

راهنمای کاربردی

بتن سبکدانه سازه‌ای

تألیف:

محمد شترچی زاده

نیکلاس علی لیب

مارال جلیلی

عنوان و نام پدید آور:	راهنمای کاربردی بتن سبکدانه سازه‌ای / نویسندگان محمد شکرچی‌زاده ... [و دیگران]
مشخصات نشر:	تهران: علم و ادب، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری:	۳۳۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	978-964-7005-63-0
یادداشت:	نویسندگان محمد شکرچی‌زاده، نیکلاس علی لیبر مارال جلیلی
یادداشت:	واژه‌نامه
یادداشت:	کتابنامه
موضوع:	بتن سبک
سناسه افزوده:	شکرچی‌زاده، محمد، ۱۳۳۹ .
رده‌بندی کنگره:	۱۳۹۰ ر / ۴۳۹ TA
رده‌بندی دیو:	۱۸۳۴ / ۶۲۴
شماره کتابشناسی:	۲۶۳۸۵۰۵

راهنمای کاربردی بتن سبکدانه سازه‌ای

نویسندگان: محمد شکرچی‌زاده، نیکلاس علی لیبر، مارال جلیلی

ناشر: انتشارات علم و ادب

با همکاری انستیتو مصالح ساختمانی، پردیس سبکدانه‌ها، فنی، دانشگاه تهران

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

صفحه آرای: حورا حاجی محمد شفیع

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۰۰۵-۶۳-۰

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

«کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و جز اینها محفوظ است.»

نشانی: خیابان انقلاب، خیابان قدسی، پلاک ۳، واحد ۲، تلفن: ۶۶۹۶۶۵۸۶

فهرست مطالب

پیشگفتار ۳

فصل اول- معرفی بتن سبک ۷

۱-۱ مقدمه ۷

۲-۱ تاریخچه کاربرد بتن سبکدانه ۹

۳-۱ روش‌های تولید بتن سبک ۱۱

بتن ۱-فنج ۱۱

بتن بدون بزرگانه یا بتن با ساختار باز ۱۲

بتن سبکدانه ۱۳

۴-۱ انواع بتن سبک ۱۳

بتن سبک غیر سازه‌ای ۱۳

بتن سبک نیمه سازه‌ای ۱۵

بتن سبک سازه‌ای ۱۶

۵-۱ سبکدانه‌ها ۱۶

۶-۱ مزایای کاربرد بتن سبک ۱۸

سبک بودن ۱۸

عایق بودن حرارتی ۱۸

مقاومت در برابر سایش ۱۹

مقاومت در برابر آتش ۲۰

سهولت در تخریب ۲۰

پایایی بیشتر ۲۱

فصل دوم- مشخصات مصالح سبکدانه ۲۳

۱-۲ مقدمه ۲۳

۲-۲ دانه‌بندی ۲۵

دانه‌های شکسته در سنگدانه‌ها	۲۶
ذرات بسیار ریز در سنگدانه‌ها	۲۷
۳-۲ چگالی سبکدانه‌ها	۲۸
حجم توده‌ای	۲۸
حجم مطلق	۲۹
چگالی توده‌ای	۳۰
چگالی دانه‌ای	۳۰
روشهای اندازه گیری چگالی	۳۲
حداکثر چگالی سبکدانه‌ها و محدوده رواداری آنها	۳۲
۴-۲ مقاوم نه‌ها	۳۴
آزایش رومت در برابر خردشدگی	۳۴
آزمایش ریش ریش جابر	۳۶
آزمایش ملات استاندارد	۳۷
آزمایش ظرفیت مقاومت	۳۸
۵-۲ جذب آب	۳۸
۶-۲ مقاومت در برابر چرخه ذوب و ج	۴۱
۷-۲ ویژگی‌های شیمیایی سبکدانه	۴۳
کلریدها	۴۳
سولفات‌ها	۴۴
مواد آلی	۴۴
لک شدگی	۴۴
افت ناشی از احتراق	۴۴
کلوخه‌های رسی و ذرات سست	۴۴
واکنش‌های قلیایی سنگدانه‌ها	۴۴
۸-۲ سبکدانه‌های طبیعی	۴۶
پومیس	۴۶
اسکریا	۴۷
توف	۴۸

۴۹	۹-۲ سبکدانه‌های مصنوعی با استفاده از مواد طبیعی
۴۹	پرلیت
۵۲	رس منبسط شده (لیکا)
۵۴	شیل منبسط شده
۵۵	اسلیت منبسط شده
۵۶	ورمیکولیت
۵۷	دیاتومیت
۵۸	۱۰-۲ سنگدانه مصنوعی با استفاده از مواد جانبی صنایع
۵۸	خستر بادی کلورخه شده
۵۹	سرباره منبسط شده
۶۰	۱۱-۲ سبکدانه‌های موجود در ایران
۶۱	پوکه معدنی پومین و اسکرین
۶۲	توف
۶۲	دیاتومیت
۶۳	پرلیت
۶۴	ورمیکولیت
۶۴	لیکا
۶۵	۱۲-۲ خواص سنگدانه‌های سبک
۶۹	فصل سوم- مشخصات بتن سبک
۶۹	۱-۳ مقدمه
۷۰	۲-۳ کارپذیری بتن تازه
۷۱	آزمایش اسلامپ
۷۲	آزمایش جریان
۷۳	۳-۳ پایداری بتن تازه
۷۳	آزمایش استوانه
۷۴	آزمایش ستون جداشدگی
۷۶	۴-۳ چگالی

۷۶	انواع چگالی بتن سبک
۷۸	حداکثر چگالی بتن سبک
۷۹	آزمایش های تعیین چگالی بتن سبک
۸۰	۵-۳ مقاومت بتن سبکدانه سازه ای
۸۰	مقاومت فشاری
۸۲	مدول گسیختگی
۸۴	مقاومت کششی دو نیم شدن
۸۷	تأثیر مقاومت کششی در روابط طراحی سازه
۸۸	مقاومت پیوستگی بتن سبک و آرماتور
۸۹	۶-۳ مدول الاستیسیته و نسبت بواسون بتن سبکدانه
۹۱	نسبت بواسون
۹۲	۷-۳ مقدار هوای بتن سبک
۹۳	روش فشاری تعیین هوای بتن تازه
۹۴	روش حجمی تعیین هوای بتن تازه
۹۵	۸-۳ ریز ساختار بتن سبکدانه
۹۶	لایه مرزی میان سبکدانه و خمیر سیمان
۹۷	آب انداختگی داخلی و واکنش پوزولانی
۹۸	سازگاری الاستیک
۹۹	ریز ساختار
۱۰۰	۹-۳ ظرفیت مقاومتی
۱۰۵	۱۰-۳ پایایی بتن سبک در برابر شرایط محیطی خورنده
۱۰۷	کریناسیون
۱۰۷	واکنش قلیایی-سیلیکاتی
۱۰۷	مقاومت در برابر سایش
۱۰۸	مقاومت در برابر چرخه ذوب و یخ
۱۰۸	نفوذپذیری و حفاظت در برابر خوردگی
۱۰۹	اثر ناحیه تماسی بر دوام بتن
۱۱۲	دستورالعمل های آیین نامه برای پایایی بتن سبک

۱۱۴	پوشش بتن بر روی آماطور
۱۱۵	۱۱-۳ مشخصات حرارتی و مقاومت در برابر آتش
۱۱۶	اثر رطوبت بر هدایت حرارتی بتن
۱۱۷	رطوبت تعادل یافته بتن
۱۱۷	قابلیت انتقال حرارت
۱۱۷	ضریب انتقال حرارتی
۱۱۷	مقاومت بتن سبک در برابر آتش
۱۱۸	مقاومت بتن سبک در برابر آتش
۱۱۹	۱۱-۳ جمع شدگی و خزش
۱۱۹	دلایل خزش و جمع شدگی بتن
۱۲۰	جمع شدن بتن سبک
۱۲۳	خزش بتن سبک
۱۲۵	فصل چهارم - فرایند اختلاط
۱۲۵	۱-۴ مقدمه
۱۲۵	۲-۴ مبانی طرح مخلوط بتن سبک
۱۲۷	۳-۴ عوامل تاثیرگذار بر طرح مخلوط بتن سبکدانه
۱۲۷	رطوبت و جذب آب
۱۲۹	آب آزاد و آب اختلاط
۱۳۰	نسبت آب به سیمان
۱۳۰	حجم سبکدانه
۱۳۱	دانه بندی سبکدانه ها
۱۳۲	چگالی
۱۳۳	کارپذیری
۱۳۳	مواد حباب ساز
۱۳۴	تخمین اولیه نسبت های اختلاط
۱۳۴	۴-۴ روش وزنی ACI
۱۳۵	فرایند تعیین نسبت های اختلاط در روش وزنی ACI

مزیت‌ها و معایب روش وزنی ACI	۱۴۱
۵-۴ روش طرح مخلوط دوفازی	۱۴۱
فرایند تعیین نسبت‌های اختلاط در روش طرح مخلوط دوفازی	۱۴۲
مزیت‌ها و معایب روش طرح مخلوط دوفازی	۱۴۵
۶-۴ روش طرح مخلوط مبتنی بر ظرفیت مقاومتی	۱۴۵
فرایند تعیین نسبت‌های اختلاط در روش طرح مبتنی بر ظرفیت مقاومتی	۱۴۶
مزیت‌ها و معایب روش طرح مبتنی بر ظرفیت مقاومتی	۱۵۲
۴-۱ اصلاح طرح مخلوط اولیه	۱۵۳
۴-۱ مثال طرح مخلوط	۱۵۴
روش وزنی ACI	۱۵۴
روش طرح مختلط دوفازی	۱۵۶
روش طرح مخلوط مبتنی بر ظرفیت مقاومتی	۱۵۹
مقایسه طرح مخلوط‌ها به دست آمده از روشهای مختلف	۱۶۲
فصل پنجم - پیمان‌گیری و ساخت بتن سبک	۱۶۵
۱-۵ مقدمه	۱۶۵
۲-۵ آماده کردن سبکدانه‌ها	۱۶۶
روش آب‌پاشی	۱۶۷
روش غوطه‌وری	۱۶۷
روش مکش	۱۶۷
۳-۵ تغییرات چگالی سبکدانه	۱۶۸
۴-۵ پیمان‌گیری بتن سبک	۱۶۹
توزین درشت‌دانه‌های سبک	۱۷۰
توزین ریزدانه‌های سبک	۱۷۴
۵-۵ مخلوط کردن بتن سبک	۱۷۵
ترتیب اختلاط	۱۷۶
زمان اختلاط	۱۷۷
مخلوط کن‌های ثابت	۱۷۷

۱۷۸.....	کامیون مخلوط کن
۱۷۹.....	۶-۵ افت کارایی بتن سبک
۱۸۱.....	۷-۵ حمل و نقل
۱۸۳.....	فصل ششم - اجرای بتن سبک و کنترل کیفیت آن
۱۸۳.....	۱-۶ مقدمه
۱۸۴.....	۲-۶ بتن ریزی
۱۸۵.....	۳-۶ مدت زمان مفید اجرا
۱۸۶.....	تیراندن دما
۱۸۷.....	پیش خیس کردن سبکدانه ها
۱۸۷.....	افزودن آب یا افزودنی در کارگاه ساختمانی
۱۸۹.....	۴-۶ تراکم و جایدهی
۱۹۰.....	۵-۶ پرداخت
۱۹۲.....	۶-۶ عمل آوری
۱۹۴.....	۷-۶ پمپ کردن بتن سبکدانه
۱۹۵.....	فرایند پمپ کردن
۱۹۷.....	آماده سازی سبکدانه ها
۱۹۹.....	تنظیم طرح مخلوط برای تامین قابلیت پمپ پذیری
۲۰۳.....	آزمایش های مربوط به پمپ پذیری
۲۰۵.....	۸-۶ کنترل کیفیت بتن سبک در کارگاه
۲۰۶.....	آزمایش کارپذیری بتن تازه
۲۰۷.....	آزمایش چگالی بتن تازه
۲۰۸.....	آزمایش مقاومت فشاری بتن سخت شده
۲۰۸.....	آزمایش مقاومت کششی بتن سخت شده
۲۰۹.....	آزمایش چگالی بتن سخت شده
۲۱۰.....	آزمایش مقدار هوا
۲۱۱.....	چک لیست کنترل کیفیت
۲۱۱.....	۹-۶ اصلاح طرح اختلاط

۲۱۲.....	افزایش در درصد ریزدانه به کل سنگدانه‌ها
۲۱۲.....	درصد هوا
۲۱۲.....	اسلامپ

فصل هفتم- نمونه‌های کاربرد بتن سبک..... ۲۱۳

۲۱۳.....	۱-۷ مقدمه
۲۱۳.....	بندر کوزا
۲۱۴.....	معبد پانتئون
۲۱۵.....	کارزیوم
۲۱۶.....	۷ بتن سبک در پل‌سازی
۲۱۶.....	ساخت پل با استفاده از بتن سبک
۲۱۶.....	پل خلیج سن از نیس-کو-اوکلند
۲۱۸.....	پل دیکروف
۲۱۹.....	پل رودخانه کلیکتا
۲۲۰.....	پل بنیشیا-مارتینز
۲۲۲.....	پل رافت ساندت
۲۲۳.....	پل استولما
۲۲۴.....	پل نوردهوردلند
۲۲۵.....	پل خلیج سیاستین
۲۲۶.....	بازسازی پل‌های ساخته شده با استفاده از بتن سبک
۲۲۷.....	پلی در ایالت واشنگتن
۲۲۷.....	پل رودخانه جیمز
۲۲۸.....	پل بروکلین
۲۲۹.....	پل رودخانه کلمن
۲۲۹.....	۳-۷ بتن سبک در ساختمان‌سازی
۲۳۰.....	بانک آمریکا
۲۳۱.....	برج کامکست
۲۳۲.....	برج اصلی اداری جنوب

۲۳۳	برج اداری ب.ام.دبلیو در مونیخ آلمان
۲۳۴	برج یونیورسیتی کلاب
۲۳۶	۴-۷ بتن سبک در صنعت پیش ساخته
۲۳۷	استادیوم ولینگتون
۲۳۵	۶-۷ بتن سبک در سازه‌های فراساحلی
۲۴۰	سکوی نفتی هایپرینا
۲۴۲	سکوی نفتی هایدرون
۲۴۳	۷-۷ سازه‌های بتن سبک
۲۴۳	قالب‌های بتنی
۲۴۴	کشتی آتلانتیس
۲۴۵	کشتی سارا
۲۴۶	کشتی‌های بتنی راد پال
۲۴۹	پیوست یک
۲۵۳	پیوست دو
۲۵۹	پیوست سه
۲۶۳	پیوست چهار
۲۶۷	پیوست پنج
۲۷۱	پیوست شش
۲۷۷	پیوست هفت
۲۸۳	پیوست هشت
۲۸۷	پیوست نه
۲۹۳	مراجع
۳۱۱	واژه‌نامه

پیشگفتار

بتن به دلیل مزایای متعددی که دارد به عنوان اصلی ترین مصالح ساختمانی در قرن گذشته مورد استفاده بشر برای ساخت و ساز قرار گرفته است. اگر چه حجیم بودن و وزن نسبتاً زیاد سازه‌های بتنی در سازه‌هایی مانند سدها، شلوده‌ها، سوارهای حایل و مواردی نظایر آن مزیت محسوب می‌شود اما در برخی کاربردهای سازه‌ای دیگر مانند ساختمان‌های بلند مرتبه و پل‌های با دهانه بلند، باعث افزایش بارهای وارد بر سازه شده و مشکلاتی ایجاد می‌کند. این مشکلات به خصوص در کشورهایی مانند ایران که در مناطق لرزه‌خیز واقع شده‌اند و با توجه به اینکه بارهای ناشی از زلزله با افزایش جرم سازه افزایش می‌یابد، به صورت مستقیم احساس می‌گردد. ویژگی اصلی بتن سبک چگالی کمتر آن نسبت به بتن‌های سنتی است. این ویژگی بتن سبک به عنوان راه حلی مناسب برای کاهش مشکلات ناشی از وزن زیاد سازه‌های بتنی و در عین حال حفظ سایر مزیت‌های بتن توسعه یافته است. به این دلیل استفاده از بتن سبک در ساخت سازه‌های مختلف مانند عرشه پل‌های با دهانه بلند، سقف ساختمان‌های بلند مرتبه، سکوها، شارژ فراساحلی، قطعات پیش ساخته بتنی و مواردی نظایر آن کاربرد گسترده‌ای یافته است.

اولین کاربردهای بتن سبک سازه‌ای در مقیاس صنعتی به ابتدای قرن بیستم در آمریکای شمالی برمی‌گردد جایی که اولین سبکدانه‌های سازه‌ای از انبساط رس و شیل با کیفیت یکنواخت و قابل اعتماد تولید شدند. به فاصله کمی بعد از آن کارخانه‌های متعدد تولید سبکدانه مصنوعی در اروپای غربی و اروپای شرقی توسعه یافت که اگر چه تفاوت‌هایی در روش‌های تولید آن‌ها وجود داشت اما ویژگی همه آنها تولید سبکدانه‌هایی سبک، مقاوم و مهمتر از همه با کیفیت یکنواخت بود که ساخت بتن سبک سازه‌ای در مقیاس‌های بزرگ را امکان پذیر می‌نمود. پس از آن بود که بتن سبک

به عنوان مصالحی با نسبت مقاومت به چگالی بیشتر در مقایسه با بتن‌های سستی در ساخت و سازه‌های مهندسی کاربرد گسترده‌ای پیدا کردند به نحوی که امروزه نمونه‌های متعددی از کاربرد بتن سبک در کشورهای توسعه یافته آمریکای شمالی و اروپا قابل مشاهده است. تعدادی از این نمونه‌ها در فصل هفتم این کتاب مورد بررسی قرار گرفته است.

از سوی دیگر با وجود آنکه سابقه تولید سبکدانه صنعتی در ایران به بیش از سی سال قبل باز می‌گردد و علاوه بر آن منابع عظیم سبکدانه‌های طبیعی در کشور وجود دارد، اما کاربرد بتن سبک سازه‌ای در ایران بسیار محدود بوده و نمونه‌های قابل ذکر آن از تعداد انگشتان یک دست فراتر نمی‌رود. این موضوع دلایل متعددی دارد که بحث در مورد تمامی آن‌ها فراتر از مجال این پیشگفتار است. یکی از مهمترین این دلایل عدم آشنایی جامعه مهندسی کشور با ویژگی‌های این نوع از بتن‌ها است. ریشه بسته‌ای از عدم تقاضا به دلیل عدم شناخت مهندسين و عدم در دسترس بودن بتن سبک، از یک سو و عدم تولید به دلیل عدم وجود بازار قابل توجه از سوی دیگر ایجاد می‌کند. به این دلیل انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران به عنوان یک مرکز تحقیقاتی پیشرو که رسالت خود را افزایش دانش عمومی و تخصصی مهندسين در حوزه مواد و مصالح ساختمانی می‌داند و با توجه به سابقه پر از ده ساله این مرکز در زمینه بتن سبک و همکاری مستمر با شرکت لیکا و سایر تولید کنندگان بتن با بتن سبک، بر آن شد تا مجموعه مدونی از اطلاعات مورد نیاز دانشجویان، محققین، مهندسين و صنعتگران را فراهم نموده و در اختیار علاقه مندان قرار دهد.

استقبال قابل توجه مخاطبین از چاپ اولین کتاب بتن سبک با عنوان «بتن سبکدانه، دانش، فناوری، کاربردها» که در سال ۱۳۸۷ توسط انتشارات دانشگاه تهران و به حمایت از شرکت لیکا منتشر گردید و اکنون (سال ۱۳۹۰) در آستانه چاپ سوم قرار دارد و نیز استقبال خوب از این کنفرانس ملی بتن سبک که بهمن ماه ۱۳۹۰ توسط انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران و به همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و انجمن بتن ایران برگزار گردید نشان دهنده علاقه مندی مهندسين و دست اندرکاران ساخت و ساز به مقوله بتن سبک است. با توجه به تخصصی بودن و حجیم بودن کتاب اول که استفاده از آن را برای عموم مهندسين تا حدی مشکل می‌سازد تالیف کتاب حاضر با عنوان «راهنمای کاربردی بتن سبکدانه سازه‌ای» با هدف آشنایی عموم مهندسين، محققین و دست اندرکاران ساخت و ساز با دانش بتن سبک، تاکید بر وجوه اجرایی، آشنایی با دستورالعمل‌ها و استانداردها و جلوگیری از ورود به مباحث علمی پیچیده و غیرضروری در دستور کار قرار گرفت. این کتاب در ۷ فصل و ۶ ضمیمه تهیه گردیده است. فصل اول به معرفی بتن سبک، مروری بر

تاریخچه کاربرد آن و آشنایی با ویژگی‌های عمومی بتن سبک اختصاص یافته است. در فصل دوم انواع سبکدانه‌های مورد استفاده در بتن سبک و مشخصات آن بررسی شده است. ملزومات مورد نیاز برای تایید کیفیت سبکدانه‌ها مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی و نیز ویژگی‌های سبکدانه‌های موجود در ایران و مقایسه آن با سبکدانه‌های متداول در دنیا در فصل دوم بررسی شده است. در فصل سوم مشخصات فیزیکی و مکانیکی بتن سبک سازه‌ای مورد بحث قرار گرفته است. ویژگی‌هایی مانند حداکثر چگالی مجاز، مشخصات مقاومت فشاری، کششی، برشی، مدول الاستیسیته و نسبت پواسون، پایایی بتن در شرایط محیطی خورنده، مشخصات حرارتی بتن سبک و مواردی نظیر آن به تفصیل در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است. پس از آن، روش طرح اختلاط بتن سبکدانه سازه‌ای با استفاده از سه روش مختلف در فصل چهارم ارائه شده است. در فصل پنجم و ششم نکات اجرایی برای ساخت، اجرا و کنترل کیفیت بتن سبک در محل کارگاه مورد بحث قرار گرفته است. فصل هفتم نیز به بررسی نمونه‌های استفاده از بتن سبکدانه سازه‌ای در کاربردهای مختلف ساخت و سازه‌های مهندسی از جمله پل سازی، ساختمان‌های بلند مرتبه، سازه‌های پیش ساخته، سازه‌های ترسانه‌ای و نظایر آن اختصاص یافته است. در پیوست‌های ضمیمه شده تعدادی از روش‌های آزمایش مشخصات فیزیکی و مکانیکی سبکدانه و نیز بتن سبک مطابق با استانداردهای ملی یا بین المللی شرح داده شده است.

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از زحمات خانم دکتر بادی که در بازبینی نسخه اولیه این کتاب کوشش نمودند تشکر و قدردانی نمایند. همچنین، مژده است از کمک‌های بی دریغ آقایان مهندس احسان کامل، مهندس علی پورضرابی، مهندس احسان آثاری، امیر امین شکروی، پیام حیدری و مهندس ایمان مهدی پور و نیز خانم‌ها مهندس سولماز دهقان مرستی و مهندس سارا جاویدمهر کارشناسان انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران که با کمک آنان تهیه این کتاب مقدور گردید کمال تشکر و قدردانی ابراز گردد. قطعاً بدون همکاری و کمک این دوستان و همکاران عزیز تهیه این مجموعه میسر نمی‌شد.

امید می‌رود انتشار این کتاب گامی برای گسترش هرچه بیشتر اطلاعات و افزایش دانش عمومی مهندسین، محققین، دانشجویان و دست اندرکاران ساخت و ساز در کشور با خصوصیات و ویژگی‌های بتن سبک سازه‌ای باشد. با تمامی کوششی که در تدوین و نگارش این کتاب صورت گرفته است اما مطالب آن عاری از لغزش و کاستی نیست. بنابراین پیشاپیش از راهنمایی‌ها و نظرات خوانندگان در بهبود محتوای ارائه شده در کتاب استقبال می‌نماییم. پیشنهادات و نظرات

خود را می توانید از طریق پست الکترونیکی (nalibre@ut.ac.ir) ارسال نمایید.
در خاتمه بر خود لازم می دانیم از همکاری بنیاد مسکن انقلاب اسلامی که فناوری های نوین
تولید مصالح ساختمانی خصوصاً بتن سبک را در برنامه خود قرار داده و حامی اصلی انستیتو
مصالح ساختمانی در انتشار این کتاب بوده است، خصوصاً جناب آقای مهندس تابش، نهایت
سپاسگذاری و قدر دانی را به عمل آوریم.

انستیتو مصالح ساختمانی

پردیس انشکده های فنی، دانشگاه تهران

حما سکرچی زاده

یکلاس علم لیسر

مارال جایی

www.ketab.ir