

واحد یادگیری ۳

نصب توری و بتن پاشی

با توجه به نوع سازه و درجه اهمیت آن باید به ویژگی‌های اصلی بتن به هنگام ساخت، ریختن و نگهداری توجه مخصوص به عمل آید. بتن با کارایی و دوام زیاد به بتنی اطلاق می‌شود که بتواند به راحتی ریخته شود، در مقابل شرایط محیطی خورنده و بالاخره بارهای وارد بر آن به خوبی مقاومت کند و مشخصات آن تغییر ننماید. از این رو پیمانکار باید نسبت به ساخت بتن با کیفیت و خوب اقدام نماید. از عوامل مهم در کارایی بتن، انتخاب صحیح مصالح مصرفی و نسبت‌های اختلاط آنها است. در این میان دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی بتن از ابتدایی‌ترین و در عین حال پراهمیت‌ترین آزمایش‌های بتن است.

هنرجویان برای انجام این آزمایش باید با تشکیل گروه‌های چند نفری، یک کیلوگرم خاک خشک و تمیز اطراف محل زندگی یا تحصیل خود را به کارگاه یا آزمایشگاه هنرستان بیاورند، تا آزمایش دانه‌بندی را زیر نظر مربیان خود انجام دهند. (توضیحات کامل آزمایش دانه‌بندی و روش انجام آن در پودمان‌های گذشته آورده شده است.)

پاسخ فعالیت
کارگاهی



یک کیلوگرم خاک تمیز و خشک
برای نمونه آزمایش



این دستگاه با استفاده از جت هوا، مصالح ریزدانه را دانه‌بندی می‌کند و برای آزمایش دانه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای کارهای آزمایشی دقت بالا نیاز است. با استفاده از این دستگاه کار دانه‌بندی بسیار ساده شده و حتی تا اندازه‌های ۱۰ میکرومتر نیز قابل اندازه‌گیری است.



این دستگاه با لرزشی که ایجاد می‌کند، عمل الک کردن را انجام می‌دهد. مصالح سنگی مورد آزمایش باید خشک باشند.



استفاده از قوطی مقسم برای تقسیم نمونه به طور مکانیکی



روش تریب برای نمونه برداری مطلوب

جدول اندازه و مشخصات الک‌ها در استاندارد ASTM

ریزدانه		درشت‌دانه	
اندازه سوراخ	نام الک	اندازه سوراخ	نام الک
۴/۷۵ میلی‌متر	نمره ۴	۷۵ میلی‌متر	۳ اینچ
۲/۳۶ میلی‌متر	نمره ۸	۶۳ میلی‌متر	۲/۵ اینچ
۱/۱۸ میلی‌متر	نمره ۱۶	۵۰ میلی‌متر	۲ اینچ
۶۰۰ میکرون	نمره ۳۰	۳۷/۵ میلی‌متر	۱/۵ اینچ
۳۰۰ میکرون	نمره ۵۰	۲۵ میلی‌متر	۱ اینچ
۱۵۰ میکرون	نمره ۱۰۰	۱۹ میلی‌متر	۳/۴ اینچ
۷۵ میکرون	نمره ۲۰۰	۱۲/۵ میلی‌متر	۱/۲ اینچ
		۹/۵ میلی‌متر	۳/۸ اینچ

خصوصیات فیزیکی سنگ‌دانه‌ها مانند حداکثر اندازه و شکل سنگ‌دانه‌ها نقش مهمی در میزان نفوذپذیری بتن دارد. سنگ‌دانه‌ها در مقابل جمع‌شدگی خمیر سیمان قید ایجاد می‌کنند و در نتیجه در وجه مشترک خمیر سیمان و سنگ‌دانه‌ها (فاز انتقالی) ترک‌های میکروسکوپی به وجود می‌آید. هر چه اندازه سنگ‌دانه‌ها افزایش یابد، ترک‌های بزرگ‌تری ایجاد می‌گردد، زیرا قید بیشتری در مقابل جمع‌شدگی به وجود می‌آید.

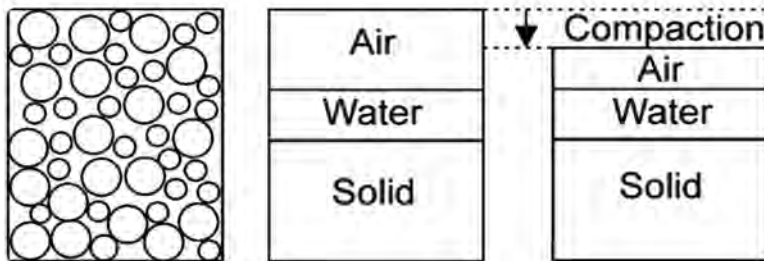


آزمایش فوق ساده‌ترین روشی است که برای تعیین دانه‌بندی مصالح شن و ماسه به کار می‌رود و نتایج این آزمایش در مواردی از قبیل: تطبیق توزیع اندازه دانه‌ها با مشخصات لازم برای مصالح سنگی، تهیه اطلاعات لازم برای کنترل تولید سنگ‌دانه‌های مختلف و مخلوط‌هایی که در آنها مصالح سنگی به کار می‌رود مانند: ساخت انواع بتن، روسازی راه‌ها، تهیه لایه فیلتر در زهکشی‌ها و... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ارزشیابی مرحله اول					
ردیف	مرا حل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نمره
۱	دانه‌بندی خاک مصرفی	الک‌های استاندارد دانه‌بندی، ترازوی دیجیتال، یک کیلوگرم خاک خشک، شکر. ماشین حساب و جداول دانه‌بندی.	تعیین منحنی دانه‌بندی خاک	انجام کامل آزمایش و تکمیل جداول مربوطه و رسم صحیح منحنی دانه‌بندی	۳
				انجام آزمایش و تکمیل جداول مربوطه	۲
				انجام آزمایش دانه‌بندی	۱

تراکم خاک

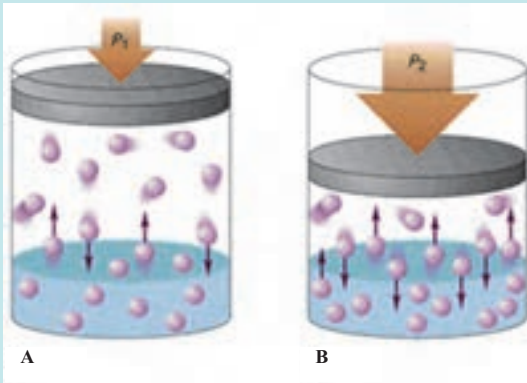
تراکم خاک مبحث مهمی در مکانیک خاک و مهندسی ژئوتکنیک است. آشکار است که خاک پارامتر مهمی در ساخت‌وساز می‌باشد، چرا که لازم است برای تأمین هدف پروژه، شرایط فعلی خاک محل اجرا مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌طور کلی تراکم خاک فرایند بالا بردن دانسیته خاک (چگالی خاک) می‌باشد که با خروج هوای موجود در میان ذرات خاک و دستیابی به مقاومت هدف همراه خواهد بود. ولی تحکیم فرایندی است که طی آن میزان آب موجود در خاک اشباع کاهش می‌یابد بدون آنکه هوا جایگزین آب گردد.



شکل ۱- نمایش شماتیک تراکم خاک



در هنگام ساخت و اجرای بزرگراه‌ها، فرودگاه‌ها و انواع سازه‌های دیگر متراکم کردن خاک یک امر ضروری جهت بهبود مقاومت خاک می‌باشد. برای نشان دادن تراکم‌پذیری خاک‌های چسبیده تحت فشار می‌توان مقداری آب به توده‌ای از خاک ریزدانه افزود و آن را در یک لیوان قرار داد. چنانچه با یک استوانه فلزی مقداری فشار روی سطح خاک در لیوان وارد آید، مشاهده خواهد شد که سطح خاک، نشست قابل ملاحظه‌ای کرده است یعنی تحت تأثیر فشار استاتیک متراکم شده است. با انرژی‌های مختلف می‌توان تراکم‌های مختلف داشته باشیم. از طرفی برای متراکم کردن خاک می‌توان رطوبت را نیز تا حد معینی زیاد کرد. به‌طور کلی آب به عنوان عاملی در جهت کاهش اصطکاک بین دانه‌های جامد عمل می‌کند.



تراکم مجموعه عملیاتی است که موجب افزایش چگالی خاک در محل می‌شود. افزایش چگالی خاک در اثر به هم فشردن دانه‌ها و کاهش فضای خالی میان دانه‌های است. حجم آب موجود در خاک در اثر تراکم تغییر نمی‌کند و فقط از حجم هوا کاسته می‌شود.

برای اجرای خاکریزها خاک را در چند لایه معمولاً به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر می‌ریزند و هر لایه به وسیله انواع غلتک با توجه به نوع خاک تا حد مطلوب کوبیده می‌شود. در محل و در آزمایشگاه مکانیک خاک به روش‌های متعددی میزان تراکم خاک و آب مصرفی بهینه آن را اندازه‌گیری می‌کنند.

روش‌های مختلفی برای ایجاد تراکم جهت دستیابی به مقاومت هدف در خاک وجود دارد. اگر چه روش‌های گوناگونی در این خصوص وجود دارد اما هر یک سازگار با شرایطی هستند.



برخی از روش‌های شاخص در زمینه ایجاد تراکم در خاک به شرح ذیل می‌باشند:

۱- روش استاتیک: در این روش مقداری تنش به آرامی به خاک وارد و سپس رها می‌شود.

۲- روش ضربه‌ای: همان‌طور که از نام این روش پیداست، فرایند تراکم با ضربه همراه خواهد بود. به این شکل که جرم سنگینی بر روی سطح خاک ضربه وارد می‌کند.

۳- روش ارتعاشی: به‌طور کلی این روش با اعمال تنش ارتعاشی بر جسم خاک همراه است. عملاً تکرار اعمال تنش توسط صفحه یا پتک بر خاک، ذرات آن را به محض مرتب شدن و کنار یکدیگر قرار گرفتن و می‌دارد که در این صورت فضای خالی کمتری بین ذرات وجود خواهد داشت و دانسیته خاک افزایش پیدا خواهد کرد.

۴- روش گردشی: این روش بیشتر منحصر به آزمایشگاه می‌باشد. در این روش فشار استاتیکی در یک جهت مداوم به خاک وارد می‌شود، مادامی که خاک در حال حرکت چرخشی حول محور اعمال فشار می‌باشد.

۵- روش غلتکی: در این روش جرمی استوانه‌ای روی خاک می‌گلتد. نتیجه این روش بستگی زیادی به شرایط خاک و میزان بار وارده از سوی غلتک بر آن دارد. غلتک‌ها نیز انواع مختلفی دارند. (شکل روبه‌رو)



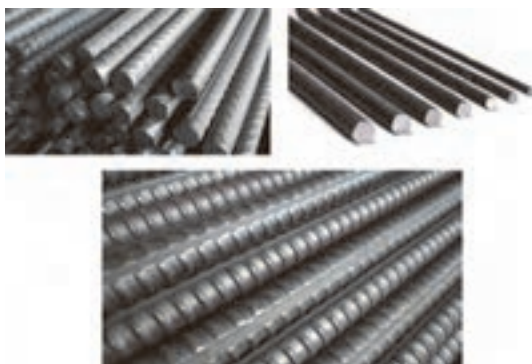
۶- روش ورز دادن: در این روش تنش برشی از طریق ورز دادن به خاک وارد می شود و به تراکم خاک می انجامد.



ارزشیابی مرحله دوم					
ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نمره
۱	تراکم پذیری خاک	خاک، ظروف آزمایشگاهی (لیوان) و استوانه فلزی متراکم کننده	تراکم خاک با خروج هوای محبوس آن	انجام آزمایش و رسیدن به تراکم پذیری خاک و نتیجه گیری	۳
				انجام آزمایش و عدم نتیجه گیری مطلوب	۲
				عدم موفقیت آمیز بودن آزمایش و ناقص بودن نتایج	۱

شکل ظاهری میلگردها

از نظر شکل ظاهری، میلگردها به دو صورت با سطح ساده (صاف) و آج دار تولید می شوند میلگرد ساده به \emptyset و آج دار با \emptyset نمایش می دهند.



طبقه‌بندی میلگردها

میلگردها بر اساس مقدار معینی از مقاومتشان در برابر نیروی کششی طبقه‌بندی می‌شوند که در اصطلاح به آن «مقاومت مشخصه فولاد» می‌گویند. در استاندارد روسیه، میلگردها مطابق جدول ۱ به سه نوع AI، AII و AIII تقسیم می‌شوند.

تغییر شکل نسبی در هنگام گسیختگی (درصد)	تنش گسیختگی (N/mm ²)	تنش جاری شدن (N/mm ²)	نوع فولاد میلگرد
۲۵	۳۸۰	۲۲۰	AI
۱۹	۵۰۰	۳۰۰	AII
۱۴	۶۰۰	۴۰۰	AIII

طول و قطر میلگردها

قطر میلگردها به استاندارد مورد استفاده در کشورهای مختلف بستگی دارد و معمولاً بین ۶ تا ۶۰ میلی‌متر است. میلگردها در قطرهای بین ۶ تا ۳۲ میلی‌متر به راحتی در بازار یافت می‌شود و برای قطرهای بزرگ‌تر باید سفارش داده شود. طول معمول میلگردهای تولیدی ۱۲ متر است ولی برای قطرهای کمتر از ۱۰ میلی‌متر به صورت کلاف استفاده می‌شود.

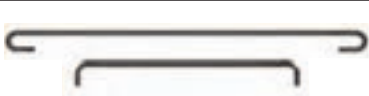


میلگرد کلاف

میلگرد شاخه ۱۲ متری

شکل‌های رایج و کاربرد میلگردها در بتن

در جدول زیر شکل و عملکرد میلگردهای مصرفی در بتن آورده شده است.

نام رایج میلگرد	شکل کاربردی	عملکرد
راستا (سینکا)		- برای جبران ضعف کششی بتن

جدول مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن مسلح

قطر میلگرد D (mm)	مساحت یا سطح مقطع میلگرد A (cm ^۲)	جرم واحد طول میلگرد G (Kg/m)	جرم شاخه ۱۲ متری میلگرد W (Kg)
۶	۰/۲۸۳	۰/۲۲۲	۲/۶۶°
۸	۰/۵۰۳	۰/۳۹۵	۴/۷۴°
۱۰	۰/۷۸۵	۰/۶۱۷	۷/۴۰
۱۲	۱/۱۳	۰/۸۸۸	۱۰/۶۶
۱۴	۱/۵۴	۱/۱۲	۱۴/۵۲
۱۶	۲/۰۱	۱/۸۵	۱۹
۱۸	۲/۵۵	۲	۲۴
۲۰	۳/۱۴	۲/۴۷	۲۹/۶۴
۲۲	۳/۸۰	۲/۹۸	۳۵/۷۶
۲۵	۴/۹۱	۳/۸۵	۴۲/۲۰
۲۸	۶/۱۶	۴/۸۳	۵۸
۳۰	۷/۰۷	۵/۵۵	۶۶/۶
۳۲	۸/۰۴	۶/۳۱	۷۵/۷۲

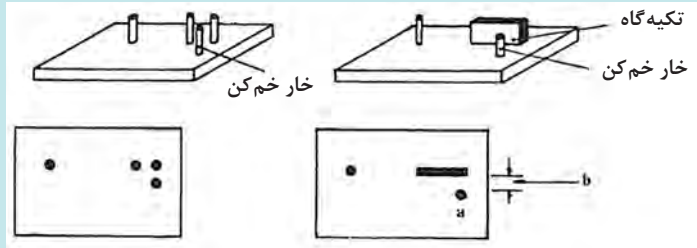
* این قطرها معمولاً به صورت کلاف تولید می شود.



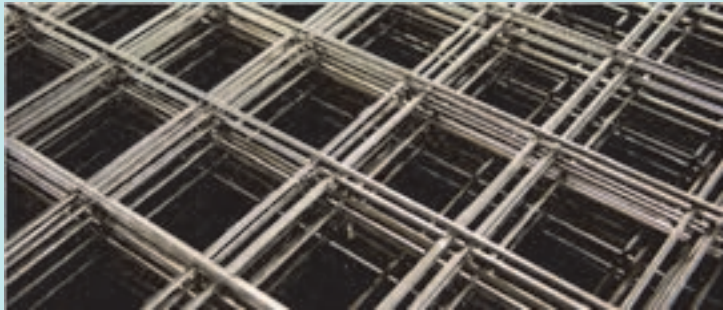
این فعالیت باید در کارگاه آرماتوربندی هنرستان مجهز به میز و صفحه خم کن با تشکیل گروه‌های چند نفری و رعایت کامل اصول ایمنی با پوشش کامل لباس و کفش ایمنی صورت پذیرد.

پاسخ فعالیت
کارگاهی

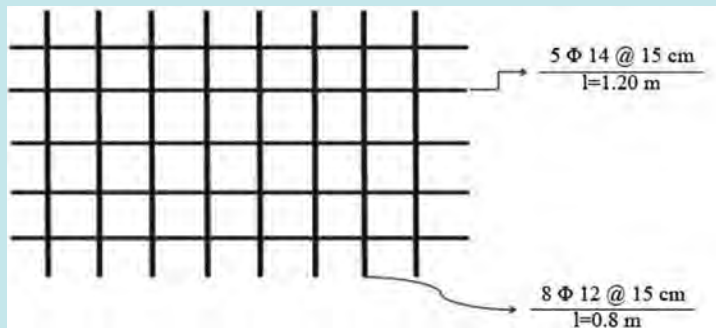




شبکه میلگرد (مش) 20×20 سانتی‌متر یا 15×15 سانتی‌متر به شکل زیر با ابعاد دستور کار از میلگرد نمره ۸ ساده در کارگاه؛ زیر نظر مربیان خود با رعایت اصول و استانداردهای مرتبط ساخته و مونتاژ گردد.



برای بستن شبکه‌های مربع شکل طبق دستور کار (نقشه) زیر به یکدیگر، از سیم مفتول آرماتوربندی به کمک سیم چین استفاده کنید و برای خم کردن ابتدا و انتهای میلگردها از آچار خم کن آرماتورها (آچار F) استفاده شود.



دستور کار فعالیت کارگاهی

ارزشیابی مرحله سوم					
ردیف	مرا حل کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص ها/داوری/نمره دهی)	نمره
۱	آرماتوربندی	میلگرد نمره ۸، سیم چین، سیم مفتول، قیچی آرماتور و آچار F	ساخت و مونتاژ شبکه آرماتور (مش)	ساخت میلگردهای شبکه و مونتاژ مش با دقت و طبق اندازه	۳
				ساخت میلگردهای شبکه و مونتاژ بدون دقت	۲
				عدم توانایی ساخت و مونتاژ	۱

محاسن و معایب بتن

الف) محاسن بتن

۱- فراوانی و در دسترس بودن مصالح: شن و ماسه و آب در اکثر مناطق به آسانی و وفور یافت می شود. به همین دلیل اغلب می توان بتن را با قیمت ارزان تهیه کرد و به کار برد.

۲- فرم پذیری: بتن قبل از سخت شدن فرم پذیر است، از این رو می توان آن را در هر قالبی و به هر شکلی ریخت.

۳- مقاومت فشاری بالا: اگر در ساخت بتن از مصالح خوب و مناسب استفاده شود، همچنین آب به مقدار لازم (با ملاحظه نسبت آب به سیمان کم) به کار رود و در طرح اختلاط و روش های اجرا دقت کافی به عمل آید، بتن، مقاومت فشاری بالایی خواهد داشت.

۴- عمر طولانی: در وضعیت بهره برداری مناسب، سازه بتنی می تواند بدون آنکه مقاومت و باربری اش کاهش یابد، مدتی نامحدود دوام داشته باشد (این امر ناشی از افزایش مقاومت بتن در طی گذشت زمان است).

۵- مقاومت در برابر آتش سوزی: در برابر آتش سوزی با درجه حرارتی معادل ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد حدود یک ساعت طول خواهد کشید تا فولادی که دارای پوشش بتنی ۲/۵ سانتی متری است، به دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد برسد. به تجربه اثبات شده است که ساختمان هایی که از بتن مسلح با پوشش محافظ کافی ساخته شده اند، در آتش سوزی هایی که چندین ساعت ادامه داشته و دارای شدت و متوسطی بوده است، متحمل صدمات سطحی شده اند، ولی فرو نریخته اند.

ب) معایب بتن

۱- مقاومت کششی بسیار کم: مقاومت کششی بتن حدود یک دهم مقاومت

فشاری آن است. این نقیصه با به‌کارگیری میلگردهای فولادی در سازه‌های بتنی مرتفع می‌گردد.

۲- سنگین بودن: به علت بزرگی ابعاد و جرم مخصوص بالای بتن، وزن سازه‌های بتنی در مقایسه با سازه‌های فولادی بسیار سنگین‌تر است. این عیب را می‌توان با استفاده از دیواره‌های نازک، اعضای توخالی، بتن پیش‌تنیده، بتن حاوی دانه‌های سبک و یا بتن با مقاومت بالا برطرف کرد.

۳- قدرت انتقال صوت و قابلیت حرارت: این نقایص را می‌توان با استفاده از عایق‌های صوتی و حرارتی تا حد زیادی کاهش داد.

پاسخ‌فعالیت
کارگاهی



در فعالیت پایانی پودمان، هنرجویان شبکه‌های ساخته شده در فعالیت کارگاهی قبل را بر روی دیوارهای سنگی اجرا شده در کارگاه، نصب نمایند. سپس ملات ماسه سیمان را با استفاده از دستگاه‌های موجود بتن‌پاش در کارگاه هنرستان بر روی شبکه آرماتورهای نصب شده روی دیوار پاشیده و در پایان یک سطح صاف بتنی روی سطوح این دیوارها ایجاد کنند.

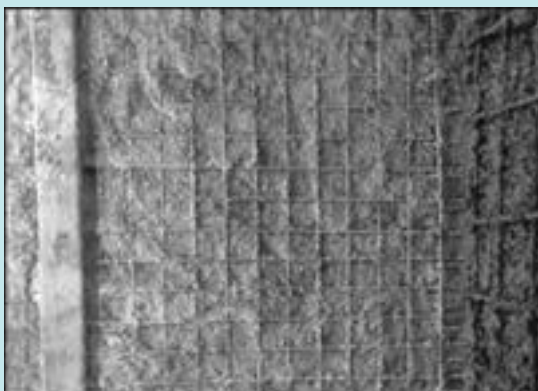




شاتکریت به عملیات پاشش بتن یا مصالح خشک اطلاق می‌گردد که از طریق جریان هوای فشرده با سرعت زیاد روی سطوح حفاری شده پاشیده می‌شود. از شاتکریت معمولاً به عنوان سیستم نگهداری موقت و در برخی موارد به عنوان پوشش دائمی استفاده می‌شود.



استفاده از شاتکریت امروزه در تمام جهان متداول و رایج است. باور بر این است که پیشرفت و توسعه تکنولوژی در آینده نیز در ارتباط با روند پاشش مخلوط‌تر خواهد بود. از جمله این موارد وجود نسل جدیدی از افزودنی‌ها، بهبودگر بتن، میکروسیلیکات و الیاف‌های فولادی و پلی‌پروپیلن برای بتن پاشیده است.



کاربردهای رایج و موارد استفاده از شاتکریت

تونل‌سازی

عملیات معدن‌کاری

مخازن، سدها و نیروگاه‌های برق آبی

لاینینگ کانال‌ها

لاینینگ‌های نسوز در کوره کارخانه‌های سیمان، فولاد، شیشه و غیره

دیواره‌های دریا و رودخانه

آسیب‌های بتن توسط خوردگی آرماتورها

پل‌ها

سنگ‌چینی‌ها و باراندازها (اسکله‌ها)

استخرهای شنا

نماسازی

دیواره‌های صخره‌نوردی



پاشش مواد نسوز
(گانینگ)

بتن‌پاشی تر
(شاتکریت تر)

بتن‌پاشی خشک
(شاتکریت خشک)

- ۱ راهنمای برنامه درسی رشته حمل‌ونقل. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش رشته حمل‌ونقل. ۱۳۹۳
- ۲ «عملیات تعمیر و نگهداری راه». کتاب درسی پایه ۱۲. رشته حمل‌ونقل. ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۷
- ۳ افلاکی، اسماعیل، آزمایشگاه مکانیک خاک، انتشارات علم و صنعت
- ۴ آیین‌نامه ایمنی راه‌ها، نشریه شماره ۴-۲۶۷، ۱۳۸۴، (تجهیزات ایمنی راه) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور وزارت راه و ترابری
- ۵ آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی، قانون کار جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۱
- ۶ آیین‌نامه شماره ۳-۲۶۷ استاندارد ملی معابر شهری
- ۷ استاندارد ۱۹۷۹۴. تابلوهای انتظامی
- ۸ استاندارد ملی ایران. معابر شهری تابلوهای اخباری. ۲۱۶۳۲
- ۹ استاندارد ملی ایران. معابر شهری. تابلوهای هدایت مسیر ۱۶۱۳۴
- ۱۰ حلیمی، علیرضا و همکاران، نقشه‌کشی ساختمان، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ دوم، ۱۳۹۷
- ۱۱ حلیمی، علیرضا، متره و برآورد کاربردی ساختمان، انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، چاپ اول، ۱۳۹۱
- ۱۲ بازیار، محمدحسن و صالح‌زاده، حسین، آزمایشگاه مکانیک خاک، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران
- ۱۳ پیدایش، منصور و همکاران، فناوری ساختمان‌های بتنی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ هفتم، ۱۳۹۱
- ۱۴ دستورالعمل‌ها و شیوه‌نامه‌های گودبرداری ساختمانی، وزارت راه و شهرسازی
- ۱۵ راهنمای لگه‌گیری رویه‌های آسفالتی، وزارت راه و ترابری - پژوهشکده حمل‌ونقل، ۱۳۸۶
- ۱۶ راهنمای طراحی و اجرای علائم برجسته راه (انواع گل میخ و چشم‌گره‌ای) انتشار پژوهشکده حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری
- ۱۷ غزنوی‌نیا، محمد و همکاران، اسکلت‌سازی ساختمان، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ دوم، ۱۳۹۷
- ۱۸ نشریه شماره ۹۰، دیوارهای سنگی، سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، ۱۳۶۲
- ۱۹ نشریه شماره ۴۱۵، آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۹۱
- ۲۰ نشریه شماره ۳۰۸، راهنمای طراحی دیوارهای حایل، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۴

- ۲۱ نصب و به‌کارگیری سرعت‌گیرها و سرعتکاه‌ها، ۱۳۹۰، معاونت حمل‌ونقل ترافیک شهرداری تهران
- ۲۲ مجموعه دستورالعمل‌های ملاک عمل - آرام‌سازی ترافیک، ۱۳۹۳، معاونت حمل‌ونقل ترافیک شهرداری مشهد
- ۲۳ معابر شهری - تجهیزات ایمنی در محدوده جناغی‌های بزرگراه‌ها - آیین کار، ۱۳۹۳، استاندارد ملی ایران ۱۹۹۳۲، شهرداری تهران
- ۲۴ وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل ۱۳۸۶، راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی. کانون تفکر، تهران
- ۲۵ Miller, J.S. and Bellinger, W.Y., 2014. Distress identification manual for the long-term pavement performance program (No. FHWA_HRT_13_092). United States. Federal Highway Administration. Office of Infrastructure Research and Development.
- ۲۶ Reay, S., Appleyard, M., Van Dam, T., & Sandberg, L. B. (1999). Sealing and filling of cracks for bituminous concrete pavements: selection and installation procedures.
- ۲۷ Smith, K. L., & Romine, A. R. (2001). Materials and Procedures for Sealing and Filling Cracks in Asphalt-surfaced Pavements—manual of Practice (No. FHWA_RD_99_147).
- ۲۸ Cho, Y. K., & Bonsell, J. (2011). Cleaning Device to Remove Debris and Chemicals for Crack/ Joint Sealing (No. NCHRP IDEA Project).
- ۲۹ Decker, D. S. (2014). Best Practices for Crack Treatments for Asphalt Pavements (No. Project 20_07).
- ۳۰ Amirarsalan Mehrara Molan 1 and Ali Abdi Kordani, 2014, Optimization of Speed Hump Profiles Based on Vehicle Dynamic Performance Modeling, journal of American Society of Civil Engineers.
- ۳۱ Impact Attenuator Systems, 2014, WSDOT Design Manual, Chapter 1620.
- ۳۲ ABSORB 350 Crash cushion, NCHRP 350 for a Non-Redirective, INSTALLATION AND MAINTENANCE MANUAL.
- ۳۳ Installation and assembling manual, SHINDO crash cushion, SHINDO industry co.



هنرآموزان محترم، می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه برنشانی تهران -

صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: tvoccd.oerp.ir

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداشن