

راهنمای کاربردی اجرای دیوارهای آب‌بند و دیافراگمی

تألیف

مهندس امیدرضا محبی

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه : محبی، امیدرضا، ۱۳۵۲ -
 عنوان و نام پدیدآور : راهنمای کاربردی اجرای دیوارهای آب‌بند و دیافراگمی/تالیف امیدرضا محبی.
 مشخصات نشر : تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲.
 مشخصات ظاهری : ج، ۲۳۶ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).
 شابک : ۱۵۰۰۰۰ ریال 1-164-210-978-964-978-964-210-164-1
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : کتابنامه: ص. ۲۲۳.
 یادداشت : واژه‌نامه.
 موضوع : دیوارهای دیافراگمی
 موضوع : سد و سدسازی -- پی‌سازی
 موضوع : سد و سدسازی -- طرح و محاسبه
 شناسه افزوده : جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر
 زده بندی کنگره : ۱۳۹۲ ۳۲/۲ TAV
 زده بندی دیویی : ۶۲۴/۱۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۳۴۳۵۵۸



انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

-
- نام کتاب : راهنمای کاربردی اجرای دیوارهای آب‌بند و دیافراگمی
 - تألیف : مهندس امیدرضا محبی
 - نوبت چاپ : اول
 - سال چاپ : ۱۳۹۲
 - شمارگان : ۳۰۰۰ نسخه
 - چاپخانه : اصیل
 - قیمت : ۱۵۰۰۰۰ ریال
 - شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۶۴-۱
 - آدرس مرکز پخش : شهرک غرب - خیابان ایران زمین - خیابان گلستان - پلاک ۷
 - شرکت ملی ساختمان
- ISBN 978-964-210-164-1



پیشگفتار جهاد دانشگاهی

توجه به تقویت بنیه علمی دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی یکی از وظایف اصلی همه آگاهان و دست‌اندرکاران این امور در دوران بازسازی کشور اسلامی عزیزمان ایران می‌باشد. در همین راستا جهاد دانشگاهی با آگاهی نسبت به این موضوع، تمامی توان خود را صرف افزایش سطح علمی دانشجویان و آینده‌سازان کشورمان نموده است و در این مسیر از هیچ کوشش و تلاشی دریغ نمی‌کند.

انتشارات جهاد دانشگاهی با این اعتقاد که دستیابی به استقلال علمی، اقتصادی و عقیدتی بدون دستیابی اولیه به سطوح بالای علمی و تکنولوژی‌های مدرن در کنار ایمان و اعتقاد، امکان‌پذیر نمی‌باشد، سعی می‌کند با آماده‌سازی و انتشار متون متنوع علمی به هر دو زبان فارسی و لاتین که از سطح مطلوب علمی نیز برخوردار باشند به وظیفه انسانی و اعتقادی خویش عمل کند و امیدوار است که بتواند کمکی هرچند ناچیز به علاقه‌مندان و دلسوزان میهن اسلامی و پویندگان راه علم انجام دهد.

با این باور و اعتقاد از همه عزیزان دانش‌پژوه جهت ارایه نظرات و پیشنهادات برای هرچه بهتر شدن سطح علمی انتشارات این جهاد، یاری می‌طلبیم.

در انتها، این کتاب را به روان پاک شهدای دانشگاهی بویژه شهدای دانشگاه صنعتی امیرکبیر تقدیم می‌نماییم. امید است کلیه دانشگاهیان استوار و ثابت‌قدم، پوینده راه شهیدان در محیط مقدس دانشگاه باشند.

والسلام علی من التبع الهدی

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

مدیر مسئول

احمد رضا مختاری

فهرست مطالب

فصل اول:	۱
مفاهیم و کاربردها	۱
مقدمه	۱
کاربرد دیوارهای آب بند و دیافراگمی	۲
انواع جداره های زیر زمینی	۱۲
۱- سپرکوبی	۱۲
۲- شمع های هم پوشان	۱۴
الف) اجرای دیوار محافظت ناپيوسته	۱۴
ب) اجرای دیوار محافظ پيوسته به روش سخت نرم	۱۶
پ) اجرای دیوار محافظ پيوسته بروش سخت/سخت	۱۸
دیوار های آب بند با گل روان	۱۹
ترانشه گل روان	۱۹
دیوار های آب بند با بتن معمولی یا بتن پلاستیک	۲۰
دیوارهای دیافراگمی	۲۲
فصل دوم:	۲۵
آشنایی با ماشین آلات اجرای جداره های زیر زمینی	۲۵
ماشین آلات حفاری جداره های زیر زمینی	۲۵
سپر کوب ها یا دستگاه های ارتعاشی	۲۵
حفار های دورانی	۲۶
اوگرها	۲۷
باکت ها	۲۸
کلامشل (گراب)	۲۹
هیدروفرز (هیدرو میل)	۳۳

فصل سوم:	۴۱
معیار های طراحی بتن پلاستیک و دیوار آب بند	۴۱
مقدمه	۴۱
تقسیم بندی رسی ها	۴۳
کانی های خاک های رسی	۴۴
مصالح بتن پلاستیک و مشخصات فنی آنها	۴۷
بتنوتیت	۴۷
طیله بندی بتنوتیت	۵۱
وزن مخصوص، خلالت (گرانروی)، PH، درصد ماسه گل بتنوتیت	۵۲
سیمان	۵۴
سنگدانه ها	۵۸
آب	۵۹
مواد افزودنی	۵۹
کند گیر کننده ها	۵۹
تند گیر کننده ها	۶۰
روان کننده ها	۶۰
بتن پلاستیک	۶۱
ویژگی های بتن پلاستیک در مقایسه با بتن معمولی	۶۱
طرح اختلاط بتن پلاستیک	۶۲
مشخصات فنی بتن پلاستیک	۶۴
مدول الاستیسیته (مدول یانگ) بتن پلاستیک و روش محاسبه	۶۴
عوامل موثر بر مدول الاستیسیته	۶۶
نفوذ پذیری و عوامل موثر بر آن	۷۳
تغییر شکل دیوار	۷۷
مقاومت فشاری دیوار آب بند	۷۸
شکست هیدرولیکی	۷۹
ضخامت دیوار	۸۰
شرایط زمین و شرایط محلی	۸۱
مراحل تهیه طرح اختلاط بتن پلاستیک	۸۲
نمونه هایی از طرح های اختلاط اجرا شده بتن پلاستیک	۸۹
سد کرخه	۸۹
سد گتوند	۹۱

سد و نیروگاه ملامدرا.....	۹۲
سد عمارت.....	۹۳
سد استور (شهریار).....	۹۴
سد دویج.....	۹۶
فصل چهارم:	۹۹
تجهیزکاریگاه و پیش‌نیازها	۹۹
مقدمه	۹۹
تجهیزات و ملزومات اولیه	۱۰۰
دستگاه حفاری.....	۱۰۰
دستگاه دیسندر.....	۱۰۱
میکسر یا همزن ساخت گل بنتونیت.....	۱۰۶
لوله های ترمی، قیف و لوله های انتقال گل حفاری و سایر تجهیزات.....	۱۰۹
ساخت و نگهداری گل حفاری درون حوضچه	۱۱۲
نکاتی در خصوص حجم و احداث حوضچه های گل بنتونیت.....	۱۱۶
روش های مختلف نگهداری و عمل آوری گل بنتونیت.....	۱۲۱
نکاتی در خصوص نگهداری و عمل آوری گل بنتونیت.....	۱۲۵
موارد پرت گل حفاری.....	۱۲۶
تغییر مشخصات گل حفاری و حل مشکلات مربوطه.....	۱۲۷
تجهیزات تولید و ساخت بتن پلاستیک	۱۲۹
مراحل ساخت بتن پلاستیک	۱۳۲
ساخت دوغاب (گل) بنتونیت.....	۱۳۲
تولید گروت (دوغاب) پلاستیک.....	۱۳۲
تولید بتن پلاستیک.....	۱۳۳
مقدمه	۱۳۵
۱- احداث پلنفرم و سکوی حفاری.....	۱۳۸
۲- احداث دیوار هادی حفاری (Guide Wall).....	۱۴۰
۳- نقشه برداری (پیاده کردن پانل های اولیه و ثانویه) و پیش حفاری.....	۱۴۴
۴- حفاری پانل ها.....	۱۴۵

- ۵- ترتیب حفاری پائل ها ۱۴۸
- ۶- بتن ریزی با لوله ترمی ۱۵۳
- روش اجرای دیوار های دیافراگمی ۱۵۹

فصل ششم: ۱۶۵

کنترل کیفیت عملیات اجرایی ۱۶۵

- مقدمه ۱۶۵
- اندازه گیری غلظت (گراتروی) گل حفاری ۱۶۶
- تعیین درصد ماسه گل حفاری ۱۶۸
- اندازه گیری PH گل حفاری ۱۶۹
- تعیین درصد تلفات آب ۱۷۰
- تعیین جرم مخصوص گل حفاری ۱۷۱
- کنترل کیفیت مصالح بتن پلاستیک ۱۷۱
- سیمان ۱۷۱
- مصالح سنگی ۱۷۴
- آب ۱۷۴
- بتونیت و گل حفاری ۱۷۴
- کنترل کیفی بتن پلاستیک ۱۷۵
- کنترل های کلی دیوار آب بند ۱۷۶

فصل هفتم: ۱۷۷

مشکلات و مسائل اجرایی ۱۷۷

- مقدمه ۱۷۷
- گیر کردن کاتر دستگاه حفار درون پائل ۱۷۷
- شکسته شدن تیغه های کاتر ۱۸۰
- ریزش پائل ها ۱۸۱
- ترپان زنی ۱۸۴
- فرار گل ۱۸۵
- پدیده جوشش ۱۸۶
- مشکلات ناشی از شرایط جوی ۱۸۷
- جابجائی دستگاه حفار ۱۸۸

سایش و پارگی صافی سرندهای دیسندر.....	۱۸۸
خرابی سیم بکسل.....	۱۸۹

فرم ۱: گزارش بتن ریزی پانل دیوار آب بند.....	۱۹۳
فرم ۲: گزارش انجام کار و تأیید نهائی دیوار آب بند.....	۱۹۴
فرم ۳: گزارش روزانه عملیات دیوار آب بند.....	۱۹۵
فرم ۴: گزارش عملیات حفاری دیوار آب بند.....	۱۹۶
فرم ۵: مجوز عملیات حفاری پانل دیوار آب بند.....	۱۹۷
فرم ۶: مجوز عملیات بتن ریزی پلاستیک پانل دیوار آب بند.....	۱۹۸

پیوست ۲:.....	۱۹۹
افزون های استفاده از دیوار دیافراگمی.....	۱۹۹
کاربرد های دیوار دیافراگمی.....	۱۹۹
۱- استفاده برای احداث دیوار موقت نگهدارنده یا دیوار دائم گود برداری ها.....	۱۹۹
۲- بعنوان دیوارهای سازه ای در ساخت پارکینگ های زیرزمینی.....	۱۹۹
۳- احداث تونل های کم عمق مترو.....	۱۹۹
۴- استفاده بعنوان دیوار های سازه ایستگاه های مترو و سازه هواکش های آن.....	۱۹۹
۵- استفاده برای احداث مراکز کنترل و فرمان مترو، تاسیسات زیر زمینی برق و مراکز استراتژیک.....	۱۹۹
۶- استفاده برای احداث مخازن زیر زمینی آب و نفت.....	۱۹۹
۷- استفاده بعنوان مخازن زیر زمینی LNG در شهر های مصرف کننده.....	۱۹۹

پیوست ۳:.....	۲۰۵
آشنایی با انواع سنگ ها.....	۲۰۵
مقدمه.....	۲۰۵
تقسیم بندی سنگ ها.....	۲۰۵
سنگ های آخرین.....	۲۰۶
سنگ های آذرین درونی.....	۲۰۷
سنگ های آذرین بیرونی.....	۲۰۷

سنگ های رسوبی	۲۱۰
سنگ های آواری	۲۱۰
سنگ های رسوبی کلاستیک	۲۱۰
سنگ های رسوبی بیوشیمیایی	۲۱۱
سنگ های رسوبی شیمیایی	۲۱۲
سنگ های دگرگونی	۲۱۲
سنگ های دگرگونی مجاورتی	۲۱۳
سنگ های دگرگونی ناحیه ای	۲۱۴
دگرگونی دینامیک	۲۱۵
چرخه سنگ	۲۱۶
واژه نامه	۲۱۹
مراجع و منابع	۲۲۳

« به نام خدا پاسدار حرمت خون شهیدان »

پیام مدیر عامل

حمد و سپاس بی پایان خداوند جهان آفرین را که در سایه رحمت و عنایات واسعه اش، و به لطف همدلی و تلاش ستودنی همه مهندسان، پرسنل و کارکنان، امروز با پشتوانه پنجاه و پنج سال تجربه و فعالیت مستمر، شاهد شرکتی پویا و توانمند هستیم که در کارنامه درخشانش اجرای پروژه های بسیاری در زمینه های مختلف عمرانی از جمله فرودگاه، مترو، سد، راه و راه آهن، پل و تونل، کارخانجات فولاد و سیمان، ابنیه های عظیم مسکونی، آموزشی و درمانی ثبت است، پروژه هایی که هر یک به نوبه خود گواه صادقی است بر برداشتن گام هایی موثر در راستای آبادانی و استقلال کشور عزیزمان.

شرکت ملی ساختمان، با سر لوحه قرار دادن رضایت کارفرمایان و با اعتقاد به انجام کار فنی و کیفی توأم با برنامه ریزی، افق هایی والا و بزرگ برای خود ترسیم نموده، بگونه ای که هم اینک انجام پروژه های بزرگ ملی در اقصی نقاط کشور و مشارکت فعال در انجام پروژه های بین المللی با حضور طرف های خارجی در قالب پیمانکاری (C)، طرح و اجرا (E.P.C)، طرح و اجرا و تامین مالی (E.P.C.-F)، ساخت و بهره برداری و انتقال (B.O.T)، این شرکت را در جایگاهی ممتاز و در قله های رفیع فعالیت های عمرانی و مهندسی کشور قرار داده است.

در این راستا شرکت ملی ساختمان با اختصاص منابع و حمایت از متخصصان خود سعی نموده، بعنوان عضوی از جامعه مهندسی کشور، گامی در راستای خدمت رسانی به این جامعه برداشته و از منظر یک اجرا کننده، تجربیات فنی و مهندسی خویش را با دیگر اعضاء به اشتراک گذارد، تا علاوه بر نهادینه نمودن مستند سازی و مدیریت دانش، در زمینه نشر علوم مهندسی نیز در زمره شرکت های پیشرو در سطح کشور باشد.

کتاب حاضر سومین مجلدیست که با دید کاربردی و بهره گیری از مراجع معتبر و کسب نظر از اهل فن در حوزه های دانشگاهی، مهندسین مشاور و پیمانکاران تخصصی، توسط شرکت ملی

ساختمان به چاپ رسیده و امید است که بهره‌گیری از مطالب آن، سبب افزایش سطح کیفی و اقتصادی تر شدن پروژه‌ها گشته و برای متخصصان دیگر شرکت‌های پیمانکار و مشاور و همچنین مهندسانی که تازه پا به عرصه عمرانی نهاده‌اند، مفید واقع گردد.

از کلیه اعضای هیئت مدیره، معاونین، مدیران و کارکنان شرکت ملی ساختمان که با تلاش و همدلی در جهت ارتقاء نام و جایگاه شرکت گام برداشته و بخصوص از زحمات بی‌شائبه مولف، آقای مهندس امید رضا محبی، که از مدیران موفق، موثر و نمونه شرکت ملی ساختمان می‌باشند و توانستند با تلفیق بهنگام و صحیح تئوری با تجربیات عملی خویش این مهم را به سرانجام برسانند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم، امید که همواره در پیشگاه خداوند متعال سرفراز و موفق بوده و توفیق ادامه این مسیر را داشته باشند.

در پایان خدای را بار دیگر شاکریم و بر محمد و آل محمد درود می‌فرستیم.

علی اصیلی

مدیر عامل شرکت ملی ساختمان

جان فدای آنکه ناپیداست باد

مقدمه

حمد و سپاس خدای منان را که توفیق نگارش کتاب حاضر را عنایت فرمود. اجرای دیوار های آب بند و دیافراگمی در پروژه های بزرگی مانند سد سازی ، مترو، ساختمان سازی، اسکله سازی و ... بطور گسترده ای انجام می شود، در کشور عزیزمان ایران نیز تاکنون در پروژه های عمرانی بزرگی دیوار های آب بند و دیافراگمی احداث شده است و بدلیل عملکرد مثبت آن در حال حاضر، بصورت متداولی در دیگر پروژه های مشابه طراحی و بکارگیری می شود.

هدف از نگارش این کتاب ایجاد مجلدی متمرکز است تا ضمن آشنا کردن خواننده با موضوع و گستره فعالیت، مطالب بصورت راهنمای کاربردی در اختیار دست اندرکاران و عوامل فنی و اجرایی پروژه ها قرار گیرد و همچنین سعی شده برای مهندسین عزیزى که تازه قدم به کارگاهها گذارده اند، موضوعات بصورت مصور و فصل بندى شده و در قالبى ساده قابل استفاده باشد و در نهایت اینکه با مطالعه و بکارگیری آن، تاثیرى هر چند مختصر در افزایش کیفیت و سرعت عملیات اجرایی فراهم شود.

کتاب حاضر حاصل بهره گیری از تجربه های فنی و اجرایی متخصصین زیادی است که در پروژه های بزرگی چون سد های کرخه، گتوند، ملاصدرا ، عمارت، خطوط مترو و ... سالها تلاش نموده و در حد توان سعی شده، مطالب از معتبرترین مراجع و آئین نامه های داخلی و خارجی گردآوری شود و همچنین در تالیف آن به نکات ذیل توجه ویژه ای گردیده است:

۱- بهره‌گیری از تجربیات سایر مهندسين و صاحب‌نظران و افراد دخیل در پروژه‌های مختلف.

۲- بازیابی متن کتاب توسط افراد صاحب‌نظر از مشاورین و پیمانکاران صنعت سد سازی کشور.

۳- ترکیب مطالب تئوریک و عملی و دسته‌بندی نمودن اطلاعات بر اساس فصول و پیوست‌های مشخص.

۴- امکان استفاده و سازگار کردن مطالب، در کارگاه‌های مختلف با صرف کمترین زمان و کمترین تغییرات لازم.

نگارنده مطالب ارائه شده را تمام و کمال و خارج از اشکال ندانسته، و اینجانب خود را مدیون اساتید و صاحب‌نظران ارجمند و گرانقدری، ذی‌اهم دانست که با سعه صدر خویش مرا در غنای بیشتر مجموعه راهنمایی فرمایند.

به راه باید رفتن به از نشستن باطل که گر مرا دنیا بم بقدر وسع بگوئم (سعدی)

امید رضا محببی

آدرس پستی: شهرک غرب- خیابان ایران زمین- خیابان گلستان- پلاک ۷

ormohebbi@yahoo.com

پست الکترونیک:

or.mohebbi@gmail.com

تقدیر و تشکر

پس از حمد و ستایش پروردگار و سپاس از توفیقی که عطا فرمود، از اساتید و دوستان ارجمند زیر که هر کدام به طریق اینجانب را در پدید آوری و نگارش مجموعه یاری نمودند، کمال تقدیر و تشکر را دارم:

- از آقای مهندس اصیلی مدیر عامل محترم شرکت ملی ساختمان که با حسن نظر و موافقت ایشان، این کتاب به چاپ رسیده، و مشوق اینجانب بوده اند، صمیمانه سپاسگزارم، بی شک حسن مدیریت و نگاه بلند ایشان که تعالی و توفیقات شرکت را به همراه داشته، زمینه ساز تالیف این کتاب گردیده است.
- از آقای مهندس شاهسواری معاونت محترم اجرایی وقت شرکت ملی ساختمان و دیگر اعضای محترم هیئت مدیره، که با چاپ کتاب موافقت فرمودند، تشکر می نمایم.
- بمنظور غنای هر چه بیشتر مطالب، پیش نویس کتاب در اختیار آقای مهندس تفضلی (معاونت محترم توسعه ساختمان بنیاد)، آقایان مهندس گلشن و مهندس فاطمی (شرکت مهندسی مشاور آبان پژوه)، آقای دکتر رئیسی (شرکت مهندسی مشاور آبدان فراز)، آقای دکتر عسگری (شرکت مهندسی مشاور بندآب)، آقای مهندس رباعی (شرکت بناب سد)، آقای دکتر شاملو (دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی) و کارشناسان محترم مربوطه قرار گرفت که در این رابطه، از راهنمایی های این بزرگواران کمال استفاده گردید و بدین وسیله از مدیران و متخصصین این شرکت ها و موسسات تشکر صمیمانه دارم، همچنین مطالب کتاب از طریق انتشارات دانشگاه

صنعتی امیر کبیر مورد بررسی و داوری اساتید این دانشگاه قرار گرفت که بدینوسیله از راهنمایی‌ها و بررسی‌های انجام شده تشکر می‌گردد.

- از آقای مهندس بیثا که ضمن ایجاد فرصت لازم، نسبت به معرفی برخی منابع اینجانب را کمک نمودند، سپاسگزارم.
- از آقای مهندس جباری بابت مطالعه پیش نویس کتاب و همچنین در اختیار قرار دادن آن به شرکت آیدان فراز تشکر می‌نمایم.
- از آقای میرزائی مدیریت محترم اداری شرکت ملی ساختمان بابت پیگیری‌های مستمر در خصوص انعقاد قرارداد چاپ تشکر می‌نمایم.
- از آقای مهندس هویدی بواسطه قرار دادن برخی منابع و عکس‌های پروژه‌گتوند، تشکر می‌نمایم.
- از آقای بخشی بابت زحماتی که در خصوص طراحی جلد کتاب داشتند قدردانی می‌نمایم.
- از تجربه و دانش بسیاری از مهندسین عزیز در پروژه‌های مختلف بتدریج بهره‌گیری و در نگارش کتاب استفاده گردیده است که گر چه ذکر نام آنها، در اینجا نرفته، لیکن اجر آنها در پیشگاه ایزد یکتا محفوظ و از همگی تشکر دارم.