

فصل اول

تهیه طرح مخلوط بتن و آسفالت

جدول بودجه بندی

زمان		رئوس محتوا	فصل	واحد یادگیری	جلسه
عملی	نظری				
۰	۲	سیمان، سنگ دانه ها، آب و مواد افزودنی بتن	اول	طرح مخلوط بتن	۱
۰	۴	دانه بندی مصالح سنگی و رسم منحنی دانه بندی			۲
۴	۰	رسم منحنی دانه بندی با نرم افزار (فعالیت ۱)			۳
۰	۶	طرح اختلاط بتن، فعالیت ۲، فعالیت ۳			۴
۴	۰	طرح اختلاط بتن به صورت حجمی (کار عملی ۱)			۵
۰	۲	طرح اختلاط بتن، کارایی بتن، فعالیت ۵			۶
۰	۲	بتن ریزی، فعالیت ۶، تراکم بتن، عمل آوری بتن، مقاومت بتن سخت شده			۷
۰	۲	مخلوط آسفالتی، اجزای تشکیل دهنده روسازی آسفالتی	اول	طرح مخلوط آسفالت	۱
۰	۳	اجزای تشکیل دهنده یک مخلوط آسفالتی: انواع قیر، قیر خالص، (فعالیت ۷)، قیر محلول، قیرابه، اندودها			۲
۰	۴	سنگ دانه ها، فعالیت ۸			۳
۰	۱	انواع مخلوط های آسفالتی			۴
۰	۲	ساخت آسفالت، حمل آسفالت، پخش و تراکم آسفالت			۵

اجزای بتن

در این قسمت هدف آشنایی با اجزای تشکیل‌دهنده بتن و نقش و اهمیت هر یک در ساخت بتن می‌باشد. در بحث اجزای بتن، ضرورت دارد به اهمیت و جایگاه انتخاب صحیح نسبت اجزای مصرفی اشاره شود. شاکله اصلی یک بتن را سنگ‌دانه‌ها تشکیل می‌دهد. بنابراین در صورتی که سنگ‌دانه‌ها با کیفیت مناسب انتخاب نگردند به هیچ عنوان امکان ساخت یک بتن خوب و با مقاومت مناسب امکان‌پذیر نیست. در صورتی که سنگ‌دانه‌ها کیفیت مناسبی نداشته باشد استفاده از سیمان بیشتر، نمی‌تواند دستیابی به یک بتن با مقاومت و دوام خوب را تضمین کند. همچنین در صورتی که نسبت آب مصرفی کم انتخاب گردد امکان اجرای بتن به دلیل سفتی بتن تازه امکان‌پذیر نخواهد بود و در صورتی که میزان آب مصرفی زیاد انتخاب شود بتن با کاهش قابل توجه مقاومت روبه‌رو خواهد شد. انتخاب میزان سیمان مصرفی برای کسب مقاومت مطلوب با استفاده از توصیه‌های آیین‌نامه و همچنین با استفاده از تجربه‌های پیشین صورت می‌پذیرد. سیمان در انواع گوناگون با مقاومت‌های مختلف در بازار عرضه می‌گردد که انتخاب سیمان مصرفی و نوع آن وابسته به سازه در دست اجرای بتنی، شرایط آب‌وهوایی و محیطی و زمان مدنظر جهت اجرای پروژه دارد.

در بتن معمولی میزان حجم هوای موجود معمولاً بین ۵/۵ الی ۳ درصد است و در مرحله ساخت بتن سعی می‌کنیم که میزان هوای بتن را از طریق لرزش به حداقل مقدار آن برسانیم. منتهی در بعضی از موارد می‌توان با استفاده از مواد حباب‌زا هوای بتن را (بتن هوادار) جهت افزایش دوام در برابر ذوب و یخ عمداً تا ۸ درصد افزایش داد.

سیمان

نقش سیمان در بتن صرفاً چسباندن دانه‌های سنگی به یکدیگر است و خود سیمان به‌خودی‌خود تأثیری در مقاومت و باربری ندارد، از این رو بتن ایده‌آل بتنی است که وقتی در آزمایشگاه نمونه آن شکسته شود دانه‌های سنگی آن از وسط شکسته شده و سیمان (چسب بتن) پاره نشود. مواد اولیه سیمان عمدتاً از خاک‌رس و آهک تشکیل می‌شود و با تغییر در عناصر تشکیل‌دهنده سیمان در مرحله تولید در کارخانه سیمان می‌توان انواع مختلف سیمان را تولید کرد. مهم‌ترین انواع سیمان شامل تیپ‌های مختلف سیمان پرتلند می‌باشد که کاربرد آن در متن کتاب مختصراً توضیح داده شده است. از انواع دیگر سیمان می‌توان به سیمان سفید، سیمان رنگی، سیمان سرباره‌ای و پوزولانی و ... اشاره کرد.

از آنجا که سیمان تیپ یک و دو به‌صورت رایج در کشور تولید می‌شوند برای مواردی که نیاز به سیمان تیپ سه، چهار یا پنج است می‌توان سیمان تیپ یک

یا دو را با افزودنی شیمیایی مناسب استفاده کرد که همان کاربرد تیپ‌های دیگر را ایجاد می‌کند. به‌طور مثال با استفاده از سیمان تیپ یک و افزودنی‌های تسریع‌کننده گیرش می‌توان همان نقش سیمان تیپ سه را ایجاد کرد. سیمان به دو صورت فله‌ای و پاکتی عرضه می‌شود. در انبار کردن سیمان به صورت فله‌ای باید شرایطی فراهم شود که کف انبار (زیر سیمان) کاملاً خشک باشد، لذا می‌توان در کف مقداری شن خشک پهن کرد تا از نفوذ رطوبت به طرف بالا جلوگیری شود. همچنین سیمان پاکتی را روی سطوح تخته‌ای با شکل و ابعاد مشخص بنام پالت انبار می‌کنند. سیمان پاکتی را تحت شرایط سالم می‌توان تا یک سال انبار کرد.

سنگ‌دانه‌ها

در این قسمت هدف آشنایی با خصوصیات از سنگ‌دانه است که برای دستیابی به یک بتن با کیفیت ضروری می‌باشد. لذا در ارائه این مطلب توجه ویژه به بحث نوع سنگ‌دانه مناسب و سازگار با مخلوط بتنی شده است. اصولاً سنگ‌دانه‌های گرد در مقایسه با سنگ‌دانه‌های تیز گوشه و شکسته به سیمان مصرفی کمتری نیاز دارند. زیرا سطح ظاهری سنگ‌دانه‌های گرد نسبت به سنگ‌دانه‌های تیز گوشه و شکسته کمتر بوده و چون خمیر سیمان می‌بایست تمام سطح ظاهری دانه را بپوشاند، لذا این دانه‌ها به خمیر سیمان کمتر و بالتبع به سیمان کمتری نیاز دارند. از نظر مقاومت نهایی بتن، اصولاً سنگ‌دانه‌های شکسته و گوشه‌دار به دلیل ایجاد قفل و بست بهتر و برقراری اصطکاک بهتر بین آنها، مقاوم‌تر بوده و به همین دلیل توصیه می‌شود که در مواردی که مقاومت خیلی بالا مورد نیاز است از سنگ‌دانه‌های شکسته استفاده شود. شایان ذکر است که سنگ‌دانه‌های پولکی و سوزنی به هیچ وجه برای بتن‌سازی مناسب نیستند و در اثر ایجاد تنش در بتن شکسته شده و موجب کاهش مقاومت بتن می‌شوند. از طرفی در کمتر معدنی است که سنگ‌دانه‌های پولکی و سوزنی پس از استفاده از سنگ‌شکن ایجاد نشود. بنابراین حداکثر میزان مصرف سنگ‌دانه‌های پولکی و سوزنی به ۱۵ درصد وزن کل سنگ‌دانه‌ها محدود می‌شود. برای استفاده بهینه مهندسی، سنگ‌دانه‌ها باید با استانداردهای معینی مطابقت داشته باشند: سنگ‌دانه‌ها باید تمیز، سخت، مقاوم و عاری از مواد شیمیایی جذب شده باشند و دیگر مواد ریز باید در حدی باشند که بر چسبندگی خمیر سیمان تأثیر منفی نگذارند. استفاده از سنگ‌دانه‌های سست در ساخت مخلوط‌های بتنی به هیچ وجه مناسب نمی‌باشد.

شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌دانه‌ها به تنهایی برای پیش‌بینی رفتار سنگ‌دانه‌ها در زمان بهره‌برداری کافی نیست. بازرسی چشمی اغلب نقاط ضعف سنگ‌دانه‌های درشت را آشکار می‌سازد. سوابق بهره‌برداری در ارزیابی سنگ‌دانه‌ها ارزشمند است. در

صورت نبود سوابق اجرایی، سنگ‌دانه‌ها را باید پیش از استفاده در بتن آزمایش کرد. با استفاده از اکثر سنگ‌دانه‌های معمولی (ماسه، شن، سنگ شکسته) بتن تازه مخلوط شده طبیعی با جرم مخصوص ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تولید می‌شود. به‌منظور دستیابی به ابعاد مختلف سنگ‌دانه‌ها معمولاً از سنگ‌شکن‌ها استفاده می‌شود. میزان کاهش در اندازه ذرات سنگ‌دانه‌ها و شکل ذرات و مقدار ذرات ریز ایجاد شده بسته به اندازه و نوع سنگ‌شکن‌ها و مقدار تغذیه سنگ‌شکن متفاوت است. دو نوع اصلی سنگ‌شکن‌ها شامل سنگ‌شکن‌های ضربه‌ای و فشاری هستند. خصوصیات تراکم‌پذیری، مدول الاستیسیته و جمع‌شدگی رطوبتی انواع مختلف سنگ‌دانه‌ها متفاوت است و این خصوصیات بر روی خصوصیات مشابه بتن تأثیر گذارند. سنگ‌دانه‌های با قابلیت جذب بالای رطوبت، در اثر خشک‌شدن دچار جمع‌شدگی زیادی می‌شوند. سنگ‌دانه‌های کوارتز، فلدسپات به همراه سنگ‌آهک، دولومیت و گرانیت سنگ‌دانه‌هایی با جمع‌شدگی پایین در نظر گرفته می‌شوند، این در حالی است که سنگ‌دانه‌های دارای ماسه سنگ، شیبست رسی و سنگ لوح اغلب باعث جمع‌شدگی زیاد بتن می‌شوند.

مواد افزودنی بتن

معمولاً از نوع شیمیایی بوده که به‌صورت جزئی به بتن اضافه می‌شوند تا بعضی از خواص مناسب و مطلوب را در بتن ایجاد کنند. میزان مصرف مواد افزودنی در بتن کم بوده و معمولاً به‌صورت درصدی از وزن سیمان مشخص می‌شوند. معمولاً این مواد ابتدا با آب بتن مخلوط شده و سپس به مخلوط شن و ماسه و سیمان اضافه می‌گردند.

دانه‌بندی

معمولاً دانه‌بندی سنگ‌دانه‌ها در یک محدوده مجاز توسط آیین‌نامه‌ها تعریف می‌شود. چند دلیل برای مشخص کردن محدوده دانه‌بندی سنگ‌دانه وجود دارد. این محدوده روی نسبت ترکیب کردن شن و ماسه و همین‌طور مقدار سیمان و آب مورد نیاز، کارایی، قابلیت پمپاژ بتن، صرفه اقتصادی، تخلخل و دوام بتن تأثیر گذارند. تغییرات دانه‌بندی به‌طور جدی روی یکنواختی بتن از یک پیمانانه به پیمانانه‌ای دیگر بسیار تأثیر گذار است. به‌طور کلی سنگ‌دانه‌هایی که مقدار بیش از حد کمتر و یا بیشتر از اندازه معینی از ذرات را ندارند و منحنی دانه‌بندی آنها پیوسته است، نتایج رضایت بخشی به دست می‌دهند.

منحنی دانه‌بندی به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) منحنی دانه‌بندی پیوسته ب) منحنی دانه‌بندی گسسته. یک منحنی دانه‌بندی در صورتی پیوسته محسوب می‌شود که دارای این خصوصیات باشد: ۱- تمام ابعاد استاندارد در دانه‌ها موجود باشد.

۲- بعضی از ابعاد نسبت به سایر ابعاد به میزان چشم‌گیری بیشتر یا کمتر نباشد. در بتن سعی می‌شود با استفاده از منحنی دانه‌بندی پیوسته فضای خالی کمتری بین سنگ‌دانه‌ها ایجاد شود و در نتیجه مصرف خمیر سیمان کمتر خواهد شد. همچنین حجم بیشتری از سنگ‌دانه‌ها در مخلوط بتنی قرار گرفته و ساختار استخوان‌بندی سنگ‌دانه‌ای در مخلوط بتنی بیشتر می‌شود که باعث افزایش مقاومت بتن خواهد شد. حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌ها نیز بایستی براساس ضوابط زیر انتخاب شود:

- حداکثر بعد دانه‌های شنی نباید بزرگ‌تر از یک پنجم حداقل بعد قالب باشد.
- حداکثر بعد دانه‌های شنی نباید بزرگ‌تر از سه چهارم فاصله آزاد بین میلگردها باشد.
- حداکثر بعد دانه‌های شنی نباید بزرگ‌تر از یک سوم ضخامت دال‌های روی خاک و یک دوم ضخامت دال‌های سقفی باشد.

برای یک نوع مصالح، دانه‌بندی در جدول زیر مشخص گردیده است. پس از کامل کردن جدول دانه‌بندی و رسم منحنی دانه‌بندی در شکل زیر، منحنی دانه‌بندی را با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم نمایید.

پاسخ: هدف از انجام این فعالیت، آشنایی هنرجو با نحوه ترسیم منحنی دانه‌بندی توسط نرم‌افزار می‌باشد. پس از تکمیل جدول مشابه با مثال حل شده مقادیر زیر به دست می‌آید:

شماره الک	اندازه مش الک (mm)	وزن مصالح	درصد مانده هر الک	درصد تجمعی عبوری
۱ ۱/۲	۳۷/۵	۰	۰	۱۰۰
۱	۲۵/۴	۱۱۲	۲/۰۰	۹۸/۰۰
۳/۴	۱۹	۳۰۳	۵/۴۰	۹۲/۶۰
۳/۸	۱۲/۵	۴۰۰۰	۷۱/۲۵	۲۱/۳۵
۴	۴/۷۵	۳۲۴	۵/۷۷	۱۵/۵۸
۸	۲/۳۶	۴۵۷	۸/۱۴	۷/۴۴
۱۶	۱/۱۹	۲۱۶	۳/۸۵	۳/۵۹
۵۰	۰/۳	۱۰۱	۱/۸۰	۱/۷۹
۲۰۰	۰/۰۷۵	۵۷	۱/۰۱	۰/۷۸
ظرف		۴۴	۰/۷۸	
مجموع		۵۶۱۴	۱۰۰/۰۰	

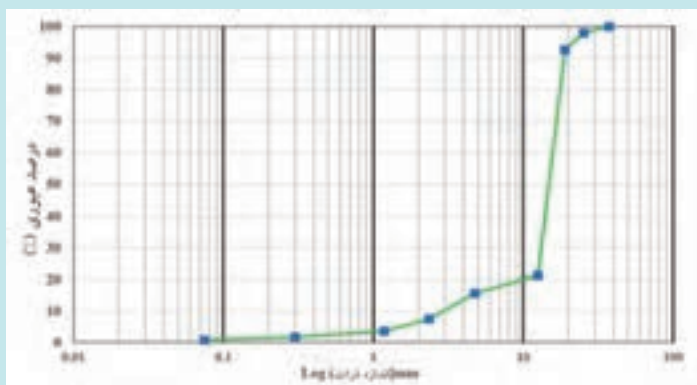
پاسخ فعالیت
کارگاهی



مطابق شکل زیر، به منظور رسم نمودار در نرم افزار اکسل ابتدا ستون های مربوط به اندازه مش الک (ستون D) و وزن مصالح (ستون C) را وارد نرم افزار اکسل می کنیم. پس از وارد کردن این اطلاعات جمع وزن مصالح را با دستور SUM در پایین ستون C یادداشت می نماییم. سپس با تقسیم هر یک از اعداد ستون C بر مجموع به دست آمده (۵۶۱۴) درصد عبوری را محاسبه کرده و در گام آخر با تفریق درصد تجمعی از مجموع آن جدول کامل شده در نرم افزار اکسل به دست می آید.

ردیف	A	B	C	D
1				
2		100	0	37.5
3		=A2-B3	1.99012	25.4
4		92.60775861	5.39721	19
5		21.31732096	71.25045	12.5
6		25.38603491	5.771286	4.75
7		7.845671519	8.140362	2.36
8		3.598247889	3.847124	1.18
9		5.799071244	1.799034	0.3
10		0.783748956	1.015329	0.075
11		1.4766614	0.783755	0
12				

حال با انتخاب ستون D و A و از تب INSERT گزینه Insert with smooth line را انتخاب کرده تا نمودار رسم شود.



پس از رسم نمودار با انتخاب محور افقی و گزینه format axis در پنجره باز شده تیک logarithmic scale را فعال می‌کنیم تا محور افقی در حالت لگاریتمی رسم شود. نهایتاً نمودار زیر برای خروجی اکسل به دست می‌آید. در محاسبات انجام شده مشخص شده است که میزان سنگ‌دانه مانده بر روی الک $12/5$ میلی‌متر بسیار زیاد بوده و در نمودار رسم شده شیب تغییرات در این نمودار ما بین الک بزرگ‌تر و این الک بسیار زیاد است که این شیب زیاد در نمودار بیانگر زیاد بودن سهم این اندازه ذرات در نمودار دانه‌بندی است. در تحلیل نمودار توضیح داده شود که نمودار دانه‌بندی مطلوب برای بتن نموداری است که شیب تغییرات آن تقریباً یکنواخت است.

پاسخ فعالیت کلاسی

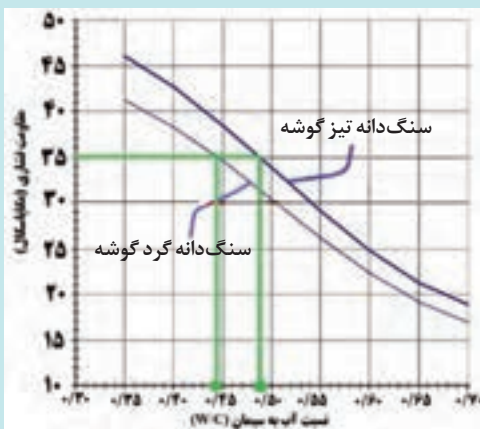


نسبت آب به سیمان مورد نیاز به منظور دستیابی به مقاومت فشاری 35 مگاپاسکال برای حالت‌های زیر محاسبه کرده و نتیجه به دست آمده را با یکدیگر مقایسه نمایید.

(الف) سنگ‌دانه تیز گوشه

(ب) سنگ‌دانه گرد گوشه

پاسخ: با مراجعه به شکل (۱-۱۰) کتاب و انتخاب عدد 35 به عنوان مقاومت مطابق شکل زیر برای سنگ‌دانه گرد گوشه و تیز گوشه به ترتیب نسبت آب به سیمان $0/44$ و $0/49$ به دست می‌آید. با مقایسه اعداد به دست آمده مشخص می‌گردد که سنگ‌دانه گرد گوشه با نسبت آب به سیمان کمتری به مقاومت یکسان با سنگ‌دانه تیز گوشه می‌رسد. یا به عبارت دیگر بالاتر بودن نمودار سنگ‌دانه تیز گوشه حاکی از پتانسیل بیشتر این



شکل از سنگ‌دانه برای دستیابی به مقاومت بالاتر در بتن می‌باشد. لازم به ذکر است که حالت ترکیبی استفاده از سنگ‌دانه گرد گوشه و تیز گوشه می‌تواند به دستیابی به بتن با مقاومت مناسب و در عین حال روانی مطلوب کمک کند.

پاسخ فعالیت
کارگاهی



در صورتی که بخواهیم یک ستون به ابعاد 40×30 سانتی متر و ارتفاع سه متر را بتن ریزی کنیم، وزن هر یک از مصالح مصرفی را محاسبه نمایید.

$$\left(\frac{W}{C}\right) = 0/50 \text{ ، عیار سیمان ، نسبت آب به سیمان،}$$
$$\text{کیلوگرم بر مترمکعب } = 2400 \text{ (وزن مخصوص بتن)}$$

پاسخ:

$$150 = 0/50 \times 300 = \text{عیار سیمان} \times \text{نسبت آب به سیمان} = \text{میزان آب مورد نیاز}$$

$$1950 = 2400 - 300 - 150 = \text{وزن آب مصرفی} - \text{عیار سیمان} - \text{وزن مخصوص بتن} = \text{وزن مخصوص سنگ دانه های مصرفی}$$

$$0/36 = 3 \times 0/4 \times 0/3 = \text{مساحت ستون} \times \text{ارتفاع ستون} = \text{حجم بتن ریزی}$$

$$108 = 0/36 \times 300 = \text{عیار سیمان} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن سیمان}$$

$$54 \text{ (کیلوگرم)} = 0/36 \times 150 = \text{وزن آب در هر مترمکعب} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن آب مصرفی}$$

$$702 = 0/36 \times 1950 = \text{وزن مخصوص سنگ دانه های مصرفی} \times \text{حجم بتن ریزی} = \text{وزن سنگ دانه ها}$$

طرح اختلاط بتن به صورت حجمی

پاسخ فعالیت
کارگاهی



با راهنمایی هنرآموز خود، و با استفاده از نسبت های ارائه شده در مثال قبل یک مخلوط بتنی را در محیط کارگاه تهیه نمایید.

پاسخ: در انجام فرایند کارگاهی تدوین شده سعی شود در صورت امکان، یک آزمایش اسلامپ نیز صورت پذیرد تا هنرآموزان با این آزمایش نیز آشنا شوند. سعی شود در ساخت مخلوط بتنی، آب به تدریج و در چند مرحله اضافه شود تا هنرآموز با مفهوم روانی بتن آشنایی ملموس تری پیدا کند.

اختلاط بتن

امروزه مخلوط‌کن‌های مکانیکی متنوعی وجود دارد، اما به‌طور کلی می‌توان آنها را به دو گروه تقسیم کرد:

■ مخلوط‌کن‌های استوانه‌ای

■ مخلوط‌کن‌های عمودی یا تغاری

ترتیب ریختن مصالح به داخل این نوع مخلوط‌کن‌ها بستگی به نوع مخلوط دارد، ولی معمولاً ترتیب ریختن عبارت است از: شن، سیمان، ماسه و آب که بهتر است ابتدا قسمتی از آب مخلوط به مخلوط‌کن ریخته شود و سپس در حین اختلاط مصالح، بقیه آب به تدریج به مخلوط افزوده شود. برای انواع مخلوط‌کن تا ۱ مترمکعب ظرفیت، که با سرعت صحیح کار کنند، زمان مورد نیاز برای مخلوط کردن کمی بیش از ۱ دقیقه و حداکثر ۱/۵ دقیقه است. برای مخلوط‌کن‌هایی که با سرعت زیاد کار می‌کنند، زمان ۳۰ ثانیه کفایت می‌کند. مدت بهینه مخلوط کردن بستگی به عوامل زیر دارد:

● نوع مخلوط‌کن

● شرایط و وضعیت مخلوط‌کن (از نظر وضعیت فنی و ظاهری)

● سرعت دوران مخلوط‌کن

● مقدار یا حجم بتن

● نوع مخلوط بتن

● ترتیب و نحوه ریختن مصالح در داخل دیگ مخلوط‌کن

بهترین روش برای تعیین مدت مطلوب مخلوط کردن، انجام دادن آزمایش با مخلوط‌کن و بتن مورد نظر است. معمولاً مخلوط‌های خشک (اسلامپ کم) نیاز به مدت اختلاط طولانی‌تری دارند. در مواردی که بتن حاوی سنگ‌دانه‌های شکسته است نیاز به مدت بیشتری نسبت به سنگ‌دانه‌های طبیعی (گرد) برای مخلوط کردن دارد.

مراحل اندازه‌گیری اسلامپ بتن را مطابق با شکل شرح دهید.

پاسخ: مراحل انجام آزمایش اسلامپ به شرح زیر است:

گام اول: قالب اسلامپ (مخروط ناقص) باید کاملاً تمیز و مرطوب شده باشد، اما نباید خیس باشد. قالب اسلامپ باید بر روی یک سطح صاف، افقی، غیر جاذب آب قرار داده شود، اگر چنین سطحی موجود نیست باید قالب را روی یک ورق فولادی قرار داد.

با گذاشتن دو پا بر روی دو گیره قالب اسلامپ، باید قالب محکم در محل خود نگه‌داشته شود. در فاصله زمانی مورد نظر، بعد از پایان اختلاط باید بتن لایه اول در حدود یک سوم ارتفاع داخل مخروط ریخته شود و با استفاده از میله تراکم ۲۵ ضربه وارد می‌شود تا متراکم شود.

پاسخ فعالیت
کلاسی



گام دوم: لایه دوم که تا ارتفاع دو سوم مخروط ریخته شده و با استفاده از ۲۵ ضربه میله تراکم متراکم می‌شود.

گام سوم: لایه سوم تا پر شدن کامل مخروط ریخته شده و با استفاده از ۲۵ ضربه میله تراکم متراکم می‌شود.

گام چهارم: چنانچه پس از متراکم ساختن لایه فوقانی، بتن پایین تر از لبه مخروط بود، مجدداً باید مقداری بتن روی آن ریخته و سطح آن را با ماله صاف کرد.

گام پنجم: در حالی که مخروط با استفاده از دستگیره‌های موجود، کاملاً با دست نگه‌داشته شده است، (پس از برداشتن پاها از پاگیره‌ها) و پس از تمیز نمودن اطراف مخروط از اضافه بتن ریخته شده روی سطح، مخروط را به آرامی و بدون هیچ حرکت جانبی، چرخشی و یا ضربه‌ای، به طور عمودی به سمت بالا می‌کشیم. این عمل باید طی مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه انجام شود.

گام ششم: پس از بیرون کشیدن قالب می‌توان آن را به صورت برعکس بر روی سطح صاف و کنار مخلوط بتن قرار داد. سپس باید میله تراکم بر روی قالب قرار داده شود و ارتفاع بین زیر میله و بالاترین نقطه مخروط بتن اندازه‌گیری شود.

نکته



چنانچه بلافاصله پس از برداشتن مخروط، بتن در هم فرو ریخته شود (نوع ریزشی) و یا از یک طرف بریزد (نوع برشی) باید آزمون را یک بار دیگر تکرار کرد، و در صورتی که دوباره همان نتیجه حاصل شود می‌توان نتیجه گرفت که بتن دارای حالت خمیری نبوده و یا دارای چسبندگی لازم نیست و باید یا از روش دیگری برای اندازه‌گیری کارایی استفاده نمود و یا در طرح اختلاط و یا در ساخت بتن تجدید نظر کرد.

طبقه‌بندی روانی بتن براساس آزمون اسلامپ (براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۵۱۹) مطابق جدول ۱ می‌باشد. با توجه به نوع سازه در دست احداث با بتن، نوع روانی بتن مناسب با پروژه انتخاب می‌شود. در شکل ۱۲ کتاب درسی تفاوت بین روانی نمونه‌های مختلف بتنی نشان داده شده است، که از نوع سفت آن برای بتن‌ریزی سدهای حجیم و از نوع روان آن برای ساخت بتن‌هایی تحت عنوان بتن خود تراکم (SCC) استفاده می‌گردد. لازم به ذکر است که برای دستیابی به بتن روان تر بهتر است به جای افزایش میزان آب مصرفی که باعث کاهش مقاومت بتن می‌گردد از مواد روان کننده استفاده شود. در شکل ۱۳ کتاب درسی سعی شده است که هنرجو با کاربرد بتن در روسازی بتنی آشنايي پیدا کند. لازم به توضیح است که

معمولاً در پروژه‌های راه‌سازی با درجه اهمیت بالا از دستگاه (تحت عنوان پیور) برای احداث روسازی بتنی استفاده می‌شود. برای اینکه پس از اجرای روسازی بتنی با دستگاه، بتن شکل خود را از دست ندهد نیاز است که بتن از نوع سفت انتخاب شود. حال اگر روسازی راه به وسیله قالب‌بندی اجرا شود می‌توان جهت افزایش سهولت کار با بتن و پمپاژ آن روانی بتن را از نوع نیمه‌سفت انتخاب کرد.

جدول ۱- طبقه‌بندی روانی بتن براساس آزمایش اسلامپ

میزان اسلامپ (mm)	طبقه‌بندی روانی
۴۰ تا ۱۰	S۱
۹۰ تا ۵۰	S۲
۱۵۰ تا ۱۰۰	S۳
بیشتر از ۱۶۰	S۴

بتن‌ریزی

با تشکیل گروه‌های چند نفره در مورد شیوه صحیح اجرای هر یک از موارد زیر بحث نموده و روش صحیح را انتخاب نمایید.

پاسخ: توصیه می‌شود که فاصله قرارگیری بتن از محلی که بتن سرازیر می‌شود حتی‌المقدور کم بوده و از ۵۰ سانتی‌متر تجاوز نکند. ممکن است بتن‌ریزی توسط دستگاه پمپ صورت گیرد. استفاده از پمپ بتن، بیشتر در مواردی توصیه می‌شود که بتن‌ریزی در ارتفاع بوده و از طرفی مشکل ریختن بتن هم وجود داشته باشد. برای بتن‌ریزی در ستون‌ها به وسیله پمپ بتن باید دقت کرد که با عبور دادن لوله پمپ از قالب، ارتفاع مجاز بتن‌ریزی تنظیم گردد. بنابراین روش صحیح بتن‌ریزی در این فعالیت به شرح زیر است:

بتن‌ریزی در کف‌ها: روش دوم

بتن‌ریزی در شیب‌ها: روش اول

بتن‌ریزی در ستون‌ها به وسیله پمپ بتن: روش دوم

بتن‌ریزی در ستون‌ها با تعبیه روزنه: روش دوم

پاسخ فعالیت
کلاسی



عمل آوری بتن

به عمل آوردن یا مراقبت از بتن مراقبتی است که سازنده بتن باید در طول ۷ الی ۱۰ روز اول از بتن به عمل آورد. هر چه شرایط عمل آوری بهتر صورت پذیرد، مقاومت کسب شده بتن پس از دوره عمل آوری بیشتر خواهد بود. بنابراین عمل آوری پس از انتخاب طرح اختلاط مناسب یکی از عوامل اصلی در تضمین مقاومت بالا و کیفیت مطلوب بتن می‌باشد. مراقبت از بتن را می‌توان به طرق مختلف انجام داد که استفاده از هر یک از این روش‌ها با توجه به نوع سازه بتنی و امکانات و شرایط متفاوت بوده و بستگی به نظر مهندس کارگاه دارد. برای سطوح تخت و افقی بهترین شرایط ایجاد یک لایه آب به ضخامت حداقل ۵ الی ۱۰ سانتی‌متر است که از آن به عنوان روش برکه آب نیز یاد می‌شود. روش دیگر ایجاد مه (آب پاشی) می‌باشد که برای جاهایی که محدودیت آب وجود دارد و یا سطوح غیر افقی یا غیر تخت است مناسب باشد. ضمناً بسته به درجه حرارت و نوع و ضخامت پوشش، باید هر چند ساعت یا هر چند روز یک‌بار سطوح بتن خیس گردد. به‌طور مثال در تابستان و در مناطق گرم مانند جنوب کشور برای مراقبت صحیح و کامل از بتن با روش آب‌پاشی باید هر نیم ساعت سطح بتن را آب‌پاشی کرد که امکان آن به خصوص اگر پروژه بزرگ باشد بسیار مشکل و تقریباً غیرممکن است که با استفاده از پوشش می‌توان این زمان را به ۵ ساعت افزایش داد. لازم به ذکر است روش مرسوم استفاده از گونی برای پوشش‌دهی و مرطوب نگه داشتن سطح به دلیل جذب آب توسط گونی مطلوب نبوده و بهتر است از پوشش پلاستیکی برای مرطوب نگه داشتن سطح بتن استفاده گردد.

اجزای تشکیل دهنده یک مخلوط آسفالتی

- قیر

چسباننده‌های سیاه مصرفی در راه‌سازی شامل مواد قیری دارای این خاصیت اصلی می‌باشد که دانه‌های سنگی را به یکدیگر چسبانده و به جسم یکپارچه تبدیل می‌کند. قیر جسمی است به رنگ سیاه که از شمار زیادی هیدروکربور ساخته شده است. قیر را از عهد باستان در ایران می‌شناختند و واژه آن ممکن است ایلامی یا بابلی باشد. قیر در دمای محیط، جامد و یا نیمه‌جامد است و بر اثر حرارت روان می‌شود. از آنجا که در ایران مواد نفتی غنی و فراوانی وجود دارد اکثر قریب به اتفاق راه‌ها با استفاده از قیر و در قالب روسازی‌های آسفالتی ساخته می‌شوند.

قیرهای مصرفی در راه‌سازی چنانچه از معدن به‌دست آید قیر طبیعی یا معدنی و هرگاه از پالایش نفت خام حاصل شود، قیر نفتی یا پالایشگاهی نام دارد. که عمدتاً قیرهای پالایشگاهی از کیفیت به مراتب بالاتر برای ساخت آسفالت برخوردارند. قیرهای نفتی یا پالایشگاهی از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر به‌دست می‌آید و نهایتاً آنچه که در ته برج تقطیر باقی می‌ماند، قیر خالص نفتی است. قیرهای با درجه سفتی متفاوت برای مصارف مختلف راه‌سازی را می‌توان با تنظیم درجه حرارت و فشار داخل برج‌های تقطیر و نیز هوادهی تولید نمود. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی قیر به شمار می‌رود که درصد وزنی آنها در مولکول‌های قیر به ترتیب ۸۵-۷۰ و ۱۵-۱۰ درصد است. به‌طور کلی، خصوصیات قیرهای نفتی تابع نوع و جنس نفت خام، کمیت و کیفیت هیدروکربورهای تشکیل دهنده آن و فرایند پالایش است.

در عمل، نفت خام منابع مختلف را می‌توان به یکی از انواع آسفالتینیک، پارافینیک و آسفالتینیک - پارافینیک (مختلط) تقسیم کرد. قیری که از نفت خام آسفالتینیک به‌دست می‌آید، مرغوب‌ترین قیر برای راه‌سازی است. باید توجه کرد که پارافین خاصیت انگمی و چسبندگی قیر را کم می‌کند، لذا باید از مصرف قیرهای حاوی پارافین زیاد خودداری کرد. منابع نفت خام ایران اغلب از نوع آسفالتینیک - پارافینیک است.

انواع قیرهای نفتی مصرفی در راه‌سازی

۱- **قیرهای خالص:** قیرهایی که مستقیماً در برج تقطیر در خلأ پالایشگاه به‌دست می‌آید و یا مختصری در جریان فرایند هوادهی قرار می‌گیرد قیرهای خالص نامیده می‌شود. این قیرها باید همگن و فاقد آب بوده و در دمای ۱۷۶ درجه سانتی‌گراد کف نکند. قیرهای خالص در اثر حرارت به‌صورت مایع غلیظ و آبگون تغییر شکل می‌دهد و در درجه حرارت کم، حالت الاستیک و فنری دارد. قیرهای خالص مصرفی در راه‌سازی براساس طبقه‌بندی درجه نفوذ تقسیم می‌شوند که مشخصات آنها در جدول صفحه بعد آورده شده است.

جدول ۲- مشخصات قیرهای خالص براساس طبقه‌بندی درجه نفوذ

درجه نفوذ										نوع آزمایش
۲۰۰-۳۰۰		۱۲۰-۱۵۰		۸۵-۱۰۰		۶۰-۷۰		۴۰-۵۰		
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلی‌متر)
	۱۷۶		۲۱۸		۲۳۲		۲۳۲		۲۳۲	درجه اشتعال (سانتی‌گراد)
	۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰	قابلیت کشش در ۲۵ درجه سانتی‌گراد (سانتی‌متر)
	۹۹		۹۹		۹۹		۹۹		۹۹	درجه خلوص باتری کلرورائیلین (درصد)
۴۰	۳۵	۴۶	۴۰	۵۲	۴۵	۵۶	۴۹	۶۰	۵۲	نقطه نرمی قیر (درجه سانتی‌گراد)
۱/۵		۱/۳		۱		۰/۸		۰/۸		خصوصیات پس از آزمایش لعاب نازک قیر (۱۶۳) درجه سانتی‌گراد و به مدت ۵ ساعت: تغییر جرم - درصد
	۴۰		۴۶		۵۰		۵۴		۵۸	نسبت درصد درجه نفوذ بعد از آزمایش به درجه نفوذ اولیه
	۱۰۰		۱۰۰		۷۵		۵۰			قابلیت کشش



هنرآموز گرامی در مورد دلیل استفاده از قیر ۷۰-۶۰ AC برای مناطق گرمسیر و قیر ۱۰۰-۸۵ AC برای مناطق سردسیر بحث و تبادل نظر کنید.

پاسخ: هرچه میزان سختی و سفتی قیر بیشتر باشد، میزان نفوذ سوزن در آزمایش درجه نفوذ در درون قیر کمتر است. بنابراین قیر ۷۰-۶۰ AC سفت تر از قیر ۱۰۰-۸۵ AC می باشد. از آنجا که قیر یک ماده حساس به حرارت است. در دماهای بالا نیازمند سفتی بیشتر برای تحمل بارهای وارده می باشد. در مناطق گرمسیر که دمای هوا زیاد است بایستی از این نوع قیر جهت تحمل بهتر تنش‌ها استفاده نمود. از سوی دیگر، قیر هر چه نرم تر باشد در دماهای پایین انعطاف پذیری بهتری داشته و دیرتر دچار ترک خوردگی حرارتی می شود. بنابراین قیر ۱۰۰-۸۵ AC که قیر نرم تری است در مناطق سردسیر مورد استفاده قرار می گیرد. در صورتی که از قیر ۷۰-۶۰ AC برای مناطق سردسیر استفاده شود، احتمال ترک خوردگی ناشی از دمای پایین در آسفالت بسیار زیاد می گردد. همچنین استفاده از قیر ۱۰۰-۸۵ AC در مناطق گرمسیر باعث ایجاد شیارشدگی در مسیر عبور چرخ‌ها و گود افتادگی مسیر در اثر حرارت زیاد و عدم توانایی قیر در تحمل تنش‌های ایجاد شده به دلیل سفتی کم می گردد.

۲- قیرهای محلول: قیرهای محلول از حل کردن قیرهای خالص در حلال‌های

نفتی به دست می آید. نوع و کیفیت قیرهای محلول به کیفیت قیرهای خالص اصلی، نوع و مقدار حلال بستگی دارد. هر اندازه مقدار حلال‌های نفتی در قیر محلول زیادتر باشد، روانی آن بیشتر است. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول از ۲۰ تا ۵۰ درصد تغییر می کند. قیرهای محلول در راه‌سازی برای اندوذهای سطحی، نفوذی، آسفالت سطحی، آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا آسفالت مخلوط در محل و غیره مصرف می شود. قیرهای محلول برحسب سرعت گیرش و نوع حلال به سه گروه اصلی زیر طبقه بندی می شوند:

- **قیرهای محلول زودگیر (RC):** اگر از بنزین برای حل کردن قیر خالص استفاده شود، قیر محلول را زودگیر می نامند، زیرا حلال موجود در قیر در مدت کمی بعد از مصرف قیر محلول، زود تبخیر شده و قیر اصلی بر جای می ماند.
- **قیرهای محلول کندگیر (MC):** قیرهای کندگیر از حل کردن قیر خالص در نفت سفید تهیه می شود که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی تر است.
- **قیرهای محلول دیرگیر (SC):** قیرهای محلول دیرگیر از حل کردن قیر خالص

در حلال‌های نفتی، مانند گازوئیل یا نفت سیاه، به دست می‌آید. این قیرها را می‌توان مانند قیرهای خالص، مستقیماً از تقطیر نفت خام به دست آورد. در حالت اخیر قیرهای دیرگیر را روغن راه نیز می‌نامند. گیرش کامل این قیرها بعد از مصرف، مدت زمان زیادی طول می‌کشد. در واقع این قیرها در شرایط آب و هوای عادی تبخیر نمی‌شوند، بلکه تغییر شکل مولکولی در آنها به وجود می‌آید که نسبتاً تدریجی و طولانی است.

۳- قیرابه‌ها (قیرهای امولسیون): از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده امولسیون‌ساز، قیرابه به دست می‌آید. در این مخلوط قیر با ابعاد از یک تا ۱۰ میکرون، در آب شناور است. آب، فاز پیوسته و قیر فاز معلق و ناپیوسته این مخلوط را تشکیل می‌دهد. قیرابه‌سازها (امولسیون‌سازها) موجب ایجاد بار الکتریکی (مثبت یا منفی) در سطح ذرات قیر می‌شود و نیروی دافعه ناشی از بار همنام، مانع به هم پیوستن ذرات قیر در قیرابه می‌شود. مقدار قیر در قیرابه‌ها از ۵۵ تا ۶۵ درصد، میزان آب از ۳۵ تا ۴۵ درصد و قیرابه‌سازها حداکثر حدود ۰/۷ درصد وزنی قیرابه را تشکیل می‌دهد. از قیرابه‌ها برای تهیه انواع مخلوط‌های آسفالت گرم و سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل، آسفالت سطحی، اندودهای قیری، درزگیری و لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی، تثبیت خاک و ماسه و غبار نشانی و غیره می‌توان استفاده کرد. برای مصرف قیرابه‌ها معمولاً نیازی به حرارت دادن آنها نیست، لذا از نظر اقتصادی و ایمنی بر انواع دیگر قیرها برتری دارند. اختلاط قیرابه‌ها با سنگ‌دانه‌های مرطوب و یا پخش قیرابه روی بستر مرطوب شنی و یا آسفالتی راه در عملکرد قیرابه‌ها تأثیر منفی ندارد. اما از قیرهای محلول و قیر خالص نمی‌توان مستقیماً برای اختلاط با سنگ‌دانه‌های مرطوب استفاده نمود.

از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی، قیرابه‌ها مناسب‌ترین و با صرفه‌ترین جایگزین برای قیرهای محلول محسوب می‌شوند زیرا:

- انرژی مصرفی برای گرم کردن آنها به مراتب کمتر از قیرهای محلول است.
 - به جای تبخیر و تصعید حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول و انتشار آنها در محیط زیست که موجب آلودگی شدید می‌گردد، در قیرابه‌ها فقط آب تبخیر می‌شود.
 - هزینه حدود ۵۰-۲۰ درصد وزنی حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول، در شرایط جاری بحران انرژی به مراتب بیشتر از هزینه ماده امولسیون‌ساز در قیرابه‌ها می‌باشد.
- قیرابه‌ها برحسب بار ذره‌ای ایجاد شده در سطح ذرات شناور قیر، به دو گروه اصلی و زیرگروه‌های دیگر به شرح صفحه بعد تقسیم می‌شود:

○ **قیرابه‌های آنیونیک:** با استفاده از امولسیون‌سازهای نوع املاح قلیایی اسیدهای آلی، سطح ذرات قیر دارای بار منفی می‌شود. این قیرابه‌ها را آنیونیک می‌نامند که خود به چهار نوع سریع‌شکن، زودشکن، کندشکن و دیرشکن تقسیم می‌شوند.

○ **قیرابه‌های کاتیونیک:** با استفاده از امولسیون‌سازهای نوع ترکیبات آلی نمک‌های آمونیوم و یا آمین‌ها، سطح ذرات قیر دارای بار مثبت می‌شود. این قیرابه‌ها را کاتیونیک می‌نامند. قیرابه‌های کاتیونیک نیز به چهار نوع سریع‌شکن، زودشکن، کندشکن و دیرشکن تقسیم می‌شوند.

– آندودها

پخش یک لایه قیر با کندروانی کم و یا متوسط روی سطح شنی راه، آندود نفوذی و روی سطح آسفالتی یا بتنی راه، آندود سطحی نامیده می‌شود. برای انتخاب نوع و درجه قیر مناسب برای آندودهای نفوذی و سطحی بایستی به عوامل زیر توجه داشت:

(الف) دمای محیط

(ب) رطوبت نسبی و باد

(پ) درجه حرارت سطحی که قیرپاشی می‌شود.

(ت) بافت سطحی بستری که قیرپاشی می‌شود.

(ث) طول زمان عمل آمدن قیر

مناسب‌ترین میزان پخش قیر برای آندودهای نفوذی و سطحی، مقدار قیری است که پس از انقضای مدت لازم برای هر یک از آندودها، مواد فرار آن تصعید و کاملاً جذب سطح راه شده باشد که این مدت برای آندود نفوذی، حداقل ۲۴ ساعت خواهد بود. برای آندود نفوذی، برحسب آنکه بافت ریزدانه و متراکم و یا بافت درشت‌دانه و باز داشته باشد، مقدار قیر محلول به ترتیب می‌تواند از ۱ تا ۲ کیلوگرم بر مترمربع تغییر کند. در صورتی که از قیرابه برای سطوح آماده شده راه با دانه‌بندی باز و تخلخل زیاد استفاده شود، میزان مصرف آن برحسب مورد بین ۲/۵-۱/۵ لیتر بر مترمربع خواهد بود. برای آندودهای سطحی، مقدار قیر محلول حدود ۴۰۰-۲۰۰ گرم در مترمربع و برای قیرابه ۵۰۰-۲۵۰ گرم در مترمربع می‌باشد. میزان آندود سطحی که باید روی سطوح آسفالتی قدیمی، هوازده و آسیب دیده پخش شود، برحسب مورد و با توجه به شدت میزان فرسودگی رویه موجود تعیین می‌شود.

– سنگ‌دانه‌ها

سنگ‌دانه‌ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای استخراج و در سنگ‌شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می‌شود. مصالح بلافاصله پس از شکسته شدن، دانه‌بندی (شده با سرندکردن) و در قسمت‌های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) انبار می‌شود. بدیهی است

که مصالح سنگ کوهی نسبت به شن و ماسه و قلوه سنگ رودخانه‌ای، ارجحیت دارد. در بحث دانه‌بندی معمولاً از دانه‌بندی پیوسته استفاده می‌شود که براساس نشریه روسازی راه‌های کشور جدول زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این کتاب دانه‌بندی شماره ۴ برای آستر و شماره ۵ برای رویه در نظر گرفته شده است.

جدول ۳- دانه‌بندی پیوسته مخلوط‌های آسفالت

درصد وزنی رد شده از هر الک							شماره دانه‌بندی اندازه الک
۷ (رویه)	۶ (رویه)	۵ (رویه)	۴ (آستر و رویه)	۳ (اساس قیری و آستر)	۲ (اساس قیری و آستر)	۱ (اساس قیری)	
--	--	--	--	--	--	۱۰۰	۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)
--	--	--	--	--	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۷/۵ میلی‌متر (۱/۵ اینچ)
--	--	--	--	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	--	۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)
--	--	--	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	--	۵۶-۸۰	۱۹ میلی‌متر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
--	--	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	--	۵۶-۸۰	--	۱۲/۵ میلی‌متر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
--	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	--	۵۶-۸۰	--	--	۹/۵ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۵۵-۸۵	۴۴-۷۴	۳۵-۶۵	۲۹-۵۹	۲۳-۵۳	۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
۹۵-۱۰۰	۶۵-۱۰۰	۳۲-۶۷	۲۸-۵۸	۲۳-۴۹	۱۹-۴۵	۱۵-۴۱	۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)
۸۵-۱۰۰	۴۰-۸۰	--	--	--	--	--	۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)
۷۰-۹۵	۲۵-۶۵	--	--	--	--	--	۰/۶ میلی‌متر (شماره ۳۰)
۴۵-۷۵	۷-۴۰	۷-۲۳	۵-۲۱	۵-۱۹	۵-۱۷	۴-۱۶	۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)
۲۰-۴۰	۳-۲۰	--	--	--	--	--	۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)
۹-۲۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۸	۱-۷	۰-۶	۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

در صورتی که از شکستن سنگ‌دانه‌ها به مقدار کافی، (فیلر عمدتاً رد شده از الک ۲۰۰) تأمین نشود، بایستی فیلر اضافی تهیه و در کارخانه آسفالت از طریق سیلوی جداگانه به مصالح اضافه شود. نوع فیلر، میزان مصرف و دانه‌بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه‌ای دارد.

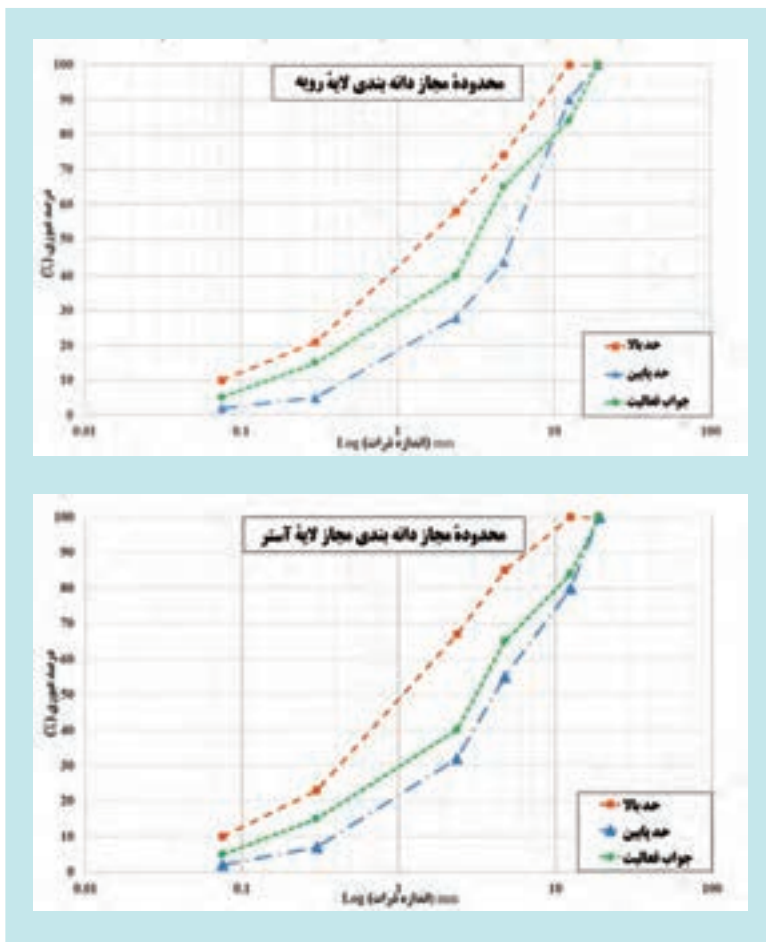
پاسخ فعالیت
کلاسی



شکل کتاب، وزن مصالح الک شده یک دانه‌بندی آسفالتی را نشان می‌دهد. پس از تکمیل جدول دانه‌بندی، نمودار دانه‌بندی را در دو شکل محدوده مجاز دانه‌بندی لایه آستر و رویه ترسیم نموده و در مورد نمودار به دست آمده بحث و تبادل نظر نمایید.

پاسخ: پس از کامل کردن جدول مربوطه، مشابه با فعالیت‌های پیشین، هنرآموز بایستی منحنی دانه‌بندی را وارد شکل محدوده دانه‌بندی لایه رویه و آستر نماید. مطابق با اشکال ترسیم شده مشاهده می‌شود دانه‌بندی مذکور در محدوده مجاز لایه رویه قرار می‌گیرد. منتهی این منحنی در قسمت درشت‌دانه مقداری از محدوده مجاز لایه رویه خارج گردیده است که نشان از عدم امکان استفاده از آن برای این لایه دارد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که محدوده دانه‌بندی لایه آستر درشت‌دانه‌تر از لایه رویه است.

شماره الک	اندازه مش الک (mm)	وزن مصالح مانده روی هر الک	درصد مانده هر الک	درصد تجمعی رد شده
۳/۴	۱۹	۰	۰	۱۰۰
۳/۸	۱۲/۵	۸۸	$۸۸ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۱۶\%$	۱۰۰ - ۱۶ = ۸۴
۴	۴/۷۵	۱۰۴/۵	$۱۰۴/۵ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۱۹\%$	۸۴ - ۱۹ = ۶۵
۸	۲/۳۶	۱۳۷/۵	$۱۳۷/۵ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۲۵\%$	۶۵ - ۲۵ = ۴۰
۵۰	۰/۳	۱۳۷/۵	$۱۳۷/۵ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۲۵\%$	۴۰ - ۲۵ = ۱۵
۲۰۰	۰/۰۷۵	۵۵	$۵۵ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۱۰\%$	۱۵ - ۱۰ = ۵
ظرف		۲۷/۵	$۲۷/۵ \div ۵۵۰ \times ۱۰۰ = ۵\%$	
	مجموع	۵۵۰		



انواع مخلوط‌های آسفالتی

○ **آسفالت گرم:** آسفالت گرم، مخلوطی است از سنگ‌دانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر گرم در درجه حرارت‌های معین، مخلوط و به همان صورت گرم برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می‌شود. دوام زیاد، تولید یکنواخت، کنترل درجه حرارت و رطوبت مصالح و آماده‌شدن سریع برای عبور ترافیک، از مزایای آسفالت گرم می‌باشد که بدون هیچ‌گونه محدودیتی در راه‌ها، خیابان‌ها، فرودگاه‌ها، باراندازها، پایانه‌ها و پارکینگ‌ها مورد مصرف قرار می‌گیرد.

انواع آسفالت گرم مصرفی در قشرهای روسازی راه، به شرح زیر است:

○ **آسفالت رویه (توپکا):** آسفالت رویه آخرین قشر بتن آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای وارده از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می‌گیرد. آسفالت رویه طوری طراحی و اجرا می‌گردد که تحمل بارهای وارده را داشته و در مقابل اثرات سوء آب، یخ‌بندان و تغییرات درجه حرارت، مقاومت کرده و دوام آورد. قشر رویه نسبت به قشر آستر و اساس قیری، دارای دانه‌بندی ریزتر، فضای خالی سنگ‌دانه‌های آن زیادتر و در نتیجه مصرف قیر بیشتر می‌باشد. حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌ها در این قشر بین ۹/۵ تا ۱۹ میلی‌متر می‌باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز و نوع ترافیک و شرایط آب و هوایی، انتخاب می‌شود.

○ **آسفالت آستر (بیندر):** این قشر بتن آسفالتی، بین قشر رویه و قشر اساس قیری و در صورت عدم وجود قشر اساس قیری، بین قشر رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می‌گیرد. دانه‌بندی آن درشت‌تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌های آن از ۱۹ تا ۳۷/۵ میلی‌متر می‌باشد. گاهی اوقات در شرایط ترافیک خیلی سنگین، از جمله در بنادر و اسکله‌ها، مشروط بر آنکه بافت سطحی آن مشکلی ایجاد نکند، از دانه‌بندی‌های قشر بیندر با سنگ‌دانه‌های حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر که در مقابل تغییر شکل ناشی از بارهای خیلی سنگین و هوای گرم، حساسیت کمتری دارد، برای قشر رویه استفاده می‌شود.

– آسفالت سرد

آسفالت سرد از اختلاط سنگ‌دانه‌ها با قیرهای محلول یا قیرابه‌ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می‌شود. سنگ‌دانه‌ها در زمان اختلاط با قیرابه می‌تواند مرطوب باشد ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت باید خشک شده باشد. مخلوط‌های آسفالت سرد که با قیرهای محلول غلیظ تهیه می‌شود، عملاً مانند آسفالت گرم باید در درجه حرارت ۹۵ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر با قیر مخلوط شده و در محدوده همین دما، پخش و متراکم شود. آسفالت سرد را می‌توان در مسافت‌های زیاد حمل و سپس پخش کرد و یا آن را در کارگاه انبار نمود و بعداً مورد استفاده قرار داد. آسفالت سرد در کلیه لایه‌های روسازی کاربرد دارد مشروط بر آنکه تمام ضوابط و معیارهای طراحی و محدودیت‌های ترافیکی مسیر رعایت شده باشد. این نوع آسفالت در قشرهای رویه، آستر و اساس قیری برای ترافیک سبک و متوسط و در قشر اساس قیری برای ترافیک سنگین و خیلی سنگین می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

قیرهای مصرفی در آسفالت سرد که از نوع قیرابه یا قیر محلول است معمولاً با توجه به روش اختلاط سنگ و قیر و در واقع نوع آسفالت سرد (کارخانه‌ای یا مخلوط در محل)، دانه‌بندی مصالح، شرایط منطقه، عمر طراحی و مدت زمان

انبار کردن آسفالت قبل از مصرف (فوری، کوتاه مدت و یا میان مدت) انتخاب می‌شود. معمولاً بیشترین خاصیت چسبندگی در مخلوط‌های آسفالت سرد، تابع نوع قیر خالصی است که قیرهای محلول یا قیرابه‌ها با آن تهیه می‌شود. برای تأمین چسبندگی بیشتر از غلیظ‌ترین قیری که با توجه به شرایط ساخت و اجرا می‌تواند کارایی لازم را ایجاد کند، انتخاب می‌شود.

– حمل و نقل مواد قیری و مخلوط آسفالتی

قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی، توسط تانکرهای حمل قیر به کارگاه وارد می‌شود. برای تخلیه قیر این تانکرها به مخازن قیر کارگاه، نیاز به گرم کردن تحت شرایط خاص می‌باشد. قیر نباید با شعله مستقیم گرم شود، زیرا موجب سوخته شدن موضعی قیر و در نتیجه کاهش خواص چسبندگی آن می‌شود. در صورت لزوم برای اعمال شعله باید بین شعله و جدار تانکر، از آجر نسوز استفاده شود. برای انتقال قیر از مخازن به کارخانه آسفالت و یا گرم کردن قیر باید از لوله‌های روغن و یا وسایل الکتریکی استفاده شود. درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله‌ها و هنگام اختلاط با سنگ‌دانه‌ها در مخلوط‌کن کارخانه آسفالت، باید به گونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت با دانه‌بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می‌شود هیچ‌گاه از ۱۶۳ درجه سانتی‌گراد تجاوز ننماید و در عین حال درجه حرارت قیر نیز کمتر از ۱۷۶ درجه سانتی‌گراد باشد. تانکرهای حمل قیر و همچنین مخازن قیر کارگاه باید مجهز به حرارت‌سنج باشد. یک حرارت‌سنج در قسمت تحتانی تانکر و دیگری در قسمت فوقانی نصب شود. در کارخانه آسفالت نیز باید حرارت‌سنج قیر نصب شود، به طوری که در هر زمان بتوان درجه حرارت قیر را کنترل نمود.

ساخت آسفالت

– اختلاط در کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت باید در مسیر حمل سنگ‌دانه‌ها از معدن به محل مصرف آسفالت نصب شود تا فاصله حمل حداقل شده و حمل مضاعف صورت نگیرد. ظرفیت کارخانه آسفالت متناسب با آسفالت مورد نیاز و اهمیت پروژه تعیین می‌شود و باید در مشخصات خصوصی قید شود که از ۱۲۰ تا ۳۰۰ تن در ساعت متغیر خواهد بود. پس از آنکه سنگ‌دانه‌های شکسته در کارگاه در قسمت‌های مجزا انبار شدند، کارخانه آسفالت راه‌اندازی شده و مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و در صورت لزوم ماسه طبیعی به‌طور جداگانه به سیلوهای سرد کارخانه تغذیه می‌شود. وضعیت درجه سیلوهای سرد طوری تنظیم می‌گردد که از هر یک به نسبت معین

مصالح وارد کارخانه شده و پس از حرارت دیدن و سرد شدن به سیلوهای گرم کارخانه منتقل شود. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط کن اضافه می‌گردند. برای تهیه طرح اختلاط آسفالت، از هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت و همچنین از فیلر و قیر، یک نمونه برداشت شده و به همراه مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار، به آزمایشگاه مورد تأیید ارسال می‌گردد.

فیلر موجود در مصالح سنگی آسفالتی باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت از مصالح جدا شده و در سیلوی فیلر ذخیره و سپس به مقدار مورد نیاز به مصالح اضافه شود. مدت زمان اختلاط سنگ‌دانه‌ها، قیر و فیلر بستگی به مدل و ظرفیت کارخانه، نوع مصالح و دانه‌بندی و پوشش قیری سنگ‌دانه‌ها دارد. معمولاً در دستورالعمل کارخانه سازنده، مدت زمان اختلاط تعیین می‌شود. از آسفالت‌های اساس قیری، آستر و رویه تهیه شده در کارخانه آسفالت باید حداقل روزانه ۲ نمونه و در صورتی که تولید زیاد باشد، از هر ۳۵۰ تن آسفالت، یک نمونه از کامیون حامل آسفالت و یا آسفالت سطح راه قبل از کوبیده شدن برداشته و مورد آزمایش قرار گیرد.

– حمل آسفالت

حمل آسفالت از محل کارخانه تا محل پخش به وسیله کامیون انجام می‌گیرد. جدار داخلی کامیون و سطوحی که با آسفالت تماس دارد باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه مواد خارجی باشد. به منظور پیشگیری از چسبیدن آسفالت به کف و دیواره‌های اطاق کامیون، بایستی قبل از ریختن آسفالت، اطاق کامیون را در محل با آب آهک شست‌وشو داده و تمیز نمود. شست‌وشو با هر نوع روغن و گازوئیل ممنوع می‌باشد. هرگاه در مدت زمان حمل آسفالت، درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت بایستی با برزنت پوشیده شود تا سطح آسفالت سرد نشده و خاصیت و یکنواختی خود را از دست ندهد. حداکثر زمان حمل آسفالت، ۴۵ دقیقه و حداکثر فاصله حمل با کامیون ۷۰ کیلومتر می‌باشد. افزایش زمان و درجه حرارت زیاد آسفالت در جریان حمل، موجب می‌گردد که مقداری از قیر مخلوط آسفالتی در کف کامیون جمع شده و آسفالت بالای کامیون، کم قیر و آسفالت کف کامیون، پرقیر شود. این جدایی قیر موجب می‌شود که در قسمت کم قیر، طول عمر آسفالت کوتاه و در قسمت پرقیر، قیرزدگی ایجاد شود.

– پخش و تراکم آسفالت

آسفالت حمل شده از کارخانه در محل مصرف در فینیشر تخلیه می‌شود. فینیشر، مخلوط آسفالتی را در عرض و ضخامتی که در مشخصات تعیین شده است و با شیب عرضی معین پخش می‌کند. ضخامت آسفالت پخش شده توسط فینیشر با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی محاسبه می‌شود. ضخامت آسفالت پخش شده معمولاً بین ۱/۲۰ تا ۱/۲۵ برابر ضخامت آسفالت کوبیده شده می‌باشد. این ضخامت به‌طور مرتب توسط تکنسین‌های ناظر محل پخش، اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت می‌گردد. ضخامت آسفالت کوبیده شده نیز اندازه‌گیری و با مشخصات، تطبیق داده می‌شود. ضخامت هر لایه کوبیده شده آسفالت، ۲ تا ۳ برابر حداکثر اندازه سنگ‌دانه می‌باشد و بیش از آن، با توجه به شرایط اجرایی و نوع غلتک‌ها تعیین می‌شود. در روکش‌های آسفالتی و برای تصحیح ناهمواری سطوح آسفالت موجود و قدیمی و همچنین در نوسازی آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی، بایستی از فینیشر تمام اتوماتیک استفاده شود. اطوی فینیشر و دستگاه گرم‌کننده و ارتعاش‌دهنده آن باید به سهولت قابل تنظیم باشد، به‌طوری که قادر باشد لایه آسفالت را با مشخصات مذکور پخش نماید.

پس از پخش آسفالت به‌وسیله فینیشر، اطوی اولیه قشر پخش شده، توسط فینیشر و اطوی ثانویه، توسط غلتک چرخ فلزی (ترجیحاً دو چرخ دو محور) انجام می‌شود. چرخ یا محور دارای نیروی محرکه غلتک اطو بایستی به سمت فینیشر باشد که از جمع شدن آسفالت کوبیده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت به‌طرف فینیشر، جلوگیری گردد. کوبیدن نهایی قشر آسفالتی توسط دو غلتک چرخ لاستیکی با وزن مناسب (بسته به نوع دانه‌بندی و ضخامت قشر پخش شده آسفالت) تا حصول تراکم لازم انجام می‌شود. میزان تراکم برای قشرهای اساس آسفالتی، آستر و رویه (توپکا) حداقل ۹۷ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال، یا ۹۲ درصد وزن مخصوص نظری آسفالت می‌باشد. وزن غلتک‌ها بایستی قابل تنظیم باشد. غلتک‌های چرخ لاستیکی برای حصول تراکم کافی و تنظیم بافت سطحی آسفالت، مناسب‌تر از غلتک‌های چرخ فلزی می‌باشد.

نحوه ارزشیابی پودمان

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد.

جدول ارزشیابی پودمان (تهیه طرح مخلوط بتن و آسفالت)

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان فصل
۳	۱- توانایی تحلیل نمودار دانه‌بندی ۲- ترسیم نمودار دانه‌بندی به صورت دستی و با استفاده از نرم‌افزار ۳- تعیین نوع قیر و سیمان مناسب ۴- تعیین نسبت آب به سیمان بتن ۵- تعیین مراحل تولید و اجرای مخلوط آسفالتی	بالتر از حد انتظار	تهیه طرح اختلاط آسفالت و بتن براساس نشریه ۲۳۴ و روش ملی طرح مخلوط بتن	تهیه مخلوط بتن	تهیه مخلوط‌های بتن و آسفالت
۲	۱- تعیین نمودار دانه‌بندی ۲- ترسیم نمودار دانه‌بندی به صورت دستی ۳- تعیین نسبت آب به سیمان بتن	در حد انتظار (کسب شایستگی)		تهیه مخلوط آسفالت	
۱	۱- شناخت انواع قیر و سیمان ۲- شناخت انواع سنگ‌دانه و دسته‌بندی آن	پایین تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی)			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان منحصرأ شامل نمرات ۱، ۲ یا ۳ است
					نمره پودمان از ۲۰