

## فهرست مطالب

### فصل اول: کلیات و تعاریف

- ۱-۱- محدوده و دامنه کاربرد کتاب..... ۱
- ۲-۱- اهداف کتاب..... ۲
- ۳-۱- ساختار کلی کتاب..... ۳
- ۴-۱- دکل‌ها در شبکه انتقال نیرو..... ۳
  - ۱-۴-۱- مقدمه..... ۳
  - ۲-۴-۱- انواع دکل‌های انتقال نیرو..... ۴
    - ۱-۲-۴-۱- انواع دکل‌های انتقال نیرو از لحاظ مصالح مورد استفاده..... ۴
    - ۲-۲-۴-۱- انواع دکل‌های انتقال نیرو از لحاظ جانمایی در خط انتقال..... ۴
      - ۱-۲-۲-۴-۱- دکل‌های آویزی..... ۴
      - ۲-۲-۲-۴-۱- دکل‌های زاویه..... ۵
      - ۳-۲-۲-۴-۱- دکل‌های انتهایی یا ترمینال..... ۶
      - ۳-۲-۴-۱- انواع دکل‌های انتقال نیرو از لحاظ ساختار سازه‌ای..... ۶
        - ۱-۳-۲-۴-۱- دکل‌های مشبک..... ۶
        - ۲-۳-۲-۴-۱- دکل‌های تلسکوپی..... ۷
        - ۳-۳-۲-۴-۱- دکل‌های مهاری..... ۸
        - ۴-۳-۲-۴-۱- دکل‌های قابی شکل..... ۹
      - ۵-۱- پی دکل‌های انتقال نیرو..... ۹
        - ۱-۵-۱- مقدمه..... ۹
        - ۲-۵-۱- بارهای وارد بر پی دکل‌های انتقال نیرو..... ۹
        - ۳-۵-۱- انواع پی دکل‌های انتقال نیرو..... ۱۰
          - ۱-۳-۵-۱- پی تکی با ستونچه (پدوچیمنی)..... ۱۰
          - ۲-۳-۵-۱- پی سطحی (شالوده)..... ۱۱
          - ۳-۳-۵-۱- انواع پی عمیق..... ۱۱

۱۳	۱-۳-۵-۴- سایر انواع پی.....
۱۳	۱-۵-۴- انتخاب نوع پی دکل خطوط انتقال نیرو.....
۱۶	۱-۶- معرفی ریزشمع.....
۱۶	۱-۷-۷- موارد کاربرد ریزشمع در پی دکل‌های خطوط انتقال نیرو.....
۱۶	۱-۷-۱- موارد عمومی کاربرد ریزشمع در مهندسی ژئوتکنیک.....
۱۹	۱-۷-۲- محدودیت‌های اجرای پی در دکل‌های انتقال نیرو.....
۱۹	۱-۷-۲-۱- زمین منطقه.....
۱۹	۱-۷-۲-۲- راه دسترسی.....
۲۰	۱-۷-۲-۳- شرایط زیست‌محیطی.....
۲۱	۱-۷-۲-۴- ابزارها و کنترل کیفیت اجرا.....
۲۱	۱-۷-۳- مزایا و معایب ریزشمع.....

## فصل دوم: مصالح و روشهای ساخت و اجرای ریزشمع

۲۳	۲-۱- مقدمه.....
۲۳	۲-۲- مراحل اجرای ریزشمع.....
۲۴	۲-۲-۱- حفاری گمانه ریزشمع و پایدارسازی آن.....
۲۴	۲-۲-۱-۱- روش‌های حفاری.....
۲۵	۲-۲-۱-۲- ابزارهای حفاری.....
۲۶	۲-۲-۱-۲-۲- ابزارهای حفاری سرباری (با غلاف فولادی).....
۲۸	۲-۲-۱-۲-۲- ابزارهای حفاری باز (بدون غلاف فولادی).....
۳۰	۲-۲-۲- تزریق.....
۳۱	۲-۲-۲-۱- تزریق وزنی (ریزشمع نوع A).....
۳۱	۲-۲-۲-۲- تزریق فشاری (ریزشمع نوع B).....
۳۱	۲-۲-۲-۳- تزریق ثانویه (ریزشمع نوع C و D).....
۳۳	۲-۲-۲-۴- ابزارهای تزریق.....
۳۵	۲-۲-۳- میلگردگذاری.....
۳۶	۲-۲-۴- سایر روش‌های اجرای ریزشمع.....

۳۷	.....کوبیدن لوله‌های مشبک.....	۲-۲-۱-۱
۳۸	.....راه خودحفار.....	۲-۲-۲-۱
۳۹	.....دسته‌بندی ریزشمع.....	۲-۳-۱
۴۰	.....مصالح ساخت ریزشمع.....	۲-۴-۱
۴۱	.....ملات تزریقی.....	۲-۱-۱-۱
۴۱	.....نسبت آب به سیمان.....	۲-۱-۱-۲
۴۱	.....نوع سیمان و دیگر افزودنی‌های مصرفی.....	۲-۱-۲-۱
۴۲	.....مقدار سیمان مصرفی.....	۲-۱-۳-۱
۴۲	.....فشار تزریق ملات سیمان.....	۲-۱-۴-۱
۴۲	.....آب مصرفی.....	۲-۱-۵-۱
۴۳	.....ویژگی‌های غلاف فولادی و میلگردها.....	۲-۲-۱
۴۳	.....غلاف فولادی.....	۲-۲-۱-۱
۴۳	.....میلگردها.....	۲-۲-۲-۱
۴۳	.....توصیه‌های اجرایی ریزشمع در پی دکل خطوط انتقال نیرو.....	۲-۵-۱

## فصل سوم: طراحی ریزشمع در پی دکلهای انتقال نیرو

۴۵	.....مقدمه.....	۳-۱-۱
۴۷	.....شناسایی‌های ژئوتکنیکی.....	۳-۲-۱
۴۷	.....مراحل شناسایی.....	۳-۲-۱-۱
۴۷	.....شناسایی اولیه.....	۳-۲-۱-۲-۱
۴۸	.....داده‌های موجود.....	۳-۲-۱-۱-۱-۱
۴۸	.....اکتشافات میدانی.....	۳-۲-۱-۱-۲-۱
۴۸	.....گمانه‌های اولیه.....	۳-۲-۱-۱-۳-۱
۴۹	.....شناسایی تکمیلی (تعیین پارامترهای طراحی).....	۳-۲-۱-۲-۱
۵۰	.....صحت‌سنجی شناسایی در هنگام اجرا.....	۳-۲-۱-۳-۱
۵۰	.....تهیه برنامه شناسایی‌های ژئوتکنیکی.....	۳-۲-۲-۱
۵۰	.....هزینه عملیات شناسایی‌های ژئوتکنیکی.....	۳-۲-۲-۱-۱

- ۵۱.....۲-۲-۲-۳- فاصله و عمق گمانه‌ها.
- ۵۳.....۳-۲-۲-۳- روش حفاری و نمونه‌گیری.
- ۵۳.....۴-۲-۲-۳- آزمون‌های آزمایشگاهی.
- ۵۴.....۵-۲-۲-۳- آزمون‌های میدانی.
- ۵۵.....۶-۲-۲-۳- تهیه گزارش.
- ۵۶.....۳-۳- طراحی اولیه پی ریزشمع.
- ۵۶.....۱-۳-۳- انتخاب فاصله ریزشمعها.
- ۵۶.....۲-۳-۳- انتخاب طول ریزشمع.
- ۵۷.....۳-۳-۳- انتخاب مقطع عرضی ریزشمع.
- ۵۷.....۴-۳-۳- انتخاب نوع تزریق ریزشمع.
- ۵۷.....۴-۳-۳- مبانی و روند طراحی تفصیلی پی ریزشمع.
- ۵۸.....۱-۴-۳- اصول طراحی پی دکلها دراستانداردها و راهنماهای طراحی خطوط انتقال نیرو.
- ۶۰.....۲-۴-۳- مبانی و فلسفه طراحی پی ریزشمع برای دکلهای انتقال نیرو.
- ۶۱.....۳-۴-۳- رابطه کلی طراحی ریزشمع بر اساس حالات حدی.
- ۶۳.....۵-۳- تعیین بار طراحی.
- ۶۵.....۶-۳- طراحی سازه‌ای.
- ۶۶.....۱-۶-۳- روابط مقاومت اسمی برای طول مسلح‌شده با غلاف.
- ۶۶.....۱-۱-۶-۳- رابطه مقاومت اسمی فشاری.
- ۶۷.....۲-۱-۶-۳- رابطه مقاومت اسمی کششی.
- ۶۷.....۳-۱-۶-۳- طراحی برای ترکیب بار فشاری و لنگر خمشی.
- ۶۹.....۲-۶-۳- طراحی برای طول بدون غلاف.
- ۶۹.....۱-۲-۶-۳- رابطه محاسبه مقاومت اسمی فشاری.
- ۷۰.....۲-۲-۶-۳- رابطه محاسبه مقاومت اسمی کششی.
- ۷۰.....۳-۶-۳- سایر کنترل‌های طراحی سازه‌ای.
- ۷۰.....۱-۳-۶-۳- کنترل ظرفیت مقطع برای بار جانبی.
- ۷۱.....۲-۳-۶-۳- کنترل کمانش ریزشمع.
- ۷۴.....۷-۳- طراحی ژئوتکنیکی.

- ۷۴..... طراحی ژئوتکنیکی ریزشمع تکی..... ۱-۷-۳
- ۷۶..... ظرفیت باربری فشاری گروه ریزشمع..... ۲-۷-۳
- ۷۶..... ظرفیت باربری فشاری گروه ریزشمع در خاک چسبنده..... ۱-۲-۷-۳
- ۷۸..... ظرفیت باربری فشاری گروه ریزشمع در خاک غیر چسبنده..... ۲-۲-۷-۳
- ۷۸..... ظرفیت باربری کششی گروه ریزشمع..... ۳-۷-۳
- ۷۸..... خاک چسبنده..... ۱-۳-۷-۳
- ۸۰..... خاک غیر چسبنده..... ۲-۳-۷-۳
- ۸۱..... تخمین و کنترل نشست..... ۸-۳
- ۸۲..... تخمین نشست کثسان یک ریزشمع..... ۱-۸-۳
- ۸۲..... تخمین نشست زمین گروه ریزشمع..... ۲-۸-۳
- ۸۲..... مفاهیم نشست زمین در گروه ریزشمع..... ۱-۲-۸-۳
- ۸۴..... محاسبه نشست گروه ریزشمع در خاک چسبنده..... ۲-۲-۸-۳
- ۸۵..... محاسبه نشست گروه ریزشمع در خاک غیر چسبنده..... ۳-۲-۸-۳
- ۸۵..... کنترل نشست گروه ریزشمع با معیارهای پی دکل انتقال نیرو..... ۳-۸-۳
- ۸۶..... طراحی سرشمع گروه ریزشمع..... ۹-۳
- ۸۶..... ملاحظات حفاظت ریزشمع در برابر خوردگی..... ۱۰-۳
- ۸۶..... مقدمه..... ۱-۱۰-۳
- ۸۷..... ارزیابی قابلیت خوردگی زمین..... ۲-۱۰-۳
- ۸۸..... روش‌های حفاظت در برابر خوردگی..... ۳-۱۰-۳
- ۸۸..... حفاظت میلگرد فولادی..... ۱-۳-۱۰-۳
- ۸۹..... حفاظت غلاف فولادی..... ۲-۳-۱۰-۳
- ۹۰..... الزامات طراحی و اجرایی حفاظت در برابر خوردگی برای ریزشمع..... ۳-۳-۱۰-۳
- ۹۱..... معرفی نرم‌افزارهای موجود جهت مدلسازی، تحلیل و طراحی ریزشمع..... ۱۱-۳
- ۹۱..... نرم‌افزار FLAC3D..... ۱-۱۱-۳
- ۹۲..... نرم‌افزار Plaxis..... ۲-۱۱-۳
- ۹۲..... نرم‌افزار Abaqus..... ۳-۱۱-۳
- ۹۳..... نرم‌افزار GEO Micropile..... ۴-۱۱-۳

۹۴	.....CivilFEM نرم افزار ۵-۱۱-۳
۹۴	.....SAFE نرم افزار ۶-۱۱-۳
۹۵	.....بررسی و مقایسه نرم افزارها ۷-۱۱-۳

## فصل چهارم: آزمایشهای بارگذاری ریزشمع

۹۷	.....مقدمه‌ای بر آزمایش‌های بارگذاری ریزشمع ۱-۴
۹۸	.....هدف و ضرورت انجام آزمایش‌های ریزشمع ۲-۴
۹۸	.....انواع آزمایش‌های ریزشمع ۳-۴
۹۸	.....آزمایش تأیید ۱-۳-۴
۹۸	.....کلیات آزمایش ۱-۱-۳-۴
۹۹	.....مراحل آزمایش تأیید ۲-۱-۳-۴
۱۰۱	.....ثبت داده‌های آزمایش تأیید ۳-۱-۳-۴
۱۰۲	.....آزمایش اثبات ۲-۳-۴
۱۰۲	.....کلیات آزمایش ۱-۲-۳-۴
۱۰۲	.....مراحل آزمایش اثبات و ثبت داده‌ها ۲-۲-۳-۴
۱۰۳	.....آزمایش ریزشمع بر مبنای ASTM ۳-۳-۴
۱۰۵	.....معیارهای پذیرش ریزشمع ۴-۴
۱۰۵	.....معیارهای پذیرش آزمایش تأیید ۱-۴-۴
۱۰۵	.....میزان نرخ افزایش جابجایی سر ریزشمع در بارآزمایش ۱-۱-۴-۴
۱۰۶	.....جابجایی کل سر ریزشمع تحت بار خزشی ۲-۱-۴-۴
۱۰۶	.....معیار پذیرش آزمایش اثبات ۲-۴-۴
۱۰۶	.....عدم پذیرش ریزشمع در آزمایش ۳-۴-۴
۱۰۶	.....معیار پذیرش آزمایش ASTM ۴-۴-۴
۱۰۸	.....لوازم و ابزارهای آزمایش بارگذاری ۵-۴
۱۰۸	.....کلیات ۱-۵-۴
۱۱۰	.....لوازم آزمایش بارگذاری ۲-۵-۴
۱۱۲	.....گزارش آزمایش بارگذاری ۳-۵-۴

- ۱۱۳ ..... برنامه آزمایش بارگذاری..... ۶-۴
- ۱۱۳ ..... برنامه آزمایش تأیید ریزشمع..... ۱-۶-۴
- ۱۱۴ ..... برنامه آزمایش اثبات ریزشمع..... ۲-۶-۴
- ۱۱۴ ..... برنامه آزمایش ریزشمع به روش ASTM..... ۳-۶-۴

### فصل پنجم: الزامات بازرسی و کنترل کیفیت اجرا

- ۱۱۵ ..... بازرسی و کنترل کیفیت مصالح..... ۱-۵
- ۱۱۵ ..... سیمان..... ۱-۱-۵
- ۱۱۶ ..... آب ..... ۲-۱-۵
- ۱۱۶ ..... مصالح فولادی..... ۳-۱-۵
- ۱۱۷ ..... نظارت بر ساخت و اجرا..... ۲-۵
- ۱۱۷ ..... بررسی و تدوین برنامه اجرایی پروژه..... ۱-۲-۵
- ۱۱۸ ..... نظارت بر حفاری..... ۲-۲-۵
- ۱۱۹ ..... نظارت بر تزریق..... ۳-۲-۵
- ۱۲۱ ..... نظارت‌های جاگذاری میلگردها..... ۴-۲-۵
- ۱۲۱ ..... آزمایش‌های کنترل کیفیت ریزشمع..... ۳-۵
- ۱۲۱ ..... آزمایش‌های تأیید و اثبات ریزشمع..... ۱-۳-۵
- ۱۲۲ ..... آزمایش مقاومت فشاری ملات تزریقی..... ۲-۳-۵
- ۱۲۲ ..... آزمایش وزن مخصوص..... ۳-۳-۵
- ۱۲۳ ..... ارائه کاربرگ اجرای ریزشمع..... ۴-۵

### فصل ششم: تهیه اسناد مناقصه و تشخیص صلاحیت پیمانکار و

#### برآورد هزینه

- ۱۲۵ ..... مقدمه ..... ۱-۶
- ۱۲۵ ..... مشخصات قرارداد پروژه..... ۲-۶
- ۱۲۶ ..... ارزیابی و امتیازبندی پیمانکار..... ۳-۶

۱۲۷	..... سابقه اجرایی	۱-۳-۶
۱۲۷	..... حسن سابقه	۲-۳-۶
۱۲۸	..... توان مالی	۳-۳-۶
۱۲۸	..... ابزارها و ماشین‌آلات	۴-۳-۶
۱۲۸	..... مدیریت کارآمد و بخشهای مدیریتی مناسب	۵-۳-۶
۱۲۸	..... نظام کیفی کار	۶-۳-۶
۱۲۹	..... خلاقیت و نوآوری در کارهای مشابه	۷-۳-۶
۱۲۹	..... بومی بودن پیمانکار و تجربه قبلی در محل پروژه	۸-۳-۶
۱۲۹	..... برآورد هزینه	۴-۶-۶
۱۲۹	..... تفکیک هزینه‌های اجرایی	۱-۴-۶
۱۳۰	..... برآورد موارد تأثیرگذار در هزینه‌ها	۲-۴-۶

## فصل هفتم: مراجع

۱۳۱	..... مراجع	
-----	-------------	--

## فصل هشتم: پیوست (یک نمونه مثال طراحی ریزشمع)

۱۳۷	..... مقدمه	۱-۸
۱۳۸	..... بارگذاری و تعیین نیروهای داخلی در ریزشمع‌ها	۲-۸
۱۴۱	..... طراحی سازه‌ای ریزشمع‌ها	۳-۸
۱۴۴	..... طراحی ژئوتکنیکی	۴-۸
۱۴۵	..... ظرفیت باربری فشاری گروه ریزشمع	۵-۸
۱۴۶	..... ظرفیت کششی گروه ریزشمع	۶-۸