

# خاک مسلح

**(اصول طراحی و ساخت دیوارها و**

**گودبرداری عمیق)**

www.ketab.ir

دکتر احد باقرزاده خلخالی

(عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران)

علیرضا توانا

(کارشناس ارشد ژئوتکنیک)

محمدرضا کوهستانی

(کارشناس ارشد ژئوتکنیک)



## انتشارات دانشگاهی فرهنگ

نام کتاب : خاک مسلح ( اصول طراحی و ساخت دیوارها و گودبرداری عمیق )

دکتر احد باقرزاده خلخالی / علیرضا توانا / محمدرضا کوهستانی

تاریخ و نوبت چاپ : اول ۱۴۰۱

شمارگان : ۵۰۰ نسخه

بها : ۱۲۰۰۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱۵-۴۳-۱

حق چاپ برای نشر دانشگاهی فرهنگ محفوظ می باشد

نشانی : تهران، خیابان انقلاب، رویروی دانشگاه تهران، پاساژ فروزنده، طبقه اول، پلاک ۴۱۹

تلفن : ۶۶۴۱۰۶۸۱ - ۶۶۹۶۸۶۱۴

**[WWW.FARBOOK.IR](http://WWW.FARBOOK.IR)**

**[Farbook.pub@gmail.com](mailto:Farbook.pub@gmail.com)**

|                         |                                                                                                               |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | : باقرزاده خلخالی، احد، ۱۳۵۶ -                                                                                |
| عنوان و نام پندآور      | : خاک مسلح: اصول طراحی و ساخت دیوارها و گودبرداری عمیق / احد باقرزاده خلخالی، علیرضا توانا، محمدرضا کوهستانی. |
| مشخصات نشر              | : تهران: نشر دانشگاهی فرهنگ، ۱۴۰۱.                                                                            |
| مشخصات ظاهری            | : ۲۳۶ص: مصور، نمودار.                                                                                         |
| شابک                    | : ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱۵-۴۳-۱                                                                                           |
| وضعیت فهرست نویسی       | : فیا                                                                                                         |
| عنوان دیگر              | : اصول طراحی و ساخت دیوارها و گودبرداری عمیق.                                                                 |
| موضوع                   | : خاک مسلح                                                                                                    |
|                         | Reinforced soils                                                                                              |
|                         | خاک و سازه                                                                                                    |
|                         | Soil-structure interaction                                                                                    |
|                         | گودبرداری                                                                                                     |
|                         | Excavation                                                                                                    |
|                         | دیوارها - طراحی و ساخت                                                                                        |
|                         | Walls - Design and construction                                                                               |
| شناسه افزوده            | : توانا، علیرضا، ۱۳۷۷ -                                                                                       |
| شناسه افزوده            | : کوهستانی، محمدرضا، ۱۳۷۸ -                                                                                   |
| رده بندی کنگره          | : TA۷۶۰                                                                                                       |
| رده بندی دیویی          | : ۶۲۴/۱۶۲                                                                                                     |
| شماره کتابشناسی ملی     | : ۸۹۰۵۷۲۸                                                                                                     |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : فیا                                                                                                         |

# فهرست مطالب

## فصل اول

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| ۳  | انواع سازه های نگهبان.....                       |
| ۴  | دیوارهای مهارشده با پشت بندهای افقی و فشاری..... |
| ۶  | سیستم دیوار مهاری و میخکوبی.....                 |
| ۶  | دیوار سپری مهار شده.....                         |
| ۱۱ | دیوارهای شمعی.....                               |
| ۱۳ | شمع های درجا.....                                |
| ۱۸ | دیوارهای دیافراگمی.....                          |
| ۲۱ | مقایسه ی بین انواع سازه های نگهبان.....          |

## فصل دوم

|    |                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------|
| ۲۷ | اهمیت ملاحظات تغییر شکل برای طراحی.....                          |
| ۲۷ | منابع تغییر شکل.....                                             |
| ۲۹ | تخمین مقدار و الگوی جابه جایی زمین.....                          |
| ۳۱ | نظریه Caspe راجع به نشست.....                                    |
| ۳۵ | نظریه Goldberg و تغییر شکل سیستم نگهبان.....                     |
| ۳۹ | نظریه Mana and Clough در عوامل مؤثر بر جابه جایی.....            |
| ۴۸ | مطالعه Qu et.al در تغییر شکل دیوار.....                          |
| ۵۳ | نظریه Long در سیستم های نگهداری.....                             |
| ۵۴ | تحلیل عددی در جابه جایی.....                                     |
| ۵۴ | جابه جایی جانبی در گودبرداری.....                                |
| ۷۶ | جابه جایی عمودی در گودبرداری.....                                |
| ۸۳ | خلاصه مطالب و گام بندی های مربوط به جابه جایی جانبی و عمودی..... |

## فصل سوم

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| ۸۴  | معرفی نرم افزار FLAC-۳D.....             |
| ۸۵  | ویژگی های کلی نرم افزار.....             |
| ۸۷  | ویژگی های انتخابی برای انواع تحلیل.....  |
| ۸۸  | زمینه های کاربرد FLAC-۳D.....            |
| ۸۹  | روش تفاضل محدود.....                     |
| ۹۱  | مقایسه ی روش های صریح و ضمنی.....        |
| ۹۲  | مراحل مدل سازی با نرم افزار FLAC-۳D..... |
| ۹۵  | اعمال شرایط مرزی و اولیه.....            |
| ۹۷  | انتخاب مدل بنیادی و خواص آن.....         |
| ۱۰۳ | مدل سازی آب زیرزمینی و فشار حفره ای..... |

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| ۱۰۶ | مدل سازی دینامیکی                       |
| ۱۰۹ | میرایی مکانیکی                          |
| ۱۱۴ | مراحل شبیه سازی دینامیکی                |
| ۱۱۹ | نکات لازم در مدلسازی و تحلیل با FLAC-۳D |

#### فصل چهارم

|     |                                     |
|-----|-------------------------------------|
| ۱۲۳ | دیوار حائل چیست                     |
| ۱۲۳ | دسته بندی دیوارهای حائل             |
| ۱۲۹ | انواع دیوار های حائل                |
| ۱۳۵ | تست های برجا در مواد پایه           |
| ۱۳۶ | نیروهای وارد بر دیوارها             |
| ۱۳۸ | فشارها و نیروهای زمین               |
| ۱۴۲ | تحلیل های کوتاه مدت و بلند مدت      |
| ۱۴۵ | طراحی فشارها و نیروهای زمین         |
| ۱۴۷ | الزامات پایداری دیوارها             |
| ۱۵۲ | آب بندها در طراحی                   |
| ۱۵۲ | مواد پرکننده پشت دیوارها            |
| ۱۵۴ | سیستم های زهکشی                     |
| ۱۶۲ | طراحی های مربوط به اتصالات بتنی     |
| ۱۶۶ | انواع جایگزین دیوارهای حائل         |
| ۱۷۱ | اندرکش بین خاک و سازه               |
| ۱۸۵ | عوامل موثر در انتخاب نوع دیوار حائل |
| ۱۸۷ | مراحل اجرای دیوار حائل              |

#### فصل پنجم

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۱۹۰ | ضعف های اصلی خاک                             |
| ۱۹۰ | کرنش در خاک                                  |
| ۱۹۱ | اصول طراحی در سازه های خاکی                  |
| ۱۹۱ | عوامل کرنش در خاک مسلح                       |
| ۱۹۲ | مزایای ساخت دیوار مسلح                       |
| ۱۹۴ | انواع تسلیح کننده ها                         |
| ۲۰۲ | گام های بررسی ماکزیمم گسیختگی دیوار خاک مسلح |
| ۲۰۳ | روش های ساخت سازه های خاک مسلح               |
| ۲۰۵ | المان های نما                                |
| ۲۰۵ | انواع پلیمر و روش تولید آنها                 |
| ۲۰۷ | اصول طراحی و انتخاب ژئوسنتتیک ها             |
| ۲۰۸ | اصول ترک های خستگی                           |