



# مشاوران سازه اندرکنش

طراح تخصصی سازه‌های بتنی دهانه بلند

نگارش و تولید محتوا: مهندس غزاله روحبخش

ناظر علمی: دکتر مجید هاشمی

**تفاوت المان‌های**

**Shell و Membrane**

## فهرست مطالب

۱	..... مقدمه	۱-۱
۱	.....Membrane تعریف المان	۲-۱
۱	..... Shell تعریف المان	۳-۱
۲	.....Membrane و Shell مقایسه دو المان	۴-۲
۲	..... ETABS در نرم افزار Membrane و Shell تفاوت رفتاری دو المان	۵-۲
۵	..... نتایج	۶-۵
۶	..... مراجع	۷-۶

## ۱- مقدمه

در مدل سازی و طراحی سازه، انتخاب درست نوع المان های سطحی (Area Sections) نقش بسیار مهمی در دقت تحلیل و نتایج طراحی دارد. دو نوع پرکاربرد این المان ها، Shell و Membrane هستند. در این مقاله به تعریف، تفاوت و کاربردهای هر یک از این دو نوع المان پرداخته می شود.

## ۲- تعریف المان Membrane

المان Membrane تنها قادر به تحمل نیروهای درون صفحه ای (In-plane forces) مانند نیروی محوری یا نیروی برشی داخل سطح است و در برابر بارهای خارج از صفحه (مانند لنگر خمشی) هیچ مقاومتی ندارند، بنابراین:

- سختی خمشی دال در برابر بارهای جانبی تقریباً صفر در نظر گرفته می شود.
- به دلیل عدم وجود سختی در برابر بارهای جانبی، لنگر خمشی در دال به وجود نمی آید.
- برش در دال نیز وجود ندارد.
- خمش و برش ناشی از بارهای جانبی توسط عناصر دیگر مثل تیرها، ستون ها و دیوارها تحمل می شود.
- این نوع المان بیشتر برای شرایطی استفاده می شود که قصد داریم بارها فقط از طریق نیروهای درون صفحه ای منتقل شوند، نه از طریق خمش یا پیچش.

## ۳- تعریف المان Shell

برخلاف Membrane، المان Shell دارای سختی درون صفحه ای و برون صفحه ای است؛ یعنی می تواند هم نیروهای محوری و برشی را تحمل کند، هم لنگر خمشی و پیچش را، به عبارت دیگر:

- سختی خمشی دال در برابر بارهای جانبی لحاظ می شود.
- لنگر خمشی و برش در دال به وجود می آید.
- انتقال نیروها به تیرها، ستون ها و دیوارها با دقت بالاتری مدل سازی می شود.
- المان Shell باعث مشارکت دال در باربری جانبی ساختمان می شود.
- تغییر شکل ها و پاسخ های دینامیکی واقعی تر شبیه سازی می گردد.
- با استفاده از این المان، بارها بهتر توزیع می شوند و تغییر شکل ها قابل مشاهده هستند و نتایج

واقعی تر هستند.

- اگر سختی خمشی المان Shell در جهت عمود بر تیرها عدد بسیار کمی (نزدیک به صفر) داده شود مثل یک دال یکطرفه عمل می کند؛ در این حالت، شکل تغییرمکان و رفتار المان Shell تقریباً با Membrane یکسان می شود.

#### ۴-مقایسه دو المان Shell و Membrane

در جدول (۱)، دو المان Shell و Membrane مقایسه شده است.

جدول (۱) تفاوت دو المان Shell و Membrane

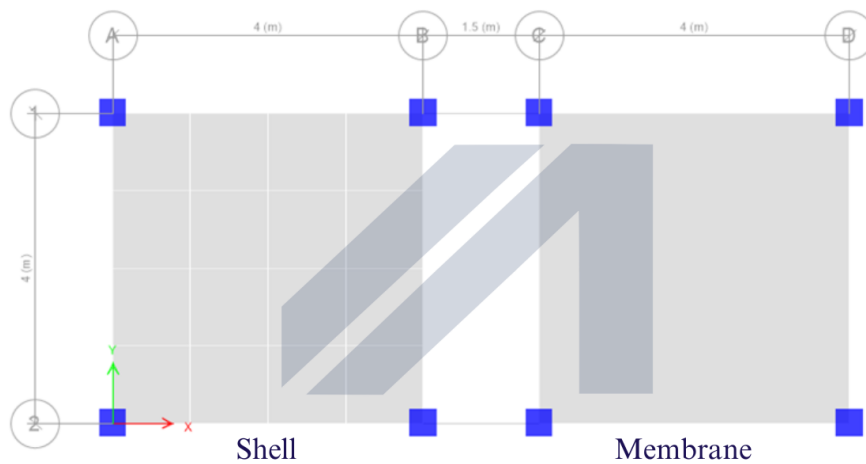
Membrane	Shell	ویژگی
ندارد	دارد	خمشی عمود بر صفحه سختی
دارد	دارد	خمشی در راستای صفحه سختی
ندارد	دارد	المان ها به لنگر انتقال
ندارد	دارد	نمای تغییر شکل
غیرفعال	فعال	جانبی بارهای برابر در رفتار
ایجاد نمی شود	ایجاد می شود	دال در برش و پیچش
بله	خیر	ساده های تحلیل برای مناسب
خیر	بله	مناسب برای تحلیل های لرزه ای دقیق

#### ۵-تفاوت رفتاری دو المان Shell و Membrane در نرم افزار ETABS

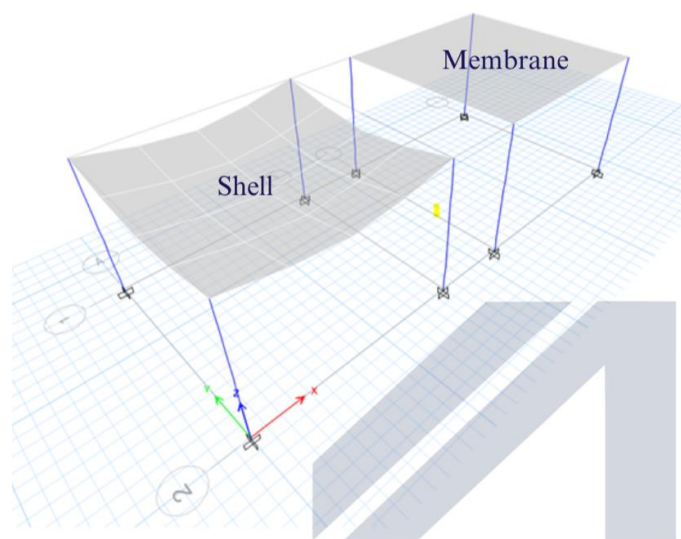
با توجه به توضیحات قبلی، شاید این سوال به وجود بیاید که؛ اگر یک المان Membrane هیچ سختی خمشی خارج از صفحه ندارد، چطور می توان با آن یک دال را مدل کرد؟ مگر وظیفه اصلی یک دال انتقال بار به ستون ها از طریق خمش خارج از صفحه نیست؟

واقعیت این است که شما می توانید در ETABS یک دال را با المان Membrane مدل کنید و این المان به خوبی «بار را تحمل» می کند. وقتی مدل تحلیل می شود، ETABS با استفاده از الگوریتم مساحت مؤثر (tributary area)، بار را مستقیماً از دال Membrane به دیوارها و تیرهای تکیه گاهی منتقل می کند. با

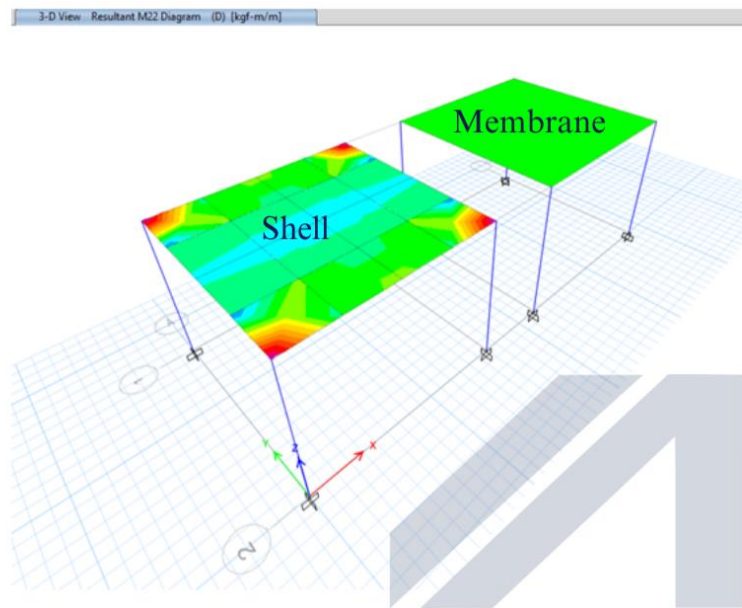
این حال، Membrane در انتقال بار به ستون‌ها بدون وجود تیر یا دیوار پشتیبان مشکل خواهد داشت. بنابراین برای دال‌هایی مثل دال دوطرفه، استفاده از Membrane توصیه نمی‌شود. برای درک بهتر و مقایسه رفتار این دو المان در نرم افزار ETABS، دو چشمه مربعی یکسان با طول دهانه‌ی ۴\*۴ متری مدل شد. در شکل (۱) سقف سمت چپ از نوع المان Shell با ضخامت ۲۰ سانتی‌متر و سقف سمت راست از نوع Membrane با ضخامت ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. بدون هیچ‌گونه بارگذاری‌ای در شکل‌های ۱ و ۲ نتایج مدل سازی و تحلیل تنها با بررسی دو المان تحت وزن خود، جهت مقایسه آورده شده است. لازم به ذکر است که هیچ تیری در دور سقف‌ها مدل نشده است.



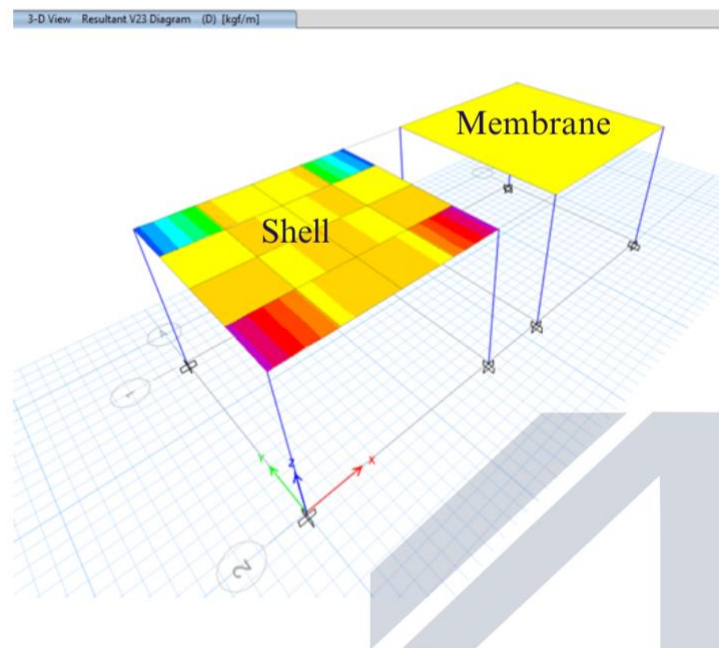
شکل (۱) پلان مدل شده در ETABS



شکل (۲) تغییر شکل سازه در ETABS



شکل (۳) نمایش لنگر (M22) سازه در ETABS



شکل (۴) نمایش برش (V23) سازه در ETABS

## ۶-نتایج

با توجه به شکل (۲) امکان مشاهده تغییر شکل‌ها در دالی که از نوع Membrane است، وجود ندارد.

با توجه به شکل (۳) و شکل (۴) در دالی که از نوع Membrane است، میزان لنگر خمشی و برش صفر است، چون سختی خمشی خارج از صفحه دال صفر است.

المان Membrane برای دال‌های یکطرفه یا دال‌هایی که به تیر یا دیوار تکیه می‌کنند مناسب است.

المان Shell برای دال‌های دوطرفه یا تحلیل دقیق تغییرشکل‌ها توصیه می‌شود.

در صورتی که سقف Shell باشد، حتما باید مش بندی شود.

بهتر است در دال‌هایی که از هر چهار طرف توسط تیرها احاطه شده اند از المان Membrane استفاده کرد.

در مورد بالکن‌ها و طره‌ها نیز برای حفظ پایداری سازه بهتر است از Shell استفاده شود.

## ۷-مراجع

Sheer Force Engineering, “Shell vs Membrane – Which One to Use in ETABS.” [۱]  
<https://sheerforceeng.com/shell-vs-membrane-which-one-to-use-in-etabs>:[Online]. Available

[۲] حسین زاده اصل، “وبسایت شخصی دکتر مهدی حسین زاده اصل.” [Online]. Available  
<https://hoseinzadeh.net>