

وزارت نیرو

کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

کمیته تخصصی مواد و مصالح برای سدهای خاکی

بررسی کارایی روش تراکم دینامیکی

در

اصلاح پی آبرفتی سدهای خاکی

نشریه شماره ۷۲

نام کتاب: بررسی کارایی روش تراکم دینامیکی در اصلاح پی آبرفتی سدهای خاکی

شماره نشریه : ۷۲

تألیف: دکتر سید شهاب الدین یثربی - مهندس سیاوش قابزلو

ناشر: وزارت نیرو - کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

حروفچینی و صفحه آرایی: شرکت وجدنگاره

چاپ و صحافی: شرکت وجدنگاره

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: چاپ اول

شابک: ۹۶۴-۸۴۶۰-۱۶-۷

فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیش گفتار
۲	پیش نوشتار
۳	فصل اول
۳	کلیات
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- تعریف
۵	۳-۱- پیشینه
۶	۴-۱- کاربردها
۶	۵-۱- ساختار این نوشتار
۹	فصل دوم
۹	مطالعات اولیه
۹	۱-۲- مراحل مطالعات اولیه
۹	الف - طبقه بندی نوع خاک:
۹	ب - بررسی محدودیت های محل:
۱۰	ج - تعیین نیازهای طراحی:
۱۰	د - برآورد هزینه ها:
۱۲	۲-۲- طبقه بندی نوع خاک
۱۲	۱-۲-۲- بررسی های محلی

فهرست

صفحه	عنوان
۱۳.....	۲-۲-۲- شرح کلی انواع خاک
۱۴.....	الف : مناسب ترین نهشته های خاک (محدوده شماره ۱)
۱۵.....	ب : نهشته های خاک با شرایط متوسط (محدوده شماره ۲)
۱۵.....	ج : نهشته های خاک نامناسب (محدوده شماره ۳)
۱۶.....	۳-۲- بررسی محدودیت های محل
۱۶.....	۱-۳-۲- ارتفاعات زمین
۲۴.....	۲-۳-۲- آلودگی صوتی
۲۴.....	۳-۳-۲- جابجایی های جانبی زمین
۲۶.....	۴-۳-۲- بالا بودن تراز آب زیرزمینی
۲۷.....	۵-۳-۲- وجود لایه های سخت یا نرم
۲۷.....	۴-۲- بررسی نیازهای طراحی
۲۷.....	۱-۴-۲- میزان نشست
۳۴.....	۲-۴-۲- حداقل مشخصات خاک
۳۵.....	۳-۴-۲- محدودیت های غسق تأثیر
۳۶.....	۴-۴-۲- جرقه ها و وسایل مورد نیاز
۳۸.....	۵-۲- بررسی هزینه ها و روش های جایگزین
۳۸.....	۱-۵-۲- هزینه های تراکم دینامیکی
۴۰.....	۲-۵-۲- روش های جایگزین برای اصلاح خاک
۴۰.....	۳-۵-۲- ترکیب تراکم دینامیکی با سایر روش ها
۴۵.....	فصل سوم
۴۵.....	ملاحظات طراحی

فهرست

عنوان	صفحه
۳-۱- تهیه پلان طراحی	۴۵
۳-۲- عمق تأثیر	۴۵
الف- عوامل وابسته به محل	۴۵
ب- عوامل وابسته به تجهیزات و ماشین آلات	۴۵
۳-۳- انتخاب کوبه و ارتفاع سقوط	۵۶
۳-۴- انرژی مورد نیاز	۵۶
۳-۵- ناحیه مورد تراکم	۵۹
۳-۶- فاصله نقاط شبکه و تعداد ضربات	۶۰
۳-۷- انجام عملیات در چند مرحله	۶۱
۳-۸- پایدارسازی سطحی	۶۴
فصل چهارم	۶۵
رفتارنگاری و کنترل	۶۵
۴-۱- مقدمه	۶۵
۴-۲- کنترل آثار جانبی	۶۶
۴-۲-۱- تورم زمین و فشار آب حفره‌ای	۶۶
۴-۲-۲- عمق و ابعاد فروچاله‌ها	۷۰
۴-۲-۳- نشست به وجود آمده	۷۱
۴-۲-۴- ارتعاشات زمین	۷۲

فهرست

عنوان	صفحه
۳-۴- آزمایش های کنترلی	۷۲
فصل پنجم	۷۷
شرح پروژه های انجام شده	۷۷
۱-۵- مقدمه	۷۷
۲-۵- تراکم دینامیکی خاک های رمنده در آمریکا	۷۷
(رولینز و کیم ۱۹۹۴ و ۱۹۹۹)	۷۷
۱-۲-۵- بزرگراه I-90 بین کاردول و وایت هال، مونتانا	۷۷
۲-۲-۵- بزرگراه I-25 در نزدیکی آنگودونز، نیومکزیکو	۷۸
۳-۲-۵- زندان ابالتی در نزدیکی آونال، کالیفرنیا	۷۹
۴-۲-۵- بزرگراه I-25 بین پرفالو و کایسی، وایومینگ	۸۰
۵-۲-۵- بزرگراه I-25 در نزدیکی برنالیلو، نیومکزیکو	۸۱
۶-۲-۵- مرکز تکنولوژی کاربردی در ریچفیلد، یوتا	۸۲
۷-۲-۵- بزرگراه I-40 در نزدیکی دیویورکو، نیومکزیکو	۸۲
۸-۲-۵- مرکز بازدیدکنندگان پارک ملی زینوس، یوتا	۸۳
۳-۵- تراکم دینامیکی نخاله های معدنی برای کاهش نشست	۸۳
(سانیاپریا و گالاگر ۲۰۰۰)	۸۳
۱-۳-۵- کلیرزویل، اوهایو	۸۴
۲-۳-۵- کلارکسبورگ، ویرجینیای غربی	۸۴
۳-۳-۵- مورگانتون، ویرجینیای غربی	۸۴
۴-۳-۵- ساختمانهای سه و چهار طبقه، کولومبوس، اوهایو	۸۵

فهرست

صفحه	عنوان
۸۵.....	۴-۵- اصلاح خاک روانگرا در فرودگاه JFK با استفاده از تراکم دینامیکی
۸۵.....	(مهر و همکاران ۲۰۰۱).....
۸۷.....	۵-۵- اصلاح خاک روانگرا با استفاده از تراکم دینامیکی (فاهوم ۲۰۰۱).....
۸۸.....	۶-۵- عملیات تراکم دینامیکی سدهای گلستان ۱ و گلستان ۲.....
۸۸.....	۶-۵-۱- تراکم دینامیکی در سد گلستان ۱.....
۹۰.....	۶-۵-۲- تراکم دینامیکی در سد گلستان ۲.....
۹۱.....	۷-۵- تراکم دینامیکی در منطقه ویژه انرژی پارس - عسلویه (۲۰۰۳-۲۰۰۴).....
۹۳.....	۸-۵- تراکم دینامیکی در بندرعباس.....
۹۴.....	۸-۵-۱- تراکم دینامیکی طرح توسعه مجتمع اسکله شهید رجایی.....
۹۵.....	۸-۵-۲- تراکم دینامیکی در محدوده احداث کارخانجات مجتمع کشتی سازی و صنایع فراساحل ایران.....
۹۸.....	فهرست مراجع:.....

پیش گفتار

سرزمین پهناور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته و توزیع ناموزون جریان‌های سطحی محدودیت‌های عمده‌ای را در امر استفاده بهینه از آب این عنصر حیاتی به وجود آورده است. به علاوه قسمت اعظم این جریان‌ها قبل از این که مورد استفاده قرار گیرند، از دسترس خارج شده و به سوی دریا سرازیر می‌گردند. از آنجایی که تأمین آب همواره نیاز اساسی بشر برای استفاده‌های کشاورزی، صنعتی و آب شرب شهرها بوده است، لذا مهار سیلاب‌ها و آب‌های جاری از طریق احداث سد، از کارهای اساسی و زیربنایی محسوب و برای نیل به خودکفایی اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این نیاز از دیرباز در کشورمان مورد توجه بوده و آثار بی‌شماری از سدهای قدیمی با قدمت چند هزارساله در گوشه و کنار این سرزمین گواه بارزی بر این مدعاست و آثاری که در این زمینه به دست آمده است، نشان می‌دهد که پیشینیان و نیاکان ما از قرن‌ها پیش با دانش و فن سدسازی آشنایی کامل داشته و با احداث تأسیسات آبی مختلف و انواع سدها که پس از گذشت صدها سال هنوز استوار و پایدار باقی مانده‌اند، تحسین و اعجاب متخصصان و صاحب‌نظران بین‌المللی را در عصر حاضر برانگیخته‌اند.

با پیروزی انقلاب اسلامی، صنعت سدسازی در کشور ما وارد مرحله جدیدی گردیده و وزارت نیرو، نیل به خودکفایی در این زمینه را هدف اصلی و متعالی خود قرار داد. خوشبختانه پس از گذشت نزدیک به سه دهه هم‌اکنون صنعت سدسازی به مرحله‌ای از رشد وارد شده است که بیشتر مراحل مطالعات، طراحی، نظارت، ساخت، مدیریت بهره‌برداری از سدها که زمانی در انحصار کارشناسان خارجی و مستلزم تحمل هزینه‌های گزاف ارزی بوده است، به دست توانای مهندسين ایرانی صورت می‌گیرد.

انتشار بولتن‌های سدسازی که حاوی نتایج تحقیقات و کار متخصصان و کارشناسان علوم و فنون سدسازی و همچنین حاوی نتایج مطالعات روی مسایل ویژه طرح آبی می‌باشد، می‌تواند نقش مهم و سازنده‌ای در استفاده از نوآوری‌های فن سدسازی داشته باشد و بدیهی است که همکاری متخصصان و کارشناسان این فن نیز به نوبه خود، در تداوم، تکامل و غنای این گونه کتاب‌ها تأثیر به سزا داشته و کمیته ملی سدهای بزرگ ایران را در انجام رسالت خود یاری و مساعدت خواهد نمود.

کتاب حاضر که به همت کمیته ملی سدهای بزرگ ایران در اختیار علاقمندان صنعت آب کشور قرار می‌گیرد، نمره تألیف آقایان دکتر شهاب‌الدین یشری و مهندس سیاوش قایزلو از اعضای کمیته تخصصی مواد و مصالح برای سدهای خاکی می‌باشد که می‌تواند برای مهندسان، کارشناسان و دست‌اندرکاران این رشته سودمند واقع شود.

جا دارد از مساعی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران و به ویژه کمیته تخصصی مواد و مصالح برای سدهای خاکی که در تهیه مجموعه حاضر تلاش نمودند، قدردانی کرده و موفقیت این کمیته ملی را در انجام خدمات علمی و فنی از درگاه ایزد منان مسئلت نماید.

رسول زرگر

معاون وزیر نیرو در امور آب و

قام مقام رئیس شورای عالی کمیته ملی سدهای بزرگ ایران

پیش‌نوشتار

پیشرفت دانش مهندسی، گسترش امکانات، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی، بشر امروزی را قادر می‌سازد تا شرایط نامساعد ژئوتکنیکی را جهت ساخت پروژه‌های عمرانی به شرایط مطلوب و ایده‌آل مهندسان تبدیل کند.

روش‌های بهسازی خاک و ازجمله تراکم دینامیکی در واقع بهبود خواص مهندسی خاک و رفع مشکلات ژئوتکنیکی فراروی طرح‌های عمرانی نظیر سدسازی می‌باشد که می‌تواند شامل افزایش تاب باربری و مقاومت برشی خاک، بهبود خواص تغییر شکل‌پذیری و کاهش نشست، حذف پتانسیل روانگرایی، کاهش نفوذپذیری و حذف خطر رمبندگی باشد.

این روش که سابقه استفاده از آن براساس نقاشی‌های باستانی چینی به قرن‌ها پیش برمی‌گردد، در قرن بیستم با پیشرفت‌های بوجود آمده در ماشین‌آلات ساختمانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و در پروژه‌های مختلف در سراسر دنیا با موفقیت استفاده شده است.

در این نوشتار، ضمن معرفی مؤلفه‌های مختلف این روش بهسازی خاک در سدهای خاکی، روش طراحی و مسایل مختلف مطرح در آن و اجرای تراکم دینامیکی توضیح داده شده است. همچنین از تجارب مختلف موجود در این زمینه شامل تجارب داخلی و بین‌المللی مثال‌هایی ارائه گردیده است.

وظیفه خود می‌داند از کمیته ملی سدهای بزرگ ایران به جهت فراهم آوردن امکان تألیف این نوشتار و نیز شرکت مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار به لحاظ در اختیار گذاشتن تجارب فنی طراحی و اجرای پروژه‌های تراکم دینامیکی در دانش کشور تشکر و قدردانی نماید.

سید شهاب‌الدین یثربی