

پیش‌گفتار نویسندگان:

در سال‌های اخیر کتاب‌های مختلفی در زمینه‌ی کاربرد نرم‌افزارهای مهندسی عمران به رشته‌ی تحریر در آمده است که اغلب این کتب مربوط به گرایش‌های سازه و زلزله بوده و در آنها کمتر به سایر گرایش‌های عمران پرداخته شده است. آنچه بیش از همه‌ی موارد در زمینه‌ی کار با این نرم‌افزارها مهم می‌نماید، کاربرد عملی و درک صحیح از خروجی‌های نرم‌افزارها است.

در مجموعه‌ی حاضر بر آن شدیم با انجام هفت پروژه‌ی کاربردی در زمینه‌ی تحلیل تنش- کرنش، حرکت آب در خاک، آنالیز پایداری شیب‌ها و آنالیز دینامیکی سدهای خاکی همگن و ناهمگن، با استفاده از چهار برنامه‌ی SLOPE/W، QUAKE/W، SEEP/W، SIGMA/W و آنالیز پایداری نرم‌افزار GeoStudio، ضمن معرفی کامل این نرم‌افزار بصورت کاربردی، تحلیل صحیحی از کلیه‌ی مراحل انجام این پروژه‌ها داشته باشیم.

نرم‌افزار Geostudio از جمله برنامه‌های ژئوتکنیکی مبتنی بر المان‌های محدود (Finite Elements) بوده و از طریق آن می‌توان آنالیزهایی از قبیل تنش- کرنش، جریان، تراوش، پایداری شیب‌ها، آنالیز دینامیکی و همچنین شرایط افت سریع را بررسی کرد. این نرم‌افزار شامل قسمت‌های SIGMA/W برای آنالیز تنش- کرنش، SEEP/W برای آنالیز جریان و تراوش، SLOPE/W برای آنالیز پایداری شیب، QUAKE/W برای آنالیز دینامیکی، TEMP/W برای آنالیز توزیع دما در خاک، CTRAN/W برای آنالیز توزیع آلاینده‌ها در خاک و VADOSE/W برای آنالیز اثر شرایط محیطی (از قبیل خورشید، گیاهان، بارش و ...) بر خاک است. قابل توجه است که در نسخه‌ی 2007 این برنامه، آنالیز AIR/W اضافه شده که مربوط به مدل‌سازی جریان هوا است. لازم به ذکر است که کلیه قسمت‌های این نرم‌افزار به غیر از SLOPE/W از روش المان محدود استفاده می‌کنند و تنها در این بخش از نرم‌افزار، روش‌های ترسیمی بکار گرفته شده است.

به منظور آشنایی هرچه بیشتر کاربران با نسخه‌های رایج، پروژه‌های مذکور با استفاده از نسخه‌های 2004 و 2007 این برنامه اجرا شده است. چهار پروژه‌ی اول این کتاب با استفاده از نسخه‌ی 2004 این برنامه و سه پروژه‌ی بعدی با استفاده از نسخه‌ی 2007 انجام گرفته است. همچنین در هر یک از این پروژه‌ها، سعی شده است به بخشی از قابلیت‌های نرم‌افزار پرداخته شده و از تکرار بیان این قابلیت‌ها در فصول دیگر خودداری شده است.

از آنجا که جامعه‌ی مهندسی کمتر با این نرم‌افزار آشنایی دارند، این مجموعه به عنوان اولین مجموعه‌ی آموزشی در این زمینه، با بیانی ساده و روشن، کمک شایانی به یادگیری آن، و تحلیل بسیاری از مفاهیم و مسائل موجود در حیطه‌ی مهندسی عمران (گرایش‌های مهندسی ژئوتکنیک، مهندسی زلزله و سازه‌های هیدرولیکی) و مهندسی معدن به شیوه‌ی نرم‌افزاری می‌کند.

در پایان از تمامی اساتید و دانشجویان محترم تقاضا داریم با راهنمایی‌های خویش ما را در بهبود هرچه بهتر این مجموعه یاری نمایند.

امیررضا امین‌جوهری - احسان پاک‌نیت

پاییز ۱۳۸۸

Geostudio_book@yahoo.com

فصل اول: آنالیز تنش - تغییر شکل سد خاکی همگن با SIGMA/W..... ۳

- ۱-۱- مقدمه..... ۳
- ۲-۱- معرفی پروژه..... ۳
- ۳-۱- مدل سازی پروژه در SIGMA/W..... ۵
- ۱-۳-۱- ابزارهای تنظیم نمای دید..... ۶
- ۱-۱-۳-۱- تنظیمات منوی Set..... ۶
- ۱-۱-۳-۱- تنظیمات صفحه نمایش منوی Page..... ۶
- ۲-۱-۳-۱- تنظیمات مقیاس و واحدها در منوی Scale..... ۷
- ۳-۱-۳-۱- تنظیمات خطوط کمکی در منوی Grid..... ۷
- ۱-۱-۳-۱- تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes..... ۸
- ۲-۱-۳-۱- تنظیمات نمایشی در منوی View..... ۸
- ۲-۳-۱- تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی KeyIn..... ۱۰
- ۱-۲-۳-۱- تعیین نوع آنالیز پیش از اجرای خاکریز..... ۱۰
- ۲-۲-۳-۱- تعیین شرایط اولیه فشار آب منفذی..... ۱۰
- ۳-۲-۳-۱- تعیین وضعیت نمایش آنالیز و نیروهای حجمی..... ۱۱
- ۴-۲-۳-۱- اختصاص خصوصیات مصالح به مدل..... ۱۲
- ۵-۲-۳-۱- اختصاص نیروهای حجمی و ضریب فشار جانبی به مدل..... ۱۳
- ۳-۳-۱- ترسیم هندسه مدل با استفاده از منوی Draw..... ۱۴
- ۱-۳-۳-۱- اختصاص خصوصیات ناحیه های ترسیم شده..... ۱۶
- ۲-۳-۳-۱- نامحدود مدل کردن المان ها..... ۱۹
- ۳-۳-۳-۱- انجام عملیات خاکریزی..... ۲۰
- ۴-۳-۳-۱- اعمال شرایط مرزی..... ۲۰
- ۵-۳-۳-۱- ترسیم تراز آب زیرزمینی..... ۲۱
- ۴-۱- تحلیل برنامه و تحلیل نتایج..... ۲۱
- ۱-۴-۱- تغییرات تنش قائم کل پیش از اجرای خاکریز..... ۲۲
- ۲-۴-۱- تغییرات تنش قائم کل پیش از اجرای خاکریز به روش دستی..... ۲۴
- ۳-۴-۱- تغییرات تنش افقی کل پیش از اجرای خاکریز..... ۲۶
- ۴-۴-۱- تغییرات تنش افقی کل پیش از اجرای خاکریز به روش دستی..... ۲۷
- ۵-۴-۱- تغییرات تنش قائم مؤثر پیش از اجرای خاکریز..... ۲۸
- ۶-۴-۱- تغییرات تنش قائم مؤثر پیش از اجرای خاکریز به روش دستی..... ۳۰

- ۷-۴-۱- تغییرات تنش افقی مؤثر پیش از اجرای خاکریز..... ۳۱
- ۸-۴-۱- تغییرات تنش افقی مؤثر پیش از اجرای خاکریز به روش دستی..... ۳۲
- ۹-۴-۱- تغییرات فشار آب منفذی پیش از اجرای خاکریز..... ۳۳
- ۱۰-۴-۱- تغییرات فشار آب منفذی قبل از اجرای خاکریز به روش دستی..... ۳۴
- ۵-۱-۵-۱- مدل سازی پروژه در حالتی که خاکریزی در یک مرحله اجرا می شود..... ۳۵
- ۱-۵-۱- تعیین نوع آنالیز پس از اجرای خاکریز یک مرحله ای..... ۳۵
- ۲-۵-۱- تعیین شرایط اولیه فشار آب منفذی..... ۳۵
- ۳-۵-۱- انجام عملیات خاکریزی..... ۳۹
- ۶-۱-۶-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج..... ۳۹
- ۱-۶-۱- تغییرات تنش قائم کل پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۰
- ۲-۶-۱- تغییرات تنش افقی کل پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۱
- ۳-۶-۱- تغییرات تنش قائم مؤثر پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۲
- ۴-۶-۱- تغییرات تنش افقی مؤثر پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۳
- ۵-۶-۱- تغییرات جابجایی قائم پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۴
- ۶-۶-۱- تغییرات جابجایی افقی پس از اجرای خاکریز در یک مرحله..... ۴۵
- ۷-۱-۷-۱- مدل کردن مسئله در حالتی که خاکریزی در شش مرحله اجرا می شود..... ۴۶
- ۱-۷-۱- انجام عملیات خاکریزی..... ۴۷
- ۸-۱-۸-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج..... ۵۱
- ۱-۸-۱- تغییرات تنش قائم کل پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۱
- ۲-۸-۱- تغییرات تنش افقی کل پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۲
- ۳-۸-۱- تغییرات تنش قائم مؤثر پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۳
- ۴-۸-۱- تغییرات تنش افقی مؤثر پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۴
- ۵-۸-۱- تغییرات جابجایی قائم پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۵
- ۶-۸-۱- تغییرات جابجایی افقی پس از اجرای خاکریز در شش مرحله..... ۵۷
- ۹-۱-۹-۱- تأثیر مدل سازی با المان های مثلثی بر آنالیزهای فوق..... ۵۸
- ۱۰-۱-۱۰-۱- بالا بردن درجه ی انتگرال گیری در مدل سازی با المان های مربعی..... ۶۱
- فصل دوم: آنالیز حرکت آب در خاک سد خاکی همگن با SEEP/W..... ۶۵
- ۱-۲- مقدمه..... ۶۵
- ۲-۲- معرفی پروژه..... ۶۶

۳-۲-۳-۲ مدل سازی پروژه در SEEP/W ۶۷

۱-۳-۳-۲ ابزارهای تنظیم نمای دید ۶۸

۱-۱-۳-۲ تنظیمات منوی Set ۶۸

۱-۱-۳-۲-۱-۱-۳-۲ تنظیمات صفحه نمایش در منوی Page ۶۸

۲-۱-۳-۲-۱-۳-۲ تنظیمات مقیاس ها و واحدها در منوی Scale ۶۹

۳-۱-۳-۲-۱-۳-۲ تنظیمات خطوط کمکی در منوی Grid ۶۹

۴-۱-۳-۲-۱-۳-۲ تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes ۷۰

۲-۱-۳-۲-۱-۳-۲ تنظیمات نمایشی در منوی View ۷۰

۲-۳-۳-۲-۱-۳-۲ تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی KeyIn ۷۱

۱-۲-۳-۲-۱-۲-۳-۲ اثر شرایط نیمه اشباع ۷۳

۲-۲-۳-۲-۱-۲-۳-۲ تعریف شرایط نفوذپذیری Hydraulic Conductivity ۷۴

۳-۳-۳-۲-۱-۳-۲ اختصاص تابع نفوذپذیری هر یک از مصالح ۷۶

۴-۳-۳-۲-۱-۳-۲ ترسیم هندسه‌ی مدل با استفاده از منوی Draw ۷۷

۱-۴-۳-۲-۱-۴-۳-۲ اعمال هد آب بالادست و پایین دست ۷۷

۲-۴-۳-۲-۱-۴-۳-۲ تعیین دبی آب عبوری با منوی Draw Flux Section ۷۸

۴-۲-۴-۲-۱-۴-۲ تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۷۹

۱-۴-۲-۱-۴-۲ رسم خطوط هم پتانسیل ۸۰

۲-۴-۲-۱-۴-۲ رسم خطوط جریان ۸۰

۳-۴-۲-۱-۴-۲ رسم بردارهای سرعت حرکت آب در پی و خاکریز ۸۱

۴-۴-۲-۱-۴-۲ دبی عبوری برای مقطع قائمی که از مرکز سد می‌گذرد ۸۲

۵-۴-۲-۱-۴-۲ بررسی عملکرد خاکریز بعنوان یک سد خاکی ۸۲

۶-۴-۲-۱-۴-۲ اثر افزایش نفوذپذیری بر عملکرد پی و خاکریز ۸۳

۷-۴-۲-۱-۴-۲ تحلیل اثر افزایش نفوذپذیری بر عملکرد پی و خاکریز ۹۱

۵-۲-۵-۲-۱-۵-۲ بررسی عملکرد پتوی رسی بعنوان یک پوشش نفوذناپذیر ۹۲

۱-۵-۲-۱-۵-۲ پتوی رسی بالادست ۹۲

۲-۵-۲-۱-۵-۲ مدل کردن پتوی رسی بالادست ۹۳

۳-۵-۲-۱-۵-۲ مدل کردن پتوی رسی بالادست ۹۵

۴-۵-۲-۱-۵-۲ تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۹۶

۱-۴-۵-۲-۱-۴-۵-۲ رسم خطوط هم پتانسیل ۹۷

۲-۴-۵-۲-۱-۴-۵-۲ رسم خطوط جریان ۹۸

فصل سوم: آنالیز پایداری شیب‌ها در یک سد خاکی همگن با SLOPE/W ... ۱۰۳

۱-۳-۱-۳-۲ مقدمه ۱۰۳

۲-۳-۱-۳-۲ معرفی پروژه ۱۰۴

۳-۳-۱-۳-۲ مفاهیم کاربردی در نرم‌افزار ۱۰۵

۱-۳-۳-۱-۳-۲ روش‌های تعیین پایداری شیب‌ها در SLOPE/W ۱۰۵

۱-۱-۳-۳-۱-۳-۲ Morgenstern-Price روش ۱۰۵

۲-۱-۳-۳-۱-۳-۲ روش Grid & Radius ۱۰۵

۲-۳-۳-۱-۳-۲ عوامل مؤثر بر پایداری شیب ۱۰۶

۳-۳-۳-۱-۳-۲ استفاده از شرایط ماندگاری جریان در تعیین پارامترهای خاک .. ۱۰۷

۴-۳-۱-۳-۲ مدل سازی پروژه در SLOPE/W ۱۰۷

۱-۴-۳-۱-۳-۲ تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی KeyIn ۱۰۹

۱-۱-۴-۳-۱-۳-۲ تخصیص خصوصیات مصالح ۱۰۹

۲-۱-۴-۳-۱-۳-۲ تعیین مشخصات لازم برای آنالیز مدل ۱۱۹

۱-۲-۴-۳-۱-۳-۲ تعیین مشخصات تراز آب بالا و پایین دست ۱۱۹

۲-۲-۴-۳-۱-۳-۲ تعیین مشخصات لازم برای سطح لغزش ۱۲۰

۲-۴-۳-۱-۳-۲ ترسیم هندسه‌ی مدل با استفاده از منوی Draw ۱۲۱

۱-۲-۴-۳-۱-۳-۲ ترسیم تراز پیزومتریک آب ۱۲۱

۲-۲-۴-۳-۱-۳-۲ تعیین روش ترسیم گوه لغزشی ۱۲۱

۱-۲-۴-۳-۱-۳-۲ ترسیم شبکه Grid ۱۲۲

۲-۲-۴-۳-۱-۳-۲ ترسیم شبکه Radius ۱۲۲

۵-۳-۱-۳-۲ تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۱۲۳

۱-۵-۳-۱-۳-۲ تحلیل پایداری شیب پایین دست ۱۲۳

۱-۱-۵-۳-۱-۳-۲ نمایش ضرایب اطمینان در منوی Draw Slip Surfaces ۱۲۴

۲-۱-۵-۳-۱-۳-۲ امکان بررسی خروجی‌ها به صورت نموداری ۱۲۵

۳-۱-۵-۳-۱-۳-۲ امکان بررسی خروجی‌ها به صورت نمودار جسم آزاد ۱۲۵

۴-۱-۵-۳-۱-۳-۲ امکان اصلاح تعداد خطوط شبکه ۱۲۷

۵-۱-۵-۳-۱-۳-۲ امکان اصلاح تعداد خطوط شبکه ۱۲۸

۶۷

۶۸

۶۸

۶۸

۶۹

۶۹

۷۰

۷۰

۷۱

۷۳

۷۴

۷۶

۷۷

۷۷

۷۸

۷۹

۸۰

۸۰

۸۱

۸۲

۸۲

۸۳

۹۱

۹۲

۹۲

۹۳

۹۵

۹۶

۹۷

۹۸

۱۶۰-۳-۱-۱- تنظیمات منوی Set.....

۱۶۰-۳-۱-۲- تنظیمات صفحه نمایش در منوی Page.....

۱۶۱-۳-۱-۳- تنظیمات صفحه نمایش و واحدها در منوی Scale.....

۱۶۱-۳-۱-۴- تنظیمات خطوط کمکی در منوی Grid.....

۱۶۲-۳-۱-۵- تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes.....

۱۶۲-۳-۱-۶- تنظیمات نمایش در منوی View.....

۱۶۳-۳-۲- تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی KeyIn.....

۱۶۳-۳-۲-۱- تعیین نوع آنالیز پیش از اجرای خاکریز.....

۱۶۵-۳-۲-۲- تعیین شرایط اولیه فشار آب منفذی.....

۱۶۶-۳-۲-۳- اختصاص خصوصیات مصالح به مدل.....

۱۶۷-۳-۲-۴- اختصاص نیروهای حجمی به مدل.....

۱۶۸-۴-۴- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۶۸-۴-۱- نمایش تغییرات تنش قائم کل.....

۱۶۹-۴-۲- امکان نمایش دایر موهر برای هر یک از گره‌ها.....

۱۷۰-۴-۳- نمایش تغییرات فشار آب منفذی.....

۱۷۰-۴-۴- امکان نمایش نتایج محاسبات برای هر گره.....

۱۷۱-۴-۵- امکان نمایش نتایج واقعی محاسبات برای المان‌ها.....

۱۷۲-۴-۶- امکان بررسی نتایج محاسبات بصورت نموداری.....

۱۷۴-۵-۵- آنالیز دینامیکی.....

۱۷۴-۵-۱- ایجاد یک مسئله جدید.....

۱۷۵-۵-۱-۱- ذخیره نمودن مسئله برای یک آنالیز جدید.....

۱۷۵-۵-۱-۲- تغییر نوع آنالیز.....

۱۷۶-۵-۲- دریافت اطلاعات گزارش یک زلزله.....

۱۷۷-۵-۲-۱- منوی Horizontal Earthquake Records.....

۱۷۹-۵-۲-۲- تعریف توابعی برای خصوصیات مصالح.....

۱۸۰-۵-۲-۲-۱- تعیین تابع تصحیح لایه‌ی سربار.....

۱۸۱-۵-۲-۲-۲- تعیین تابع تصحیح تنش برشی استاتیکی.....

۱۸۳-۵-۲-۲-۳- تعیین تابع تعداد سیکل.....

۱۸۴-۵-۲-۲-۴- تعیین تابع فشار منفذی.....

۱۸۶-۵-۲-۳- تعریف خصوصیات دینامیکی مصالح.....

۱۲۹-۵-۱-۶- امکان نمایش گرافیکی سطوح لغزش.....

۱۲۹-۵-۲- تحلیل پایداری شیب مقاوم سازی شده‌ی پایین دست.....

۱۲۹-۵-۲-۱- مقاوم سازی شیب پایین دست بوسیله‌ی اجرای مهار.....

۱۳۲-۵-۲-۱-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۳۴-۵-۲-۲- مقاوم سازی شیب پایین دست بوسیله نیلینگ.....

۱۳۶-۵-۲-۳- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۳۷-۵-۲-۴- مقاوم سازی شیب پایین دست بوسیله ژئوفابریک.....

۱۳۸-۵-۲-۵- مقاومت ناحیه‌ی گیرداری.....

۱۳۹-۵-۲-۶- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۳۹-۶-۲- آنالیز پایداری شیب بالادست.....

۱۴۱-۶-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۴۱-۶-۱-۱- تحلیل پایداری شیب بالادست.....

۱۴۱-۶-۱-۲- نمایش ضرایب اطمینان در منوی Draw Slip Surfaces.....

۱۴۲-۶-۱-۳- امکان بررسی خروجی‌ها به صورت نموداری.....

۱۴۳-۶-۱-۴- امکان بررسی خروجی‌ها به صورت نمودار جسم آزاد.....

۱۴۴-۶-۱-۵- امکان اصلاح تعداد خطوط شبکه.....

۱۴۵-۶-۱-۶- امکان اصلاح تعداد خطوط شبکه.....

۱۴۵-۶-۱-۷- امکان نمایش گرافیکی سطوح لغزش.....

۱۴۶-۶-۲- مقاوم سازی شیب بالادست بوسیله‌ی اجرای مهار.....

۱۴۸-۶-۲-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۴۹-۶-۳- مقاوم سازی شیب بالادست بوسیله‌ی اجرای نیلینگ.....

۱۵۱-۶-۳-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

۱۵۲-۶-۳-۴- مقاوم سازی شیب بالادست بوسیله‌ی اجرای ژئوفابریک.....

۱۵۳-۶-۳-۱- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج.....

فصل چهارم: آنالیز دینامیکی سد خاکی همگن با QUAKE/W..... ۱۵۷

۱-۴- مقدمه..... ۱۵۷

۲-۴- معرفی پروژه..... ۱۵۷

۳-۴- مدل سازی پروژه در QUAKE/W..... ۱۵۹

۴-۳-۱- ابزارهای تنظیم نمای دید..... ۱۶۰

۲۱۳-۲-۳-۵- KeyIn تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی ۲۱۳

۲۱۳-۱-۲-۳-۵- KeyIn Analyses تعیین نوع آنالیز با استفاده از ۲۱۳

۲۱۶-۲-۲-۳-۵- Material Properties تعریف خصوصیات مصالح در ۲۱۶

۲۱۸-۳-۲-۳-۵- KeyIn Boundary Condition تعریف شرایط مرزی در ۲۱۸

۲۱۹-۴-۲-۳-۵- KeyIn Boundary Condition تعریف فشار آب در ۲۱۹

۲۲۰-۳-۳-۵- Draw ترسیم هندسه‌ی مدل با استفاده از منوی ۲۲۰

۲۲۰-۱-۳-۳-۵- Draw Region ترسیم هندسه مدل و ناحیه‌ها با منوی ۲۲۰

۲۲۲-۲-۳-۳-۵- تخصیص خصوصیات مصالح تعریف شده ۲۲۲

۲۲۳-۳-۳-۳-۵- مش‌بندی مدل ترسیم شده ۲۲۳

۲۲۶-۴-۳-۳-۵- تخصیص شرایط مرزی ۲۲۶

۲۲۷-۵-۳-۳-۵- تعریف تراز سطح آب ۲۲۷

۲۲۸-۶-۳-۳-۵- تخصیص فشار آب مخزن ۲۲۸

۲۳۰-۴-۵- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۲۳۰

۲۳۳-۱-۴-۵- ارائه نتایج و بررسی آنها ۲۳۳

فصل ششم: آنالیز حرکت آب در خاک سد خاکی ناهمگن با SEEP/W ۲۳۹

۲۳۹-۱-۶- مقدمه ۲۳۹

۲۳۹-۲-۶- معرفی پروژه ۲۳۹

۲۴۱-۳-۶- مدل سازی پروژه در SEEP/W ۲۴۱

۲۴۲-۱-۳-۶- ابزارهای تنظیم نمای دید ۲۴۲

۲۴۲-۱-۳-۶- تنظیمات منوی Set ۲۴۲

۲۴۳-۲-۱-۳-۶- تنظیمات صفحه نمایش در منوی Page ۲۴۳

۲۴۳-۳-۱-۳-۶- تنظیمات صفحه نمایش و واحدها ۲۴۳

۲۴۴-۴-۱-۳-۶- تنظیمات خطوط کمکی منوی Grid ۲۴۴

۲۴۵-۵-۱-۳-۶- تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes ۲۴۵

۲۴۵-۶-۱-۳-۶- تنظیمات نمایشی در منوی View ۲۴۵

۲۴۶-۲-۳-۶- تعریف مشخصات مدل با استفاده از منوی KeyIn ۲۴۶

۲۴۶-۱-۲-۳-۶- KeyIn Analyses تعیین نوع آنالیز با استفاده از منوی ۲۴۶

۲۴۹-۲-۲-۳-۶- Hydraulic Conductivity تعریف شرایط نفوذپذیری ۲۴۹

۲۵۱-۳-۲-۳-۶- Material Properties تعریف خصوصیات مصالح در ۲۵۱

۱۸۶-۱-۳-۲-۵-۴- تعیین خصوصیات دینامیکی مصالح خاکی ۱۸۶

۱۸۷-۲-۳-۲-۵-۴- ترتیب انتگرال‌گیری زمان ۱۸۷

۱۸۸-۳-۳-۲-۵-۴- تعیین گام به گام زمانی و ترتیب ذخیره‌سازی ۱۸۸

۱۸۸-۴-۲-۵-۴- حرکت تاریخچه‌ای ۱۸۸

۱۸۹-۵-۲-۵-۴- شرایط مرزی دینامیکی ۱۸۹

۱۸۹-۱-۵-۲-۵-۴- تنظیم مش و شرایط مرزی برای آنالیز دینامیکی ۱۸۹

۱۹۰-۶-۴- تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۱۹۰

۱۹۱-۱-۶-۴- نمایش نتایج آنالیز دینامیکی ۱۹۱

۱۹۳-۲-۶-۴- پاسخ انیمیشنی دینامیکی ۱۹۳

۱۹۵-۳-۶-۴- نمایش تاریخچه‌ی حرکت گره‌ای ۱۹۵

۱۹۶-۴-۶-۴- نمایش تغییرات فشارهای منفذی در انتهای لرزش ۱۹۶

۱۹۶-۱-۴-۶-۴- انتخاب گام زمانی ویژه ۱۹۶

۱۹۸-۲-۴-۶-۴- نمایش نتایج تنها برای مصالح خاکی پی ۱۹۸

۱۹۸-۳-۴-۶-۴- نمایش کانتورهای اضافه فشار منفذی ۱۹۸

۱۹۹-۵-۶-۴- نمایش نواحی روانگرا شده ۱۹۹

۲۰۰-۶-۶-۴- نمایش مدل تحت تأثیر شتاب افقی زلزله ۲۰۰

۲۰۱-۷-۶-۴- نمایش تنش قائم کل در پی و خاکریز ۲۰۱

۲۰۱-۸-۶-۴- نمایش تنش قائم مؤثر در پی و خاکریز ۲۰۱

فصل پنجم: آنالیز تنش - تغییر شکل سد خاکی ناهمگن با SIGMA/W ۲۰۵

۲۰۵-۱-۵- مقدمه ۲۰۵

۲۰۵-۲-۵- معرفی پروژه ۲۰۵

۲۰۷-۳-۵- مدل سازی پروژه در SIGMA/W ۲۰۷

۲۰۸-۱-۳-۵- ابزارهای تنظیم نمای دید ۲۰۸

۲۰۸-۱-۳-۵- تنظیمات منوی Set ۲۰۸

۲۰۹-۲-۱-۳-۵- تنظیمات صفحه نمایش در منوی Page ۲۰۹

۲۰۹-۳-۱-۳-۵- تنظیمات صفحه نمایش و واحدها ۲۰۹

۲۱۰-۴-۱-۳-۵- تنظیمات خطوط کمکی در منوی Grid ۲۱۰

۲۱۱-۵-۱-۳-۵- تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes ۲۱۱

۲۱۱-۶-۱-۳-۵- تنظیمات نمایشی در منوی View ۲۱۱

۲۸۷..... تعیین شرایط فشار آب حفره‌ای ۳-۲-۳-۷

۲۸۸..... Draw ترسیم هندسه‌ی مدل با استفاده از منوی ۳-۳-۷

۲۸۸..... Regions ترسیم هندسه مدل و ناحیه‌ها با منوی ۱-۳-۳-۷

۲۹۰..... تخصیص خصوصیات مصالح تعریف شده ۲-۳-۳-۷

۲۹۲..... ترسیم شبکه‌های ترسیم گوه لغزش ۳-۳-۳-۷

۲۹۲..... Draw Slip Surface Grid-۱-۳-۳-۳-۷

۲۹۳..... Draw Slip Surface Radius-۲-۳-۳-۳-۷

۲۹۳..... تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۴-۷

۲۹۷..... امکان نمایش گرافیکی سطوح لغزش ۱-۴-۷

۲۹۸..... بررسی پایداری شیب در حالت تراوش ماندگار ۵-۷

۲۹۹..... تعیین تراز آب در هسته توسط SEEP ۱-۵-۷

۳۰۰..... ترسیم مشخصات نفوذپذیری ۱-۱-۵-۷

۳۰۱..... KeyIn Materials ترسیم مشخصات مصالح با ۲-۱-۵-۷

۳۰۲..... Boundary Condition ترسیم هد آب مخزن با ۳-۱-۵-۷

۳۰۳..... تخصیص مصالح به مدل ترسیم شده ۴-۱-۵-۷

۳۰۴..... تخصیص هد آب به عنوان شرط مرزی ۵-۱-۵-۷

۳۰۶..... آنالیز پایداری شیب سد توسط SLOPE بعد از تعیین تراز آب ۲-۵-۷

۳۰۶..... Draw Materials تخصیص مصالح با ۱-۲-۵-۷

۳۰۶..... Draw Piezometric Line ترسیم تراز آب با دستور ۲-۲-۵-۷

۳۰۸..... Grid & Radius ترسیم ۳-۲-۵-۷

۳۰۸..... تحلیل و ارائه نتایج ۴-۲-۵-۷

۳۰۹..... تحلیل پایداری شیب در حالت دینامیکی ۶-۷

۳۱۰..... KeyIn Seismic Load ترسیم شرایط دینامیکی با ۱-۶-۷

۳۱۱..... تحلیل و ارائه نتایج ۲-۶-۷

۲۵۲..... Boundary Conditions تعریف هد آب وارد بر سد با ۴-۲-۳-۶

۲۵۴..... Draw ترسیم هندسه‌ی مدل با استفاده از منوی ۳-۳-۶

۲۵۴..... Regions ترسیم هندسه مدل و ناحیه‌ها در منوی ۱-۳-۳-۶

۲۵۵..... تخصیص خصوصیات مصالح تعریف شده ۲-۳-۳-۶

۲۵۶..... مش‌بندی مدل ترسیم شده ۳-۳-۳-۶

۲۵۸..... Draw Boundary Conditions منوی ۴-۳-۳-۶

۲۵۹..... Draw Flux Section منوی ۵-۳-۳-۶

۲۶۰..... تحلیل برنامه و ارزیابی نتایج ۴-۶

۲۶۰..... کنترل هندسه‌ی ترسیم شده‌ی مدل ۱-۴-۶

۲۶۱..... تحلیل مدل و ارزیابی نتایج ۲-۴-۶

۲۶۳..... ارائه نتایج و بررسی آنها ۳-۴-۶

۲۶۶..... مدل نمودن پتوی آب‌بند بجای سپر ۵-۶

۲۶۷..... Surface Layer مدل کردن پتو با استفاده از المان ۱-۵-۶

۲۶۸..... Draw Surface Layer Materials تخصیص مصالح پتو با ۲-۵-۶

۲۶۹..... تحلیل و ارائه نتایج ۳-۵-۶

فصل هفتم: آنالیز پایداری شیب‌ها در سد خاکی ناهمگن با SLOPE/W ۲۷۳

۲۷۳..... مقدمه ۱-۷

۲۷۴..... معرفی پروژه ۲-۷

۲۷۶..... مدل سازی پروژه در SLOPE/W ۳-۷

۲۷۸..... ابزارهای تنظیم نمای دید ۱-۳-۷

۲۷۸..... تنظیمات منوی Set ۱-۱-۳-۷

۲۷۹..... Page تنظیمات صفحه نمایش در منوی ۱-۱-۳-۷

۲۷۹..... تنظیمات صفحه نمایش و واحدها ۲-۱-۳-۷

۲۸۰..... Grid تنظیمات خطوط کمکی منوی ۳-۱-۳-۷

۲۸۰..... Axes تنظیمات محورهای مختصات در منوی ۴-۱-۳-۷

۲۸۲..... View تنظیمات نمایشی در منوی ۲-۱-۳-۷

۲۸۲..... KeyIn ترسیم مشخصات مدل با استفاده از منوی ۲-۳-۷

۲۸۳..... ترسیم مشخصات آنالیز ۱-۲-۳-۷

۲۸۶..... ترسیم خصوصیات مصالح ۲-۲-۳-۷

فصل اول

آنالیز تنش - تغییر شکل سد خاکی همگن

با استفاده از برنامه‌ی SIGMA/W

۱-۱- مقدمه

این بخش از نرم‌افزار GeoStudio 2004 مربوط به آنالیزهای تنش - کرنش (Load/Deformation)، تنش درجا (Insitu) و تحکیم (Consolidation) است که می‌توان از این طریق تنش‌های کل و بین ذره‌ای و فشار آب حفره‌ای را بدست آورد و از طریق آن تغییر شکل‌های حاصل در خاک را مشاهده کرد. در این فصل تحلیل یک سد خاکی همگن مطابق الگوی زیر شرح داده خواهد شد.

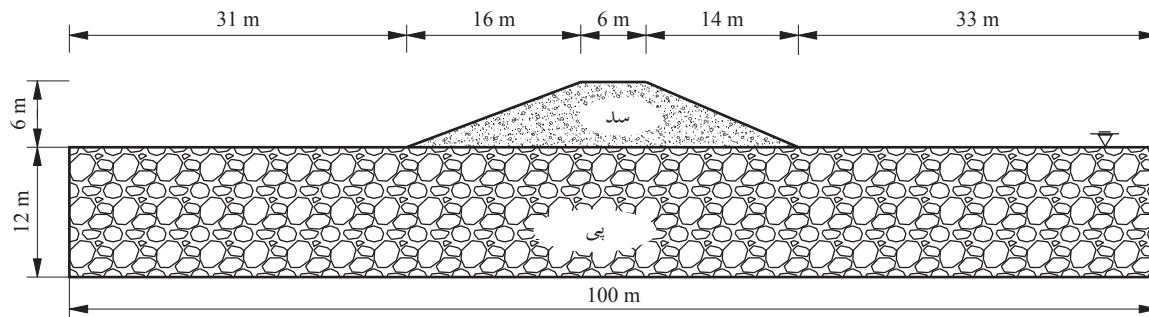
- آنالیز تنش - تغییر شکل پی پیش از اجرای خاکریز و بررسی تغییرات پارامترهایی نظیر تنش‌های قائم و افقی کل، بین ذره‌ای و فشار آب و نشست با عمق
- بررسی تغییرات پارامترهای مذکور به روش دستی و ارزیابی صحت نتایج
- بررسی تغییرات پارامترهای فوق پس از اجرای تک مرحله‌ای خاکریز و سپس اجرای خاکریز در شش لایه و مقایسه‌ی نتایج دو نحوه‌ی اجرای فوق و تحلیل نتایج آن‌ها

۱-۲- معرفی پروژه

خاکریزی از جنس مصالح دانه‌ای به ارتفاع 6 m قرار است روی زمینی از جنس رس اشباع اجرا شود (شکل ۱-۱). همچنین می‌خواهیم رفتار خاکریز و پی را در جریان خاکریزی ارزیابی کنیم. برای این منظور، اطلاعات مورد نظر در جدول ۱-۱، گردآوری شده است.

جدول ۱-۱- خصوصیات مصالح

پی	خاکریز	پارامتر
3000	5000	مدول الاستیسیته (kPa)
0.35	0.3	ضریب پواسون در حالت زهکشی شده
20	21	وزن حجمی اشباع (kN/m^3)
18	18	وزن حجمی مرطوب (kN/m^3)
10	10	وزن حجمی آب (kN/m^3)
30	35	زاویه اصطکاک داخلی ($^{\circ}$)
50	20	ضریب چسبندگی (kPa)



شکل ۱-۱- پروفیل طولی پی و خاکریز

لازم به ذکر است که ابعاد خاکریز مورد نظر در شکل ۱-۱ ارائه شده است.

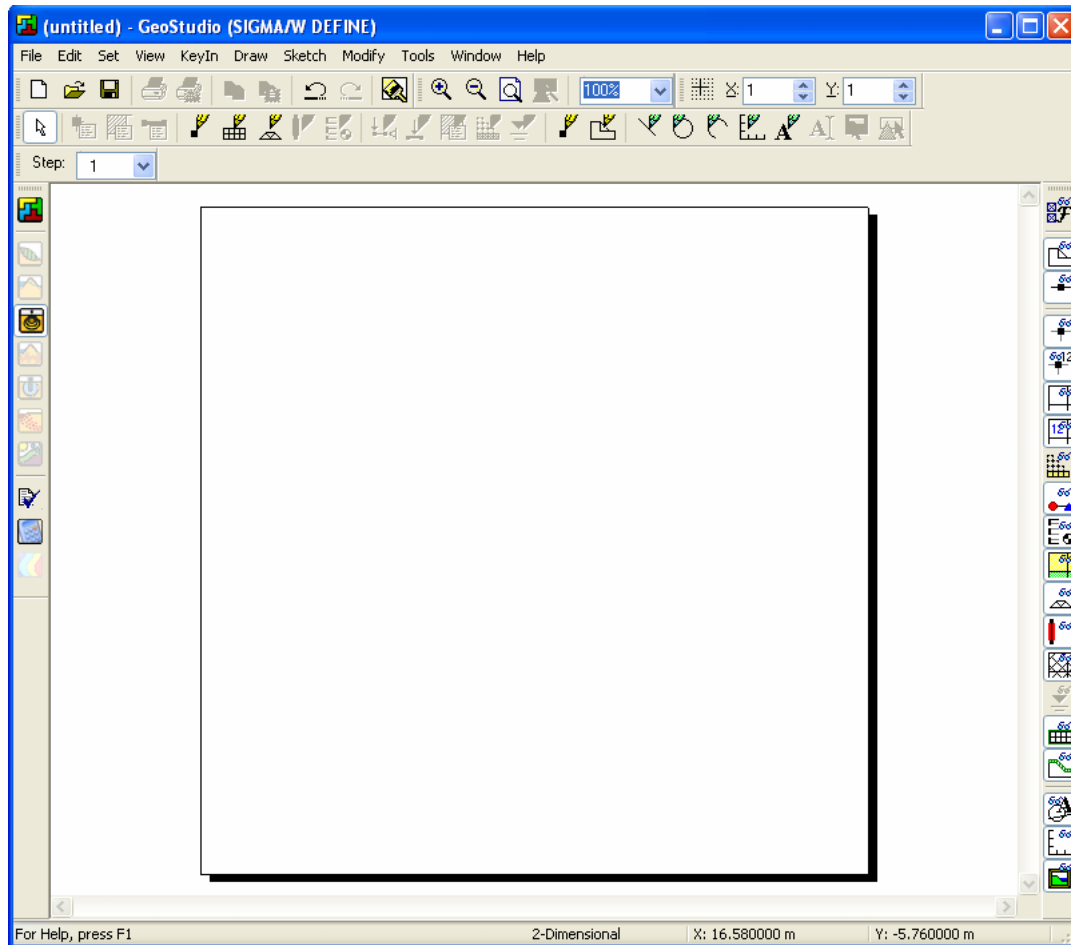
الف- در شکل ۱-۱، یک لایه خاکی به ضخامت 12 m با مشخصات مذکور در جدول ۱-۱ نمایش داده شده است. قرار است روی این لایه، خاکریزی به ضخامت 6 m اجرا شود. با فرض رفتار الاستیک خطی خاک و استفاده از پارامترهای زهکشی شده آن، تنش‌های درجا در این لایه را محاسبه کرده و برای مقطعی که از وسط پی می‌گذرد تغییرات تنش‌های قائم و افقی کل، موثر و فشار آب را با عمق، پیش از اجرای خاکریز ترسیم می‌کنیم. در پایان، فایل حاصل از آنالیز را به منظور استفاده در آنالیزهای بعدی تحت نام مناسبی ذخیره کنید.

ب- چنانچه خاکریزی به ارتفاع 6 m در یک مرحله بر روی لایه مذکور احداث شود، تغییرات تنش کل، موثر و جابجایی قائم را در خاکریز و پی بررسی کنید. همچنین بردارهای جابجایی قائم را با عمق ترسیم کنید.

پ- اگر فرض شود که خاکریز معرفی شده در قسمت قبل، در شش لایه 1 متری اجرا می‌شود، تغییرات پارامترهای مذکور در قسمت (ب) را ارزیابی کرده و تغییرات جابجایی قائم در مرکز خاکریز و پی را با مقادیر متناظر آن در قسمت (ب) مقایسه کنید. در انتها در مورد اختلاف این دو آنالیز بحث کنید.

۳-۱- مدل‌سازی پروژه در SIGMA/W

صفحه نمایش برنامه‌ی SIGMA/W در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲- صفحه نمایش برنامه SIGMA/W

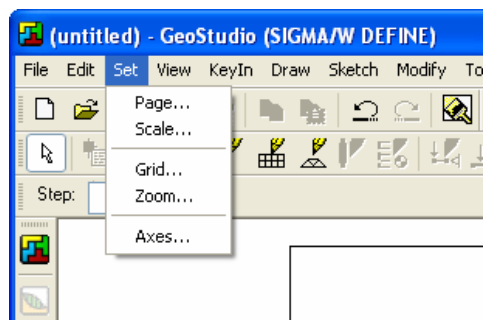
تحلیل استاتیکی و دینامیکی سدهای خاکی با استفاده از GeoStudio

برای شروع بکار در این نرم‌افزار باید تنظیمات اولیه‌ای شامل تنظیم صفحه کار و مقیاس و محورها و گریدها انجام داد. این تنظیمات از طریق منوهای Set و View انجام می‌شود که شرح آن در ادامه آورده شده است.

۱-۳-۱- ابزارهای تنظیم نمای دید

۱-۱-۳-۱- تنظیمات منوی Set

این منو و امکانات آن در شکل ۱-۳-۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۳-۱- منوی Set

۱-۱-۱-۳-۱- تنظیمات صفحه نمایش منوی Page

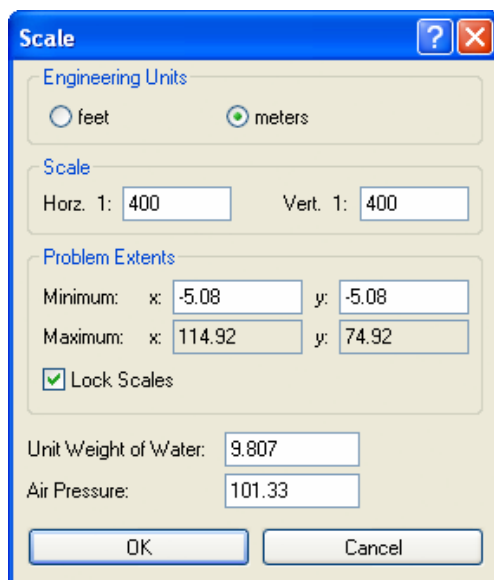
از طریق این منو می‌توان صفحه‌ای را که در آن مدل نمایش داده می‌شود با توجه به اندازه‌ی مدل تنظیم کرد و طول و عرض صفحه نمایش را بر حسب واحدهای اینچ و میلیمتر به نرم‌افزار تخصیص داد (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴-۱- جعبه Page

۱-۳-۱-۱-۲- تنظیمات مقیاس و واحدها در منوی Scale

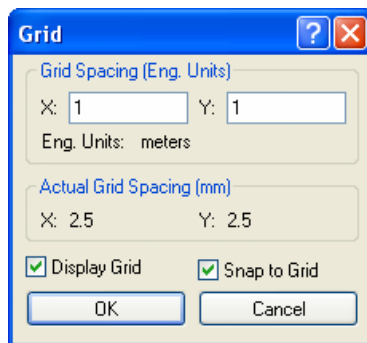
در این منو کاربر مقیاس موردنظر خود را به نرم‌افزار می‌دهد که معمولاً این مقیاس در جهت افقی و قائم برابر 400 انتخاب می‌شود. در قسمت پایین این جعبه، وزن مخصوص آب و فشار اتمسفر را باید برای نرم‌افزار تعریف کرد (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- جعبه Scale

۱-۳-۱-۱-۳- تنظیمات خطوط کمکی در منوی Grid

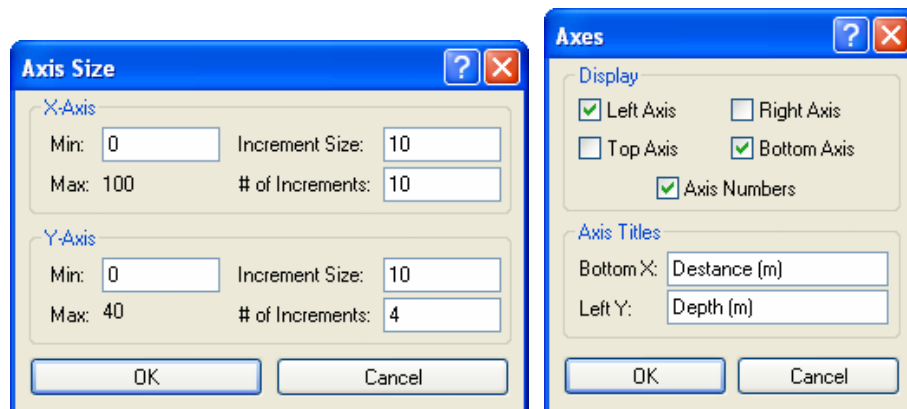
در این جعبه فاصله گریدها را که به نوعی عامل کمکی در مدل کردن هستند، تنظیم می‌کنیم، برای یک انتخاب اولیه می‌توان این فاصله را برابر یک انتخاب کرد. همچنین گزینه‌های Display Grid و Snap to Grid را هم برای راحتی فعال می‌کنیم (شکل ۱-۶). با فعال کردن این گزینه‌ها، برنامه امکان نمایش گریدها را میسر می‌سازد.



شکل ۱-۶-جعبه Grid

۱-۳-۱-۱-۴-تنظیمات محورهای مختصات در منوی Axes

در این جعبه محورهای مختصات را تنظیم کرده و اندازه و بازه‌ی عددی آنها را به نرم‌افزار تخصیص می‌دهیم (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷-جعبه Axes

بهتر است در هر مرحله پیشرفت پروژه، برنامه را با نامی مناسب ذخیره کنیم. فایل خود را با یک نام دلخواه و در مسیر مورد نظر، ذخیره کنیم. فایل این قسمت از پروژه را با نام alef ذخیره می‌کنیم.

۱-۳-۲-تنظیمات نمایشی در منوی View

این منو و امکانات آن در شکل ۱-۸ نمایش داده شده است. همانطور که می‌بینید هنوز برخی از امکانات این منو غیرفعال است، که با مدل نمودن مسئله، به تناسب پیشرفت کار این گزینه‌ها فعال می‌شوند.