ۳۵ محاسبه می شود.



شکل۳۵- ضخامت معادل نرم افزار

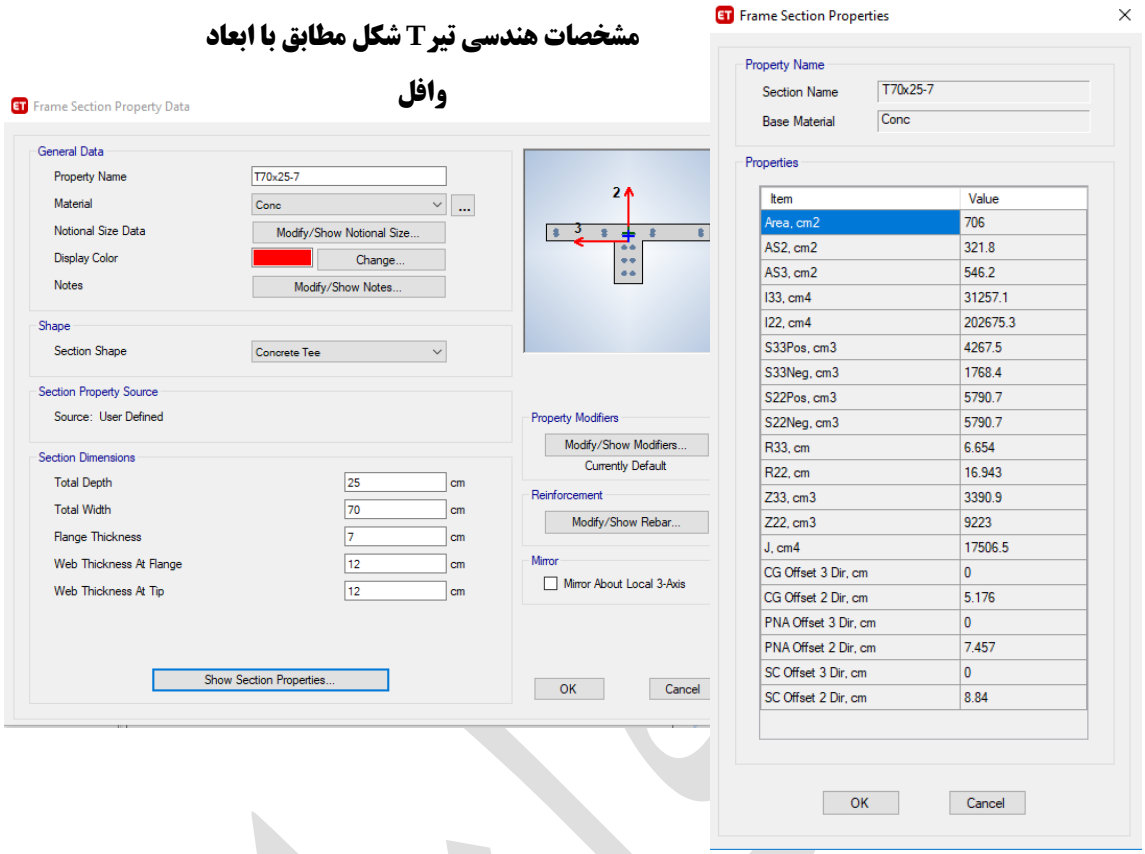
محاسبه ضخامت معادل طبق رابطه ذکر شده:

$$t_{eq} = h - \frac{(a-b)^2 \times d}{a^2} = 25 - \frac{(70-12)^2 \times 18}{70^2} = 12.642\ cm$$

برای محاسبه ضرایب اصلاح دو مقطع یکی دال توپر با ابعاد ۷۰ در ۲۵ و یکی مقطع T شکل در نرم افزار معرفی شده تا مشخصات آن بدست آید این مشخصات در شکل ۳۶ و ۳۷ آمده است.

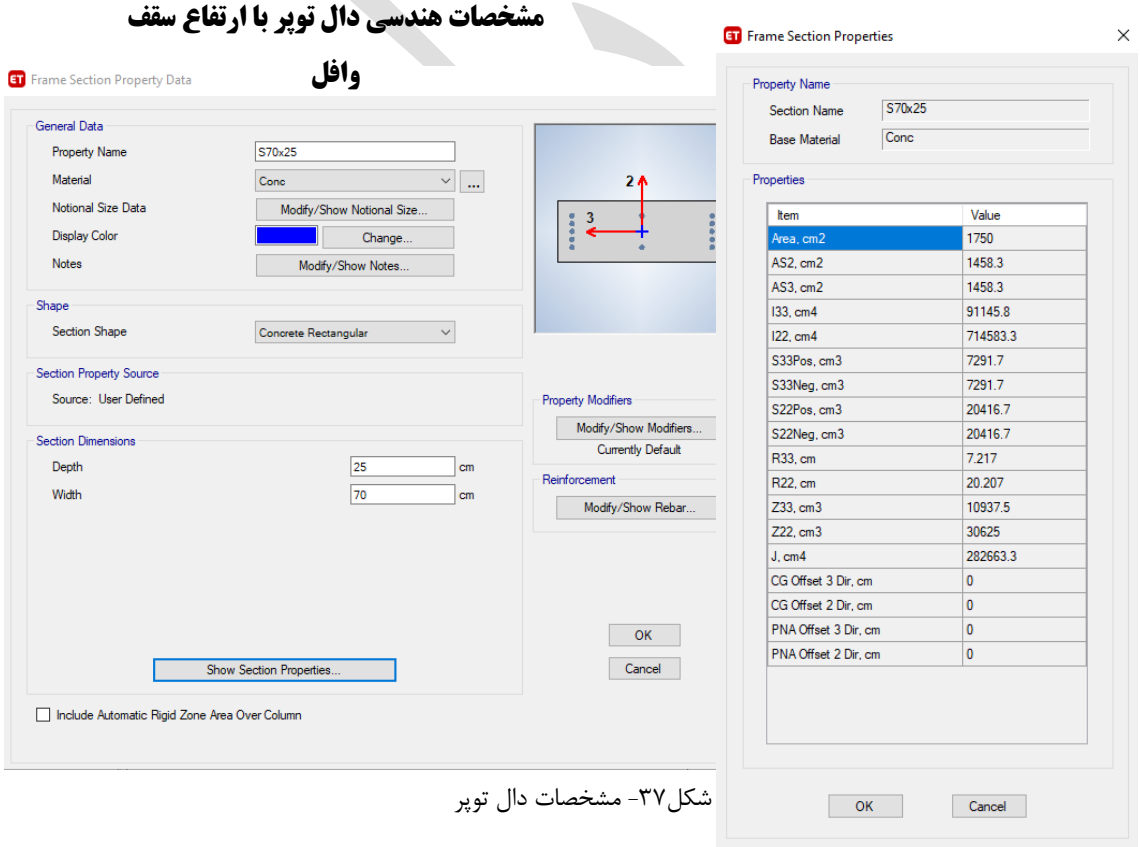
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مشخصات هندسی تیر T شکل مطابق با ابعاد وافل



شکل۳۶- مشخصات مقطع T شکل

مشخصات هندسی دال توپر با ارتفاع سقف وافل



شکل۳۷- مشخصات دال توپر

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

محاسبه ضرایب اصلاح دال توپر:

ضرایب اصلاح f_{11},f_{22},f_{12} از تقسیم سطح مقطع مقطع مشبک به مقطع توپر محاسبه می شود.

$$\frac{A_T}{A} = \frac{706}{1750} = 0.4034$$

ضرایب اصلاح m_{11},m_{22} مربوط به سختی خمشی دال هستند و از نسبت ممان اینرسی ها (I) محاسبه می شوند.

$$\frac{I_T}{I} = \frac{31257.1}{91145.8} = 0.3429$$

ضریب m_{12} از نسبت ثابت پیچشی (J) بدست می اید که در ضریب ۰/۶ ضرب شده است.

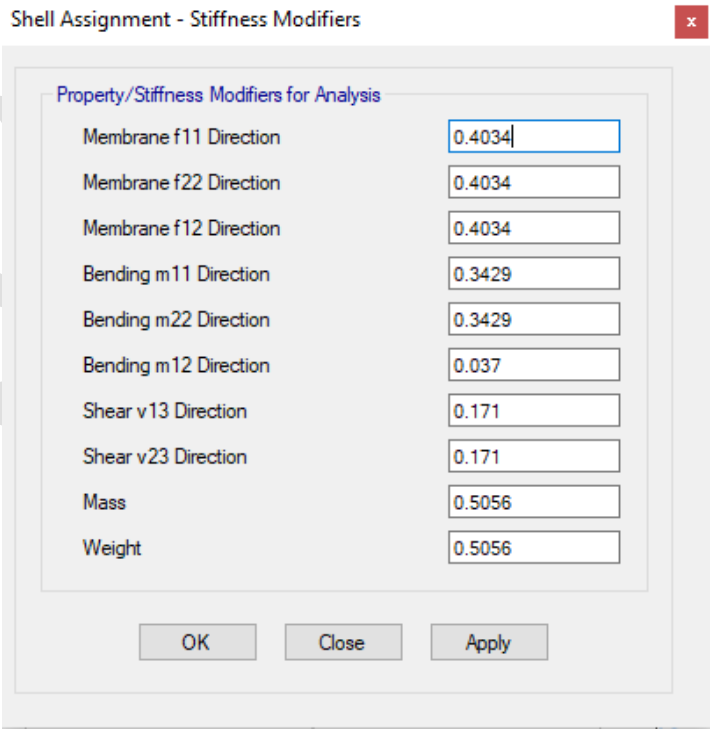
$$\frac{J_T}{J} \times 0.6 = \frac{17506.5}{282663.3} \times 0.6 = 0.037$$

ضرایب V_{13},v_{23} از نسبت مساحت جان دال مشبک به سطح مقطع دال توپر بدست می آید.

$$\frac{25 \times 12}{25 \times 70} = 0.171$$

همچنین ضرایب جرم و وزن از نسبت ضخامت معادل دال مشبک به ضخامت دال توپر محاسبه می شود.

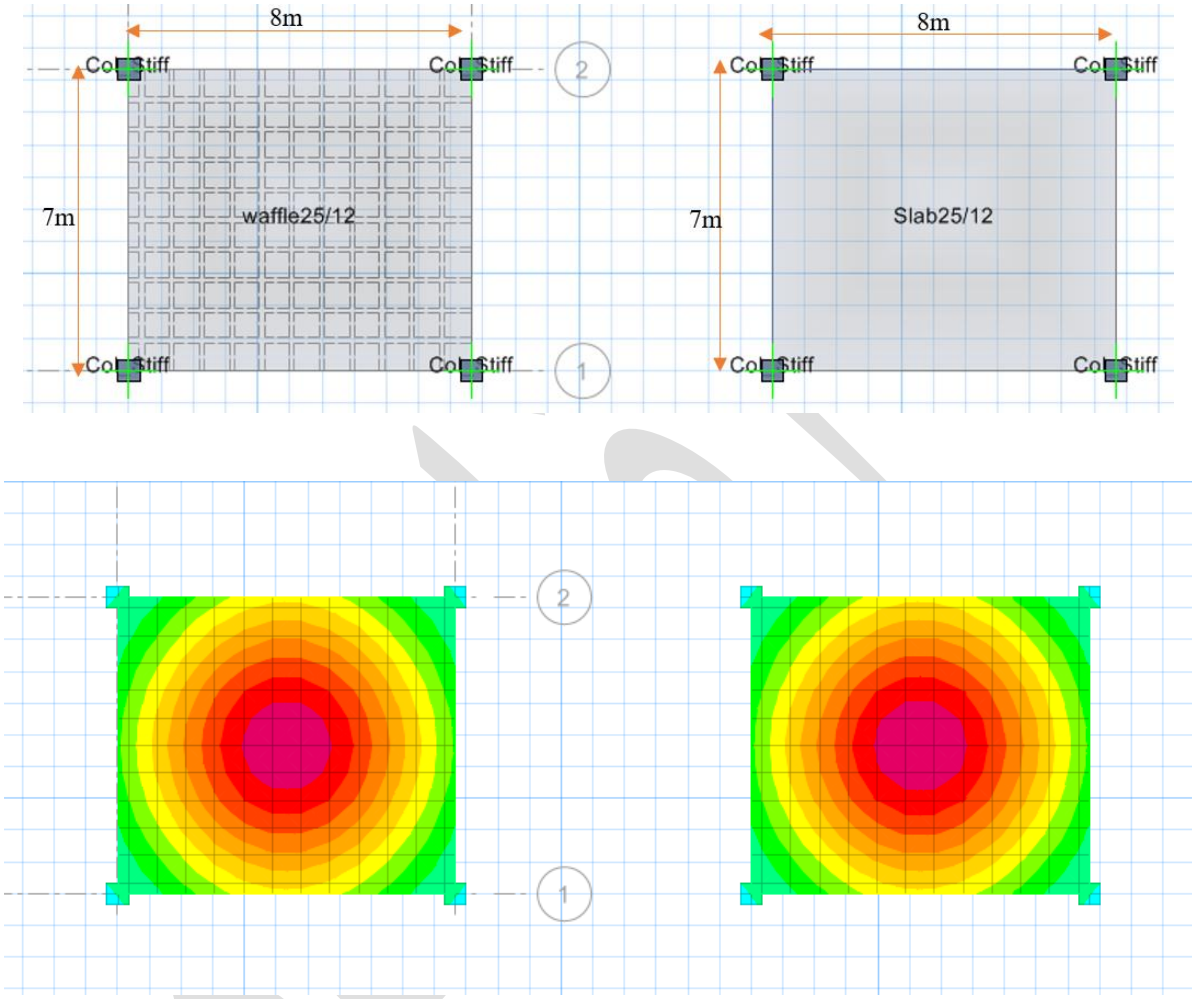
$$\frac{t_{eq}}{t} = \frac{12.642}{25} = 0.5056$$



شکل۳۸- ضرایب اصلاح دال توپر

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

حال برای اثبات اینکه می توان از دال توپر با ضرایب اصلاح به جای وافل استفاده نمود دو دال با ابعاد ۸ متر در ۷ متر در یک فایل مدل شده است یکی دال توپر اصلاح شده با ضرایب اصلاح بدست امده در قبل و دیگری دال وافل در شکل ۳۹ تغییر شکل های این دو تحت بارهای مختلف آنی و دراز مدت بدست آمده که در جدول ۳ آورده شده است:



شکل۳۹- تغییر شکل دال

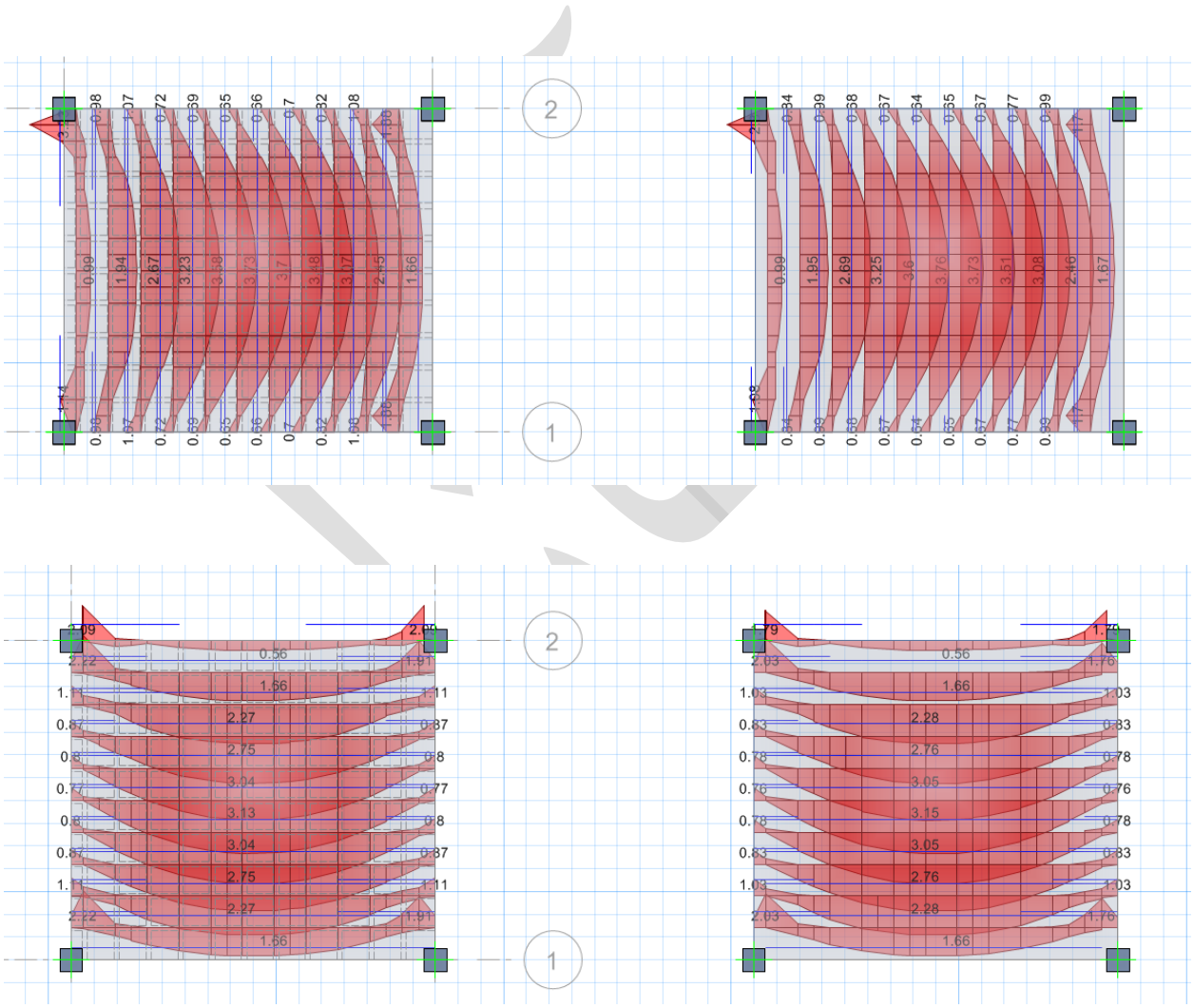
جدول ۳-تغییرشکل دال (واحدها بر حسب سانتی متر)

Num	LOAD	تغییر شکل وافل بر حسب سانتی متر	تغییر شکل دال اصلاح شده بر حسب سانتی متر
۱	Δ_{Dead}	۰/۶۱	۰/۶۱
۲	Δ_{Live}	۰/۵	۰/۵۱
۳	Δ_{SP}	۰/۵	۰/۵۱
۴	$\Delta_{tot.i}= \Delta_{Dead+sp+Live}$	۲/۴۷	۲/۴۹
۵	$\Delta_{Sus.i}= \Delta_{Dead+Sp+20\%Live}$	۱/۵۶	۱/۵۸
۶	$\Delta_{pre.i}= \Delta_{Dead+0.2Sp}$	۰/۷۳	۰/۷۳

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

۷	$\Delta_{Cr+sh.u}$	۲/۶۲	۲/۶۴
۸	$\Delta_{pre.to}$	۱/۱۷	۱/۱۷
۹	Δ_{New}	۲/۳۶	۲/۳۸
۱۰	Δ_{Old}	۳/۸۹	۳/۹۴

از دیگر خروجی های طراحی در دال ها مقدار آرماتور محاسباتی است که برای دو دال در هر دو جهت در شکل ۴۰ آورده شده است.

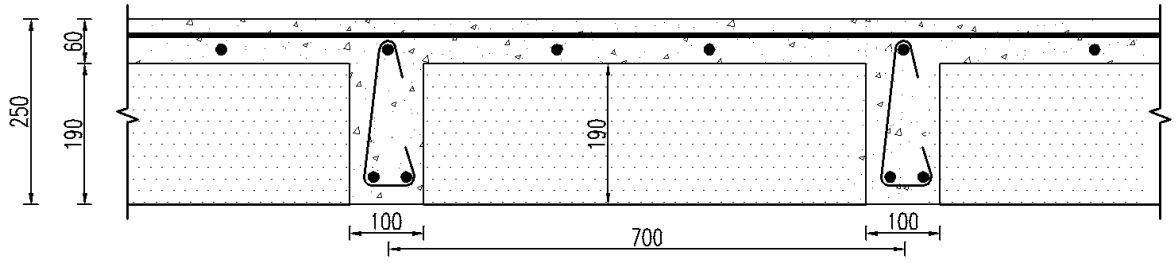


شکل ۴۰- آرماتور محاسباتی دال

در آخر می توان نتیجه گرفت که خروجی های تغییر شکل و آرماتور محاسباتی برای دو دال تقریباً یکسان است. این محاسبات برای یک وافل دیگر با ابعاد متفاوت در ادامه آورده شده است.

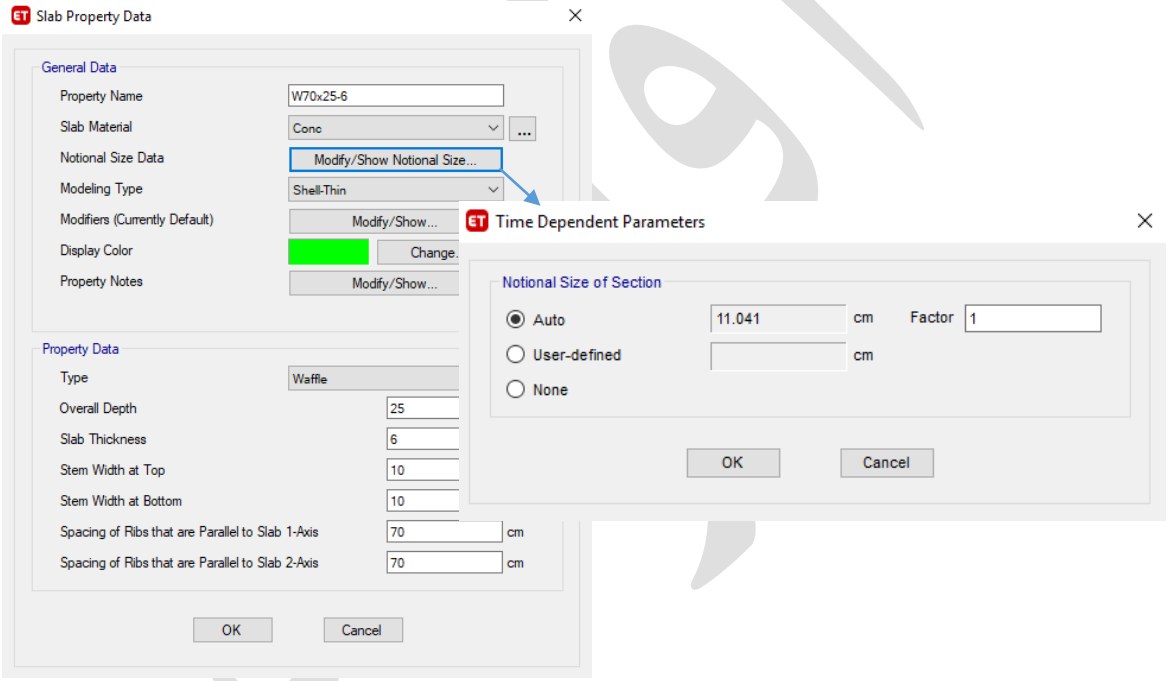
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

مثال چهارم: سقف وافل با هندسه شکل ۴۱ را در نظر بگیرید



شکل۴۱- دال وافل مثال چهارم

ضخامت معادل بوسیله نرم افزار همانند شکل ۴۲ محاسبه می شود.



شکل۴۲- ضخامت معادل دال وافل

محاسبه ضخامت معادل طبق رابطه ذکر شده:

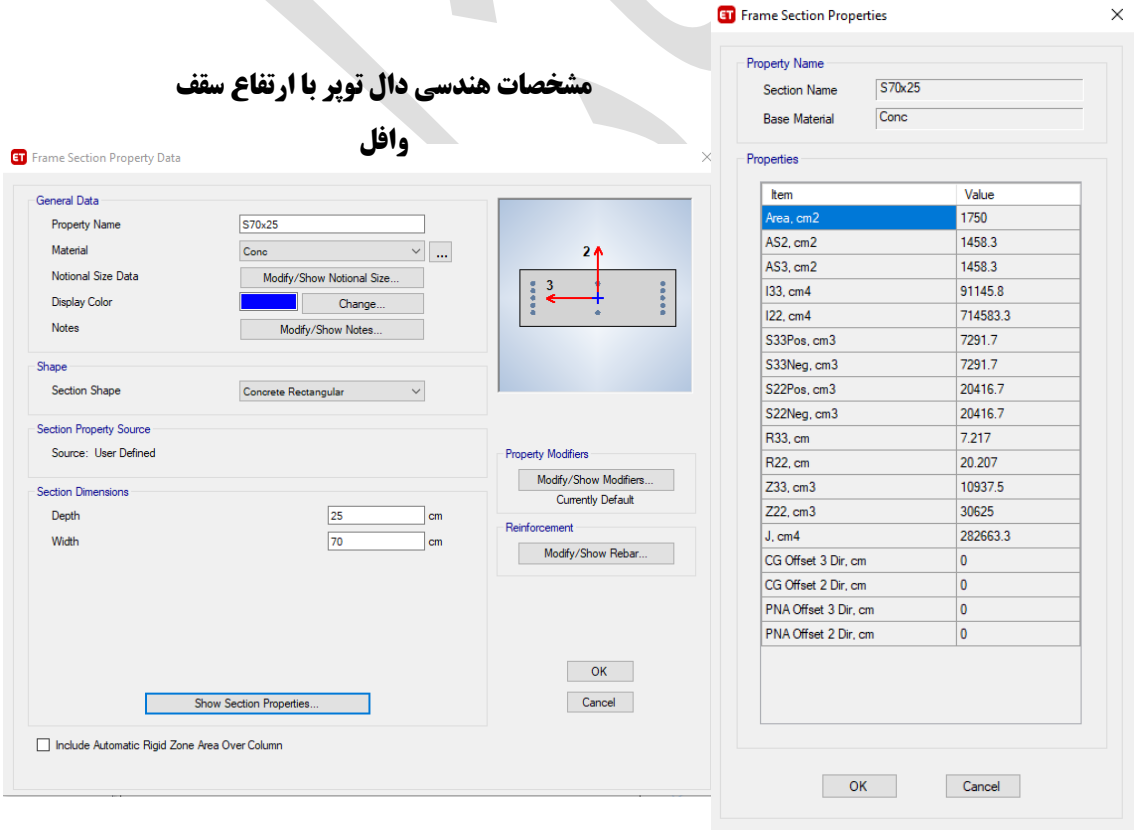
$$t_{eq} = h - \frac{(a-b)^2 \times d}{a^2} = 25 - \frac{(70-10)^2 \times 19}{70^2} = 11.041\ cm$$

برای محاسبه ضرایب اصلاح دو مقطع یکی دال توپر با ابعاد ۷۰ در ۲۵ و یکی مقطع T شکل در نرم افزار معرفی شده تا مشخصات آن بدست آید این مشخصات در شکل ۴۳ و ۴۴ آمده است:

مشخصات هندسی تیر T شکل مطابق با ابعاد وافل

شکل۴۳- مشخصات مقطع تی شکل

مشخصات هندسی دال توپر با ارتفاع سقف وافل



شکل۴۴- مشخصات دال توپر

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

محاسبه ضرایب اصلاح دال توپر:

ضرایب اصلاح f_{11},f_{22},f_{12} از تقسیم سطح مقطع مقطع مشبک به مقطع توپر محاسبه می شود.

$$\frac{A_T}{A} = \frac{610}{1750} = 0.3486$$

ضرایب اصلاح m_{11},m_{22} مربوط به سختی خمشی دال هستند و از نسبت ممان اینرسی ها (I) محاسبه می شوند.

$$\frac{I_T}{I} = \frac{27416.4}{91145.8} = 0.30$$

ضریب m_{12} از نسبت ثابت پیچشی (J) بدست می اید که در ضریب ۰/۶ ضرب شده است.

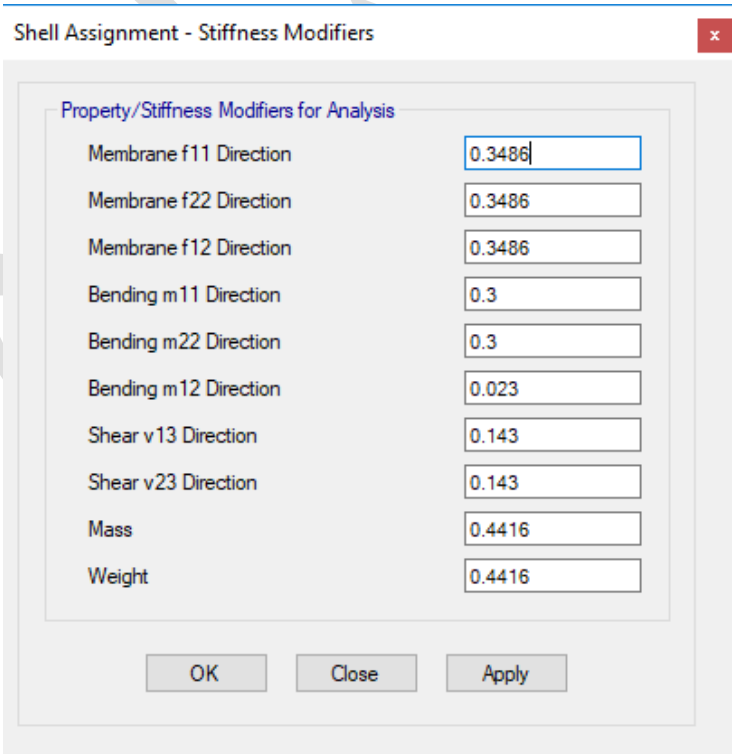
$$\frac{J_T}{J} \times 0.6 = \frac{10951.6}{282663.3} \times 0.6 = 0.023$$

ضرایب V_{13},v_{23} از نسبت مساحت جان دال مشبک به سطح مقطع دال توپر بدست می آید.

$$\frac{25 \times 10}{25 \times 70} = 0.143$$

همچنین ضرایب جرم و وزن از نسبت ضخامت معادل دال مشبک به ضخامت دال توپر محاسبه می شود.

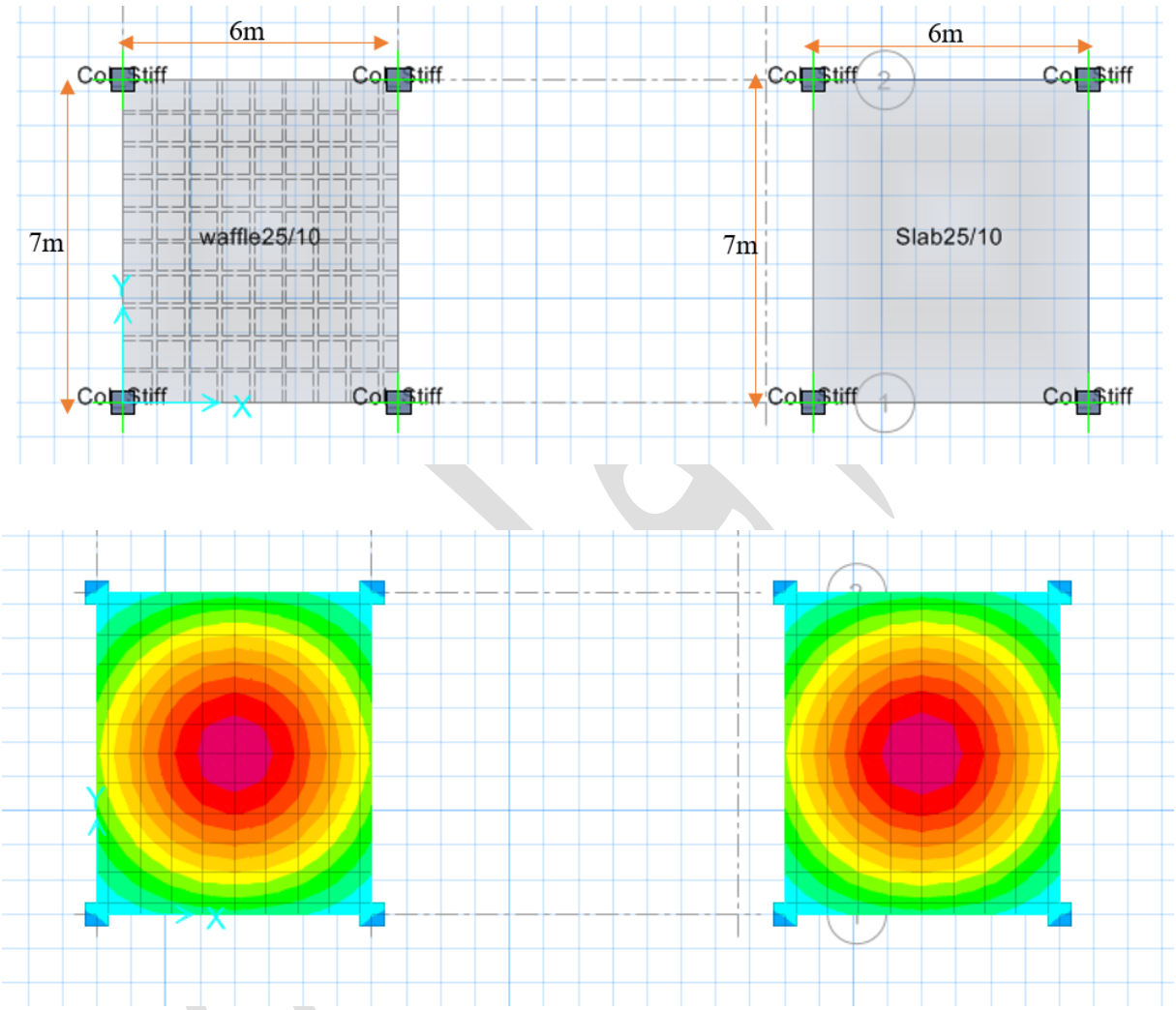
$$\frac{t_{eq}}{t} = \frac{11.04}{25} = 0.4416$$



شکل۴۵- ضرایب اصلاح دال

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

حال برای اثبات اینکه می توان از دال توپر با ضرایب اصلاح به جای وافل استفاده نمود دو دال با ابعاد ۶ متر در ۷ متر در یک فایل مدل شده است یکی دال توپر اصلاح شده با ضرایب اصلاح بدست امده در قبل و دیگری دال وافل در شکل ۴۶ تغییر شکل های این دو تحت بارهای مختلف آنی و دراز مدت بدست امده که در جدول ۴ آورده شده است:



شکل۴۶- تغییر شکل دال

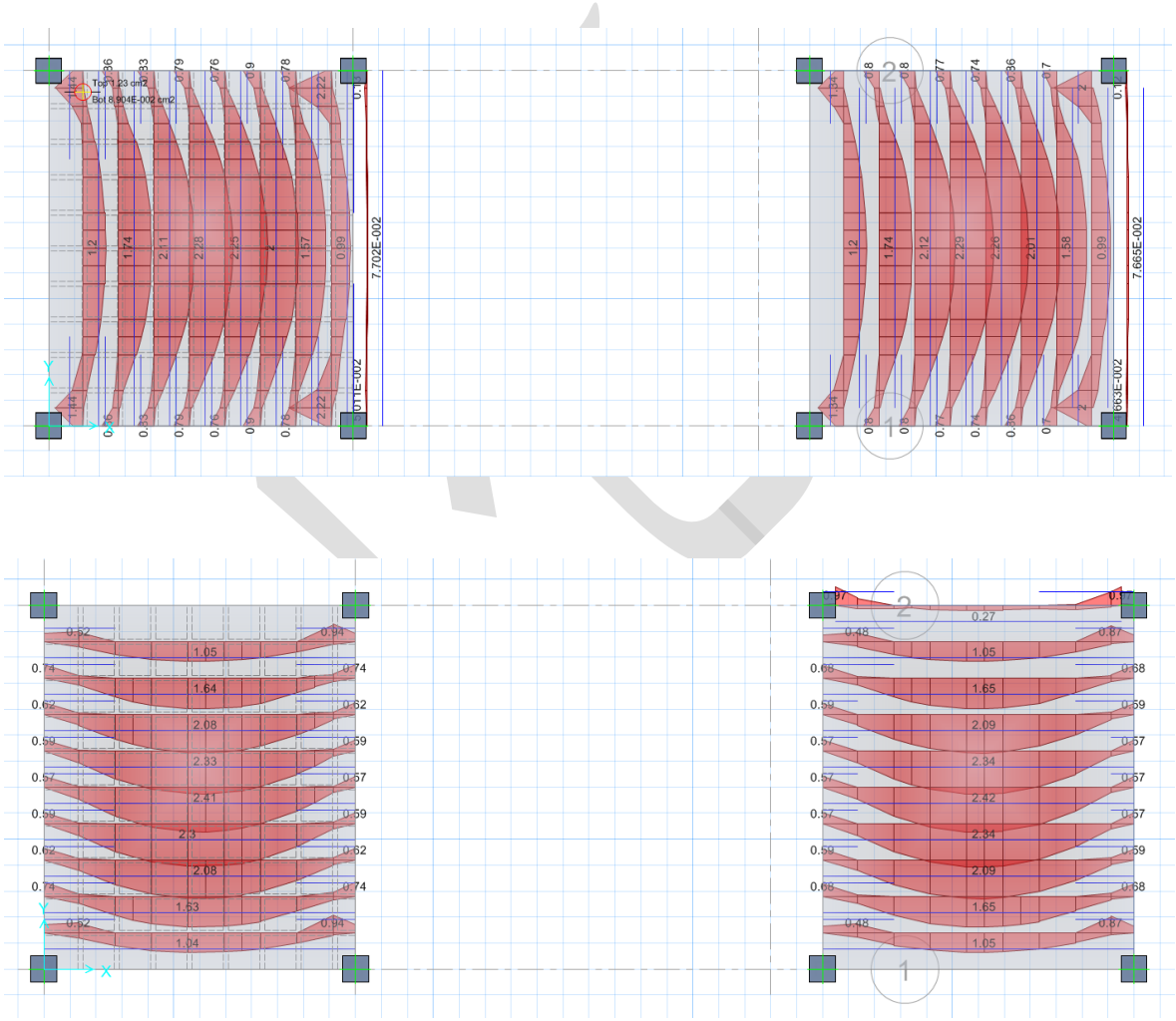
جدول ۴-تغییرشکل دال (واحدها بر حسب سانتی متر)

Num	LOAD	تغییر شکل وافل بر حسب سانتی متر	تغییر شکل دال اصلاح شده بر حسب سانتی متر
۱	Δ_{Dead}	۰/۳۳	۰/۳۳
۲	Δ_{Live}	۰/۳	۰/۳
۳	Δ_{SP}	۰/۳	۰/۳
۴	$\Delta_{tot.i}= \Delta_{Dead+sp+Live}$	۱/۰۷	۱/۰۸
۵	$\Delta_{Sus.i}= \Delta_{Dead+Sp+20\%Live}$	۰/۷۲	۰/۷۳
۶	$\Delta_{pre.i}= \Delta_{Dead+0.2Sp}$	۰/۳۹	۰/۳۹

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

۷	$\Delta_{Cr+sh.u}$	۱/۳۴	۱/۳۴
۸	$\Delta_{pre.to}$	۰/۶۱	۰/۶۱
۹	Δ_{New}	۱/۰۸	۱/۰۸
۱۰	Δ_{Old}	۱/۶۳	۱/۶۵

یکی دیگر از خروجی های طراحی در دال ها مقدار آرماتور محاسباتی است که برای دو دال در هر دو جهت در شکل ۴۷ آورده شده است.



شکل۴۷- آرماتور محاسباتی دال

در انتها می توان نتیجه گرفت که خروجی های تغییر شکل و آرماتور محاسباتی برای دو دال تقریباً یکسان است.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

در نرم افزار SAFE وزن تیر و ستون و دال چگونه محاسبه می شود؟

همانطور که می دانید در یک سقف دال، چه از ETABS فرستاده (Export) شود و چه خودتان در SAFE آن را مدل نمایید المان های خطی و سطحی ذیل در مدل شما وجود خواهند داشت:

۱-Slab از هر نوعی

۲-Col_Stiff

۳-drop

۴-تیر

۵-ستون

۶-دیوار

همچنین باید یاد آوری کنم که در هنگام مدل کردن دال و کتیبه و ناحیه صلب که به ترتیب از نوع Slab، drop و stiff تعریف می شوند در صورت قرار گرفتن این عناصر روی هم نرم افزار به ترتیب از stiff و drop و Slab استفاده می کند که در یک مثال به شما این مورد را نشان خواهیم داد.

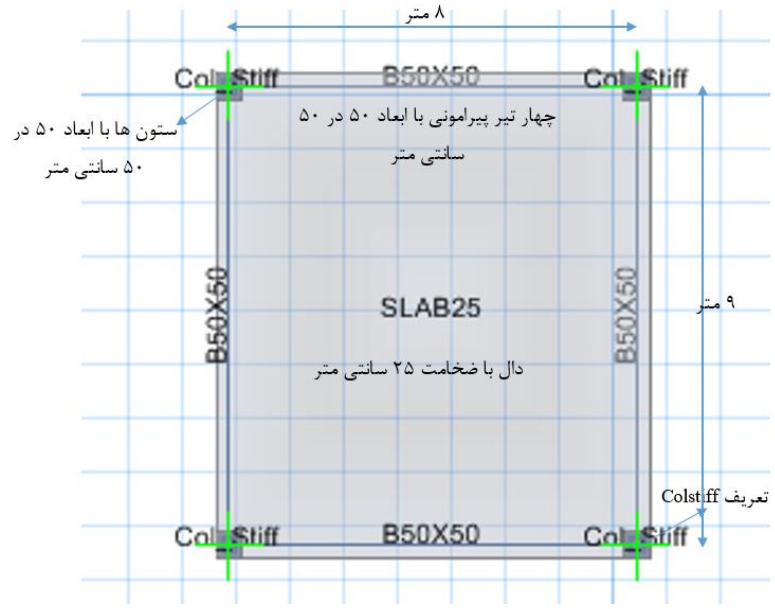
مثال: پلان شکل ۴۸ با دال ۲۵ سانتی متری با ستون های گوشه ۵۰ در ۵۰ سانتی متربه ارتفاع ۴ متر با تیر های ۵۰ در ۵۰ سانتی متر را در نظر بگیرید.

$$f_c' = 240\ \frac{kg}{cm^2}$$

$$E_C = 232000\ \frac{kg}{cm^2}$$

$$W_c = 2500\ \frac{kg}{m^3}$$

توجه: هیچ گونه کاهش سختی به تیر و ستون و دال طبق جدول6.6.3.1.1a آیین نامه ACI داده نشده است.



شکل۴۸- پلان مورد بررسی

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

اما اصلاح سختی خمشی تیر و وزن آن به دلیل هم پوشانی با دال ۲۵ سانتی مترداده شده است.

$$\alpha_I = \frac{1}{50^3}(50^3 - 25^3) = 0.875$$

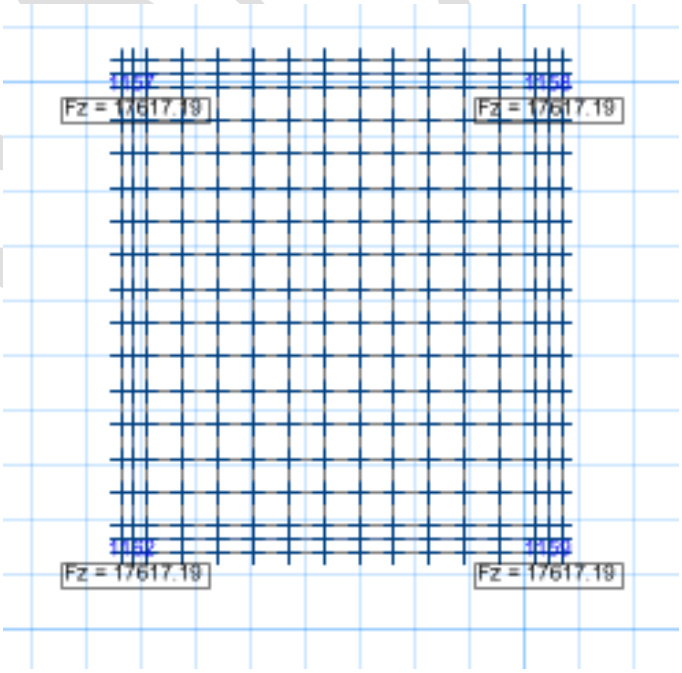
$$\alpha_w = \frac{50 - 25}{50} = 0.5$$

وزن هر متر طول تیر	$0.5 \times 0.5 \times 2500 = 625\ kg/m$
وزن هر متر مربع دال ۲۵ سانتیمتری	$0.25 \times 2500 = 625\ kg/m^2$
وزن هر متر طول ستون	$0.5 \times 0.5 \times 2500 = 625\ kg/m$

محاسبه دستی وزن سازه:

وزن تیر	$(9 + 8) \times 2 \times 625 \times 0.5 = 1062.5\ kg$
وزن دال	$(9.5 \times 8.5) \times 625 = 50468.75\ kg$
وزن ستون ها	$4 \times 4 \times 625 = 10000\ \text{kg}$
مجموع وزن تیر و دال و ستون	$1062.5 + 50468.75 + 10000 = 71093.75\ kg$
نیروی هر کدام از تکیه گاه ها	$\frac{71093.75}{4} = 17773.44\ kg$

نیرو های تکیه گاهی که توسط SAFE بدست آمده است:



شکل۴۹- عکس العمل های تکیه گاهی

اختلاف روش محاسبه دستی با SAFE : 17773.44 – 17617.19 =156.25 kg

همانطور که ملاحظه می نمایید اختلاف اگر چه ناچیزی بین محاسبه دستی و محاسبه نرم افزار SAFE وجود دارد ولی خالی از لطف نیست که روش درستی را که SAFE عمل می کند را توضیح داده تا از این اشتباهات کوچک که در برخی موارد می تواند بزرگ شود جلوگیری نماییم.

همانطور که درشکل ملاحظه می کنید المان سطحی col_stiff در مرکز و بالای ستونها وجود دارد. این المان با دال ۲۵ سانتی متری همپوشانی دارد. نرم افزار SAFE همانطور که قبلا گفته شد المان col_stiff را درناحیه مشترک که به منظور در نظر گرفتن سختی ناحیه اتصال دال وتیر وستون تعریف شده را نسبت به دال مقدم شمرده و ان را Col_stiff در نظر می گیرد. و به همین دلیل وزن Col_stiff را در محاسبه وزن بکار میبرد.از آن طرف با تعریف ستون به ارتفاع ۴ متر در این ناحیه مشترک وزن ستون در نظر گرفته می شود. پس بدلیل پرهیز از دو بار حساب شدن وزن این ناحیه، المان سطحی Col_stiff باید با وزن صفر تعریف شود.

Col_stiff در فونداسیون نباید باوزن صفر تعریف شود .

اما برگردیم به محاسبات خودمان:

فصل مشترک دال ۲۵ سانتی و col_stiff حجمی برابر ضرب سطح مقطع ستون در ضخامت ۲۵ سانتیمتر می باشد پس:

$$0.5 \times 0.5 \times 0.25 \times 2500 = 156.25\ kg$$

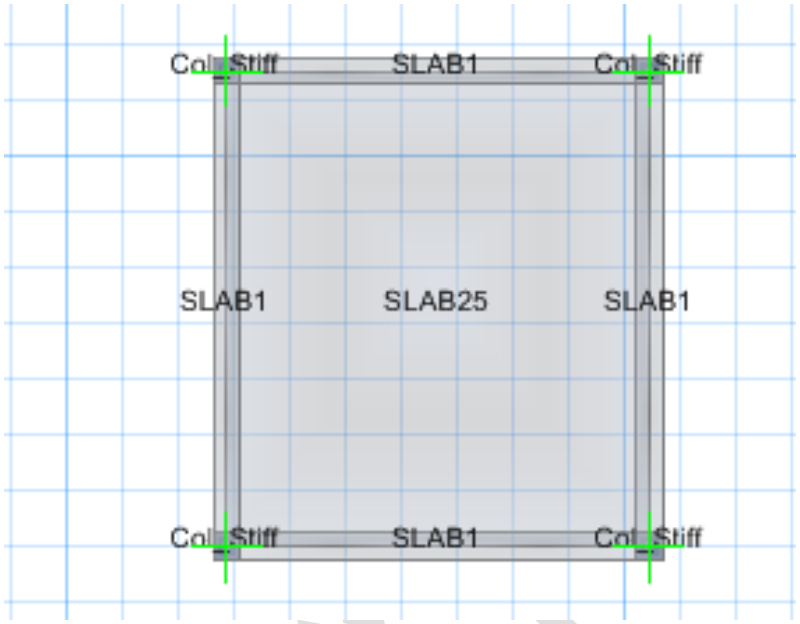
این همان اختلافی است که SAFE بدرستی در نظر نگرفته است!!

روش دیگر برای مدل کردن تیرها در SAFE :

میخواهیم در نرم افزار SAFE از المان خطی استفاده نکنیم و همواره المانهای سطحی را برای تیرها بکار ببریم همان پلان را در نظر بگیرید بجای تیر ۵۰ در ۵۰ سانتی متر می توانیم از المان سطحی (دال) به ضخامت ۵۰ و عرض ۵۰ سانتی متر استفاده کنیم بدین منظور با انتخاب ۴ تیر و استفاده از دستور

Edit>Lines>convert Beams to slab Area

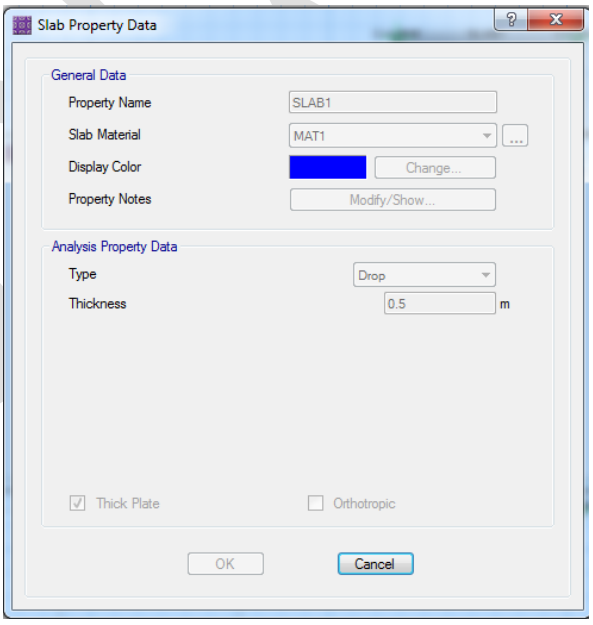
المان های خطی (تیرها) به همین سادگی به یک دال تبدیل می شود.هیچ دلواپس ناحیه مشترک همپوشانی شده دو دال ۲۵ و۵۰ سانتمتری نباشید.



شکل ۵۰- تبدیل تیرها به المان سطحی

نرم افزار SAFE خودش با ساختن یک دال (Slab1) به ضخامت و عرض برابر ارتفاع و عرض تیر آن را به المان سطحی ساخته شده اعمال می کند.باز هم قسمت مشترک دو دال را دال جدید میگیرد.

نکته ای که باید در تعریف دال جدید اصلاح شود تعریف دال از نوع drop می باشد.البته با تعریف slab هم اتفاقی نباید بیافتد. ولی با تعریف drop اطمینان بیشتری داریم.



شکل۵۱- تعریف دال جدید از نوع drop

حال طبق روال قبلی وزن و یا نیروهای تکیه گاهی را بدست می آوریم. دیگر تیری نداریم و نیازی به اصلاح وزن نیز نمی باشد.

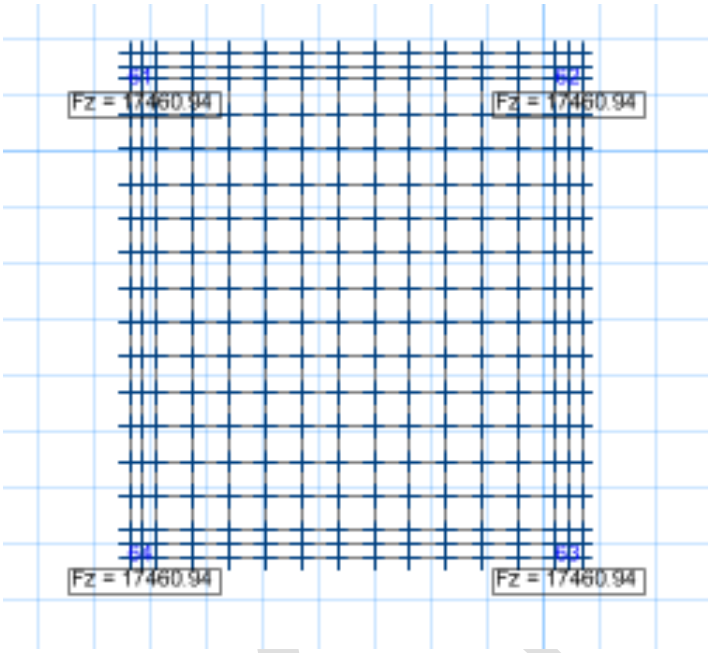
نکته ۱: مقدار همپوشانی بین دال ۵۰ سانتی متری جدید و دال ۲۵ سانتی متری با توجه به تعریف drop از دال ۵۰ سانتی متری استفاده می شود.

نکته ۲: نیازی نیست که بار سطحی ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع (بار زنده و مرده) روی دال ۵۰ سانتی متری نیز تعریف گردد. نرم افزار SAFE اگر چه از دال ۲۵ سانتی متری در قسمت مشترک صرف نظر می کند اما بارهای ان ناحیه را در محاسبات خود وارد می کند.

نکته ۳: بعد از تبدیل تیر ۵۰ در ۵۰ به دال ۵۰ سانتی متری تعداد ۴ عدد تیر None در مدل ایجاد می شود که می توان آن را حذف نمود.

وزن دال ۲۵ سانتی متری	$(9-0.5)\times(8-0.5)\times 625 = 39843.75\ kg$
وزن دال ۵۰ سانتی متری (کاهش ۰/۵ متر از طول به دلیل هم پوشانی با col_stiff می باشد که وزن آن در ستون محاسبه شده است)	$(8.5+7.5)\times 2\times 625 = 20000\ kg$
وزن ستون	$4\times 0.5\times 0.5\times 2500 = 10000\ \text{kg}$
مجموع وزن تیرو دال و ستون	$39843.75 + 20000 + 10000 = 69843.75\ kg$
نیروی تکیه گاهی	$\frac{69843.75}{4} = 17460.94\ kg$

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری



شکل۵۲- عکس العمل تکیه گاهی

محاسبات دستی و SAFE با هم برابرند.

این نوع مدل کردن روشی است که به نظر من در نرم افزار SAFE بهتر است به این صورت تیرها را مدل نماییم. دلیل آن را در صفحات آینده توضیح خواهم داد. (چشم ها را باید شست جور دیگر باید دید)

صمدآقازاده – پویا آقازاده بهار ۱۳۹۹

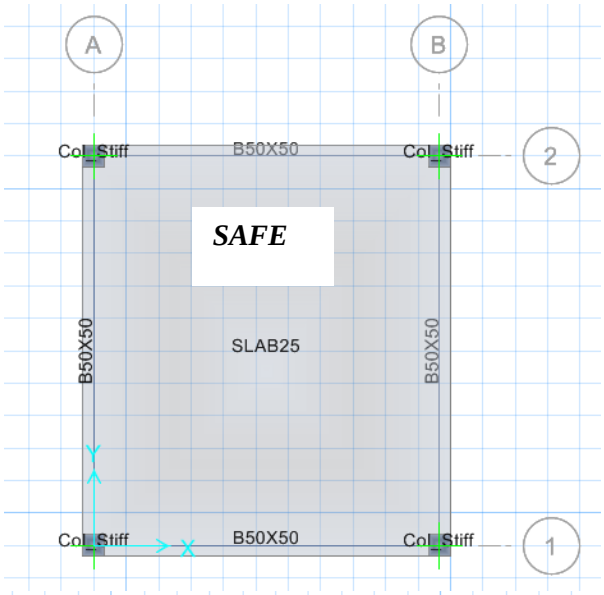
آیا در تحلیل و طراحی یک دال یکسان دو نرم افزار ETABS2016 و SAFE2016 مشابه هم عمل می کنند و تغییر شکل های الاستیک و آرماتورهای محاسباتی آن ها مشابه هم هستند؟

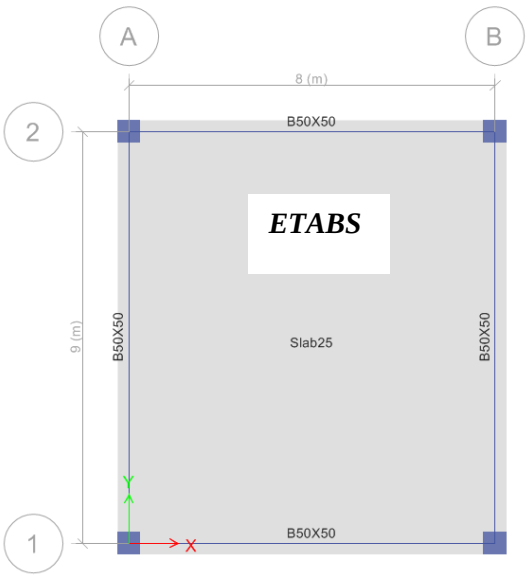
از وقتی که ETABS2016 در دسترس مهندسین محاسب قرار گرفت یک سوال اساسی این بود که با توجه به طراحی دال ها باید دیگر SAFE کنار گذاشته شود؟ که بعد از مدتی فهمیدیم که هنوز هم ما برای طراحی دال ها به نرم افزار SAFE احتیاج داریم چون اگرچه ETABS2016 به طراحی آرماتورهای خمشی و برشی و پانچ می پردازد اما نمی تواند آنالیز ترک خوردگی برای محاسبه تغییر شکل آنی و محاسبه تغییر شکل های دراز مدت دال ها انجام دهد. اما می تواند با در نظر گرفتن تمامی تغییر شکل های المان های باربر جانبی و غیر باربر جانبی در مدل اصلی و سختی های اصلاح شده با دقتی بیش از SAFE به محاسبه مقدار آرماتورهای خمشی بپردازد. اما امروز که حدود سه سال از استفاده از ETABS2016 می گذرد می خواهیم ببینیم که طراحی آرماتورهای خمشی و برشی و یا لنگر ها و برش ها و نیروهای محوری داخلی دال ها برای یک پلان مشابه در دو نرم افزار یکی است و یا با هم فرق دارند؟ اگر متفاوت هستند کدام یک ملاک عمل باید باشد؟

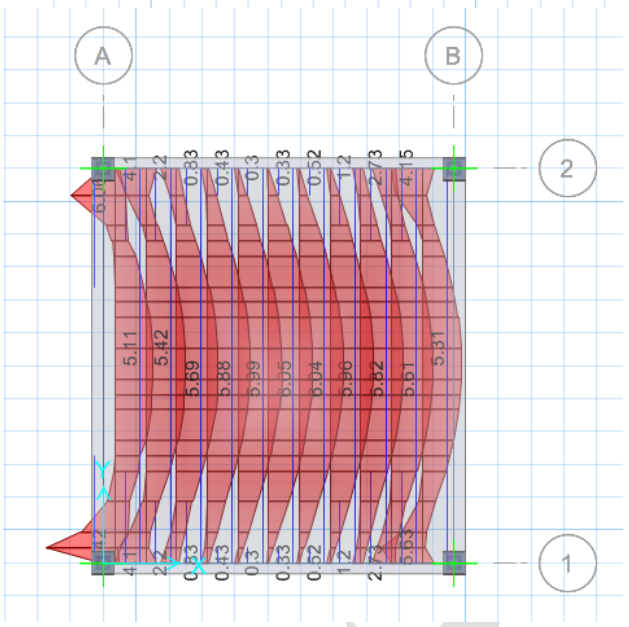
ETABS یا SAFE مساله این است!

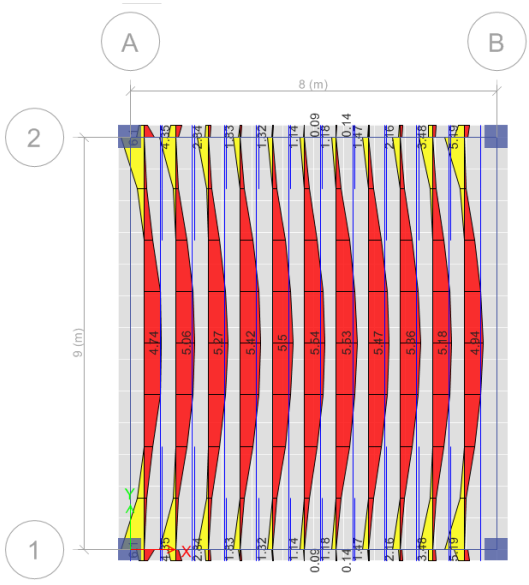
حال طبق معمول با یک مثال به مقایسه خروجی های دو نرم افزار می پردازیم تا نتایج خروجی را مقایسه نماییم پلان شکل ذیل را در نرم افزار ETABS مدل می نماییم و همان فایل را به نرم افزارSAFE ارسال (Expot) می کنیم تا هیچ تفاوتی بین دو مدل نباشد. در هر دو فایل هیچ گونه اصلاح سختی انجام نمی دهیم و تمامی ضرایب اصلاح برابر یک می باشند.

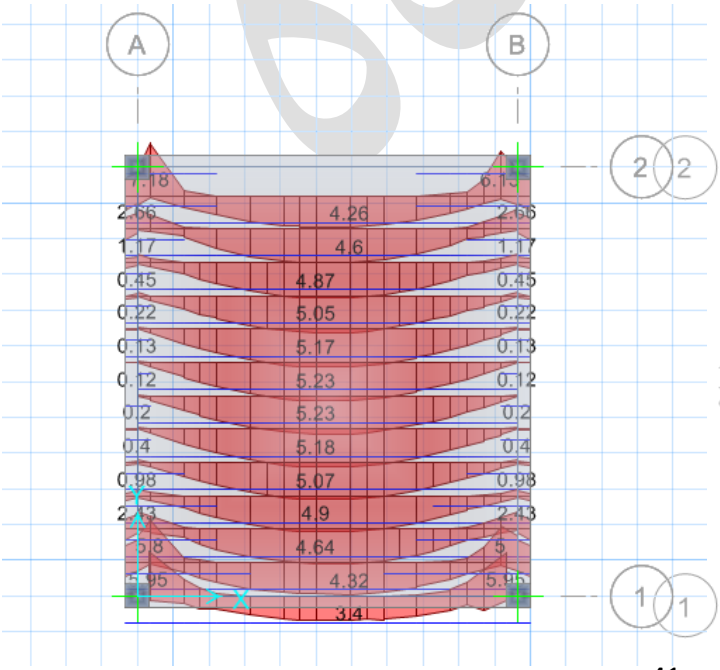
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

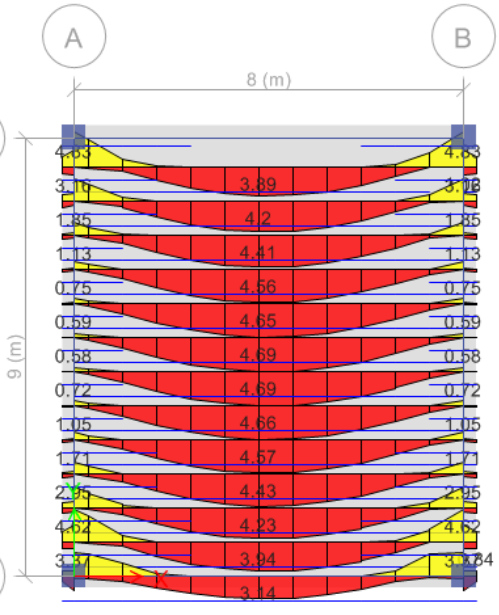


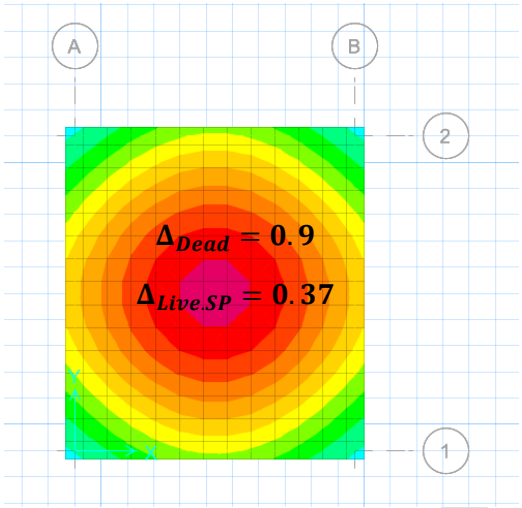


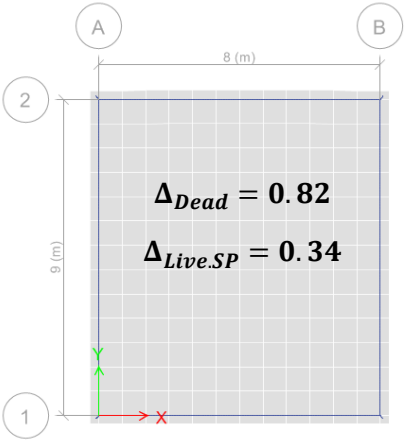












همانطور که ملاحظه می نمایید متاسفانه آرماتورهای محاسبه شده در دو نرم افزار با توجه به شبیه بودن همه موارد هندسه مدل و بار گذاری متفاوت می باشند با کمی کنکاش پی به علت تفاوت تغییر شکل ها و آرماتورهای محاسباتی می بریم. همانطور که از شکل پیداست آرماتورهای وسط دهانه ETABS کمتر از آرماتور محاسباتی SAFE می باشد از ان طرف آرماتورهای بالایی دال در کنار تیر اصلی در ETABS بیشتر از SAFE می باشد همچنین تغییر شکل ترک نخورده وسط دهانه ETABS ناشی از بار Dead و یا Live و یا SP کمتر از تغییر شکل ترک نخورده SAFE است.

با این مشاهدات و پیچش داخل تیرها می توان نتیجه گرفت که سختی های پیچشی المان خطی در دو نرم افزار با یکدیگر مشابه نیستند و یا شرایط مرزی دو نرم افزار با هم هماهنگی ندارند.(لنگر پیچشی در دو نرم افزار کمتر از لنگر پیچشی بحرانی میباشد).

شاید در ETABS با تعریف المان های صلب انتهایی و1یا Rigid Zones=0.5 و از ان طرف تعریف col_stiff در SAFE این ناهماهنگی بوجود می آید (برداشت شخصی).

حال چه باید کرد؟ کدام محاسبه ارماتور صحیح است؟

آیا در هر مقطع مقدار آرماتور ماکزیمم را از دو نرم افزار خوانده و در نقشه های خودمان بکار ببریم؟

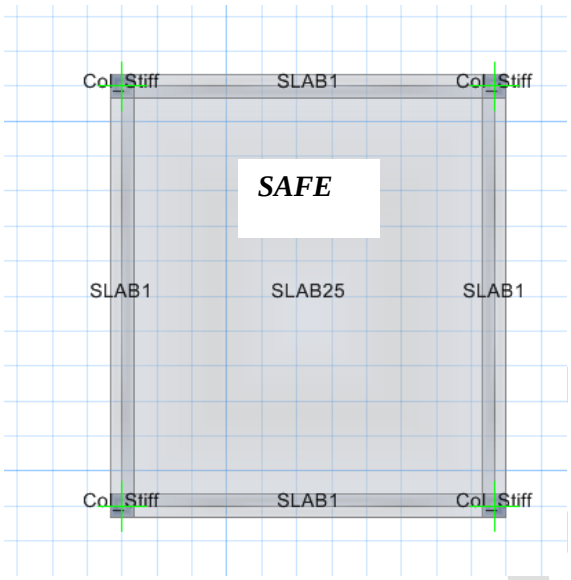
اجازه دهید یک روش دیگر مدل کردن در نرم افزار SAFE رانیز مرور کنیم.

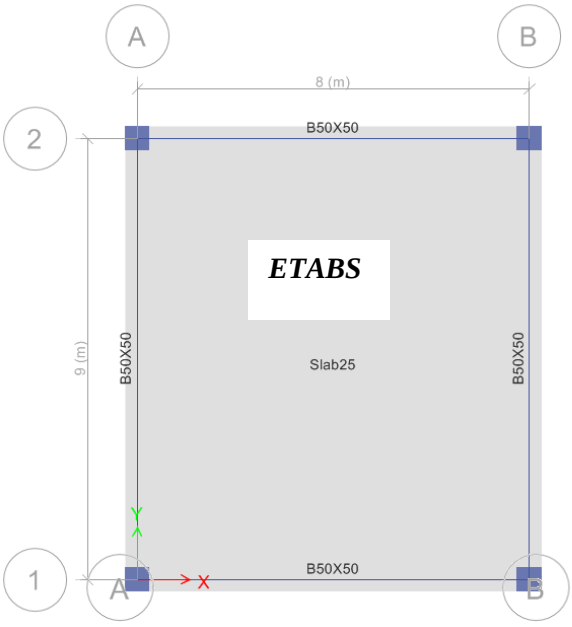
به جای المان خطی (تیر) از المان سطحی با ابعاد مقطع تیر استفاده نماییم و محاسبات را انجام دهیم حال که فکر می کنم المان خطی در نرم افزار SAFE مشکل دارد (نظر شخصی) پس چه بهتر بجای آن از المان سطحی استفاده نمایم فکری که خیلی وقت پیش در مورد المان های مرزی دیوار نیز پیشنهاد کردم . فکر نمی کنم کسی بگوید که این اشتباه است. (اگر چه ممکن است گفته شود!!) ولی بگذارید این روش را امتحان کنیم شاید نتیجه خوبی گرفته شود.

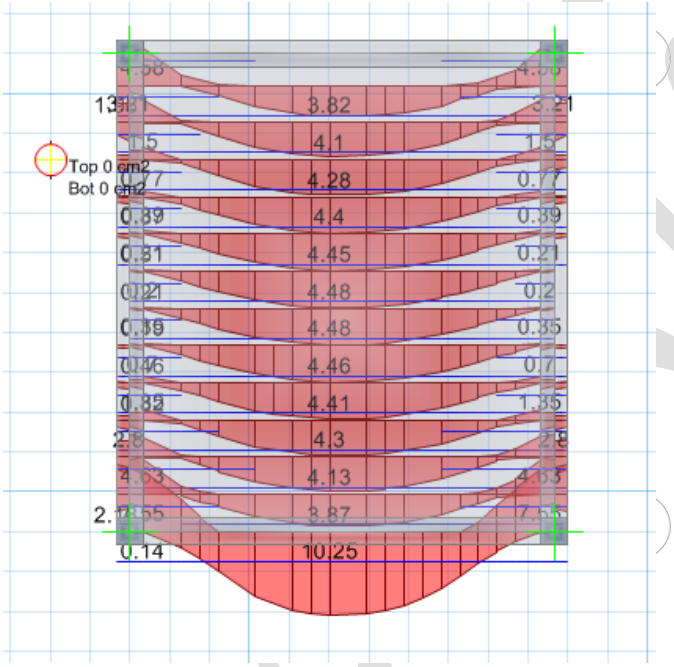
با انتخاب ۴عدد تیر بتنی و استفاده از دستور زیر به سادگی تیر به المان سطحی تغییر می یابد.

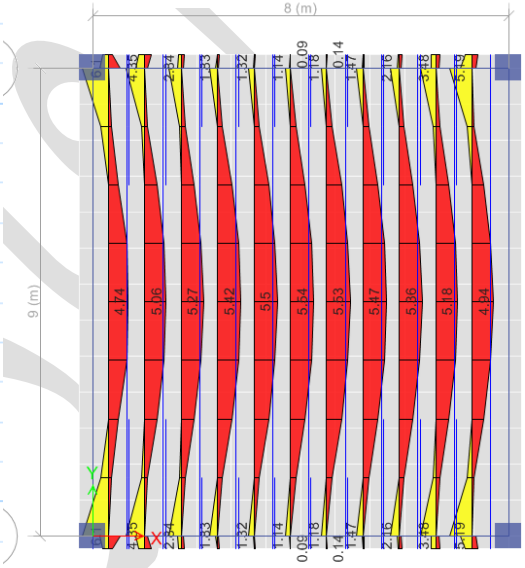
Edit>Lines>convert Beams to slab Area

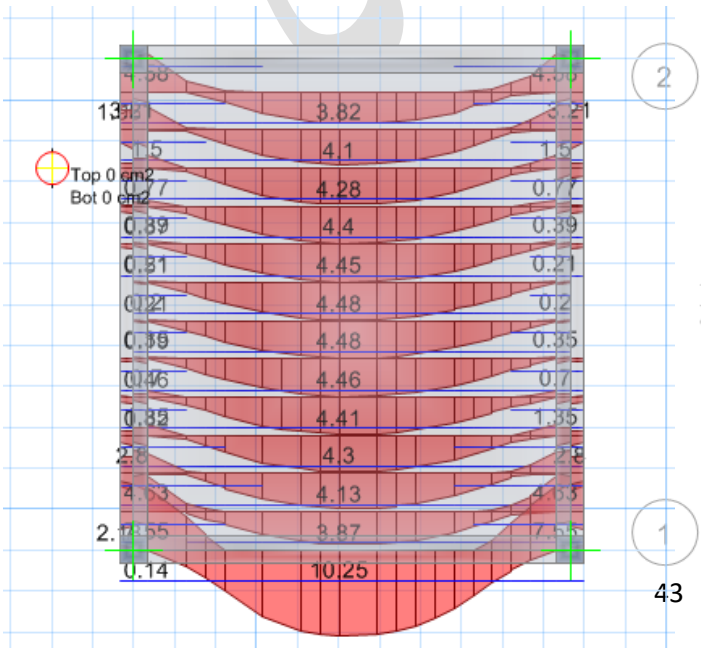
www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

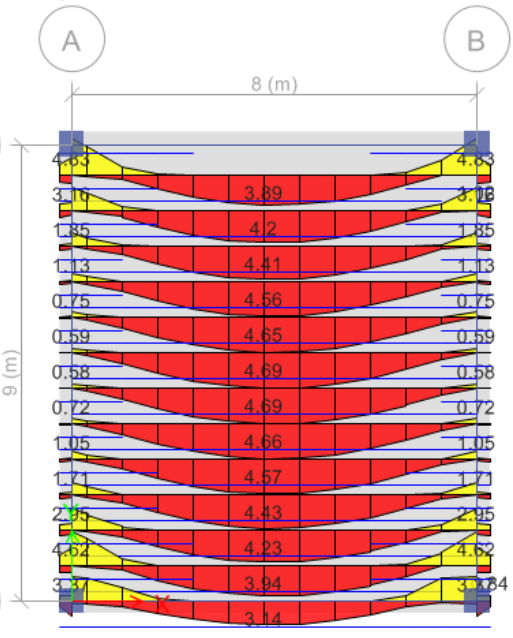


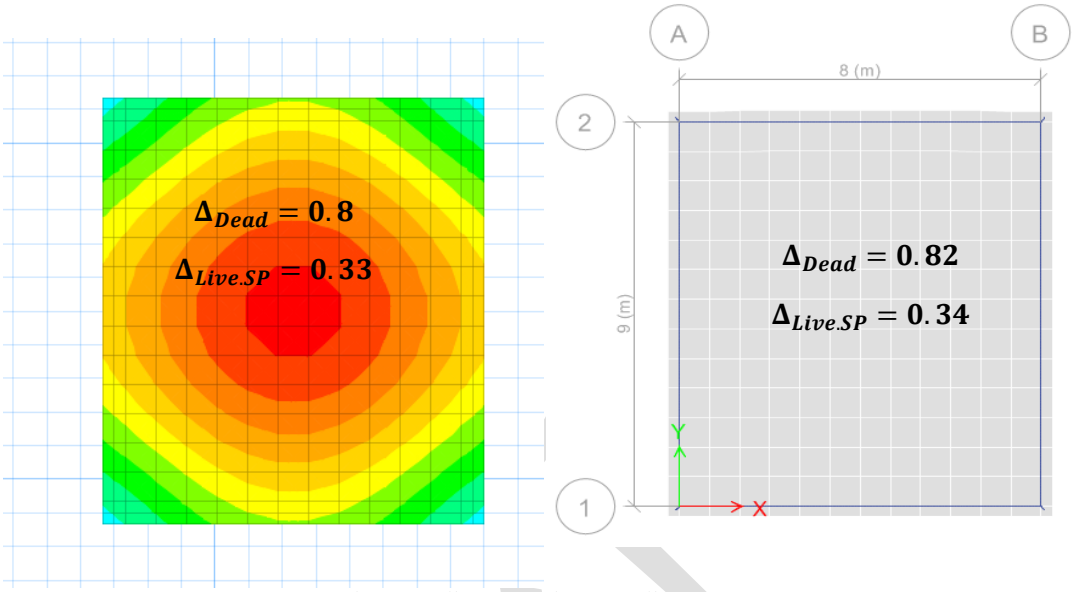












همانطور که مشاهده می نمایید وقتی به جای المان خطی (تیر) المان سطحی تعریف می کنیم نتایج خروجی مثل تغییر شکل ها و آرماتورهای بین نرم افزار SAFE و ETABS به هم نزدیک تر شده و آن نتیجه ای که گرفته بودم، در مورد رفتار شاید نادرست المان های خطی در نرم افزار SAFE بدلیل شرایط مرزی متفاوت در دو نرم افزار به واقعیت نزدیک شده است. اما وقتی تیر را به المان سطحی تبدیل می کنیم تفاوت کاهش یافته و به نظر میاید که شرایط مرزی وسختی های تیر با المان خطی ETABS با تیر با المان سطحی SAFE به یکدیگر نزدیک تر میباشند.

پس این نتیجه گیری (برداشت شخصی) را به این صورت می نویسم:

طراحی آرماتورها و یا بهتر است بگویم سختی های در نظر گرفته شده تیر در ETABS از نرم افزار SAFEمنطقی تر است و اگر بخواهیم در نرم افزار SAFEبه محاسبات بپردازیم بهتر است که بجای تیر با تعریف المان خطی آن را با المان سطحی مدل نموده و شاید الان بتوانم بگویم این مدل بسیار بهتر از مدل ETABS می باشد.

اما از یک دیدگاه دیگر که حتماً به بنده گوشزد خواهد شد: با این گونه مدلی که ما در SAFE تا کنون انجام می دادیم و امروز اثبات شده است که در جهت اطمینان و محافظه کارانه است (چون هم تغییر شکل بیشتری در دال نشان می دهد و هم آرماتور بیشتری را نتیجه می دهد) و با توجه به کلیه عدم قطعیت هایی که در زمینه اجرا در سازه های بتنی وجود دارد بگذارید با همین روش پیش رویم و ضریب اطمینان بیشتری در کارهایمان وجود داشته باشد.

"صاحب اختیارید"

سخن آخر

همانطور که مشاهده نمودید برای طراحی صحیح سقف های وافل در نرم افزار ETABS2016 بایستی دال توپر اصلاح شده را به جای وافل تعریف شده دربرنامه قرار دهیم تا آنالیز و طراحی درست انجام گیرد، اما فقط برای طراحی خمشی.

طراحی برشی باید بصورت دستی انجام گیرد. (یک روش پیشنهادی در مقاله بعدی برای طراحی برشی ارائه خواهد شد). با اصلاح سختی های دال باعث بدست آوردن نیروهای داخلی صحیح درون دال و بالطبع طراحی مشابه سقف وافل می شویم .

اما مراحل کار باید اینگونه باشد که ابتدا برای تحلیل سازه برای طراحی المانهای قائم بار بر جانبی (تیر،ستون،دیوار برشی و...) دال توپر را ممبرین تعریف کنید. در این موارد نیازی نیست که سختی ها اصلاح شوند (با فرض دیافراگم صلب) فقط وزن وجرم باید اصلاح گردند. بعد از طراحی المان های قائم باربر جانبی دال توپر اصلاح شده را Shell با سختی کاهش یافته مثلا ۲۵/. تعریف کرده وابتدا المانهای باربر جانبی را کنترل کرده و سپس به طراحی دال می پردازیم. درنهایت با همین فایل میتوانید دیافراگم طراحی نمایید.

امروزه با توجه به گران شدن فولاد و مبحث نهم جدید که براساس آخرین ویرایش ACI318-2019 نوشته شده است پروژه های ساختمانی به سمت سازه های بتنی سوق پیدا کرده اند و انواع سقف های بتنی که یکی از آن ها وافل می باشد در این سازه ها بکار می روند و نرم افزار های انالیز و طراحی نیز به غیر از ETABS و SAFE نمی باشند. اما نباید کورکورانه که با دیدی باز و عنایت به آیین نامه ها و مراجع بتنی که امروزه به وفور در دسترس میباشند به طراحی این نوع سقفها بپردازیم.

هدف از این مقاله نه فقط حل موضوع مقاله بلکه جهت دهی فکر و روشی برای راستی آزمایی نرم افزار و استفاده آگاهانه از نرم افزار بوده و اطمینان دارم که اساتید و همکاران می توانند نه تنها ایرادهای این مقاله را پیدا نمایند بلکه درتمامی موضوعاتی که باید در طراحی در نظر بگیریم با استفاده اگاهانه از هر نرم افزار محاسباتی ارائه طریق نمایند.

اما یک نتیجه گیری فنی بسیار جالب البته به شرط عدم سوء استفاده!!

هیچ گاه فکر نکنید که یک و یا دو آرماتور کمتر از مقدار محاسباتی در تیر یا ستون و یا دال ساختمان می تواند باعث فروریزش ساختمان گردد و طرح سازه غلط است!! ضوابط همواره در حال تغییر ، پارامترهای ناشناخته، مسیر بارهای گوناگون، روش های مختلف تحلیل و طراحی، نوع و مقدار بارگذاری و... عواملی هستند که شاید بتوان چنین نتیجه گیری کرد.

www.SoftCivil.ir سایت تخصصی سافت سیویل مرجع دانلود رایگان فایل، پروژه و جزوه در عمران و معماری

از تمامی همکاران و اساتید محترم تقاضا داریم ضعف ها و خطاهای این مقاله و پیشنهادات خود را برای هرچه کامل تر شدن این مجموعه به آدرس SamadAghazadeh@gmail.com ارسال نمایند.

خرید پکیج با تخفیف استثنایی با ارسال پیام به واتساپ ۰۹۳۹۳۷۵۴۰۰۱