

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس

کاربرد کامپیوتر در مهندسی عمران

مؤلفین

دکتر عباس حق الهی

مهندس یوسف مددی

مهندس مرضیه عباسی طرئی

سر شناسنامه	: حق الهی، عباس ۱۳۳۸-
عنوان و نام پدید آور	: کاربرد کامپیوتر در مهندسی عمران / مولفین عباس حق الهی، یوسف مددی، مرضیه مددی عباس طرئی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۶ص
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۶۵۱-۶۹-۶
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا.
موضوع	: راه و ساختمان - برنامه های کامپیوتری
موضوع	: راه و ساختمان - نرم افزار
شناسه افزوده	: مددی، یوسف ۱۳۶۴-
شناسه افزوده	: عباسی طرئی، مرضیه ۱۳۶۰-
شناسه افزوده	: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ ک ۷ ح ۳۴۵ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۰۲۸۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۱۹۵۹۱۱



عنوان	: کاربرد کامپیوتر در مهندسی عمران
چاپ اول	: زمستان ۱۳۸۹
انتشارات	: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
طرح جلد	: دلربا جعفری
لیتوگرافی	: رضا
چاپ	: ناطقی
ویراستار	: ص. سلمانی نژاد مهرآبادی
ناظر فنی	: غلامرضا کارگریان مروستی
شمارگان	: ۱۰۰۰ جلد
قیمت	: ۱۱۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۶۵۱-۶۹-۶
	ISBN: 978-964-2651-69-6

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و مترجمین و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی محفوظ است.
 نشانی: تهران، لویزان - کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸ - صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵ - تلفن: (۲۶۳۲) ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰،
 ۲۲۹۷۰۰۷۰، نمابر: ۲۲۹۷۰۰۰۳، پست الکترونیکی: Publish@srttu.edu، وب سایت: http://Publish.srttu.edu

پیش گفتار :

امروزه استفاده از انواع نرم افزارها در اکثر شاخه های علوم و به ویژه علوم مهندسی اجتناب ناپذیر است ، در مهندسی سازه که انجام محاسبات طولانی و پیچیده توام با تکرار ضرورت پیدا می کند، طراحی اکثر سازه ها بدون استفاده از رایانه و نرم افزارهای مهندسی عمران تقریباً غیرممکن است.

خوشبختانه در سال های اخیر انواع نرم افزار برای کاربردهای مختلف تولید شده است که در کنار پیشرفت سخت افزارهای رایانه ای ، قابلیت های زیادی در تحلیل و طراحی انواع سازه ها بوجود آورده است.

استفاده از نرم افزارهای با قابلیت بالا ، مطمئن و اصیل از اهمیت زیادی برخوردار است، در این

رابطه نرم افزارهای تولیدی توسط موسسه CSI که زیر نظر دانشگاه برکلی فعالیت می کند از

این دسته هستند. بی شک نرم افزارهای SAP2000 ، ETABS2000 و SAFE از بهترین

نرم افزارهای تحلیل و طراحی انواع سازه هاست که امکان بارگذاری خودکار نیز در آنها پیش بینی شده است.

در این کتاب ضمن تشریح نحوه استفاده و بیان برخی از قابلیت های این نرم افزارها ، مطالب بصورت مرحله ای و خود آموز بیان شده است که حاصل تجربه تدریس طولانی این نرم افزارهاست. همچنین به کاربرد حرفه ای آنها هم توجه شده و مباحث بصورت قابل کاربرد در پروژه های مهندسی ارائه شده است،

سامان دهی کتاب کاربرد کامپیوتر در مهندسی عمران بدین شرح است :

در بخش اول کتاب در هشت فصل به تشریح نرم افزار " SAP2000 " و از فصل نهم تا پانزدهم مثال های کاربردی بیان شده است.

در بخش دوم کتاب در چهار فصل به تشریح نرم افزار " ETABS2000 " و از فصل پنجم تا هشتم مثال های کاربردی اشاره شده است.

در بخش سوم کتاب خوانندگان با استفاده از سه مثال کاربردی با نرم افزار " SAFE " آشنا می شوند.

علی رغم دقتی که در ارائه مطالب این کتاب صورت گرفته است مسئولیت طراحی پروژه های مهندسی بعهده مهندسین طراح می باشد.

همچنین با وجود سعی و تلاش فراوان ، مولفین باور دارند که نوشته کنونی ممکن است دارای کاستیها و اشکالاتی باشد، که از خوانندگان محترم تقاضا می شود نقطه نظرات و پیشنهادات خود را به مولفین ایمیل نمایند.

در پایان از دانشجویان رشته عمران دانشگاه شهید رجایی که در تهیه این کتاب همکاری نموده اند صمیمانه تقدیر و تشکر می کنم.

haghollahi@srttu.edu

دکتر عباس حق الهی

Yosefmadadi@gmail.com

مهندس یوسف مددی

بخش اول – نرم افزار SAP2000

- فصل اول : شروع یک مدل جدید
- فصل دوم : ترسیم المانها و تکمیل مدل جدید
- فصل سوم : مصالح مصرفی
- فصل چهارم : معرفی مقاطع قاب ها و پوسته ها
- فصل پنجم : اختصاص مشخصات گره ها
- فصل ششم : بارگذاری
- فصل هفتم : توضیحات عمومی
- فصل هشتم : اجرای مدل
- فصل نهم : تحلیل و طراحی ساختمان 7 طبقه فولادی با مهاربند همگرا.

- فصل دهم : تحلیل و طراحی ساختمان 7 طبقه بتنی خمشی.....
- فصل یازدهم : تحلیل و طراحی ساختمان 9 طبقه بتنی با دیوار برشی..
- فصل دوازدهم : تحلیل و طراحی خرابای فلزی
- فصل سیزدهم : تحلیل و طراحی سوله صنعتی
- فصل چهاردهم : تحلیل و طراحی قاب فولادی با دیوار برشی
- فصل پانزدهم : تحلیل و طراحی استاتیکی غیر خطی ساختمان 10 طبقه فولادی....

.....

بخش دوم – نرم افزار ETABS2000

- فصل اول : آشنایی با نرم افزار
- فصل دوم : طراحی سازه های فولادی
- فصل سوم : طراحی سازه های بتنی

- فصل چهارم : طراحی دیوار برشی
- فصل پنجم : طراحی سقف کامپوزیت
- فصل ششم : تحلیل و طراحی ساختمان 5 طبقه فولادی
- فصل هفتم : تحلیل و طراحی ساختمان 7 طبقه بتنی خمشی یا دیوار برشی
- فصل هشتم : تحلیل و طراحی ساختمان 11 طبقه فولادی با سقف کامپوزیت

بخش سوم – نرم افزار SAFE2000

- فصل اول : تحلیل و طراحی پی ساده
- فصل دوم : تحلیل و طراحی پی نواری
- فصل سوم : تحلیل و طراحی پی گسترده با شمع

بخش اول

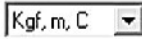
SAP2000

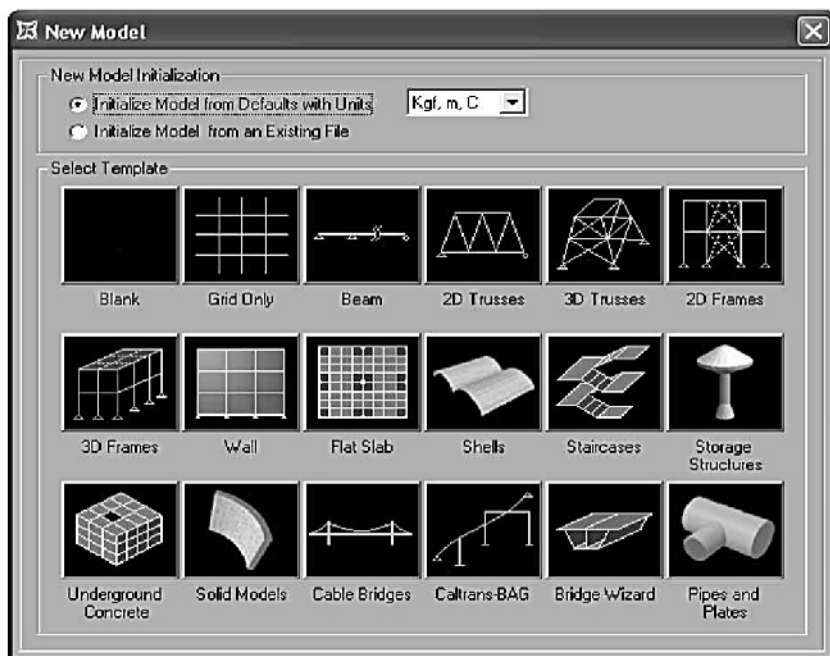
فصل اول

شروع یک مدل جدید

برای شروع یک مدل جدید از دستور **File > New Model** یا از آیکن آماده **New Model**  که در نوار ابزار (Main Toolbar) قرار دارد استفاده می‌شود. پس از اجرای دستور فوق، صفحه‌ای در قسمت نمایش ظاهر می‌شود که شامل تعدادی مدل‌های آماده مانند سازه‌های قاب خریایی، پوسته‌ای، ... می‌باشد. در ویرایش‌های بالاتر برنامه SAP2000 یعنی از **Version 9** و بالاتر برای هر یک از این مدل‌ها، چند انتخاب فرعی هم وجود دارد. برای ایجاد سازه مورد نظر، در صورت شباهت با یکی از مدل‌ها، می‌توان هر یک از آنها را انتخاب نمود. در غیر این صورت باید از قسمت **Grid Only** که فقط خطوط شبکه را ایجاد می‌کند، استفاده نمود.

نکته: این نرم افزار، قابلیت وارد کردن هندسه مدل از نرم افزارهای گرافیکی را که فایل با پسوند **DXF** تولید می‌کنند (مانند **Auto cad**) داراست. در انتهای فصل به آن اشاره خواهد شد.

بهتر است در شروع کار، سیستم واحد مورد نظرمان را انتخاب کنیم. به این ترتیب که از جعبه کشویی واحدها که پایین صفحه نمایش در سمت راست یا در بالای پنجره **New Model** قرار دارد  واحد دلخواهمان را انتخاب کنیم.



شکل ۱-۱: نحوه معرفی مدل جدید

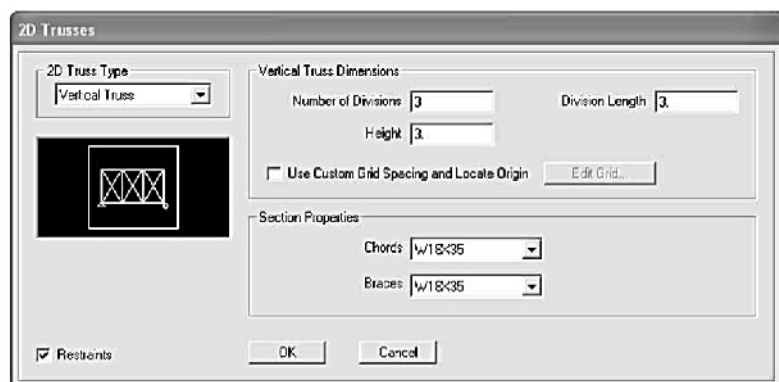
نکته: اگر سازه ما با هر یک از سازه‌های موجود شباهت داشته باشد، بهتر است از یکی از مدل‌های آماده یا نمونه‌های آماده برنامه استفاده شود.

مثلاً در صورتی که سازه مورد نظر، یک سازه خرابایی باشد، می‌توان از نوع خرابای دوبعدی

به نام 2D truss استفاده کرد که خود شامل سه نوع Sloped Truss و Vertical Truss و Pratt Truss می‌باشد.

نکته: خطوط شبکه (Grid Line) کاربرد محاسباتی ندارد. تنها جهت تسهیل ترسیم مدل از آن استفاده می‌شود و صفحه نمایش را به صورت شطرنجی درمی‌آورد.

اگر نوع Vertical Truss را انتخاب کنیم، در سمت راست پنجره باز شده تعداد دهانه‌ها، ارتفاع خرپا و همچنین طول دهانه‌ها را می‌توان مشخص کرد و مدل خرابای مورد نظر را به وجود آورد.



شکل ۱-۲: نحوه معرفی سازه خرابایی

چنانچه فاصله دهانه‌های خرپا مساوی نباشد، با کلیک روی قسمت Use Custom Grid Spacing and Locate Origin و زدن دکمه Edit Grid صفحه‌ای باز می‌شود و در آن ناحیه می‌توانیم مختصات یا فواصل هر یک از دهانه‌ها را تغییر دهیم و شکل مورد نظر خودمان را از لحاظ مشخصات هندسی به دست آوریم. با زدن Ok شکل خرپا روی صفحه نمایش،

در دو پنجره ظاهر می‌شود. در یک پنجره نمای دوبعدی و در یک پنجره نمای سه بعدی خریا نشان داده می‌شود. در صورتی که بخواهیم در شروع کار تنها خطوط شبکه ایجاد شود و در مراحل بعد شکل سازه را مطابق دلخواه خودمان ایجاد کنیم، از پنجره New Model قسمت  Grid Only را انتخاب می‌کنیم، در این صورت فقط خطوط شبکه ایجاد خواهد شد. در این پنجره می‌توان با یکی از دو نوع دستگاه مختصات دکارتی یا استوانه‌ای ایجاد مدل کرد.

برای ایجاد مدل در دستگاه دکارتی با انتخاب گزینه Cartesian خطوط شبکه را به صورت زیر تغییر می‌دهیم. برای تعیین تعداد فواصل خطوط شبکه در قسمت Number of Grid Lines در جهت های X و Y و Z تغییرات را اعمال می‌کنیم. برای تعیین فاصله خطوط شبکه در قسمت Grid Spacing در جهت های مشخص فواصل دلخواهمان را وارد می‌کنیم.



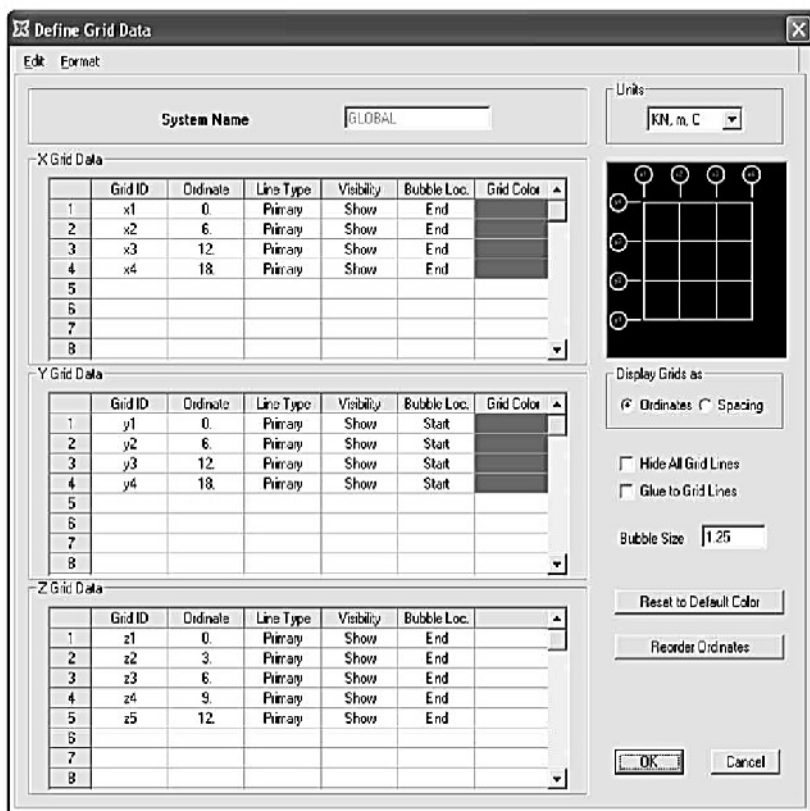
شکل ۱-۳: نحوه تنظیم خطوط شبکه

برای ایجاد مدل در دستگاه استوانه‌ای با انتخاب گزینه Cylindrical خطوط شبکه را به صورت زیر تغییر می‌دهیم. برای تعیین تعداد فواصل خطوط شبکه در امتدادهای شعاعی، زاویه‌ای و قائم، در قسمت Number of Grid Lines تغییرات را اعمال می‌کنیم. برای تعیین فاصله خطوط شبکه در امتدادهای شعاعی، زاویه‌ای و قائم، در قسمت Grid Spacing در جهت‌های مشخص، تعیین فاصله می‌کنیم.

در بیشتر سازه‌ها فواصل دهانه‌ها مساوی نیستند، لذا از قسمت Edit Grid که در پایین همین پنجره قرار دارد، استفاده می‌نماییم. با کلیک روی Edit Grid صفحه‌ای باز می‌شود که وضعیت پلان ما را براساس فواصل مساوی که قبلاً معرفی شده نشان می‌دهد.

در سمت راست صفحه، در ناحیه Display Grid as دو گزینه Ordinate و Spacing وجود دارد. انتخاب Ordinate فواصل را به صورت مختصاتی نشان می‌دهد و با انتخاب Spacing فواصل را به صورت اندازه طول دهانه مشاهده می‌کنیم. می‌توان با انتخاب هر یک از این دو گزینه و تغییر اندازه فاصله یا مختصات محورهای مختلف، شکل مورد نظر را از لحاظ پلان و ارتفاع به دست آوریم و آن را به صورت خطوط شبکه، روی صفحه نمایش مشاهده کرده و در مراحل بعد شکل سازه را روی آن ترسیم کنیم.

به‌طور مثال برای اضافه کردن یک خط در خطوط شبکه در قسمت Grid ID نام محور را وارد کرده سپس در Ordinate فاصله مورد نظر را مشخص و قسمت‌های دیگر را برای نمایش با دوبار کلیک کردن بر روی آنها انتخاب می‌کنیم.



شکل ۱-۴: نحوه تنظیم خطوط شبکه

استفاده از فایل های DXF :

با استفاده از فایل های DXF. به راحتی می توان هندسه مدل را از برنامه AutoCad به برنامه SAP2000 وارد کرد. برای وارد کردن این مدل ها، مراحل زیر را باید انجام داد:

۱- دستور File>Import>AutoCAD.dxf File... را اجرا کنید.

- ۲- فایل مورد نظر را انتخاب کرده سپس روی گزینه Open کلیک کنید.
- ۳- در صفحه ظاهر شده، سیستم واحد و جهت مختصات عمومی را انتخاب کرده، سپس روی Ok کلیک کنید.
- ۴- در صفحه باز شده، تمام گزینه‌ها را روی NONE تنظیم کرده، سپس روی Ok کلیک نمایید.
- ۵- مدل هندسی روی نرم افزار SAP2000 به نمایش درمی‌آید.