

## فصل هشتم - آسفالت سرد

### ۱-۸ تعریف

آسفالت سرد را بر حسب روش تهیه و اجرا می توان به دو دسته آسفالت سرد کارخانه ای و آسفالت سرد مخلوط در محل تقسیم کرد.

### ۱-۳-۸ آسفالت سرد کارخانه ای

آسفالت سرد کارخانه ای در کارخانه های ثابت و مرکزی آسفالت تهیه می شود و سپس برای پخش به محل اجرای روسازی حمل می شود. در کلیه مراحل ساخت آن، از فرآگرد تنظیم دانه بندی، توزین سنگدانه ها و اختلاط با قیرهای مشروطه در این فصل، کنترل های لازم آنطور که در تهیه آسفالت گرم تشریح شده است (فصل نهم آیین نامه)، رعایت می شود. البته هنگامی که از قیرابه استفاده می شود مراحل حرارت دادن و یا خشک کردن سنگدانه ها دیگر انجام نمی شود، مشروطه بر آن که رطوبت مصالح بیش از ۳ درصد نباشد.

### ۲-۳-۸ آسفالت سرد مخلوط در محل

آسفالت سرد مخلوط در محل به دو روش زیر تهیه می شود:

الف - نوع مخلوط در محل که سنگدانه ها در کنار و امتداد راه ریشه شده و روی آن قیرپاشی می شود و سپس عمل اختلاط و پخش با گریدر یا وسایل نظیر آن انجام می گیرد.

ب - نوع مخلوط در کارگاه که عمل اختلاط قیر و سنگدانه ها در کارگاه های ثابت یا موقت انجام و مخلوط تهیه شده برای پخش به محل اجرا حمل می شود.

### ۴-۸ سنگدانه ها

سنگدانه ها در آسفالت سرد اعم از کارخانه ای یا مخلوط در محل رامی توان از اختلاط مصالح درشت دانه حاصل از شکستن

آسفالت سرد از اختلاط سنگدانه ها با قیرهای محلول، یا قیرابه ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می شود. سنگدانه ها در زمان اختلاط با قیرابه می توانند مرتبط باشد ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت خشک شده باشد. مخلوط های آسفالت سرد که با قیرهای محلول غلیظ مانند MC-۳۰۰۰ یا SC-۳۰۰۰ تهیه می شود عملاً مانند آسفالت گرم باید در حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر با قیر مخلوط شده و در محدوده همین دما، پخش و متراکم شود.

آسفالت سرد را می توان در مسافت های زیاد حمل و سپس پخش کرد و یا آن را در کارگاه انبار و بعداً مورد استفاده قرار داد.

### ۲-۸ دامنه کاربرد

آسفالت سرد در کلیه لایه های روسازی کاربرد دارد مشروط بر آن که تمام ضوابط و معیارهای طراحی و محدودیت های ترافیکی مسیر، رعایت شده باشد.

این نوع آسفالت در قشرهای رویه، آستر و اساس قیری برای ترافیک سبک و متوسط و در قشر اساس آسفالتی برای ترافیک سنگین و خیلی سنگین می توانند مورد استفاده قرار گیرد.

ضرایب همارزی آسفالت سرد نسبت به آسفالت گرم بحسب این که آسفالت سرد کارخانه ای یا مخلوط در محل و با دانه بندی درشت و یا ماسه ای باشد متفاوت است و در محدوده ۱/۳-۲ تغییر می کند. آسفالت سرد را می توان برای ترافیک سبک و یا متوسط طراحی کرد و چنانچه در آینده ترافیک جاده سنگین شد آن را با آسفالت گرم روکش کرد تا موجب تقویت جاده شود.

دانه‌بندی‌های درشت و ریز دیگر که بتواند دانه‌بندی مشخصات را تأمین کند، قابل قبول خواهد بود.

#### ۲-۴-۸ دانه‌بندی فیلر

چنانچه برای تأمین دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها از فیلر استفاده شود، دانه‌بندی آن باید با جدول مربوط فصل نهم مطابقت داشته باشد.

تبصره: وقتی که سنگدانه‌های مصرفی برای آسفالت سرد از بستر راه شنی موجود و از طریق شخمزن و برداشتن ضخامت معینی از آن تهیه می‌شود، باید با مشخصات جدول ۱-۸ و زیربند ۱-۴-۸ فوق منطبق بوده و در غیر این صورت اصلاحات لازم برای تطابق با مشخصات فوق، روی آن انجام گیرد.

#### ۵-۸ مواد قیری

مشخصات مواد قیری مصرفی در آسفالت سرد بشرح زیر می‌باشد:

سنگ کوهی، شن رودخانه‌ای، سرباره کوره آهن‌گدازی، یا ماسه شکسته، ماسه شسته و یا مخلوط این دو و در صورت لزوم فیلر، تهیه کرد. مخلوط صالح مصرفی باید مشخصات مندرج در جدول ۱-۸ را داشته و موارد ذیل در آن رعایت شده باشد:

#### ۱-۴-۸ دانه‌بندی سنگدانه‌ها

دانه‌بندی سنگدانه‌ها بر حسب این که پیوسته یا باز انتخاب شود باید در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های پیوسته و یا باز فصل نهم باشد. دانه‌بندی با توجه به ضخامت قشر آسفالتی، ترافیک و شرایط جوی - اقلیمی منطقه تعیین می‌شود. منحنی دانه‌بندی بهتر است بویژه بعد از الک شماره ۸ به موازات دو محدوده بالا و پایین دانه‌بندی اصلی قرار گیرد.

دانه‌بندی اجزای دانه‌درشت و دانه‌ریز نیز برای اختلاط و تأمین دانه‌بندی مشخصات، با توجه به حداکثر قطر سنگدانه‌ها، باید مطابق دانه‌بندی صالح درشت دانه و ریزدانه جدولهای مربوط فصل نهم باشد. انتخاب

جدول ۱-۸ مشخصات سنگدانه‌ها برای استفاده در آسفالت سرد

روش آزمایش			مشخصات	آزمایش
بی اس	ای اس تی ام	آشتو		
-	C ۱۳۱	T ۹۶	۴۰ درصد	مقاومت سایشی با آزمایش لوس آنجلس - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۲ درصد	افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۸ درصد	افت وزنی با سولفات منیزیم - حداکثر
-	D ۲۴۱۹	T ۱۷۶	۳۵ درصد	ارزش ماسه‌ای - حداقل
-	D ۲۴۱۸	T ۹۰	۴ درصد	نشانه خمیری - حداکثر
-	-	-	۶۵ درصد	شکستگی یک جبهه سنگدانه‌های مانده روی الک شماره ۴ یا ۴/۷۵ میلیمتر - حداقل
۸۱۲	-	-	۳۵ درصد	ضریب تورق - حداکثر
-	C ۲۹	T ۱۹	۱۱۲۰ kg/m <sup>۳</sup>	جرم واحد حجم سنگدانه‌های سرباره کوره آهن‌گدازی - حداقل

#### ۱-۵-۸ قیرهای محلول

مشخصات قیرهای محلول بشرح جدول های مربوط در فصل پنجم باید رعایت شود.

#### ۲-۵-۸ قیرابه ها

مشخصات قیرابه ها باید بشرح جدول های مربوط مندرج در فصل پنجم باشد.

#### ۳-۶-۸ انتخاب قیر

قیرهای مصرفی در آسفالت سرد با توجه به روش اختلاط سنگ و قیر و در واقع نوع آسفالت سرد (کارخانه ای یا مخلوط در محل)، دانه بندی مصالح، شرایط منطقه، عمر طراحی و مدت زمان انبارداری قبل از مصرف (فوری، کوتاه مدت یا میان مدت)، انتخاب می شود.

جدول ۲-۸ با توجه به عوامل ذکر شده به عنوان راهنمای برای انتخاب قیرهای محلول و قیرابه ها می تواند بکار گرفته شود. در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنمای، به موردهای زیر توجه خاص مبذول می شود:

#### ۴-۶-۸ خصوصیات قیر

معمولاً بیشترین خاصیت چسبندگی در مخلوط های آسفالت سرد تابع نوع قیر خالصی است که قیرهای محلول یا قیرابه ها با آن تهیه می شود. برای تأمین چسبندگی بیشتر، از غلیظترین قیری که با توجه به شرایط ساخت و اجرا، می تواند کارایی لازم را ایجاد کند انتخاب می شود.

#### ۵-۶-۸ کند روانی قیر

کند روانی قیر تابع درجه حرارت است. نظر به اینکه ضروری

است قیر مصرفی در آسفالت سرد و در دمای محیط کار و در حین عملیات اجرایی، کارایی و روانی کافی داشته باشد، لذا غلظت قیر در این دما از اهمیت خاصی برخوردار است. قیر در شرایط محیطی ساخت آسفالت باید آنچنان غلظتی داشته باشد که بتواند مخلوط آسفالتی همگن و یکنواخت با پوشش قیری کاملی برای سنگدانه هارا تأمین کند. به عنوان مثال برای تولید آسفالت سرد کارخانه ای، از قیر با کندروانی بیشتر (قیر غلیظتر) و برای آسفالت سرد تولید شده در محل، از قیر با کند روانی کمتر (قیر رقیق تر) استفاده می شود.

#### ۶-۶-۸ تأثیر دانه بندی مصالح

دانه بندی مصالح، عامل تعیین کننده ای در انتخاب قیر آسفالت سرد محسوب می شود. به طور کلی دانه بندی های باز در مقایسه با دانه بندی های پیوسته، به قیر غلیظ تری نیاز دارد. وقتی که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ مخلوط زیاد باشد، عمل اختلاط به سختی انجام می گیرد. در این حالت بهتر است قیر مصرفی کند روانی متوسط و یا کمتری داشته باشد. بالعکس، در شرایطی که مواد رد شده از الک ۲۰۰ کم باشد، عمل اختلاط آسان تر انجام می گیرد و لذا قیر با کندروانی بیشتر مناسب تر خواهد بود.

بعلاوه کاربرد قیر با کندروانی بیشتر احتمال چکه کردن قیر از سنگدانه های با دانه بندی باز را کاهش می دهد.

#### ۷-۶-۸ عمل آمدن قیر

بر حسب نوع قیر انتخابی عواملی در میزان کارایی و سرعت عمل آمدن قیر حین اجرای عملیات مؤثر است. این عوامل برای قیرهای محلول و قیرابه ها به شرح ذیل می باشد:

توضیحات:

- ۱) مصالح رشدده از الک ۵ میلیمتر با حداکثر درصد مواد رشدده از الک شناساره ۲۰۰ مصالح رشدده از الک ۲ میلیمتر (الک شناساره ۱۰۰ همراه با مقداری مراد رشدده از الک ۱۰۰ که دارای خاصیت خوبی نباشد

نامه ایندیکاتور	نامه ایندیکاتور	فقرهای محظوظ										نحو آسنال و گینه	مصالح سنگی مصرفی
		SC	RC	زدگیر	دزگیر	MC	کنگره	SC	RC	زدگیر	دزگیر		
۱) مخلوطات تهیه شده در کارخانه													
مصرف در فشر اساس و رویه با:													
دانه بندی باز													
خوب دانه بندی شده													
مصالح ماسه‌ای (۱)													
۲) آسنال مخلوط در محل													
مصرف در فشر اساس و رویه با:													
دانه بندی باز													
خوب دانه بندی شده													
ماسه													
ماسه همراه با الای (۲)													
۳) مخلوطات مناسب تعمیرات و لک گیری													
مصرف غوری													
مصرف غیر غوری													

که از دانه‌بندی‌های پیوسته حاوی مواد ریزدانه زیاد استفاده می‌شود معمولاً مدت زمان زیادتری را برای اندودکردن سنگدانه‌ها و کامل شدن عمل اختلاط منظور و از قیر با سرعت گیرایی و سفت شدن متوسط و یا نسبتاً طولانی استفاده می‌شود. در چنین شرایطی، قیرهای محلول مصرفی از انواع کندگیر یا دیرگیر و قیرابه‌های مصرفی از انواع کندشکن یا دیرشکن می‌باشد. از طرف دیگر، چنانچه از مصالح با دانه‌بندی باز استفاده شود، نظر به این که زمان کوتاه‌تری برای تکمیل عمل اختلاط لازم است، می‌توان از قیرهایی که سریعتر به عمل می‌آید مانند قیرهای محلول زودگیر و یا قیرابه‌های کندشکن استفاده کرد.

## ۷-۸ درجه حرارت قیر

محدوده‌های بالا و پایین درجه حرارت قیرهای مصرفی در آسفالت سرد، بر حسب این که آسفالت از انواع کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل باشد، در جدول ۳-۸ به عنوان راهنمای، آمده است. از این جدول برای تعیین محدوده درجه حرارتی که مخلوط کارائی مناسبی در شرایط متفاوت اجرای کار داشته باشد، می‌توان استفاده کرد.

## ۸-۸ انتخاب دانه‌بندی کارگاهی

انتخاب دانه‌بندی مخلوط آسفالت سرد برای هر پروژه، اعم از این که انواع کارخانه‌ای یا مخلوط در محل باشد، باید با توجه به ضوابط و معیارهای مشروحة در فصل نهم، موضوع دانه‌بندی کارگاهی و رعایت روداری‌های مربوطه، صورت گیرد. انتخاب این دانه‌بندی، ضمن آن که در داخل دانه‌بندی اصلی مشخصات قرار می‌گیرد، با توجه به میزان ترافیک، شرایط جوی و کیفیت سنگدانه‌های مصرفی انجام

## ۱-۴-۶-۸ قیرهای محلول

سرعت گیرش و عمل آمدن قیرهای محلول (به عبارتی عمل تبخیر و تصنیع مواد فرار این قیرها) تابع مقدار قیر مصرفی، نوع و درجه قیر، رطوبت نسبی محیط، باد، تغییرات دمای محیط محل اجرای کار در طول عملیات و دمای اختلاط قیر با سنگدانه‌ها می‌باشد. هر اندازه مواد حلال قیر مصرفی سبک‌تر باشد (مانند قیرهای زودگیر) این مواد زودتر تصنیع می‌شود و در نتیجه گیرایی قیر سریعتر صورت می‌گیرد. بالعکس، هر اندازه دمای محیط کمتر، هوا سردتر و رطوبت نسبی زیادتر باشد، سرعت گیرایی کندتر و زمان آن طولانی‌تر خواهد شد.

## ۲-۴-۶-۸ قیرابه‌ها

soft شدن این قیرها و ظهور خاصیت چسبندگی کامل در آنها، به نوع قیرابه، تبخیر آب موجود در آن، درصد جذب آب سنگدانه‌ها و فشار مکانیکی اعمال شده به مخلوط آسفالتی (غلظت و ترافیک)، بستگی دارد. در شرایط محیطی مناسب، تبخیر آب و در نتیجه عمل آمدن کامل قیر نسبتاً سریع انجام می‌گیرد. هوای سرد، رطوبت نسبی زیاد، یا بارندگی بلا فاصله بعد از پخش قیر، مانع سفت شدن سریع و به هنگام قیر می‌شود. تأثیر شرایط جوی برای قیرهای آنیونیک در مقایسه با قیرهای کاتیونیک بیشتر است.

برای دستیابی به نتایج بهینه، همواره شرایط محیطی به عنوان یک عامل مهم در نظر گرفته می‌شود. برای آسفالت سرد فقط می‌توان از قیرهای کندشکن و دیرشکن استفاده کرد.

## ۳-۴-۶-۸ اثر دانه‌بندی

نوع دانه‌بندی مصالح، از نظر تسريع یا تأخیر در عمل آمدن قیرهای محلول یا سفت شدن قیرابه‌ها، عامل مهمی است. وقتی

## ۹-۸ طرح اختلاط آسفالت سرد

برای طرح اختلاط آسفالت سرد به دو طریق زیر عمل می شود:

### ۱-۹-۱ استفاده از فرمول های تجربی

در شرایطی که وسایل و امکانات آزمایشگاهی برای طرح اختلاط آسفالت سود با استفاده از روش های استاندارد فراهم نباشد، می توان از فرمول های تجربی زیر برای تعیین درصد قیر، استفاده کرد.

می گیرد. به عنوان مثال برای ترافیک سنگین در مناطق گرمسیری و با شیب های تند (مناطق کوهستانی) که رویه آسفالتی به تغییر شکل خمیری گرایش بیشتری نشان می دهد، از دانه بندی درشت تر، درصد شکستگی بیشتر، مصرف مصالح رودخانه ای کمتر در مخلوط آسفالت استفاده می شود.

رواداری های قابل اعمال در دانه بندی کارگاهی در جدول ۴-۸ نشان داده شده است.

جدول ۳-۸ راهنمای درجه حرارت قیرهای مصرفی برای تهیه آسفالت سرد

نوع و درجه قیر	قیرابه ها:	کارخانه ای با دانه بندی باز و پیوسته	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد
قیرهای محلول (۲):	انواع قیرابه های کندشکن و دیرشکن آئیونیک و کاتیونیک	(۱) ۱۰-۷۰	۲۰-۷۰ سانتیگراد	مصالح ریسه شده در راه
انواع زودگیر، کندگیر و دیرگیر با کندروانی:	-	۷۰	۲۰+ سانتیگراد	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد
۷۰	۲۵۰	۵۵-۸۰ سانتیگراد	۴۰+ سانتیگراد	کارخانه ای با دانه بندی باز و پیوسته
۸۰۰	۸۰۰	۷۵-۱۰۰ سانتیگراد	۵۵+ سانتیگراد	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۸۰-۱۱۵ سانتیگراد	-	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد

توضیحات:

۱) فقط برای آسفالت سرد که در کارخانه ثابت مرکزی تهیه می شود.

۲) چون نقطه اشتعال قیرهای محلول معمولاً از ۲۷ تا حد اکثر ۱۰۷ درجه سانتیگراد تغییر می کند لذا باید هنگام گرم کردن قیرهای محلول، کلیه نکات اینمنی و احتیاط های لازم رعایت شود.

۳) درجه حرارت مخلوط آسفالت سرد، بعد از اختلاط قیر و مصالح

۴) حد اکثر درجه حرارت قیر باید به اندازه ای باشد که دود آبی رنگ از آن متصاعد نشود.

جدول ۴-۸ رواداری مجاز دانه‌بندی کارگاهی و قیر در آسفالت سرد

درصد رواداری	اندازه الکها
± ۸	الک ۱۲/۵ میلیمتر ( $\frac{۱}{۳}$ اینچ) و بزرگتر
± ۷	الکهای ۹/۵ میلیمتر ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر، (شماره ۴)
± ۶	الکهای ۲/۳۶ میلیمتر(شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر(شماره ۱۶)
± ۵	الکهای ۶/۰ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
± ۳	الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
± ۰/۵	درصد قیر بر حسب وزن مخلوط آسفالتی

A - درصد مصالح مانده روی الک شماره ۵۰

B - درصد رشدده از الک ۵۰ و مانده روی ۱۰۰

C - درصد رشدده از الک ۱۰۰ و مانده روی ۲۰۰

D - رشدده از الک شماره ۲۰۰

#### ۱-۱-۹-۸ قیرابه‌ها

درصد وزنی قیرابه، برای مصالح با دانه‌بندی پیوسته و

متراکم را می‌توان به روش زیر محاسبه کرد:

الف - درصد قیرابه از رابطه:

$$P = (0/05 A + 0/1 B + 0/5 C) \times 0/7 \quad (1-8)$$

که در آن:

P - درصد وزنی قیرابه بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

A - درصد وزنی مصالح سنگی مانده روی الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)

B - درصد وزنی مصالح سنگی رشدده از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و مانده روی الک ۲۰۰

C - درصد وزنی مصالح رشدده از الک ۲۰۰

#### ۱-۱-۹-۸ درصد قیر برای دانه‌بندی‌های باز

درصد تقریبی قیر برای دانه‌بندی‌های باز را (بشرح جدول

مربوط در فصل نهم) می‌توان با روش CKE که در نشریه

MS-۱۴ انتستیتو آسفالت تشریح شده تعیین کرد. بعد از تعیین

مقدار قیر با روش فوق، میزان دقیق قیر مخلوط با انجام آزمایش

در آزمایشگاه و از طریق اندازه‌گیری وزن مخصوص و درصد

فضای خالی نمونه‌های مارشال در شرایط بهینه تعیین می‌شود.

لازم به ذکر است که مقدار مقاومت مارشال برای ارزیابی این

نمونه‌ها که به دلیل دانه‌بندی باز از چسبندگی کافی برخوردار

نیست، کاربرد ندارد.

#### ۱-۱-۹-۸ قیرهای محلول

درصد وزنی قیرهای محلول، برای مصالح با دانه‌بندی

پیوسته و متراکم را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$P = 0/02A + 0/07B + 0/15C + 0/02D \quad (2-8)$$

طرح اختلاط آزمایشگاهی

طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد، بر حسب این که

قیر محلول یا قیرابه مصرف شود، بشرح زیر انجام می‌گیرد:

P - درصد قیر بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

از نتایج آزمایش‌های فوق درجه حرارت اختلاط قیر و سنگدانه‌ها و درجه حرارت کوبیدن مخلوط آسفالت سرد برای تهیه نمونه‌های مارشال براساس نشریه MS-۱۴ انتیتو آسفالت تعیین می‌شود. کوبیدن این نمونه‌ها در شرایطی انجام می‌گردد که درمورد آسفالت سرد مصرفی در نوسازی‌ها و لایه روكش درصد مواد فرار و آسفالت مصرفی در کارهای تعمیرات و لکه‌گیری، ۲۵ درصد مواد فرار قیر قبل از کوبیدن نمونه‌ها، تبخیر شده باشد.

**پ - مشخصات فنی آسفالت حاوی قیر محلول**  
مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرهای محلول با طرح اختلاط به روش مارشال که شامل تعیین مقاومت مارشال، فضای خالی و روانی مخلوط است، در جدول ۶-۸ ارائه شده است.

#### ۲-۹-۸ قیرابه‌ها

طرح اختلاط آسفالت سرد با قیرابه‌ها با یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

**الف - روش ویم**  
طرح اختلاط با روش ویم برابر استانداردهای D1561 و D1560 ای اس تی ام و استفاده از آزمایش CKE مطابق آخرين چاپ نشریه MS-۱۴ انتیتو آسفالت فقط با مصالح سنگی دارای دانه‌بندی پیوسته انجام می‌شود. مشخصات فنی مخلوط آسفالت سرد با این روش در جدول ۷-۸ آورده شده است.

**ب - روش اصلاح شده مارشال**

طرح اختلاط با روش اصلاح شده مارشال، بشرح آخرين چاپ نشریه MS-۱۴ انتیتو آسفالت با رعایت مشخصات فنی جدول ۸-۸ انجام می‌شود. کاربرد این طرح محدود به طراحی آسفالت سرد برای مصرف در قشر اساس با دانه‌بندی پیوسته و متراکم و برای جاده‌های با ترافیک سبک می‌شود.

#### ۱-۹-۸ قیرهای محلول

طرح اختلاط برای قیرهای محلول با روش مارشال به شرح آیین نامه D1559 ای اس تی ام و رعایت دستورالعمل‌های ویژه نشریه MS-۱۴ انتیتو آسفالت انجام می‌شود. درین روش کلیه وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی همان ابزار و وسایلی است که در طرح آسفالت گرم بکار می‌رود. مراحل کلی طرح اختلاط به شرح زیر است:

##### الف - سنگدانه‌ها

- دانه‌بندی کارگاهی مصالح سنگی باید قبل انتخاب و به تصویب دستگاه نظارت برسد. مصالح بهتر است دانه‌بندی متراکم و پیوسته داشته و منحصرًا از جدول مربوط در فصل نهم انتخاب شود. کاربرد دانه‌بندی‌های باز در طراحی با روش مارشال مناسب نیست.

- وزن مخصوص‌های حقیقی و موثر مصالح، براساس دانه‌بندی کارگاهی تصویب شده تعیین گردد.

##### ب - قیر

نتایج آزمایش‌های مورد نیاز برای قیر عبارتند از:

- تهیه جدول مشخصات قیر که شامل درصد قیر خالص در قیر محلول و میزان مواد حلال آن و موارد دیگر می‌باشد (بسیج جدول نمونه ۸-۵) صورت گیرد.

- نمودار تغییرات وزن مخصوص قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد بر حسب تغییر میزان مواد حلال موجود در قیر (شکل ۱-۸ بعنوان یک نمونه)

- نمودار تغییرات کندروانی قیرهای محلول بر حسب سانتی استکس با حرارت (شکل ۲-۸ بعنوان یک نمونه)

- نمودار تغییرات کندروانی قیر بر حسب سانتی استکس در برابر تغییرات درصد مواد حلال قیر (شکل ۳-۸ بعنوان یک نمونه).

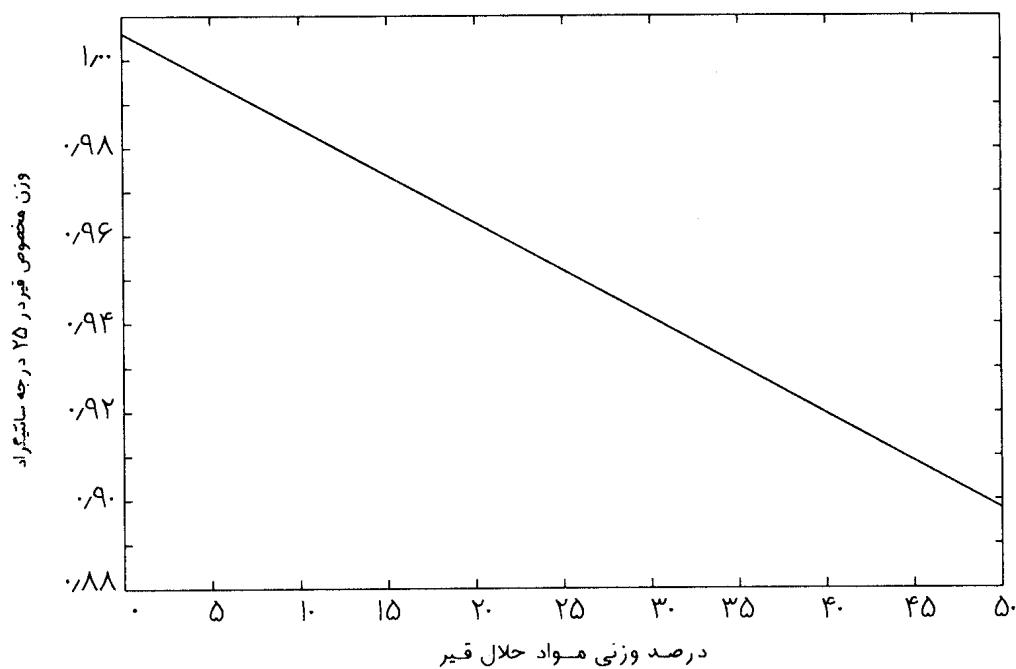
# آینده رو سازی آسفالتی راه های ایران

جدول ۵-۸ نمونه ای از نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیائی سه نمونه قیر کنگیر

آزمایش یا مشخصه	MC-۳۰۰	MC-۸۰۰	MC-۲۵۰
درصد وزنی قیر خالص	۹۱	۸۵	۷۸
درصد وزنی مواد حلال	۹	۱۵	۲۲
وزن مخصوص در ۱۵/۶ درجه سانتیگراد	۰/۹۲۲	۰/۹۷۷	۰/۹۶۲
کنکروانی سینماتیک (صدماستکس در ۶۰°C)	۵۱۵۰	۱۲۱۱	۳۵۹
درصد حجمی مواد تقطیر شده در درجه حرارت های زیر به مواد تقطیر شده در ۳۶۰°C			
درجه سانتیگراد ۱۹۰	۰	۰	۰
درجه سانتیگراد ۲۲۵	۰	۰	۲/۳
درجه سانتیگراد ۲۶۰	۰	۱۸/۲	۴۰/۲
درجه سانتیگراد ۳۱۵/۵	۵۰	۷۰/۹	۸۰/۵
خصوصیات قیر پس مانده از تقطیر:			
درصد حجمی در ۳۶۰°C	۹۳/۳	۸۶/۳	۷۸/۳
درجه نفوذ (۱۰۰ گرم / ۵ ثانیه / ۲۵°C)	۱۷۳	۱۸۶	۱۹۰
درجه انگشتی (۵ سانتیمتر / دقیقه / ۲۵°C)	۱۲۳	۱۳۰	+۱۵۰

جدول ۶-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال

مشخصه	حدود
درصد تصحیح مواد حلال قبل از متراکم کردن در سطح راه برای:	۲۵ درصد
- آسفالت سرد مورد استفاده در تعمیرات	۵۰ درصد
- آسفالت سرد مورداستفاده در نوسازی ها و لایه روکش	۷۵ ضربه
تعداد ضربه برای کوییدن نمونه مارشال	
- ترافیک سنگین، متوسط، سبک	۲۵ ضربه
مقاومت مارشال در ۲۵ درجه سانتیگراد	
- آسفالت سرد برای تعمیرات	حداقل ۲۳۰ کیلوگرم
- آسفالت سرد برای نوسازی ها و لایه روکش	حداقل ۳۴۰ کیلوگرم
- فضای خالی	۳-۵ درصد
- روانی	۲-۴ میلیمتر
- فضای خالی مصالح سنگی	به جدول مربوط در فصل ۹ مراجعه شود
درصد ماند مقاومت مارشال بعد از چهار روز	حداقل ۷۵ درصد
نگهداری در آب ۲۵°C	



شکل ۱-۸ تغییرات وزن مخصوص یک نمونه قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد بر حسب میزان مواد حلال موجود در آن

جدول ۷-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد تهیه شده با قیرابهای با استفاده از روش ویم

مشخصه	قشر اساس	قشر آستر و رویه
الف - تاب آذری مخلوط در $23 \pm 3$ درجه سانتیگراد:		
(۱) عمل آمدن ناقص	حداقل ۷۰	(۳) _
(۲) عمل آمدن کامل	حداقل ۷۸	(۳) _
ب - مقاومت مخلوط در $23 \pm 3$ درجه سانتیگراد:*	حداقل ۴۰	(۳) _
ج - چسبندگی مخلوط در $23 \pm 3$ درجه سانتیگراد:***		
(۱) عمل آمدن ناقص	حداقل ۵۰	(۳) _
(۲) عمل آمدن کامل	حداقل ۱۰۰	(۳) _
د - چسبندگی مخلوط در $23 \pm 3$ درجه سانتیگراد:	حداقل ۱۰۰	(۳) _
ه - درصد پوشش قیری سنگدانه‌ها	حداقل ۷۵	حداقل ۵۰

(۱) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۲۴ ساعت در  $23 \pm 3$  سانتیگراد

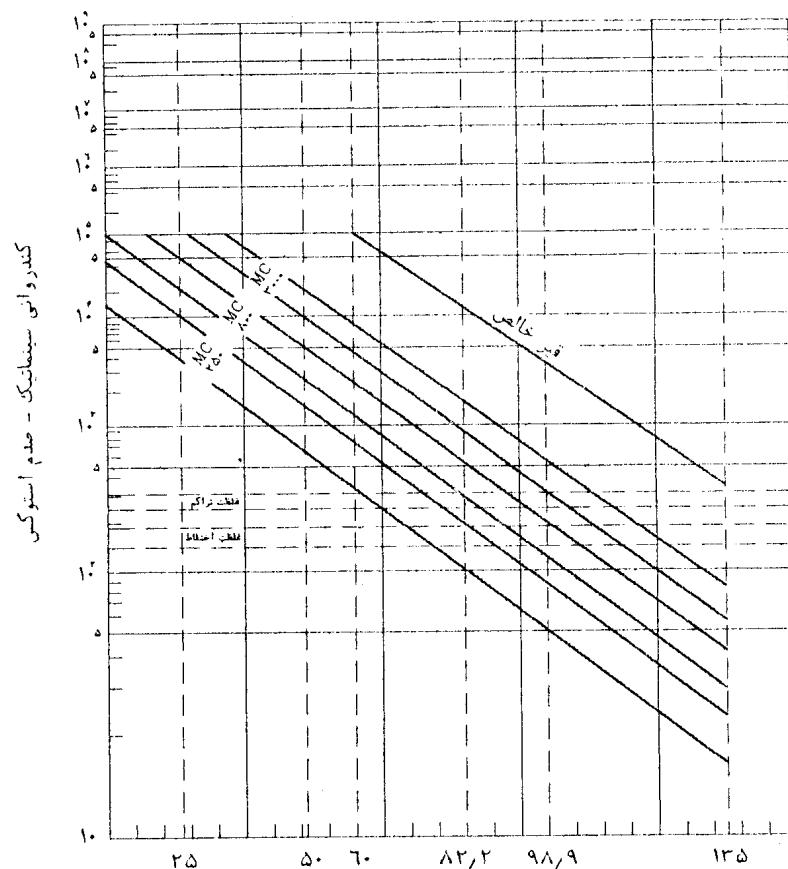
(۲) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۷۲ ساعت در  $23 \pm 3$  سانتیگراد. سپس نگهداری نمونه بمدت چهار روز در خلاء و بعد قراردادن آن در آب بمدت یک ساعت در شرایط خلاء و یک ساعت بدون خلاء

(۳) مشخصات تعیین نشده است

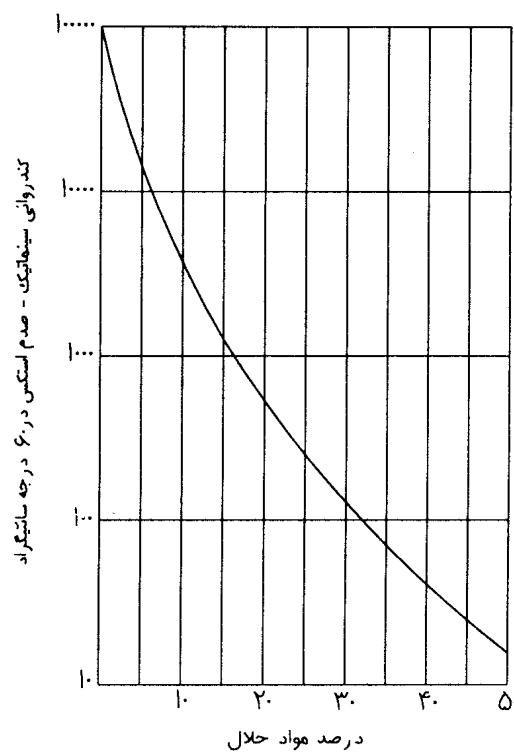
\* Resistant value,R

\*\* Stabilometer value,S

\*\*\* Cohesometer value,C



شکل ۲-۸ نمودار تغییرات کندروانی نمونه هایی از قیرهای محلول در مقابل حرارت



شکل ۳-۸ نمودار رابطه کندروانی نمونه ای از یک قیر محلول حاوی درصد های مختلف مواد حلول در مقابل حرارت

جدول ۸-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرابه‌ها براساس روش اصلاح شده مارشال

حدود		مشخصه
حداکثر	حداقل	
--	۲۲۵ کیلوگرم	مقاومت مارشال (تهیه شده با ۵۰ صربه) در ۲۲ درجه سانتیگراد
۵۰ درصد	-	افت مقاومت مارشال بعداز نگهداری نمونه در خلاء در شرایط اشباع
-	۵۰ درصد	پوشش قیری سنگداندها

A - درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه بر حسب وزن مخلوط

آسفالتی

a - درصد وزنی قیر خالص در نمونه بر حسب وزن مخلوط

آسفالتی

R - درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه مصرفی که بر حسب نوع و

درجه آنها متفاوت بوده و حداقل یکبار در جریان طراحی

آسفالت سرد و به تناوب در روند اجرای کار براساس آزمایش

تقطیر قیر تعیین می‌شود (برای قیرهای محلول روش

ای اس تی ام و یا T۷۸ آشتو و برای قیرابه‌ها روش

D۴۰۲ ای اس تی ام و یا T۵۹ آشتو).

D۲۴۴

به عنوان مثال چنانچه a درصد قیر خالص در آزمایش

اکستراکشن یک مخلوط آسفالت سرد ساخته شده با قیرابه

کاتیونیک ۱ SS-۱ معادل ۴ درصد و R برای این قیر در آزمایش

تقطیر ۵۷ درصد باشد، درصد قیرابه (A) بر حسب وزن مخلوط

آسفالت سرد برابر است با:

$$A = \frac{4 \times 100}{57} = 7$$

مقدار A، مطابق جدول ۸-۸، باید در محدوده  $5 \pm 0.5$ ٪ نسبت

به قیر طرح اختلاط باشد.

این آزمایش را می‌توان روی نمونه‌های آسفالتی کوبیده شده

## ۱۰-۸ آزمایش‌ها

در جریان تهیه و اجرای آسفالت سرد، انجام آزمایش‌های زیر

برای ارزیابی کیفیت آسفالت در مراحل تهیه، تولید، پخش و

تراکم ضروری است.

## ۱۰-۹ درصد قیر

برای تعیین درصد قیر محلول و یا قیرابه در آسفالت سرد،

نمونه مخلوط آسفالتی را که ضخامت نکوبیده و غیرمتراکم آن از

۳۸ میلیمتر تجاوز نکند در یک ظرف فلزی قرار می‌دهند و آن را

سه نوبت و هر نوبت یک ساعت در گرمخانه با حرارت  $121 \pm 3$

درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. هر بار بعد از یک ساعت نمونه را

از گرمخانه خارج کرده و آن را یک دقیقه کاملاً بهم می‌زنند. بعد از

نوبت سوم، نمونه را بعد از سردشدن، در حالی که کلیه مواد

حلال و آب موجود در مخلوط و قیر طی سه ساعت

حرارت دادن تصعید و تبخیر شده است، به روش T۱۶۴ آشتو

مورد آزمایش استخراج (اکستراکشن) قرارداده و مقدار قیر آن را

که فقط شامل قیر خالص است تعیین می‌کنند.

در صورتیکه درصد قیر در آزمایش a باشد، مقدار کل قیر

مخلوط و یا قیرابه در مخلوط آسفالتی برابر است با:

$$A = \frac{100(a)}{R}$$

که در آن:

همگن با پوشش قیری یکنواخت و منطبق با مشخصات تولید کند. سنگدانه های تفکیک شده در کارگاه جداگانه به سیلوهای سرد تغذیه شده و قبل از تغذیه مخلوط نمی شود. تغذیه مصالح به نحوی تنظیم می شود که موجب کم یا زیاد شدن مصالح در سیلوهای گرم نشده و اختلالی در تولید یکنواخت و همگن مخلوط آسفالتی بوجود نیاورد. حداقل زمان اختلاط طوری انتخاب می شود که بیشترین پوشش قیری سطحی سنگدانه ها را تأمین کند، ضمن آنکه در مورد قیرابه ها ضرورتی ندارد که این پوشش به ۱۰۰ درصد برسد.

معمولًاً وقتی که سنگدانه ها رطوبتی بیش از ۲-۳ درصد داشته و یا آسفالت در فصل سرد و زمستان تولید شود خشک کردن سنگدانه ها، به ویژه در شرایطی که دانه بندی پیوسته بوده و مواد ریزدانه زیاد داشته باشد، ضروری است.

درجه حرارت قیر بر حسب نوع قیر باید در محدوده های مندرج در جدول ۸-۳ باشد.

**۱۱-۸ دستگاه های اختلاط آسفالت مخلوط در محل اختلاط قیر و مصالح در محل به صورت های مختلفی می تواند انجام گیرد که عمدۀ آنها عبارتند از:**

#### ۱۱-۹ اختلاط سیار

در این روش یک ماشین مخلوط کننده سیار در حالیکه در طول راه حرکت می کند، قیر و مصالح را با هم مخلوط کرده و روی راه پخش می کند.

دستگاه های اختلاط سیار بر دو نوع دارد:

الف - دستگاه روی مصالح ریسه شده در طول راه حرکت می کند و در حالیکه قیر به مصالح می افزاید، آنها را مخلوط کرده و مخلوط آسفالتی آماده شده را در عقب ماشین به شکل ریسه برای پخش باقی می گذارد.

در سطح راه نیز انجام داد، مشروط بر آنکه قبل از آن را با حرارت ملایم به حالت غیرمتراکم تبدیل کرده و سپس بشرح فوق در گرمخانه قرار داد.

#### ۱۰-۸ دانه بندی

روی نمونه آسفالت، بعد از آزمایش استخراج قیر (اکستراکشن)، آزمایش دانه بندی با روش T164 آشت و انجام و نتیجه باید با دانه بندی مصوب طرح، بعد از اعمال حدود رواداری مندرج در جدول ۸-۴، تطابق داشته باشد.

#### ۱۰-۹ مشخصات فنی

مشخصات فنی آسفالت سرد شامل مقاومت، فضای خالی، چسبندگی و سایر ضرایب مربوطه بر حسب اینکه با روش مارشال و یا روش ویم طراحی شده باشد باید با حداقل مقادیر مندرج در جدول های ۸-۸ تا ۸-۶ (برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول یا قیرابه ها) مطابقت داشته باشد.

#### ۱۱-۸ وسایل تهیه آسفالت سرد

این وسایل بر حسب این که آسفالت سرد در کارخانه آسفالت تهیه شود و یا با روش های مخلوط در محل تهیه شود بشرح زیر است:

#### ۱۱-۹ کارخانه آسفالت سرد

کارخانه های آسفالت سرد می توانند از انواع مرحله ای و یا مداوم بوده و مجهز به سیلوهای سرد، واحد خشک کننده مصالح، سیلوهای گرم، سرند، وسایل گرم کردن قیر و سنگدانه ها (در صورت نیاز) و توزین آنها باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی (در صورت نیاز) و توزین آنها باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی

همگنی تهیه شود. عرض گریدر حداقل ۳ متر و فاصله بین محور چرخ‌های عقب و جلوی آن حداقل  $4/5$  مترمی باشد. گریدر بهتر است دارای چرخ‌های لاستیکی صاف باشد.

#### ۴-۲-۱۱-۸ اختلاط با دستگاه‌های بازیافتی

این دستگاهها دارای گردونه‌های دواری هستند که روی آنها تعداد زیادی ناخنک مقاوم نصب است که می‌توانند با دوران سریع گردونه مصالح موجود در سطح راه را کنده و همزمان مواد مورد نیاز نظیر قیر را نیز به آن اضافه کرده و عمل اختلاط را انجام دهد. علاوه بر آنکه می‌توان از قیرابه یا قیرهای محلول برای افزودن به مصالح در این روش استفاده کرد برخی از این دستگاه‌ها خود قادرند کف قیر (قیر حاوی درصد جزئی آب) ایجاد کرده و مصالح را با کف قیر آغشته کنند. در این سیستم با افزودن حدود ۰/۲٪ آب به قیر داغ و همزمان با واردکردن هوای فشرده، حجم قیر برای مدت کوتاهی تا حدود ۱۵ برابر افزایش می‌یابد. در این فاصله زمانی چنانچه مصالح از سطح راه برداشته شده و پوش داده شود ذرات کف قیر به مصالح چسبیده و آنها را آغشته می‌کند. باید دقت کرد که حتماً عمل اختلاط بخوبی انجام گرید و تمامی اجزاء و سطوح مصالح با قیر کاملاً پوشش شوند.

#### ۳-۱۱-۸ سایر وسایل تهیه آسفالت سرد

سایر وسایل مورد نیاز برای تهیه آسفالت سرد کارخانه‌ای یا آسفالت مخلوط در محل عبارتند از:

- قیرپاش که مشخصات آن بشرح مندرج در فصل هشتم می‌باشد.
- تانکر آب پاش که معمولاً برای مرطوب کردن سنگدانه‌ها جهت تسهیل در عمل اختلاط قیرابه و مصالح و افزایش کارایی مخلوط آسفالت سرد مخلوط در محل، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- قالب ریسه که برای ریسه کردن سنگدانه‌ها در طول راه

ب - کامیون، سنگدانه‌های دانه‌بندی شده را در محفظه و یا سیلوی جلوی دستگاه خالی می‌کند و سپس با افزودن قیر به مصالح، در حالیکه دستگاه به جلو و در طول راه حرکت می‌کند قیر و مصالح را با هم مخلوط می‌کند. مخلوط آسفالتی آماده شده سپس به فینیشوری که در پشت دستگاه حرکت می‌کند منتقل شده و در سطح راه پخش می‌شود.

#### ۲-۱۱-۸ مخلوط کننده چرخشی

این نوع دستگاه شامل یک مخلوطکن چرخشی است که یک یا چند محور عرضی با تیغه‌های بهمن زن دارد و توسط یک خودرو در طول مسیر حرکت می‌کند. عرض دستگاه مخلوط کننده ۲ متر است که از قسمت پایین باز می‌شود و مصالح موجود در سطح راه را به داخل می‌کشد. پس از افزودن قیر و اختلاط با مصالح، مخلوط حاصله را در حالیکه دستگاه به جلو حرکت می‌کند، در بستر آماده شده راه باقی می‌گذارد. درصد قیر مخلوط در این سیستم تابع سرعت حرکت دستگاه است که با توجه به درصد قیر بهینه، تنظیم می‌شود. نوع دیگری از مخلوط کننده‌های چرخشی، باکندن و شخم زدن مصالح بستر شنی راه موجود و سپس اختلاط آن با قیر، و نهایتاً تهیه مخلوط آسفالت سرد و پخش آن در سطح راه عمل می‌کند.

#### ۳-۱۱-۸ اختلاط با گریدر

برای اختلاط قیر و مصالح با گریدر، نخست قیرپاش، نیمی از قیر مورد نیاز را در جلوی گریدر و روی ریسه تستیح شده مصالح که عرض آن معادل عرض قیرپاش می‌باشد، پخش می‌کند. گریدر بلا فاصله عمل اختلاط را شروع می‌کند. نیم دیگری از قیر نیز در دو مرحله پخش می‌شود و پس از هر مرحله، گریدر عمل اختلاط را ادامه می‌دهد تا نهایتاً مخلوط یکنواخت و

طريق دیگر عمل می کنند می توانند برای تمیز کردن سطح راه مورد استفاده قرار گیرند.

## ۱۲-۸ کامیون

حمل آسفالت سود از کارخانه و یا کارگاه های ثابت تهیه آسفالت به محل مصرف باید با کامیون هایی که حداقل با پوشش بزرگی روی آسفالت را می پوشانند انجام گیرد. استفاده از کامیون هایی که سرپوش اتوماتیک دارند ارجحتر است.

صرف می شود تا بتوان مقدار قیر پخش شده را تنظیم و کنترل کرد. این وسیله در پشت گریدر نصب می شود تا در حین حرکت از روی مصالح پخش شده در طول راه، آن را در بعد هندسی منظم پخش کند.

- وجود مخازن ذخیره قیر به مقدار کافی در کارگاه و یا در محدوده نزدیک به آن برای جلوگیری از تأخیر در عملیات اجرایی لازم است. این مخازن باید از نوع سرپوشیده بوده و از آلوده شدن قیر به گردوغبار، آب و دیگر آلاینده ها شدیداً ممانعت گردد.

## ۱۲-۸ غلتک

غلتك مناسب کوبیدن آسفالت های فوق باید دارای مشخصات زیر باشد:

### ۱-۵-۱۲-۸ غلتک های فلزی دو چرخ (تاندم یا ردیف)

وزن این غلتک ها از ۳ تا ۱۵ تن متغیر است که در صورت لزوم می توان وزن را به میزان دلخواه تنظیم نمود. معمولاً بر خطی چرخ عقب این غلتک ها بیشتر از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر می باشد.

### ۲-۵-۱۲-۸ غلتک های فلزی سه چرخ

غلتك های فلزی سه چرخ دارای دو چرخ با قطر بزرگ در عقب و یک چرخ پهن در جلو می باشند. وزن آنها از ۸ تا ۱۶ تن متغیر و دو چرخ محرك عقب معمولاً ۱۸۰ سانتیمتر قطر و ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر عرض دارد.

### ۳-۵-۱۲-۸ غلتک های چرخ لاستیکی

غلتك های چرخ لاستیکی خودرو، دارای ۲ تا ۷ چرخ در جلو و ۴ تا ۸ چرخ در عقب، با وزن های متغیر ۳ تن (حالی) تا ۳۵ تن

۱۲-۸ ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد، به طور کلی برای آسفالت سرد کارخانه ای و یا مخلوط در محل عبارتنداز:

### ۱-۱۲-۸ فینیشر

فینیشرهای معمولی بشرح مشخصات مندرج در فصل نهم می توانند برای پخش آسفالتی که در کارخانه های ثابت مرکزی (آسفالت کارخانه ای) و یا به طرق مخلوط در محل در کارگاه های ثابت و در محلی غیر از بستر آماده شده راه تهیه می شود مورد استفاده قرار گیرند.

### ۲-۱۲-۸ گریدر

از گریدر می توان برای پخش آسفالت مخلوط در محل که در مسیر راه تهیه شده است و یا برای پخش آسفالت سرد کارخانه ای که در طول راه ریسه شده است استفاده کرد.

### ۳-۱۲-۸ جاروی مکانیکی

جاروهای مکانیکی که با هوای فشرده، یا فشار آب و یا هر

- ب - کوبیدگی و تراکم نسبی آن براساس مشخصات تأمین شود.
- پ - کلیه نقاط ضعیف سطح راه مانند چاله‌ها، نشست‌ها و سطوح موضعی که زیر چرخ غلتک و یا ترافیک، حالت خمیری دارد لازم است از طریق جایگزینی با مصالح اساس، اصلاح و تقویت شود.
- ت - قبل از اندود نفوذی، سطح راه با جاروی مکانیکی و هوای فشرده تمیز شده باشد.
- ث - اندود نفوذی سطح راه، طبق مشخصات اجرا شود.

### ۱۳-۲-۱ راه آسفالتی

- الف - کلیه سطوح آسفالتی آسیب‌دیده که دارای انواع ترک‌های طولی و عرضی و موزاییکی و یا چاله و نشست باشد، با آسفالت گرم و یا سرد قابل قبول جایگزین شده و تا حد مشخصات متراکم شود به طوری که قسمت‌های مرمت‌شده، وضعیت مشابه سایر قسمت‌های راه داشته باشد.
- ب - رویه آسفالتی موجود کاملاً پروفیله شده و با ابعاد و اندازه‌های مشخصات منطبق باشد.

- پ - سطوح قیرزده از طریق تعویض و جایگزینی با آسفالت جدید یا پخش سنگدانه‌های یک اندازه و داغ و فرونشاندن آن در سطح قیرزده و یا برداشتن آن تا ضخامت معین، مرمت شود.

- ت - سطح راه قبل از اندود سطحی با جاروی مکانیکی و استفاده از هوای فشرده از گرد و غبار و مواد خارجی پاک شود و در صورت لزوم با آب، شسته و تمیز گردد.
- ث - اندود سطحی راه طبق مشخصات اجرا شود.

(یا بالاتر) می‌باشند. علاوه بر وزن این غلتک‌ها، عوامل دیگری در تراکم لایه‌های آسفالتی مؤثرند (نظریه بار چرخ‌ها، فشار تماس، سطح تماس چرخ و سرعت غلتک). چرخ این غلتک‌ها صاف می‌باشد زیرا در غیر این صورت اثر آن روی آسفالت باقی می‌ماند. فشار چرخ‌ها بین ۵ تا ۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و سرعت، در حین کار، از ۸ کیلومتر در ساعت تجاوز نمی‌کند.

### ۱۲-۵-۴ غلتک‌های لرزنده

غلتک‌های لرزنده، آسفالت را با ترکیبی از نیروهای دینامیکی و استاتیکی متراکم می‌سازند. فرکانس و دامنه نوسان لرزش دستگاه باید با سرعت غلتک تنظیم شود. این غلتک‌ها باید با سیستم آب‌پاشی روی چرخ‌ها، همراه با گلگیر مجهز باشند. معمولاً کاتالوگ کارخانه سازنده، فرکانس و دامنه نوسان خود را مشخص می‌کند، در غیر این صورت تناب آن حدود ۰-۴۰۰۰-۳۰۰۰ ارتعاش در دقیقه و دامنه نوسان آن ۸/۰ میلیمتر می‌باشد.

### ۱۳-۸ اجرای آسفالت سرد

به طور کلی اجرای آسفالت سرد، اعم از آسفالت سرد کارخانه‌ای یا مخلوط در محل شامل مراحل زیر است:

### ۱۳-۱ آماده کردن سطح راه

آماده کردن سطح راه بر حسب اینکه راه شنی یا آسفالتی باشد بشرح زیر انجام می‌شود.

### ۱۳-۱-۱ راه شنی

الف - سطح راه کاملاً پروفیله شده تا با ابعاد و اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها منطبق گردد.

$$W_F = W_1 \times V$$

مقدار قیر برای مصالح ریسه شده در متر طول از رابطه زیر به دست می آید:

$$D = \frac{W_F \times a}{100 \times G}$$

متغیرهای رابطه های فوق بشرح زیر است:

V - حجم مصالح ریسه برحسب مترمکعب در متر طول

$W_F$  - وزن ریسه در متر طول بر حسب کیلوگرم

$W_1$  - وزن مخصوص غیرمتراکم مصالح برحسب کیلوگرم بر مترمکعب که براساس روش T19 آشتو اندازه گیری می شود.

D - مقدار قیر برحسب لیتر در هر متر طول ریسه

$W_F$  - مقدار سنگدانه برحسب کیلوگرم در متر طول ریسه

a - درصد قیر موردنیاز پیش بینی شده در طرح بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

G - وزن مخصوص قیر مصرفی

#### ۴-۱۳-۸ پخش قیر و اختلاط

پخش قیر به مقدار محاسبه شده در طرح روی مصالح ریسه شده توسط قیرپاش یا دستگاه اختلاط سیار انجام می شود و در هر حالت سرعت حرکت به گونه ای تنظیم می شود که مقدار قیر مخلوط آسفالت در محل، در محدوده رواداری فرار گیرد.

قیر محلول در موقع پخش تا درجه حرارت لازم، گرم می شود. در این حرارت کند روانی باید در محدوده ۲۰ تا ۱۲۰ سانتی استکس باشد و تا موقعی که کند روانی به ۳۰۰ سانتی استکس نرسیده است، باید عمل اختلاط تکمیل گردد. مواد فرار موجود در قیرهای محلول موجب می شود که تا موقعی که

عمل اختلاط در محل کامل می شود، قیر نسبتاً روان و سیال باقی بماند. هیچ گاه درجه حرارت سنگدانه ها در سایه و در جریان اختلاط نباید کمتر از ۵ درجه و رطوبت آنها بیش از ۳ درصد باشد. در مرحله پخش قیر روی مصالح ریسه و انجام عمل اختلاط، نکات زیر رعایت می شود.

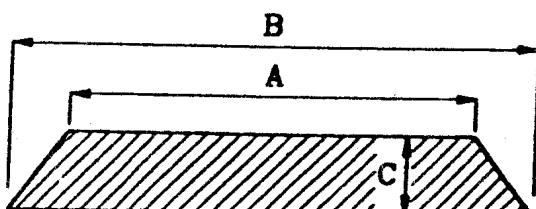
#### ۲-۱۳-۸ ریسه کردن مصالح

سطح راه در طول لازم، قبل از حمل مصالح برای ریسه کردن، باید آماده سازی و تمیز شود. دانه بندی مصالح حمل شده، باید با مشخصات مطابقت داشته و در صورتی که از اختلاط دو یا چند نوع سنگدانه استفاده می شود، بعد از اختلاط کامل اجزاء، دانه بندی مخلوط کنترل گردد.

در مورد هایی که از مصالح بستر موجود شنی راه برای تهیه آسفالت، سرد استفاده می شود، شخم زدن و کندن آن تا عمق لازم پیش بینی و در صورتی که برای اصلاح دانه بندی آن به مصالح جدیدی نیاز باشد، اقدام گردد تا مخلوط قابل قبول به دست آید. مقدار مصالح آماده شده قبل از قیرپاشی روی آن، باید برای ضخامت لایه آسفالتی مورد نظر، کافی باشد و نهایتاً این مصالح با قالب ریسه در طول راه به نحوی انبار شود، که شکل هندسی ذوزنقه ای داشته و حجم یا وزن آن در هر متر طول راه، ثابت و یکنواخت باشد.

#### ۳-۱۳-۸ تعیین مقدار قیر برای مصالح ریسه شده

قبل از قیرپاشی روی مصالح، مقدار سنگدانه در متر طول ریسه براساس ابعاد آن بشرح شکل ۴-۸ محاسبه می شود:



شکل ۴-۸ ابعاد ریسه

اندازه های A، B و C برحسب متر می باشد.

$$V = \frac{(A + B) C}{2}$$

متغیرهای زیادی در تعیین زمان هوادهی مخلوط مؤثرند. برای مثال طول مدت زمان هوادهی برای دانه‌بندی‌های پیوسته و با بافت ریز، وقتی که سایر شرایط ثابت باشد، در مقایسه با دانه‌بندی‌های باز و گستته، بیشتر می‌باشد. همچنین موقعی که آسفالت سرد بعد از چند روز با لایه دیگری روکش می‌شود، هوادهی لایه اولیه قبل از کوبیدن، باید بیشتر از موقعی باشد که این لایه با قشر آسفالتی دیگری روکش نمی‌شود، زیرا معمولاً لایه بعدی از تبخیر مواد فزار قشر زیرین جلوگیری می‌کند. در هوادهی بر حسب اینکه از قیر محلول یا قیرابه در آسفالت سرد استفاده شده باشد باید به موردهای زیر توجه شود:

#### ۱۳-۸-۱ قیرهای محلول

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول، وقتی که مواد فزار موجود در قیر با هوادهی به ۵۰ درصد کاهش یابد و میزان رطوبت سنگدانه‌ها کمتر از ۳ درصد وزن مخلوط باشد، هوادهی و تصحیح حلال‌ها کافی به نظر می‌رسد و در نتیجه ادامه عملیات پخش و کوبیدن بلامانع است. اندازه‌گیری کاهش حلال‌های نفتی و یا آب مخلوط‌های آسفالتی با روش T110 آشتو یا D1461 ای‌اس‌تی ام آزمایش می‌شود.

#### ۱۳-۸-۲ قیرابه‌ها

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرابه‌ها، عملیات پخش و مرحله اول غلتک‌زنی باید بلافصله و قبل از آنکه قیرابه شروع به شکستن نماید آغاز شود. پدیده شکستن قیر از تغییر رنگ قیرابه از قهقهه‌ای به سیاه قیری مشخص می‌گردد. در این شرایط، آب موجود در مخلوط باید تا حدودی کاهش یافته باشد که تمام فضای خالی مخلوط را پرنکند و در نتیجه ضمن تحمل وزن غلتک و بدون جابجایی و تغییرشکل، متراکم گردد.

الف - پخش قیر باید روی مصالح ریسه شده با مقطع عرضی ثابت و بطور یکنواخت انجام شود.

ب - برای تأمین اختلاط کامل و تهیه مخلوط آسفالتی همگن با اندود قیری یکنواخت، قیر در چند نوبت روی مصالح پخش می‌شود. معمولاً در صورت انتقال با گریدر یا مخلوط‌کننده‌های چرخشی، مقدار قیر در هر نوبت حدود ۴/۵ لیتر در مترمربع می‌باشد.

پ - به ازای هر نوبت پخش قیر، عمل اختلاط با یک یا چند بار عبور گریدر یا سایر مخلوط‌کننده‌ها، تکمیل می‌شود.

ت - در جریان اختلاط قیر و سنگدانه‌ها باید توجه شود تا مصالح نامناسب اضافی از بستر موجود راه توسط ماشین‌آلات اختلاط، کنده نشده و به مصالح ریسه افزوده نشود، همچنین باید دقت شود که مصالح ریسه بدون اختلاط با قیر در کنار راه، باقی نماند.

ث - چنانچه بین مرحله تکمیل عمل اختلاط و پخش و اجرای نهایی مخلوط آسفالتی در سطح راه، فاصله زمانی نسبتاً طولانی بوجود آید، حتماً باید برای زهکشی و دفع آب‌های نفوذی ناشی از نزولات جوی در مخلوط آسفالتی، اقدام شود.

#### ۱۳-۸-۵ هوادهی

قبل از پخش و کوبیدن آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل، ضرورت دارد که بخش عمده‌ای از حلال‌های موجود قیرهای محلول (به شرح ذکر شده در جدول ۶-۸) و یا آب در قیرابه‌ها و سنگدانه‌ها که موجب افزایش کارآبی مخلوط برای سهولت و تکمیل اختلاط بوده است، به اندازه کافی تصحیح و تبخیر شود. میزان کاهش این مواد باید به اندازه‌ای باشد که مخلوط آسفالتی بتواند وزن غلتک را در جریان عملیات تراکم بدون جابجایی و حرکت‌های جانبی تحمل کند. بدین منظور مخلوط پخش شده توسط گریدر جابجا شده و هوادهی می‌شود.

زیرین نباید از  $10 \pm 5$  میلیمتر و برای رویه نهایی نباید از  $5 \pm 5$  میلیمتر تجاوز کند.

#### ۱۴-۸ یکنواختی سطح

یکنواختی سطح آسفالت وقتی که با شمشه  $2\text{~m}$  متری به موازات محور و یا عمود بر محور اندازه گیری شود به ترتیب نباید بیش از  $5 \pm 8$  میلیمتر باشد.

برای تعیین میزان یکنواختی سطح بهتر است از دستگاههای متحرک دستی (Straight Edge) که دارای تعداد زیادی چرخ نزدیک بهم بوده و ضمن حرکت با سرعت قدم زدن انسان میزان ناهمواری و پله های احتمالی ناشی از محل اتصال دو لایه کنار هم را با درجه ای نشان می دهد استفاده شود.

#### ۱۵-۱ محدودیت ها

علاوه بر موارد فوق الذکر در عملیات اجرایی آسفالت، باید موارد رعایت شود:

الف - اجرای قشرهای متواالی آسفالت، مشروط به آن است که لایه زیرین عمل آمده و مواد فزار آن کاملاً متصاعد و تبخیر شده باشد.

ب - پخش قیر روی مصالح و عملیات اختلاط، در آسفالت مخلوط در محل در دمای محیط حداقل  $10$  درجه سانتیگراد در سایه، انجام شود.

پ - عملیات پخش و اجرای آسفالت سرد در هوای گرم و خشک برنامه ریزی شود به طوری که حداقل چند هفته بعد از خاتمه کار نیز هوای گرم و مناسب باشد.

ت - از تردد وسایل نقلیه از روی آسفالت سرد، بلا فاصله بعد از اتمام عملیات تراکم و تا قبل از عمل آمدن کامل آن جلوگیری شود. در صورت عبور اضطراری، سرعت به  $30$  کیلومتر در ساعت محدود گردد و برای رعایت اینمی از تابلوهای راهنمای و چراغ های چشمگذرن استفاده شود. در هر صورت تردد کامیونهای سنگین قبل از گیرایی کامل آسفالت مجاز نمی باشد.

#### ۱۳-۸ پخش آسفالت سرد و تراکم

بعد از هوادهی کافی، آسفالت سرد با فینیشر یا گریدر و یا پخش کننده های متصل به مخلوط کننده های سیار و چرخشی، پخش می شود. آسفالت در لایه های با ضخامت یکنواخت و ثابت پخش می شود و ضخامت هر لایه نباید کمتر از  $2$  برابر حداکثر قطر سنگدانه های مصرفی و یا بیشتر از  $75$  میلیمتر باشد. بلا فاصله بعد از پخش، غلتک زنی با غلتک چرخ فولادی آغاز می شود. سپس با استفاده از غلتک چرخ لاستیکی عملیات ادامه یافته و نهایتاً با غلتکهای چرخ فولادی و یا لرزنده عملیات تراکم کامل شده و پایان می یابد.

متوسط تراکم نسبی هر یک از قشرهای آسفالت سرد، قبل از پخش لایه بعدی و عبور ترافیک، و به ازای هر پنج آزمایش باید حداقل  $95$  درصد وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی و هیچ یک از آزمایش ها نیز کمتر از  $92$  درصد نباشد.

وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی مخلوط آسفالت سردی که با قیرهای محلول تهیه می شود، بعد از تصعید حداقل  $5$  درصد مواد فزار و حلال های نفتی آسفالت اندازه گیری شده و برای آسفالت هایی که با قیر آبه ساخته می شود وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی که برای تعیین مقاومت مارشال (در طرح اصلاح شده مارشال) و یا مقاومت با روش ویم بکار گرفته می شود، ملاک محاسبه می باشد.

#### ۱۴-۸ کنترل سطح آسفالت

رقوم و شیب های طولی و عرضی هر یک از قشرهای آسفالتی طبق نقشه های انجام و اختلاف آنها در حد رواداری های زیر می باشد:

#### ۱۴-۸ نیمرخ های عرضی

رقوم اندازه گیری شده در محور و طرفین آسفالت سرد، نسبت به رقوم مندرج در نیمرخ های عرضی، برای قشرهای

## فصل نهم - آسفالت گرم

### ۱-۹ تعریف

دانه بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند به ترتیب بافت سطحی ریز، یا زبر (خش) ایجاد می شود.

برای ازدیاد مقاومت در مقابل لغزندگی و هدایت آبهای سطحی بمنظور جلوگیری از ایستابی می توان از یک قشر آسفالت رویه متخلخل با دانه بندی باز استفاده کرد. ضخامت این قشر حداقل دو سانتیمتر است که جزء سیستم روسازی متنظر نمی شود و نمی توان از آن بعنوان قشر حایگزین رویه اصلی استفاده کرد. در صورت اجرای رویه متخلخل لازم است لایه ای که بلا فاصله زیر آن قرار می گیرد علاوه بر نفوذ ناپذیر باشد.

### ۲-۳ آسفالت آستر (بیندر)

این قشر معمولاً بین قشر رویه و قشر اساس قیری و در صورت عدم وجود قشر اساس قیری بین قشر رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می گیرد. دانه بندی آن درشت نر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر قطر سنگدانه های آن از ۱۹ تا  $37/5$  میلیمتر می باشد.

### ۳-۳ اساس قیری

این قشر بعنوان اولین قشر روسازی آسفالتی، می تواند مستقیماً روی قشر زیر اساس و یا اساس قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه بندی درشت تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می باشد. حداکثر قطر سنگدانه های آن تا  $50$  میلیمتر و در مواردی نیز تا  $75$  میلیمتر می رسد. استفاده از اساس قیری جز برای شرایط خاص نظیر مناطق در معرض یخ‌بندان و بارندگی زیاد توصیه نمی گردد.

### ۴-۳ ماسه آسفالت

ماسه آسفالت از اختلاط ماسه شکسته و یا ماسه طبیعی شسته و یا مخلوطی از این دو با قیر تهیه می گردد. ماسه آسفالت را می توان در قشراهای به ضخامت حداقل  $15$  میلیمتر و بیشتر

بن آسفالتی گرم مخلوطی است از سنگدانه های شکسته و دانه بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر گرم در درجه حرارت های معین مخلوط و به همان صورت گرم برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می شود.

### ۲-۹ دامنه کاربرد

دوام زیاد، تولید یکنواخت، کنترل درجه حرارت و رطوبت مصالح و آماده شدن سریع برای عبور ترافیک، از مزایای بن آسفالتی گرم می باشد که بدون هیچگونه محدودیتی در راهها، خیابانها، فروندگاهها، باراندازها، پایانه ها، و پارکینگ ها مورد مصرف قرار می گیرد.

### ۳-۳ انواع آسفالت گرم

بن آسفالتی گرم مصرفی در قشراهای روسازی راه به شرح انواع زیر است:

### ۱-۳ آسفالت رویه (توپکا)

آسفالت رویه آخرین قشر آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای واردہ از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می گیرد. آسفالت رویه، طوری طراحی و اجرا می گردد که تحمل بارهای واردہ را داشته و در مقابل اثرات سوء آب، یخ‌بندان و تغییرات درجه حرارت مقاومت کرده و دوام آورد.

قشر رویه معمولاً نسبت به قشر آستر و اساس قیری دارای دانه بندی ریزتر، فضای خالی سنگدانه ها زیادتر و در نتیجه قیر بیشتر می باشد. حداکثر اندازه سنگدانه ها در این قشر بین  $9/5$  تا  $19/5$  میلیمتر می باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز انتخاب می شود. چنانچه در صد ردد شده از الک شماره ۸

شده (با سرنده کردن) و در قسمت های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) انبار می شود. در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مختلف اقتصادی نبوده و یا تهیه مواد سوزا (انجباری) مواجه با مشکل شود، می توان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه سنگ رودخانه ای، استفاده کرد.

مصالح سنگی انواع بتن آسفالتی باید سخت، محکم، بادوام، تمیز، مکعبی شکل و عاری از هرگونه مواد آلی، رسی، شیستی، پوشش خاکی و دانه های سست بوده و برای هر قطعه ای از پروژه از یک معدن تهیه شده باشد. مصالح درشت و متوسط و ریز، در صورت لزوم باید شسته شود

پخش و اجرا کرد. از ماسه آسفالت بعنوان قشر تسطیح آسفالت های قدیمی (قبل از روکش) نیز استفاده می شود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط های آسفالت گرم و بتن آسفالتی که دانه بندی درشت تراز ماسه دارند کمتر است، لذا موارد مصرف آن باید به تناسب مقاومت مارشال آن و رابطه این مقاومت با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین، انتخاب شود.

#### ۴-۹ سنگدانه ها

سنگدانه ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه سنگ های درشت رودخانه ای استخراج و در سنگ شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می شود. مصالح بلا فاصله پس از شکسته شدن، دانه بندی

جدول ۱-۹ دانه بندی های پیوسته بتن آسفالتی

درصد وزنی ردشده از هر الک								شماره دانه بندی اندازه الک
(۲) (رویه)	(۱) (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 ( $\frac{1}{3}$ اینچ)	
-	-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	
-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	۱۹ میلیمتر ( $\frac{۳}{۴}$ اینچ)	
-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	۱۲/۵ میلیمتر ( $\frac{۱}{۴}$ اینچ)	
-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	-	۹ میلیمتر ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)	
۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۵۵-۸۵	۴۴-۷۴	۳۵-۶۵	۲۹-۵۹	۲۲-۵۳	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)	
۷۰-۹۰	۲۵-۶۵	-	-	-	-	-	۰/۵ 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)	

۱)Sand Asphalt

۲)Sheet Asphalt

### ۱-۴-۹ دانه بندی مخلوطهای آسفالت گرم و بتن

مصالح دانه درشت و متوسط شامل مصالح با قیمانده روی

الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) می باشد که دانه بندی آنها، برای انواع بتن آسفالتی، در جدول ۴-۹ نشان داده شده است.

### ۱-۴-۹ دانه بندی مخلوطهای آسفالت گرم و بتن

آسفالتی

انواع دانه بندی های پیوسته، باز و متخلخل در جدولهای ۳-۹، ۱-۹ و ۲-۹ نشان داده شده است. برای تأمین دانه بندی مندرج در جدولهای فوق، مصالح در کارگاه تفکیک می شود.

### ۲-۲-۴-۹ مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح ردشده از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)

می باشد که می تواند از ماسه شکسته برای رویه و یا با تأیید دستگاه نظارت مخلوطی از ماسه شکسته و ماسه رودخانه ای برای آستر و اساس قیری و یا ماسه رودخانه ای برای اساس قیری باشد. دانه بندی این مصالح در جدول ۵-۹ نشان داده شده است.

### ۲-۴-۹ تفکیک سنگدانه ها

سنگدانه ها پس از شکسته شدن، سرنده شده و حداقل به سه قسمت دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) تفکیک می شود.

جدول ۲-۹ دانه بندی های باز بتن آسفالتی

درصد وزنی ردشده از هر الک (با سوراخهای چهارگوش)						اندازه اسمی میلیمتر شماره دانه بندی	اندازه الک
۴/۷۵	۹/۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	۳۷/۵		
۶ رویه	۵ رویه	۴ آستر و رویه	۳ اساس قیری و آستر	۲ اساس قیری و آستر	۱ اساس قیری	۱۰۰ ۹۰-۱۰۰ - ۴۰-۷۰ - ۱۸-۴۸ ۶-۲۹ ۰-۱۴ - ۰-۸ - - -	۱۰۰ ۹۰-۱۰۰ - ۴۰-۷۰ - ۱۸-۴۸ ۶-۲۹ ۰-۱۴ - ۰-۸ - - -
						۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) ۳۷/۵ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ) ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ) ۱۹ میلیمتر ( $\frac{3}{8}$ اینچ) ۱۲/۵ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ) ۹/۵ میلیمتر ( $\frac{3}{8}$ اینچ) ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴) ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) ۱/۱۶ میلیمتر (شماره ۱۶) ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) ۰/۰ میلیمتر (شماره ۵۰) ۰/۰۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰) ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	
۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰ ۸۵-۱۰۰	۹۰-۱۰۰ ۶۰-۹۰	۱۰۰ ۴۰-۷۰	۹۰-۱۰۰ - ۴۰-۷۰		
۷۵-۱۰۰	۱۰-۳۵	۵-۲۵	۲-۱۸	۱۰-۳۴	۶-۲۹		
۵۰-۷۵	۵-۲۵	۲-۱۹	-	-	-		
۲۸-۵۳	-	-	۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۸		
۸-۳۰	۰-۱۲	۰-۱۰	-	-	-		
۰-۱۲	-	-	-	-	-		
۰-۵	-	-	-	-	-		

## آسفالت گرم

جدول ۳-۹ دانه بندی مخلوط آسفالتی متخلخل

درصد وزنی رشدده از هر الک		شماره دانه بندی اندازه الک
۲	۱	
--	۱۰۰	۱۹ میلیمتر ( $\frac{۳}{۴}$ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر ( $\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۹۰-۱۰۰	۶۰-۱۰۰	۹/۵ میلیمتر ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۳۰-۵۰	۱۵-۴۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۵-۱۵	۴-۱۲	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۲-۵	۲-۵	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

جدول ۴-۹ دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه مخلوطهای بتن آسفالتی

درصد وزنی رشدده از هر الک										شماره دانه بندی اندازه الک
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
				-	-	-	-	۱۰۰	۱۰۰	الک ۵۰ مم (۲ اینچ)
-	-	-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۲۰-۵۵	الک ۳۷/۵ مم ( $\frac{۱}{۲}$ اینچ)
-	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	-	۱۰۰	۱۰۰	الک ۲۵ مم (۱ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	-	۲۰-۵۵	۲۵-۶۰	۰-۱۰	-	-	الک ۱۹ مم ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۸۵-۱۰۰	۴۰-۷۵	۴۰-۷۰	۳۰-۶۵	۲۰-۵۵	۰-۱۵	-	۰-۵	۰-۵	۰-۵	الک ۱۲/۵ مم ( $\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۱۰-۳۰	۵-۲۵	۰-۱۵	۵-۲۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	-	-	-	الک ۹/۵ مم ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	۰-۵	-	۰-۵	-	-	-	(شماره ۴) ۴/۷۵ مم
۰-۵	۰-۵	-	۰-۰	-	-	-	-	-	-	(شماره ۸) ۲/۳۶ مم
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(شماره ۱۶) ۱/۱۸ مم
										(شماره ۳) ۰/۰۷۵ مم

جدول ۵-۹ دانه بندی مصالح ریزدانه مخلوطهای بتن آسفالتی

درصد وزنی رشدده از هر الک				شماره دانه بندی اندازه الک
۴	۳	۲	۱	
۱۰۰	-	-	۱۰۰	۹/۵ میلیمتر ( $\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۸۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۶۰-۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۴۰-۸۰	۸۵-۱۰۰	۵۰-۷۴	۴۰-۸۰	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
۲۰-۶۵	۶۵-۹۰	۲۸-۵۲	۲۰-۶۵	۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)
۷-۴۰	۳۰-۶۰	۸-۳۰	۷-۴۰	۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
۲-۲۰	۵-۲۵	۰-۱۲	۲-۲۰	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۰-۱۰	۰-۵	۰-۰	۰-۱۰	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

### ۳-۲-۴-۹ فیلر

سنگدانه ها اضافه و وارد کارخانه آسفالت می شود. ماسه طبیعی در صورت لزوم باید شسته شود.

جدول ۶-۹ دانه بندی فیلر

اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۱۰۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۹۵-۱۰۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۷۰-۱۰۰

### ۳-۴-۹ مشخصات سنگدانه ها

ساختمان مشخصات سنگدانه ها و فیلر برای قشرهای اساس قیری، آستر و رویه باید در محدوده تعیین شده در جدول ۷-۹ باشد. مصالحی که قادر مشخصات فوق الذکر باشد باید از کارگاه خارج شود.

استفاده از دانه بندی های دیگر، برای سنگدانه های درشت، متوسط و ریز بشرح جدولهای ۴-۹ و ۵-۹ مشروط بر آنکه بتوان دانه بندی های مخلوط آسفالتی موردنظر را مطابق جدولهای ۱-۹ تا ۳-۹ تامین نمود، با تائید دستگاه نظارت مجاز است.

### ۵-۹ قیر

قیر خالص مورد استفاده در بتن های آسفالتی و یا آسفالت گرم، در جدول ۸-۹ نشان داده شده است. در این جدول محدودیت مصرف هر یک از قیرهای مذکور نیز حسب موقعیت و شرایط جوی منطقه آورده شده است. از میان قیرهای تولیدی شرکت نفت، قیر ۶۰-۷۰ برای مصرف در اکثر نقاط کشور (با آب و هوای معتدل و گرم)، قیر ۸۵-۱۰۰ برای مصرف در استان های سردسیر (شمال غربی) کشور و بخصوص در کوهستانهای مرتفع این مناطق و بالاخره قیر ۴۰-۵۰ در نقاط بسیار گرم (داغ) مانند حاشیه خلیج فارس و دریای عمان مناسب می باشد.

مقدار قیر مصرفی در مخلوط های آسفالتی بر اساس فرمول کارگاهی تعیین می گردد که به جنس و دانه بندی سنگدانه ها و نوع

در صورتی که از شکستن سنگدانه ها به مقدار کافی فیلر بدست نیاید بایستی فیلر جداگانه تهیه و در کارخانه آسفالت به مصالح اضافه شود. انتخاب نوع فیلر، میزان مصرف و دانه بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه ای دارد.

فیلر اضافی را می توان از گرد سنگ های آهکی (بهترین آن پودر سنگ کربنات کلسیم)، آهک شکفته، سیمان و یا سایر سنگ های معدنی تهیه نمود. حدود دانه بندی فیلر مورد استفاده در آسفالت باید طبق جدول ۶-۹ باشد. نشانه خمیری فیلر مصرفی برای آسفالت، به غیر از سیمان و آهک شکفته، نباید از ۴ درصد تجاوز کند. وجود کانی های رسی (با دانه های کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر) و مواد آلی در فیلر قابل قبول نمی باشد.

فیلر دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت باید مطابق مشخصات فوق باشد.

آهک شکفته مصرفی برای فیلر باید با مشخصات آشتو ۳۰۰ م³ تطبیق نماید.

### ۴-۲-۴-۹ ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح دانه ریز می توان از ماسه طبیعی یا ماسه شسته با مشخصات زیر استفاده کرد:

ماسه باید دارای دانه بندی منظم و پیوسته طبق جدول ۵-۹ باشد. ماسه مصرفی بایستی بدون خاک، مواد آلی، رسی، مواد نمکی و یا ناخالصی های دیگر بوده، و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول ۷-۹ باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی در قشر اساس قیری تا ۱۰۰ درصد وزنی مصالح دانه ریز، در قشر آستر ۲۵ درصد و در قشر رویه مجاز نمی باشد. ماسه طبیعی توسط مخزن جداگانه و بمیزان تعیین شده به

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 اجبار به اعمال شعله باید بین شعله و جدار تانکر از آجر نسوز استفاده شود. برای انتقال قیر از مخازن به کارخانه آسفالت، بهتر است گرم کردن قیر بواسیله لوله‌های روغن و یا وسایل الکتریکی انجام شود.

آسفالت بستگی دارد. مشخصات قیرهای فوق در فصل پنجم این آینه نامه بطور مشروح بیان شده است. برای حصول کیفیت برتر برای آسفالت و یا اجرای آسفالت‌های خاص نظیر آسفالت متخلخل می‌توان از قیرهای اصلاح شده بشرح فصل پنجم و با تائید دستگاه نظارت استفاده نمود.

## ۱-۵-۹ حمل قیر و ذخیره سازی

معمولًاً قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی توسط

جدول ۷-۹ مشخصات سنگدانه‌های بتن آسفالتی

روش آزمایش		رویه	آستر	اساس قیری		شرح
ASTM	AASHTO					
<u>۱- مصالح درشت دانه</u>						
C131	T96	۳۰	۴۰	۴۵		حداکثر سایش بروش لوس آنجلس (درصد)
C ۸۸	T104	۸	۸	۱۲		حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C127	T85	۲/۵	۲/۵	-		حداکثر جذب آب (درصد)
-	-	۲۵	۳۰	۳۵		حداکثر ضربت تورق باروش BS ۸۱۲ (درصد) حداقل شکستگی:
D5821	-	-	-	۵۰		دریک جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
D5821	-	۹۰	۸۰	-		در دو جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
-	T182	۹۵	۹۵	۹۵		حداقل چسبندگی با قیر (درصد)
<u>۲- مصالح ریزدانه (۱)</u>						
D4218	T90	غ خ (۲)	غ خ (۲)	۲		حداکثر نشانه خمیری PI (درصد)
C88	T104	۱۲	۱۲	۱۵		حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C128	T84	۲/۵	۲/۸	-		حداکثر جذب آب (درصد)
D2419	T176	۵۰	۵۰	۴۵		حداقل ارزش ماسه‌ای قبل از تغذیه بکارخانه آسفالت (درصد)
-	-	صفر	۲۵	۱۰۰		حداکثر مجاز مصرف ماسه طبیعی نسبت بکل مصالح ریزدانه (درصد وزنی)
	M6	±۰/۲۵	±۰/۲۵	-		حد رواداری ضربت نرمی نسبت به پایه (۳)
<u>۳- محلول مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر</u>						
D4218	T90	(۴)	(۴)	(۴)		حداکثر نشانه خمیری مصالح رشد شده از الک ۲۰۰ و فیلر (درصد)

(۱) ماسه شکسته و یا ماسه رو دخانه‌ای

(۲) غ خ = غیر خمیری

(۳) ضربت نرمی مصالح ریزدانه: حاصل جمع درصدهای مانده روی الک های ۹/۵، ۹/۷۵، ۴/۷۵، ۱/۱۸، ۲/۳۶، ۱/۶ و ۰/۳۰۰ و ۰/۱۵ میلیمتر تقسیم بر ۱۰۰

(۴) در صورت عدم استفاده از سیمان یا آهک شکته

جدول ۸-۹- راهنمای انتخاب قیرهای خالص

درجه نفوذ قیر		شرایط جوی
ترافیک سنگین	ترافیک سبک و متوسط	(متوسط درجه حرارت سالیانه)
۸۵-۱۰۰	۱۲۰-۱۵۰	هوای سرد: کمتر از ۷ درجه سانتیگراد
۶۰-۷۰	۸۰-۱۰۰	هوای گرم: بین ۷ تا ۲۴ درجه سانتیگراد
۴۰-۵۰	۶۰-۷۰	هوای خیلی گرم بیش از ۲۴ درجه سانتیگراد

پ - دارای مقدار کافی فضای خالی در آسفالت کوبیده شده باشد تا در اثر تراکم حاصل از عبور ترافیک سنگین که اوچ شدت آن در اولین تابستان پس از اجرا است قیرزدگی و یا افت مقاومت پیدا نکند.

ت - میزان حداقل فضای خالی مجاز محدود باشد تا موجب نفوذ آب و هوای بیش از حد بجسم آسفالت نگردد.  
ث - دارای کارآیی کافی باشد بطوریکه به آسانی پخش و کوبیده شده و سبب جداشدن مصالح از یکدیگر و یا کمبود مقاومت نگردد.

ج - آسفالت های قشر رویه دارای چنان مصالحی باشد که بافت سطحی آسفالت و سختی دانه ها، ضریب اصطکاک کافی را در شرایط نامناسب جوی فراهم نماید.

## ۹-۶ روش های طرح

در طرح مخلوط های آسفالت گرم و بتن آسفالتی روش های استاندارد شده زیر کاربرد دارد:

الف - روش مارشال D ۱۵۵۹ (ای اس تی ام) که هم جهت تهیه طرح اختلاط و هم کنترل عملیات آسفالتی برای سنگدانه های با حداقل اندازه ۲۵ میلیمتر و دانه بندی متراکم و پیوسته کاربرد دارد

ب - روش اصلاح شده مارشال (D ۵۵۸۱ ای اس تی ام) که برای سنگدانه های با حداقل اندازه ۵۰ میلیمتر و با قالب های ۱۵ سانتیمتری کاربرد دارد.

پ - روش ویم (D ۱۵۶۰ ای اس تی ام) برای سنگدانه های با حداقل اندازه ۲۵ میلیمتر، بمنظور تهیه طرح و کنترل عملیات

درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله ها و هنگام اختلاط با سنگدانه ها در مخلوط کن کارخانه آسفالت باید به گونه ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت، با دانه بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می شود هیچگاه از ۱۶۳ درجه سانتیگراد تجاوز ننماید و در عین حال درجه حرارت قیر کمتر از ۱۷۶ درجه سانتیگراد باشد.. تانکرهای حمل قیر و همچنین مخازن قیر کارگاه باید مجهز به حرارت سنج باشد. یک حرارت سنج در قسمت تحتانی تانکر و دیگری در قسمت فوقانی نصب می شود. در کارخانه آسفالت نیز باید حرارت سنج قیر نصب شده باشد بطوریکه در هر زمان بتوان درجه حرارت قیر را کنترل نمود.

ذخیره قیر در کارگاه ها در مخازن قیر انجام می شود. در صورتیکه برای ذخیره قیر از استخر استفاده گردد، دیوار و کف این استخراها باید بتونی یا با پوشش سیمانی بوده و سرپوشیده باشد تا قیر کاملاً از هجوم گردوغبار، بارندگی و دیگر آلاینده ها محفوظ بماند. وسایل گرم کردن قیر باید در کف استخر پیش بینی گردد.

## ۹-۶ طرح مخلوط های بتن آسفالتی ۱-۶-۹ هدف

هدف از طرح مخلوط های بتن آسفالتی، انتخاب مناسب ترین و باصره ترین مخلوط سنگدانه و قیر است که ویژگی های زیر را برای پوشش های بتن آسفالتی تأمین کند.

الف - دارای مقدار قیر کافی باشد که دوام آسفالت را تأمین کند.  
ب - استحکام مخلوط بقدری باشد که بارهای واردہ ناشی از ترافیک سنگین را بدون تغییر شکل تحمل کند.

## ۳-۷-۹ - فضای خالی مصالح سنگی

با استفاده از دانه‌بندی جدول ۱-۹ و هریک از روش‌های D ۱۵۵۹ و یا D ۵۵۸۱، فضای خالی مصالح سنگی مخلوط آسفالتی مطابق با جدول ۱۱-۹ باشد.

کاربرد دارد.

ت - روش تحقیقات شارپ (SHRP) که توسط آشتو بصورت استاندارد موقعت ارائه گردیده است. از این روش پس از قطعی شدن آینه نامه مربوط و پذیرش آن توسط شورای عالی فنی راه، می‌توان استفاده کرد.

۴-۷-۹ - درجه حرارت آسفالت گرم و درجه نفوذ قیر مخلوط‌های آسفالت گرم که بلا فاصله بعد از تخلیه از کارخانه آسفالت (از واحد مخلوط کننده یا سیلوی نگهداری) به داخل کامیون نمونه‌گیری می‌شوند باید با خصوصیات زیر منطبق باشند.

الف - درجه حرارت مخلوط‌های آسفالت باقیرهای خالص دارای دانه‌بندی جدول ۱-۹ (متراکم و پیوسته) و یا دانه‌بندی‌های باز (جدول‌های ۲-۹ و ۳-۹)، نباید خارج از محدوده زیر باشد:

دانه‌بندی‌های متراکم و پیوسته - درجه سانتیگراد	۱۶۳-۱۲۰
دانه‌بندی‌های باز - درجه سانتیگراد	۱۲۷-۱۰۵

ب - درجه نفوذ قیر بازیافتنی از مخلوط‌های آسفالتی بر حسب نوع قیر مصرفی نباید خارج از معیارهای زیر باشد:

درجه نفوذ قیر اصلی	درجه نفوذ قیر بازیافتنی مساوی یا بیشتر از
۲۲	۴۰/۵۰
۳۱	۶۰/۷۰
۴۰	۸۵/۱۰۰
۵۰	۱۲۰/۱۵۰
۷۴	۲۰۰/۳۰۰

روش آزمایش بازیافت قیر باید مطابق D ۱۸۵۶ ای اس‌تی‌ام و روش نمونه‌گیری مخلوط آسفالتی و نگهداری آن تا موقع آزمایش مطابق D ۳۵۱۵ ای اس‌تی‌ام باشد.

## ۱-۷-۹ - دانه‌بندی

دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالت گرم بر حسب مورد با یکی از دانه‌بندی‌های جدول‌های ۱-۹، ۲-۹ و ۳-۹ مطابقت داشته باشند. در هر پروژه نوع دانه‌بندی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

## ۹-۷-۲ - مشخصات فیزیکی و مقاومتی

الف - مشخصات فیزیکی و مقاومتی آسفالت، (با دانه‌بندی جدول ۱-۹) که با روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس‌تی‌ام طرح شده باشند با جدول شماره ۹-۹ منطبق باشد.

ب - در صورتیکه با روش مارشال اصلاح شده D ۵۵۸۱ ای اس‌تی‌ام و قالب‌های ۱۵ سانتیمتری (شرح آخرین چاپ نشریه MS-2 انتیتو آسفالت) با دانه‌بندی جدول ۱-۹ طرح شده باشد، مشخصات مربوط باید با جدول شماره ۱۰-۹ منطبق باشد.

# آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

جدول ۹-۹ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط های آسفالتی گرم با روش مارشال D ای اس تی ام

ترافیک کم $EAL \leq 10^4$		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^6$		ترافیک سنگین (۱) $EAL \geq 10^6$		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۳۵	۳۵	۵۰	۵۰	۷۵	۷۵	۱- تعداد ضربه ها در دو طرف نمونه
-	۳۵۰	-	۵۵۰	-	۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم
۴/۵	۲	۴	۲	۳/۵	۲	۳- روانی بر حسب میلیمتر
۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه
۶	۳	۶	۳	۶	۳	۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر
۸	۳	۸	۳	۸	۳	۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر
به جدول ۱۱-۹ مراجعه شود						۸- فضای خالی سنگدانه ها (VMA)

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

جدول ۱۰-۹ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط های آسفالت گرم با روش مارشال اصلاح شده D ۵۵۸۱ ای اس تی ام

ترافیک سبک $EAL \leq 10^4$		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^6$		ترافیک سنگین (۱) $EAL \geq 10^6$		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۵۳		۷۵		۱۱۲		۱- تعداد ضربه ها
۶/۸	۷۹۰		۱۲۴۰		۱۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم
۵	۳	۶	۳	۵/۳	۳	۳- روانی بر حسب میلیمتر
۶	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه
۸	۳	۶	۳	۶	۳	۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی
به جدول ۱۱-۹ مراجعه شود						۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر
						۸- فضای خالی سنگدانه ها (VMA)

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

مهندس مشاور طرح تعیین می شود.

۵-۷-۹ مقاومت در مقابل تغییر شکلهای شیاری <sup>(۱)</sup>

ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط های آسفالت گرم در مقابل پدیده تغییر شکلهای شیاری سطح آسفالت، نوع و جزئیات آزمایش با توجه به شرایط خاص هر پروژه توسط

جدول ۱۱-۹ فضای خالی مصالح سنگی

درصد فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت با مقادیر:			حداکثر اندازه اسمی مصالح
۵ درصد	۴ درصد	۳ درصد	
۱۱	۱۰	۹	الک ۶۳ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۱/۵	۱۰/۵	۹/۵	الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۱۲	۱۱	۱۰	الک ۳۷/۵ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۳	۱۲	۱۱	الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۱۴	۱۳	۱۲	الک ۱۹ میلیمتر ( $\frac{3}{4}$ اینچ)
۱۵	۱۴	۱۳	الک ۱۲/۵ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ)
۱۶	۱۵	۱۴	الک ۹/۵ میلیمتر ( $\frac{3}{8}$ میلیمتر)
۱۸	۱۷	۱۶	الک ۴/۷۵ میلیمتر (الک شماره ۴)
۲۱	۲۰	۱۹	الک ۲/۳۶ میلیمتر (الک شماره ۸)
۲۳/۵	۲۲/۵	۲۱/۵	الک ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶)

#### ۷-۷-۹ نسبت وزنی فیلر به قیر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر برای مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته برحسب درصد قیر مفید ( $\%_{\text{C}}$ ) باید بین  $1/2 - 6/0$  باشد. درصد قیر مفید از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P_{be} = \left[ \frac{P_{ba} - \frac{P_{ba}}{100} (100 - P_b)}{100 - \frac{P_{ba}}{100} (100 - P_b)} \right] 100$$

که در آن:

$P_{be}$  - درصد قیر مفید مخلوط آسفالتی

$P_b$  - درصد قیر برحسب مخلوط آسفالتی

$P_{ba}$  - درصد جذب قیر برحسب مصالح سنگی

#### ۸-۷-۹ ماسه آسفالت

الف - درصورتیکه قشر آسفالتی از نوع ماسه آسفالت باشد، مشخصات و معیارهای فنی آن براساس روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس تی ام و با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه‌ها، بشرح

#### ۹-۷-۶ دوام مخلوطهای آسفالتی در برابر آب

تأثیر آب بر مخلوطهای آسفالتی و کاهش جسبندگی حاصل از اشباع این مخلوطها در برابر آب باید با آزمایش‌های استاندارد کنترل شود و نتایج مطابق مشخصات زیر باشد و این مشخصه‌ها باید در طرح آزمایشگاهی مخلوطهای آسفالتی بعنوان ضوابط طراحی لحاظ شود.

الف - نسبت مقاومت فشاری اشباع به مقاومت فشاری خشک با روش ۱۰۷۵ D ای اس تی ام یا آشتو ۱۶۵ T نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

ب - نسبت مقاومت کششی  $(1)$  نمونه‌های اشباع به نمونه‌های خشک با روش ۲۸۳ T آشتوكمتر از ۸۰ درصد نباشد.

پ - نسبت متوسط مقاومت سه نمونه آزمایشگاهی مارشال که ۲۴ ساعت در شرایط مستغرق در داخل آب  $60 \pm 1$  درجه سانتیگراد قرار گرفته باشند به متوسط مقاومت سه نمونه دیگر که  $30$  تا  $40$  دقیقه در داخل آب  $60 \pm 1$  درجه سانتیگراد یا  $2$  ساعت در گرمخانه الکتریکی با همین حرارت  $1 \pm 60$  نگهداری شود، نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

$\text{۱) Indirect Tensile Strength}$

$\text{۲) Effective Asphalt Content}$

## آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

مشروط بر آنکه سایر ارزشهاي آن با مشخصات منطبق باشد،  
بلامانع است.

پ - استفاده از ماسه آسفالت در قشر های رویه، آستر و یا  
تسطیحی باید با توجه به نوع ترافیک و ضوابط جدول ۹-۹  
باشد.

جدول ۱۲-۹ خواهد بود. این مشخصات محدود به کاربرد ماسه  
آسفالت در لایه اساس قیری است که پائین تر از ده سانتیمتر  
نسبت به رویه نهائی آسفالت مصرف شده باشد.

ب - چنانچه ماسه آسفالت بعنوان قشر اساس آسفالتی مصرف  
شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول ۱۲-۹،

جدول ۱۲-۹ مشخصات فنی ماسه آسفالت

حداقل ۱۸۰ کیلوگرم	۱) مقاومت با ۵۰ ضربه
حداکثر ۵	۲) نرمی بر حسب میلیمتر
حداقل ۳ و حداکثر ۱۸ درصد	۳) فضای خالی
به جدول ۱۱-۹ مراجعه شود	۴) فضای خالی مصالح سنگی

نسبت به دانه بندی کارگاهی طرح اختلاط و قیر بهینه طرح  
رواداریهای دانه بندی و میزان قیر مخلوطهای بتن آسفالتی گرم  
مطابق جدول ۱۳-۹ باشد.

رواداریهای دانه بندی و میزان قیر مخلوطهای بتن آسفالتی گرم

جدول ۱۳-۹ حدود رواداری دانه بندی کارگاهی و قیر

درصد رواداری	اندازه الک ها و قیر
$\pm 8$	الک ها: ۱۲ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ اینچ) و بزرگتر
$\pm 7$	$\frac{9}{5}$ میلیمتر ( $\frac{3}{8}$ اینچ) و $\frac{4}{7}5$ میلیمتر (شماره ۴)
$\pm 6$	$\frac{2}{3}6$ میلیمتر (شماره ۸) و $\frac{1}{1}8$ میلیمتر (شماره ۱۶)
$\pm 5$	$\frac{6}{0}$ میلیمتر (شماره ۳۰) و $\frac{3}{0}$ میلیمتر (شماره ۵۰)
$\pm 4$	$\frac{1}{0}0$ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
$\pm 3$	$\frac{0}{0}75$ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
	رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:
$\pm 0/5$	اساس قیری
$\pm 0/4$	آستر
$\pm 0/3$	رویه

می شود:

## ۹-۸- طرح اختلاط آزمایشگاهی

قبل از شروع عملیات آسفالتی، طرح اختلاط آزمایشگاهی  
آسفالت مورد نظر با رعایت مراحل زیر توسط آزمایشگاه تهیه

ح - پیمانکار موظف است ضمن پیشنهاد دانه بندی کارگاهی، دلایل توجیهی انتخاب آنرا بهمراه کلیه نتایج آزمایشگاهی مصالح در طی تولید به دستگاه نظارت تسليم نماید.

### ۲-۸-۹ طرح اختلاط آسفالت

پس از آنکه سنگدانه‌های شکسته در کارگاه و در قسمت‌های مجزا انبار شدند، کارخانه آسفالت راهاندازی شده و در سیلوهای سرد کارخانه آسفالت مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و در صورت لزوم ماسه شسته بطور جداگانه تغذیه می‌شود. وضعیت دریچه سیلوهای سرد طوری تنظیم می‌گردد که از هر یک به نسبت معین مصالح وارد کارخانه شده و پس از حرارت دیدن و سرندهشدن به مخازن گرم کارخانه منتقل شود. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط‌کن اضافه می‌گردد. برای تهیه طرح اختلاط آسفالت از هریک از مخازن گرم کارخانه آسفالت و همچنین از فیلر و قیر یک نمونه برداشت شده و بهمراه مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار به آزمایشگاه مورد تأیید ارسال می‌گردد.

آزمایشگاه نتایج طرح اختلاط را بشرح زیر به کارفرما یا دستگاه نظارت ارائه می‌نماید:

الف - منحنی دانه‌بندی هریک از مصالح سنگی دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز و فیلر بصورت جداگانه.

ب - نتایج آزمایشات مصالح سنگی بشرح جدول ۷-۹، و قیر مطابق جدول مربوط در فصل پنجم

پ - درصد وزنی هریک از سنگدانه‌های درشت، متوسط، ریز و فیلر مصرفی در طرح اختلاط و مقایسه دانه‌بندی حاصل با دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار بشرح بند ۱-۸-۹

۱) Maximum Density Curve (Fuller Curve)

### ۱-۸-۹ تهیه دانه بندی کارگاهی

دانه بندی کارگاهی، دانه بندی مشخصی است که باتوجه به مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر آماده شده در کارگاه، به نحوی توسط پیمانکار تهیه می‌شود که شرایط زیر را داشته باشد:

الف - در داخل دانه‌بندی مشخصات، قرارگرفته و از الک شماره ۸ به پایین به موازات دو حد فوقانی و تحتانی دانه‌بندی انتخابی باشد.

ب - حتی الامکان از نمودار معروف حداکثر چگالی<sup>(۱)</sup> فاصله داشته باشد تا موجب افزایش فضای خالی مصالح سنگی در حد مطلوب و در نتیجه مصرف قیر بیشتر برای افزایش دوام آسفالت گردد.

پ - با شرایط ترافیک، آب و هوا، موقعیت مسیر (کوهستانی، تپه ماهور، هموار) هماهنگی داشته باشد.

ت - پوشش حاصل بعد از اعمال رواداریهای مندرج در جدول ۱۳-۹، به دانه بندی پیشنهادی پیمانکار که «پوشش دانه بندی کنترل کارگاهی» نامیده می‌شود، داخل دانه بندی اصلی واقع شود.

ث - براساس کلیه نتایج قابل قبول حاصل از آزمایش دانه بندی مصالح تفکیک شده در کارگاه، شامل درشت، متوسط، ریز و فیلر که در طول مدت تهیه این مصالح انجام گرفته، محاسبه گردد. دانه بندیها به طریق شسته و به روش T11 و T27 آشتو برای مصالح درشت و ریز و روش T37 آشتو برای فیلر اجراء می‌شود.

ج - فرمول کارگاهی که براساس نتایج آزمایشات متغیر، منفرد و نمونه‌های غیرمعروف اخذ شده از هریک از مصالح محاسبه شود، قابل قبول نخواهد بود.

ج - نتایج دانه بندی جزء یا اجزاء مصالح مورد استفاده در تعیین دانه بندی کارگاهی باید معرف بیش از ۲۵ درصد حجم کل مخلوط مصالح سنگی مورد نیاز برای هریک از مخلوط‌های آسفالتی در پروژه باشد.

**مشخصات و فرمول کارگاهی باشند مورد قبول نخواهد بود.**

چنانچه به هر دلیل محل معدن و یا کیفیت مصالح از جمله وزن مخصوص، جذب آب و جذب قیر آن تغییر نماید فرمول کارگاهی قبلی مورد قبول نبوده و باید تجدید گردد.

چون احتمال تغییر جنس و وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی حتی در یک معدن هم وجود دارد، لذا هرگاه که دستگاه نظارت تشخیص دهد از سنگدانه‌های مخازن گرم کارخانه آسفالت نمونه برداری شده و جهت تعیین وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می‌گردد.

در صورتیکه نتایج جدید با نتایج قبلی اختلاف داشت نتایج جدید در محاسبه وزن مخصوص، فضای خالی آسفالت، فضای خالی مصالح سنگی، فضای خالی پرشده با قیر مورد عمل قرار می‌گیرد.

## ۹-۹ تهیه آسفالت گرم

پس از تهیه سنگدانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده، فیلر و قیر، اقدام به تهیه آسفالت گرم در کارخانه آسفالت می‌شود.

بطور کلی کارخانه آسفالت گرم باید با مشخصات ۱۵۶-۱۵۷ آشتو و ۹۹۵ دی اس تی ام مطابقت داشته باشد.

کارخانه‌های تهیه آسفالت در کشور اغلب از نوع منقطع یا مرحله‌ای هستند که لازم است موارد زیر برای آنها رعایت شود:

## ۱-۹-۹ موقعیت کارخانه

کارخانه آسفالت در مسیر حمل سنگدانه‌ها از معدن به محل مصرف آسفالت نصب، تا فاصله حمل حداقل شده و حمل مضاعف صورت نگیرد. کارخانه آسفالت باید حداقل دارای چهار مخزن گرم برای سنگدانه‌ها (مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و ماسه) و یک مخزن برای فیلر باشد. ظرفیت کارخانه آسفالت مناسب با حجم پروژه، تعیین و در مشخصات قید می‌شود. ظرفیت کارخانه بین ۶۰ تا ۲۴۰ تن

ت- مناسب‌ترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط  
ث- درصد فضای خالی آسفالت کوبیده شده  
ج- درصد فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)  
چ- درصد فضای خالی سنگدانه‌هایی که باقی پرمی شود (VFB)  
ح- استحکام مارشال  
خ- روانی مارشال  
د- میانگین وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها  
ذ- درصد جذب قیر مصالح  
ر- سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه بشرح بندهای ۱-۷-۹ الی ۸-۷-۹ بر حسب مورد.

## ۹-۸-۳ کنترل نتایج طرح

دستگاه نظارت طرح اختلاط فوق را جهت تهیه آسفالت آزمایشی به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. پیمانکار با راه‌اندازی کارخانه آسفالت و تولید مخلوط آسفالتی براساس طرح و مصرف آن در قطعه یا قطعات آزمایشی و نمونه‌گیری از آسفالت کوبیده شده این قطعات اقدام می‌کند و نهایتاً "نتایج حاصل از آزمایش این نمونه‌ها با داده‌های طرح اختلاط آزمایشگاهی مقایسه می‌شود.

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگی‌های مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه‌های طرح اختلاط، ضمن رعایت روداریهای پیش‌بینی شده در مشخصات به تائید دستگاه نظارت بر سد، طرح اختلاط برای اجرای عملیات آسفالتی به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در غیر اینصورت نسبت به انجام اصلاحات لازم بمنظور هماهنگی بین طرح و تولید اقدام و فرمول کارگاهی اصلاح شده بعد از تائید دستگاه نظارت مبنای عملیات اجرائی قرار می‌گیرد.

پیمانکار باید آسفالت را براساس فرمول کارگاهی ابلاغی تهیه و اجرا کند. آسفالت‌های تهیه شده که خارج از

فیلر باید با سنگدانه‌ها مخلوط گردد بلکه باید پس از تخلیه شدن سنگدانه‌ها و قیر جداگانه وارد مخلوط کن آسفالت شود.

هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت باید دارای حرارت سنج باشد تا بتوان درجه حرارت سنگدانه‌ها را کنترل نمود. دسترسی به مصالح گرم کارخانه نیز بایستی امکان پذیر باشد، به طوری که بتوان به سهولت نمونه برداری کرد.

دستگاه توزین باید از نوع دیجیتال و یا عقربه‌ای و بدون فنر بوده و حساسیت آن حداقل تا نیم درصد بیشترین باری که توزین می‌کند باشد.

کارخانه آسفالت باید مجهز به دماسنجهای مختلف برای تعیین و بررسی درجه حرارت مخلوط آسفالتی و قیر و سنگدانه‌ها باشد.

کنترل حساسیت دستگاه‌های توزین سنگدانه‌ها، قیر و فیلر باید هر هفته یکبار آزمایش شود که چنانچه خطایی داشته باشد مرتفع گردد تا در مشخصات آسفالت خطایی رخ ندهد. حساسیت حرارت سنج‌ها باید آن قدر باشد که در هر دقیقه تغییرات حداقل ۵ درجه سانتیگراد را نشان دهد.

سنگدانه‌ها باید به آن مقدار حرارت داده شوند که هنگام تخلیه آسفالت از کارخانه حرارت مخلوط آسفالتی بر حسب نوع دانه‌بندی با درجه حرارت تعیین شده در بند ۴-۷-۹ مطابقت داشته باشد.

با توجه به مراتب فوق نصب یک سیستم مرکزی کنترل کننده حرارت سنگدانه‌ها، قیر و مخلوط آسفالتی در اطاق فرمان کارخانه، ضرورت حتمی دارد.

## ۹-۱۰ زمان اختلاط

مدت زمان اختلاط سنگدانه‌ها، قیر و فیلر بستگی به مدل و ظرفیت کارخانه، نوع مصالح و دانه‌بندی آنها دارد. معمولاً در دستورالعمل کارخانه سازنده، مدت زمان اختلاط تعیین می‌شود.

در ساعت متغیر خواهد بود.

## ۹-۲ سرندهای کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت به حداقل ۴ سرنده با قطر چشم‌های مختلف مجهز بوده و این سرندها بر حسب نیاز قابل تعویض می‌باشد.

دستگاه نظارت بایستی دستور انتخاب قطر چشم‌های مورد نیاز برای هر نوع دانه‌بندی را به پیمانکار صادر کند، به طوری که منحنی دانه‌بندی کارگاهی مخلوط سنگدانه‌ها به سهولت با توزین مصالح مختلف دانه‌بندی شده‌از سیلوی گرم، حاصل شود.

## ۹-۳ سیلوهای گرم

مخلوط سنگدانه‌هایی که در کوره دوار کارخانه تا درجه حرارت‌های معین گرم شده است، توسط سرندهای مذکور سرنده شده و در مخازن تعییه شده در کارخانه، به صورت مصالح گرم و به شکل زیر اینبار می‌شود:

دانه درشت: مخزن شماره ۱ دانه‌بندی (از ۱۲ تا ۲۵ میلیمتریا درشت تر)

دانه متوسط: مخزن شماره ۲ دانه‌بندی (از ۶ تا ۱۲ میلیمتر)

دانه متوسط: مخزن شماره ۳ دانه‌بندی (از ۳ تا ۶ میلیمتر)

دانه ریز: مخزن شماره ۴ دانه‌بندی (از صفر تا ۳ میلیمتر)

چنانچه تعداد سیلوهای گرم کارخانه بیش از ۴ مخزن باشد حذف مخازن اضافی بهیچوجه مجاز نیست.

سپس براساس فرمول کارگاهی هر یک از مصالح مذکور به میزان معینی توسط قیان‌های کارخانه توزین و به مخلوط کن وارد می‌شود. در مخلوط کن، قیر و سپس فیلر به مقدار تعیین شده در فرمول کارگاهی اضافه می‌گردد.

ترازوی توزین فیلر و مخزن آن نبایستی (با استناد به این که سنگدانه‌ها خود دارای فیلر می‌باشد) از کار انداخته و یا بدون استفاده شود.

صرف قیر از سنگدانه ها جدا می شود. بمنظور حصول پوشش مناسب صالح و جدانشدن قیر از سنگدانه ها هنگام تهیه و حمل و نقل آسفالت لازم است کند روانی قیر حدود  $170 \pm 20$  سانتی استکس باشد. بمنظور تعیین درجه حرارتی که قیر مورد صرف به این کندروانی می رسد لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر را در برابر درجه حرارت ترسیم نمود. شکل ۱-۹ این نمودار برای یک نمونه قیر نشان می دهد. با استفاده از این نمودار برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی می توان محدوده درجه حرارت بهینه برای اختلاط آسفالت و تراکم آن را بعد از پخش تعیین نمود.

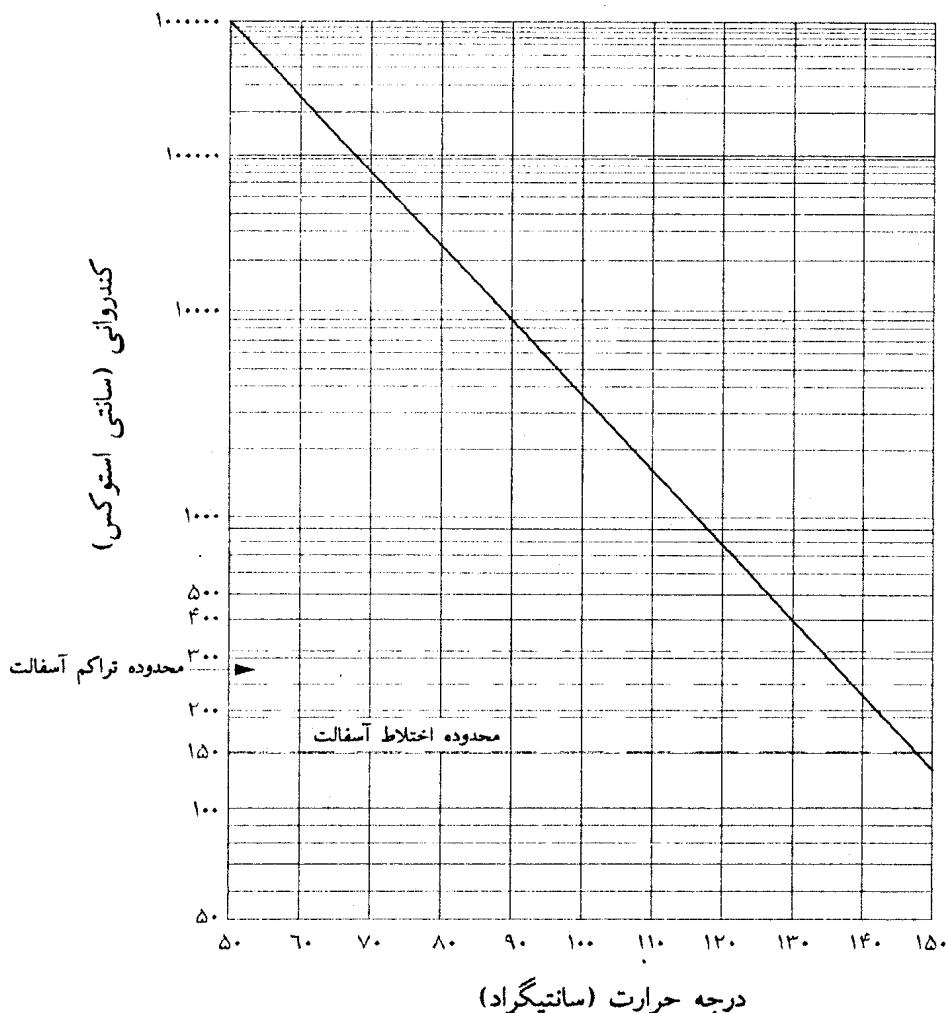
می باشد. دستگاه نظارت باید کنترل دقیق روی زمان اختلاط داشته باشد. عدم کنترل و عدم رعایت زمان لازم مذکور، سبب نواقص عمدی در آسفالت می گردد.

### ۱۱-۹ درجه حرارت اختلاط

هنگام تهیه و پخش آسفالت کندروانی (ویسکوزیته) قیر آن باید بگونه ای باشد که صالح خوب پوشش شده و به آسانی قابل پخش باشد. چنانچه کندروانی قیر هنگام اختلاط آسفالت بیش از حد باشد صالح بخوبی پوشش نخواهند شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد هنگام حمل از کارخانه تا محل

$$\text{در}^{\circ}\text{C} \text{ ویسکوزیته بر حسب سانتی استوکس} = \frac{\text{ویسکوزیته بر حسب پوآز}}{0.98} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100$$

$$\text{در}^{\circ}\text{C} \text{ ویسکوزیته بر حسب سانتی استوکس} = \frac{\text{ویسکوزیته بر حسب پوآز}}{0.934} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100$$



شکل ۱-۹ نمودار تغییرات کندروانی قیر بر حسب حرارت و محدوده های کندروانی آن در زمان تهیه آسفالت و تراکم آن

کیلومتر (هر کدام کمتر است) می‌باشد. افزایش زمان و اعمال 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، پر قیر شود. این جدایی قیر موجب می‌شود که آسفالت از حدود مشخصات خارج شده و هنگام پخش بیش از نیمی از حجم کامیون آسفالت، کم قیر و قسمت کمی از حجم کامیون آسفالت با قیر زیاد پخش شود. در قسمت کم قیر طول عمر آسفالت کوتاه و در قسمت پر قیر قیرزدگی در آسفالت روی خواهد داد.

#### ۱۴-۹ پخش آسفالت

آسفالت حمل شده توسط کامیون‌ها در فینیشور در محل پخش تخلیه می‌شود. درجه حرارت آسفالت تخلیه شده در فینیشور برای دانه‌بندی‌های پیوسته نبایستی از ۱۲۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

مشخصات فینیشور باید به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد. پیمانکار باید مشخصات و محدودیتهای فینیشور مورد استفاده را قبلًا جهت بررسی و تأیید به دستگاه نظارت تسلیم کند.

هرگاه دستگاه فینیشور یا اطوی آن و یا دستگاه‌های تنظیم ضخامت دارای نواقصی باشد که آسفالت کاملاً یکنواخت و با سطحی کاملاً هموار و یکسان پخش نگردد، دستگاه نظارت بایستی دستور اصلاح و یا تعویض فینیشور را صادر کند. فینیشور مخلوط آسفالتی را در عرض و ضخامتی که در مشخصات تعیین شده (پس از کوبیده شدن کامل) و با شیب عرضی مشخص پخش می‌کند. ضخامت آسفالت پخش شده توسط فینیشور (قبل از کوبیدن) با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی، محاسبه می‌شود. ضخامت آسفالت پخش شده معمولاً بین ۱/۲۰ تا ۱/۳۰ برابر ضخامت کوبیده شده می‌باشد. در روکش‌های آسفالتی و برای تصحیح ناهمواری سطوح آسفالتی موجود و قدیمی و همچنین در آزادراه‌ها و راه‌های اصلی بایستی از فینیشور تمام اتوماتیک استفاده کرد. اطوی فینیشور و ارتعاش‌های آن باید به سهولت قابل تنظیم باشد، به طوری که قادر باشد لایه آسفالت را تا حد لازم، همگن و با بافت سطحی یکنواخت، تسطیح کرده و اطوی

#### ۱۲-۹ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی

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 بروداشته و مورد آزمایش قرار گرفته شود تا نتایج دانه‌بندی، درصد قیر، استحکام و روانی مارشال، فضای خالی، وزن مخصوص آسفالت و فضای خالی پرشده با قیر مشخص شود. مقادیر هریک از نتایج اعلام شده با توجه به حدود نوسان‌های مجاز باید در داخل محدوده مشخصات ابلاغی باشد، در غیر این صورت فوراً بایستی اقدامات لازم جهت رفع نقص به عمل آید. چنانچه نتایج آزمایش موردهای مذکور در ۴ نوبت متوالی خارج از مشخصات اعلام گردد، بایستی عملیات آسفالتی متوقف و پس از رفع عیب مجدد آشروع گردد، به طوری که نتایج قابل قبول شود. حداقل ضخامت لایه آسفالتی باید کمتر از دو برابر حداکثر قطر سنگدانه‌ها باشد و حداکثر ضخامت آسفالت باید با توجه به شرایط اجرایی و نوع غلتک‌ها که توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود، انتخاب گردد.

#### ۱۳-۹ 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 دیوارهای اطاق کامیون بایستی قبل از ریختن آسفالت اطاق کامیون را در محل با آب آهک (یک حجم آهک و سه حجم آب) شستشو داده و تمیز نمود. شستشو با هر نوع روغن و گازوییل منوع می‌باشد. هرگاه در مدت زمان حمل آسفالت درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت، بایستی با برزننت 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

طولی دو بنده در آسفالت در زمان بهره برداری خواهد شد. موارد فوق همچنین برای جلوگیری از بروز درزهای دو بنده عرضی و پله شدن آسفالت نیز صادق است که در این خصوص نیز باید تمهیدات لازم صورت گرفته و حداقل یکی از روشهای فوق الذکر در اجرای دو بندهای عرضی نیز مورد عمل قرار گیرد.

برای پخش آسفالت در قشراهای روی قشر قبلی بایستی عرض پخش آسفالت در فینیشور تغییر داده شود، به طوری که درز اتصال طولی هر قشر با قشر زیر حداقل ۳۰ سانتیمتر و با قشر رویه ۱۵ سانتیمتر فاصله داشته باشد تا درزهای طولی روی هم قرار نگیرد.

در اجرای آخرین قشر رویه باید بگونه ای پخش آسفالت برنامه ریزی شود که محل دو بندها دقیقاً در مجاور محل خط کشی جاده در زمان بهره برداری قرار گیرد تا عبور چرخ وسایل نقلیه از محل دو بندها به حداقل برسد.

#### ۱۵-۹ کنترل آسفالت پخش شده

ضخامت آسفالت پخش شده در پشت فینیشور و همچنین درجه حرارت آن به طور مرتب توسط تکنسین ناظر پخش آسفالت اندازه گیری و در فرم های مخصوص ثبت می گردد. آسفالت آسفالت کوبیده شده نیز اندازه گیری و با مشخصات تعیین داده می شود. حداقل ضخامت هر لایه کوبیده شده ۲ تا ۳ سانتیمتر در طول راه بریده شده و کنار گذاشته شود. برابر حدا کثرانداره سنگدانه، وحدا کثر آن با توجه به شرایط اجرائی، نوع و تعداد غلطکها تعیین می شود. همچنین ناهمواری های احتمالی و دو بندهای عرضی نیز باید کنترل شوند تا افت و خیزها در جاده ناچیز و پله های عرضی بوجود نیاید. برای اینکار ترجیحاً باید از دستگاه افت و خیز سنج مخصوص (که می تواند دستی و ساده باشد) و یا شمشه بلند (۳ متری) و یا برداشت نقشه برداری استفاده نمود.

#### ۱۶-۹ درجه حرارت هوای هنگام پخش آسفالت گرم

حداقل درجه حرارت هوا برای پخش آسفالت، به شرطی که هوا رو به گرمی رود، ۱۰ درجه سانتیگراد می باشد. چنانچه هوا رو به سردی رود عملیات پخش آسفالت در کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد مجاز نمی باشد پخش آسفالت رویه یا هر قشر نهائی

کند. حرارت به وسیله گرم کردن اطوفی فینیشور بایستی قابل کنترل باشد.

در صورتی که آسفالت در بیش از یک خط و بیش از یک قشر پخش شود، رعایت نکته های زیر ضروری می باشد:

۱) به منظور اتصال درز طولی آسفالت، ترتیبی داده شود که در طول یک روز خطوط آسفالت مجاور هم، پخش و از پخش یک خط عبور آسفالت در طول زیاد و ادامه عملیات آسفالتی در خط مجاور در روز یا روزهای بعد، خودداری شود.

۲) هنگامیکه لایه ای پخش می شود از آنجاکه طرفین کناری لایه با غلتک زنی معمولی خوب کوبیده نمی شود لازم است تمهیداتی اعمال شود تا در آینده این امر معضلی برای بروز درز طولی در راه نباشد. برخی اقدامات مؤثر به شرح زیرند که برحسب نظر دستگاه نظارت و آمادگی پیمانکار حداقل یکی از این روش ها باید عمل شود:

الف - بلافاصله پس از پخش و کوبیدن اولیه آسفالت هنگامیکه هنوز آسفالت گرم است قسمت کناری آن که خوب متراکم نشده است بوسیله یک چرخ برش (حتی المقدور ماشینی) در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر در طول راه بریده شده و کنار گذاشته شود.

ب - چنانچه کار بند الف فوق هنگامیکه آسفالت گرم است اجرا نشد می توان این کار را در روزهای بعد (قبل از اجرای لایه مجاور) انجام داد. اجرای این کار می تواند توسط یک چرخ برش که روی تیغه گردیدر نصب می شود صورت گیرد. راننده مسلط گردیدر با کنترل چرخ برش عمل بریدن حدود ۲-۳ سانتیمتر قسمت کوبیده نشده را انجام می دهد و سپس محل برش داده شده باید جاروب شود.

پ - هنگام پخش آسفالت گرم از فینیشورهایی استفاده شود که در قسمت کناری آنها دستگاه مخصوصی نصب است که می تواند آسفالت بیشتری را در طرف موردنظر وارد کند تا وزن مخصوص نهایی این نقاط حاشیه ای افزایش داده شود.

ت - برای متراکم کردن آسفالت، از غلتک هایی استفاده شود که یک چرخ کوچک در کنار چرخهای اصلی آنها نصب است که هنگام غلتک زنی با اعمال نیروی هیدرولیکی به قسمت کناری آسفالت فشار آورده و این قسمتها را علاوه بر چرخهای اصلی غلتک با این چرخ اضافی نیز می کوید. عدم رعایت حداقل یکی از روش های فوق سبب بروز ترک

باید مجهز به لوله‌های آب پاش برای تمیز نگهداری چرخ‌ها با مواد صابونی باشد و استفاده از روغن سوخته و یا گازویل برای تمیزکردن چرخ‌ها به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد. همیشه یک غلتک چرخ فلزی و یک غلتک چرخ لاستیکی به عنوان ذخیره آماده کار باشد تا چنانچه به هر دلیل غلتک‌های مشغول کار عیب و نقصی پیدا کرد بلافاصله جایگزین گردد و آسفالت در اثر کمبود غلتک معیوب نشود.

چنانچه سرعت فینیشر زیاد و بیش از ۷ متر در دقیقه باشد تعداد غلتک‌های چرخ لاستیکی بایستی به تناسب سرعت فینیشر اضافه گردد. درجه حرارت محیط و شدت کاهش دمای مخلوط نیز در انتخاب تعداد غلتک‌ها مؤثر است. تعیین تعداد غلتک‌ها با نظر دستگاه نظارت انجام می‌شود. هنگام متراکم کردن آسفالت چنانچه کندروانی قیر بیش از اندازه باشد حصول تراکم لازم در کل ضخامت لایه پخش شده ممکن خواهد شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد آسفالت حالت روان پیدا کرده و جلوی غلتک فشرده شده و پس از اجرا موجهای متوالی ریز در راه ایجاد خواهد شد. کندروانی بهینه برای قیر آسفالت هنگام تراکم  $280 \pm 30$  سانتی استکس می‌باشد که در شکل ۱-۹ نشان داده شده است. لازم است با انجام آزمایش کندروانی قیر مصرفی، خط تغییرات کندروانی آنرا ترسیم نمود تا حدود بالا و پایین درجه حرارت آسفالت هنگام تراکم تعیین شود.

۴ سرعت غلتک‌های چرخ فلزی باید یکنواخت و حدود ۸ کیلومتر در ساعت و سرعت غلتک‌های چرخ لاستیکی حداقل ۸ کیلومتر در ساعت باشد.

### ۱۹-۹ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوییده شده

اختلاف رقوم سطح تمام شده آسفالت قشر رویه با رقوم مندرج در نقشه‌های طولی و عرضی (با درنظر گرفتن شیب‌های طولی و عرضی) حداقل تا ۵ میلیمتر مجاز می‌باشد. برای کنترل یکنواختی سطح آسفالت تمام شده، با یک شمشه ۳ متری که در طول و عرض آسفالت قرار داده می‌شود، فاصله مجاز بین سطح آسفالت و زیر شمشه در مورد قشر اساس آسفالتی ۷ میلیمتر، در مورد آسفالت قشر آستر ۶ میلیمتر و برای آسفالت قشر رویه ۵ میلیمتر می‌باشد.

دیگر باید منحصراً در فصول مناسب و گرم سال که درجه حرارت سطح راه از ۲۵ درجه سانتیگراد کمتر نباشد، اجرا گردد.

### ۱۷-۹ درجه حرارت پخش آسفالت

درجه حرارت پخش آسفالت بستگی به جنس و ضخامت قشر آسفالت، دانه‌بندی آن و فصل کاری دارد. حداقل درجه حرارت بتن‌های آسفالتی گرم، به هنگام پخش ۱۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

یادآوری می‌شود که درجه حرارت مناسب پخش و کوییدن آسفالت به نوع آسفالت و علی الخصوص خصوصیات فیزیکی قیر موجود در آن بستگی دارد شکل شماره ۱-۹ محدوده کندروانی مناسب قیر و درجه حرارت نظری آن را برای پخش و کوییدن نشان می‌دهد.

### ۱۸-۹ کوییدن آسفالت

پس از پخش آسفالت به وسیله فینیشر، اطوی اوایله 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 اطوی بایستی به سمت فینیشر باشد که از جمع شدن آسفالت کوییده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت بطرف فینیشر، جلوگیری گردد. غلتک اطوی بایستی روی مسیر کوییده شده از فینیشر دور شود. کوییدن 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 که با روش T۲۰۹ تعیین می‌گردد، می‌باشد.

وزن غلتک‌ها بایستی، قابل تنظیم باشد. غلتک‌های چرخ لاستیکی برای حصول تراکم کافی و تنظیم بافت سطحی آسفالت مناسب تر از غلتک‌های چرخ فلزی می‌باشد. مدت زمان کوییدگی برای قشرهای آسفالتی بسته به ضخامت آنها بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه (حدود شش تا هشت عبور) می‌باشد. غلتک‌های مورد استفاده برای کوییدن آسفالت

برخی از آزمایش هاو مشخصات استاندارد مورد عمل برای  
مصالح سنگی، قیر و آسفالت بشرح جدول ۱۴-۹ می باشد.

## ۲۰-۹ مشخصات و آزمایش های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم

جدول ۱۴-۹ مشخصات و آزمایش های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش	روش آشتو	روش ای اس تی ام
<b>- سنگدانه ها</b>			
۱	دانه بندی سنگدانه های شکسته	T۲۷	C۱۳۶
۲	دانه بندی فیلر	T۳۷	D۵۴۶
۳	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه های درشت	T۸۵	C۱۲۷
۴	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه های ریز	T۸۴	C۱۲۸
۵	وزن مخصوص فیلر	T۱۳۳ و T۱۰۰	C۱۸۸ و D۸۵۴
۶	مقاومت در مقابل عوامل جوی	T۱۰۴	C۸۸
۷	سایش مصالح بد روشن لوس آنجلس	T۹۶	C۵۳۵ یا C۱۳۱
۸	ارزش ماسه ای	T۱۷۶	D۲۴۱۹
۹	مشخصات فیلر	M-۱۷	D۲۴۲
۱۰	مشخصات سنگدانه های درشت	M-۲۸۳	D۶۹۲
۱۱	مشخصات سنگدانه های ریز	M-۲۹	D۱۰۷۳
۱۲	حدود اتریبرگ	T-۸۹ و T۹۰	D۴۳۱۸
۱۳	آهک مصرفی برای آسفالت گرم	M۳۰۳	C۱۰۹۷
<b>- قیر</b>			
۱۴	نمونه برداری قیر	T۴۰	D۱۴۰
۱۵	درجه نفوذ قیر	T۴۹	D۲
۱۶	کندروانی (برحسب پوآز)	T۲۰۲	D۲۱۷۱
۱۷	نقطه اشتعال	T۴۸	D۹۲
۱۸	لعاد نازک قیر در گرمخانه (TFOT)	T۱۷۹	D۱۷۵۴
۱۹	لعاد نازک دواز قیر در گرمخانه (RTFOT)	T۲۴۰	D۲۸۷۲
۲۰	نقطه نرمی قیر	T۵۳	D۲۳۹۸
۲۱	کندروانی سینماتیک	T۲۰۱	D۲۱۷۰
۲۲	خاصیت انگمی	T۵۱	D۱۱۳
۲۳	قابلیت حل شدن قیر	T۴۴	D۲۰۴۲
۲۴	وزن مخصوص	T۲۲۸	D۷۶
<b>- آسفالت گرم</b>			
۲۵	مقدار قیر مخلوط آسفالتی	T۱۶۴	D۲۱۷۲
۲۶	دانه بندی مخلوط آسفالتی	T۳۰	--
۲۷	وزن مخصوص حقیقی آسفالت کوبیده شده	T۱۶۶	D-۲۷۲۶ و D۱۱۸۸
۲۸	حداکثر وزن مخصوص مخلوط آسفالتی	T۲۰۹	D۲۰۴۱
۲۹	آزمایش مارشال	T۲۲۴	D۱۰۵۹
۳۰	آزمایش مارشال اصلاح شده	--	D۵۵۸۱
۳۱	آزمایش چسبندگی قیر به سنگدانه	T۱۸۲	--
۳۲	وزن مخصوص مخلوط آسفالتی کوبیده شده در محل	T۲۲۰	-
۳۳	تأثیر آب روی مخلوط آسفالتی گرم	T۱۶۵	D۱۰۷۵
۳۴	مقاومت کششی آسفالت	T۲۸۳	--

## فصل دهم - ترافیک

### ۱-۱۰ کلیات

#### ۲-۱۰ محور استاندارد یا محور مبنای طرح

محور استاندارد یا محور مبنای طرح در این آیین نامه، یک

محور منفرد به وزن ۸/۲ تن انتخاب شده است. برای محاسبه روسازی راه، اثر هریک از محورهای وسایل نقلیه از نظر نوع، وزن، تعداد و ترکیب آنها با استفاده از ضرایب هم ارز، به تعداد اثر

محور مبنای طرح تبدیل می شود.

ضرایب بار هم ارز عبارت است از تعداد عبور محور مبنای طرح که خرابی مساوی یک بار عبور محور مورد نظر در روسازی به وجود می آورد. ضرایب بار هم ارز برای محورهای مختلف در جدول ۱-۱۰ نشان داده شده است.

میزان ترافیک، یکی از عوامل مهم در روسازی راهها می باشد که با آمارگیری بصری یا خودکار تعداد متوسط روزانه انواع وسایل نقلیه مختلف، وزن و نوع محورهای ساده و مرکب آنها مشخص می گردد.

برای سهولت محاسبه، وزن محورهای مختلف با ضرایبی به نام ضرایب هم ارز، به وزن معادل محور استاندارد یا محور مبنای طرح، تبدیل می گردد.

جدول ۱-۱۰ ضرایب بار هم ارز \*

ضرایب بار هم ارز			وزن محور (تن)
محور مرکب (سه محوره)	محور مرکب (دو محوره)	محور ساده (منفرد)	
-	-	۰/۰۰۰۳۸	۱
-	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳۸	۲
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۷۸	۳
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۵۶۲	۴
۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۱۴۰	۵
۰/۰۰۵	۰/۰۲۲	۰/۲۹۴	۶
۰/۰۱۰	۰/۰۴۱	۰/۵۴۹	۷
۰/۰۱۶	۰/۰۷۲	۰/۹۳۲	۸
۰/۰۲۸	۰/۱۲۵	۱/۵۴	۹
۰/۰۴۰	۰/۱۸۲	۲/۲۰	۱۰
۰/۰۶	۰/۲۷۳	۳/۱۴	۱۱
۰/۰۸۷	۰/۳۹۴	۴/۳۳	۱۲
۰/۱۲۱	۰/۵۴۹	۵/۸۲	۱۳
۰/۱۶۵	۰/۷۴۵	۷/۶۶	۱۴
۰/۲۲۱	۰/۹۸۵	۹/۹۱	۱۵
۰/۲۸۹	۱/۲۸	۱۲/۶۵	۱۶
۰/۳۷۲	۱/۶۲	۱۵/۹۷	۱۷
۰/۴۷۲	۲/۰۲	۱۹/۹۶	۱۸
۰/۵۹۹	۲/۵۲	۲۴/۷۶	۱۹
۰/۷۳۰	۳/۰۳	۳۱/۲۵	۲۰
۰/۸۹۳	۳/۶۴	۳۸/۱۹	۲۱
۱/۰۸۱	۴/۲۵	۴۵/۰۷	۲۲
۱/۱۷۰	۵/۱۴	-	۲۳
۱/۵۴	۶/۰۲	-	۲۴
۱/۸۰	۷/۰۰	-	۲۵
۲/۱۰	۸/۱۰	-	۲۶
۲/۴۴	۹/۳۲	-	۲۷
۲/۸۱	۱۰/۶۸	-	۲۸

\* جدول فرق از درون یابی مقادیر جدول ۴-IV ا Instituto آسفالت (نشریه ۱۹۹۱: MS-1) محاسبه گردیده است.

که در آن:	برای تبدیل محور مورد نظر به محور مبنای طرح از معادله زیر استفاده می‌شود:
EAL <sub>n</sub> - تعداد محور و یا وسیله نقلیه در سال n ام	EAL = N × F
EAL - تعداد محور و یا وسیله نقلیه در سال اول	که در این رابطه:
r - رشد سالانه	EAL - تعداد عبور محور مبنای طرح (معادل با تکرار محور مورد نظر)

## ۱-۵ تعداد کل ترافیک در دوره طرح

با دردست داشتن ضریب رشد سالانه ترافیک و عمر دوره طرح روسازی بر حسب سال، ضرایب سال‌های دوره طرح از جدول ۲-۱۰ به دست می‌آید.

این ضرایب بر حسب رشد سالانه و عمر طرح از رابطه زیر به دست آید:

$$EAL_n = EAL \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

r - ضریب رشد سالانه ترافیک  
n - عمر طرح بر حسب سال

تعداد کل ترافیک در دوره عمر طرح از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$EAL_n = EAL \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

EAL<sub>n</sub> - تعداد کل ترافیک (یا تعداد کل محورهای استاندارد) در n سال دوره طرح

EAL - تعداد ترافیک سال اول (یا جمع محورهای استاندارد عبوری سال اول طرح)

بدیهی است در جدول‌ها و یا فرمول‌های فوق بر حسب اینکه محور مورد نظر یا محور مبنای یا تعداد ترافیک منظور شود، نتایج نیز براساس همان واحدها بدست خواهد آمد.

N - تعداد عبور محور مورد نظر (ساده و یا مرکب و به تفکیک وزن آنها)

F - ضریب بار هم ارز برای محور مورد نظر

## ۱-۶ پیش‌بینی ترافیک

تعداد و انواع وسایل نقلیه که از راه عبور می‌کند از قبیل سواری، مینی‌بوس، وانت، اتوبوس، کامیون‌های دو یا سه محوره، تریلرهای سه، چهار و پنج محور و نفتکش‌های مختلف که در دوره طرح از راه استفاده خواهد کرد به کمک روش‌های پیش‌بینی ترافیک معلوم می‌شود. سپس انواع محورهایی که در دوره طرح از روی خط طرح عبور می‌کند، به تعداد معادل محور مبنای طرح تبدیل می‌شود. برای محاسبه برآورد ترافیک عبوری در دوران طرح نیاز به ضریب رشد سالانه ترافیک می‌باشد.

## ۱-۷ رشد سالانه ترافیک

رشد سالانه انواع مختلف محورها با وزن‌های متفاوت ممکن است یکسان نباشد. با دردست داشتن میزان ترافیک در سال اول طرح و نرخ رشد سالانه آن می‌توان میزان ترافیک هریک از سال‌های بعد را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد.

$$EAL_n = EAL (1 + r)^n$$

جدول ۲-۱۰ ضرایب تعداد کل ترافیک

ضرایب رشد سالانه ترافیک بر حسب درصد									عمر طرح (بر حسب سال) (بدون رشد)
۱۰	۸	۷	۶	۵	۴	۲	۰		
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱
۲/۱۰	۲/۰۸	۲/۰۷	۲/۰۶	۲/۰۵	۲/۰۴	۲/۰۲	۲/۰	۲	
۳/۲۰	۳/۲۵	۳/۲۱	۳/۱۸	۳/۱۵	۳/۱۲	۳/۰۶	۳/۰	۳	
۴/۳۴	۴/۵۱	۴/۴۴	۴/۳۷	۴/۳۱	۴/۲۵	۴/۱۲	۴/۰	۴	
۵/۱۱	۵/۸۷	۵/۷۵	۵/۶۴	۵/۵۳	۵/۴۲	۵/۲۰	۵/۰	۵	
۷/۷۲	۷/۳۴	۷/۱۵	۶/۹۸	۶/۸۰	۶/۶۳	۶/۳۱	۶/۰	۶	
۹/۴۹	۸/۹۲	۸/۸۵	۷/۳۹	۸/۱۴	۷/۹۰	۷/۴۳	۷/۰	۷	
۱۱/۴۴	۱۰/۶۴	۱۰/۲۶	۹/۹۰	۹/۰۰	۹/۲۱	۸/۵۸	۸/۰	۸	
۱۳/۵۸	۱۲/۴۹	۱۱/۹۸	۱۱/۴۹	۱۱/۰۳	۱۰/۵۸	۹/۷۵	۹/۰	۹	
۱۵/۹۴	۱۴/۴۹	۱۳/۸۲	۱۳/۱۸	۱۲/۵۸	۱۲/۰۱	۱۰/۹۰	۱۰	۱۰	
۱۸/۰۳	۱۶/۶۰	۱۵/۷۸	۱۴/۹۷	۱۴/۲۱	۱۳/۴۹	۱۲/۱۷	۱۱	۱۱	
۲۱/۳۸	۱۸/۹۸	۱۷/۸۹	۱۶/۸۷	۱۰/۹۲	۱۰/۰۳	۱۳/۴۱	۱۲	۱۲	
۲۴/۰۲	۲۱/۵۰	۲۰/۱۴	۱۸/۸۸	۱۷/۷۱	۱۶/۶۳	۱۴/۶۸	۱۳	۱۳	
۲۷/۹۷	۲۴/۲۱	۲۲/۰۵	۲۱/۰۱	۱۹/۱۶	۱۸/۲۹	۱۰/۹۷	۱۴	۱۴	
۳۱/۷۷	۲۷/۱۰	۲۵/۱۳	۲۲/۲۸	۲۱/۵۸	۲۰/۰۲	۱۷/۲۹	۱۰	۱۰	
۳۵/۹۵	۳۰/۲۲	۲۷/۸۹	۲۵/۶۷	۲۳/۶۶	۲۱/۸۲	۱۸/۶۴	۱۶	۱۶	
۴۰/۰۵	۳۳/۷۵	۳۰/۸۴	۲۸/۲۱	۲۰/۸۴	۲۳/۷۰	۲۰/۰۱	۱۷	۱۷	
۴۵/۶۰	۳۷/۴۵	۳۴/۰۰	۳۰/۹۱	۲۸/۱۳	۲۵/۶۵	۲۱/۴۱	۱۸	۱۸	
۵۱/۱۶	۴۱/۴۵	۳۷/۳۸	۳۳/۷۶	۳۰/۰۴	۲۷/۶۷	۲۲/۸۴	۱۹	۱۹	
۵۷/۲۸	۴۵/۷۶	۴۱/۰۰	۳۶/۷۹	۳۳/۰۶	۲۹/۷۸	۲۴/۳۰	۲۰	۲۰	
۶۸/۳۰	۷۳/۱۱	۶۳/۲۵	۵۴/۸۶	۴۷/۷۳	۴۱/۶۰	۳۲/۰۳	۲۵	۲۵	
۱۶۴/۴۹	۱۱۳/۲۸	۹۴/۴۶	۷۹/۰۶	۶۶/۴۴	۵۶/۰۸	۴۰/۰۷	۳۰	۳۰	
۲۷۱/۰۲	۱۷۲/۲۲	۱۳۸/۲۴	۱۱۱/۴۳	۹۰/۳۲	۷۳/۶۰	۴۹/۹۹	۳۵	۳۵	

ترکیب فوق عبارت است از:

$$\frac{۴۱۲/۵}{۱۰۰} = ۰/۴۲$$

ضریب کامیون برای انواع وسایل نقلیه تجاری در راههای مختلف برای نمونه فوق طبق جدول ۵-۱۰ می‌باشد. ضریب اضافه بار احتمالی وسایل نقلیه تجاری در ضرایب این جدول منظور گردیده است.

## ۸-۱۰ محاسبه تعداد کل محورهای مبنا در دوره طرح

برای محاسبه تعداد کل محورهای مبنا که در دوره طرح از خط طرح می‌گذرد، به طریق زیر عمل می‌شود:

الف- تعداد هریک از انواع وسایل نقلیه که در سال اول از خط طرح می‌گذرد، تعیین می‌شود.

ب- با منظور کردن ضریب رشد سالانه هریک از انواع وسایل نقلیه و تعیین مدت دوره طرح بر حسب سال، از جدول ۱۰-۲، ضرایب تعداد کل ترافیک در دوران طرح بدست می‌آید.

پ- با تعیین نوع کامیون و با استفاده از جدول ۵-۱۰ ضریب کامیون معادل محور مبنا بدست می‌آید. این جدول صرفاً جنبه راهنمای دارد و برای استفاده در مثال ذکرشده آورده شده است.

ت- با ضرب تعداد هریک از انواع وسایل نقلیه در ضریب کامیون معادل محور مبنا و ضریب رشد مربوطه از جدول ۱۰-۲، تعداد محورهای مبنای معادل برای هریک از انواع وسایل نقلیه در دوران طرح بدست می‌آید.

ث- جمع تعداد کل محورهای معادل در دوران طرح از جمع تعداد محورهای معادل در ردیف "ت" بدست می‌آید.

برای روشن شدن مطالعه مذکور در فوق به مثال زیر مراجعه گردد.

## ۱۰-۶ توزیع ترافیک در خط طرح

تعداد ترافیک یا تعداد محور عبوری از خط طرح از رابطه زیر

بدست می‌آید:

$$W = D_D \times D_L \times EAL_n$$

که در آن:

W - تعداد کل محورهایی که در دوره طرح از خط طرح عبور می‌کند.

$D_D$  - ضریب توزیع ترافیک در هر جهت که معمولاً ۰/۵ (۵۰درصد) است و برای هر پروژه باید تعیین شود.

$D_L$  - ضریب توزیع ترافیک در خط طرح که بر حسب تعداد خطهای عبور از جدول ۳-۱۰ بدست می‌آید.

$EAL_n$  - تعداد کل محورهای استاندارد در n سال دوره طرح

جدول ۱۰-۳ درصد عبور از خط طرح

ضریب $D_L$	تعداد خط عبور در هر جهت
۱۰۰	۱
۸۰-۱۰۰	۲
۶۰-۸۰	۳
۵۰-۷۵	۴

## ۷-۱ ضریب کامیون

ضریب کامیون عبارت است از تعداد عبور محور ساده ۸/۲ تنی که معادل عبور یک بار وسیله نقلیه مورد نظر (وان، کامیونت، مینی بوس، اتوبوس، کامیون، تریلی و یا کامیون یدک کش) باشد.

برای محاسبه ضریب کامیون، ابتدا وزن و نوع محورها را تفکیک و سپس در ضریب محور هم ارز مندرج در جدول ۱-۱۰ ضرب کرده و از جمع نتایج حاصل ضربها، ضریب کامیون را برای کل وسایل نقلیه بدست می‌آوریم.

نمونه این محاسبه در جدول ۴-۱۰ نشان داده شده است. بنابراین متوسط ضریب کامیون برای هر وسیله نقلیه با

\* جدول ۱۰-۴- محاسبه ضریب محور برای یک هزار وسیله نقلیه

محور مبناي طرح (۲) × (۳)	ضریب همارز از جدول ۱-۱۰ (۳)	تعداد محور در ۱۰۰۰ وسیله نقلیه (۲)	وزن محور تن
محور منفرد			
۰/۱	۰/۰۰۰۲	۶۰۴	۱/۴
۲/۸	۰/۰۰۵	۵۰۷	۱/۴-۳/۲
۳/۸	۰/۰۲۷	۱۴۰	۳/۲-۳/۶
۴۲/۹	۰/۰۸۷	۴۹۳	۳/۶-۵/۵
۵۵/۴	۰/۳۶۰	۱۰۴	۵/۵-۷/۳
۵۹/۷	۰/۷۹۶	۷۵	۷/۳-۸/۲
۴۰/۹	۱/۲۴	۳۳	۸/۲-۹/۱
۵/۲	۲/۵۸	۲	۹/۱-۱۰/۹
۳/۵	۳/۵۳	۱	۱۰/۹-۱۱/۸
۵/۴	۵/۳۹	۱	۱۱/۸-۱۳/۶
محور مرکب			
۰/۲	۰/۰۱۰	۲۲	۲/۷
۲/۳	۰/۰۱۰	۲۲۷	۲/۷-۵/۵
۵/۸	۰/۰۳۶	۱۶۲	۵/۵-۸/۲
۱۶	۰/۱۴۸	۱۰۸	۸/۲-۱۰/۹
۵۹/۶	۰/۴۲۶	۱۴۰	۱۰/۹-۱۳/۶
۴۳/۷	۰/۷۵۳	۵۸	۱۳/۶-۱۴/۵
۲۴/۳	۰/۹۷۱	۲۵	۱۴/۰-۱۵/۴
۷/۴	۱/۲۳	۶	۱۵/۴-۱۶/۳
۴/۶	۱/۰۳	۳	۱۶/۳-۱۷/۲
۱/۹	۱/۸۸	۱	۱۷/۲-۱۸/۱
۲/۳	۲/۲۹	۱	۱۸/۱-۱۹/۰
۲/۸	۲/۷۵	۱	۱۹/۰-۲۰/۰
۳/۳	۳/۲۷	۱	۲۰/۰-۲۰/۹
۴/۲	۴/۱۷	۱	۲۰/۹-۲۲/۷
۵/۲	۵/۲	۱	> ۲۲/۷
<b>ΣEAL ۴۱۲/۵</b>			

\* دسته بندی فوق از شکل 2-IV انتیپر آسفالت (نشریه ۱۹۹۱: MS-1) اقتباس گردیده

است و فقط جنبه راهنمای مثال ذکر شده دارد.

مثال:

$$0.000 \times 365 \times 0 / 45 = 197,100$$

دستگاه = کامیون × خط طرح × روز × دستگاه

برای ۱۹۷,۱۰۰ دستگاه وسیله نقلیه سال اول طرح بر حسب

نوع وسیله نقلیه و تعداد محور و غیره جدول ۵-۱۰ را تشکیل می‌دهیم.

بنابراین تعداد کل محور معادل مبنای طرح که در دوران طرح

از خط طرح می‌گذرد برابر است با:

$$4/6 \times 10^6 = 4,613,900 = \text{جمع کل محور مبنای طرح}$$

متوسط ترافیک روزانه در سال اول طرح در یک راه چهار خطه برابر ۵,۰۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌باشد که ۲۴ درصد آن ترافیک سنگین (کامیون‌های مختلف طبق ستون اول جدول ۵-۱۰) و تعدادی که از خط طرح عبور می‌نماید ۴۵ درصد می‌باشد. اگر دوره طرح ۲۰ سال و رشد ترافیک سالانه ۴ درصد باشد. تعداد کل محورهای معادل در دوره طرح را حساب نمایید.

حل:

ابتدا تعداد ترافیک سنگین در سال اول طرح و در خط طرح را

جدول ۵-۱۰ ضرایب کامیون\*

درجه راه						نوع کامیون
حدود	رمپ و لوب	راههای فرعی	راههای اصلی	آزادراه و بزرگراه		
۰/۰۱-۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	کامیون‌های معمولی تکی دو محور چهار چرخ دو محور شش چرخ سه محور و بیشتر تریلرها چهار محور و کمتر پنج محور شش محور و بیشتر	
۰/۳۱-۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۳۱		
۰/۹۱-۱/۸۹	۱/۸۹	۱/۵۹	۱/۲۹	۰/۹۱		
۰/۵۵-۱/۳۸	۰/۵۵	۰/۹۳	۱/۳۸	۰/۹۳		
۱/۵۷-۲/۵۰	۲/۵۰	۱/۵۷	۱/۸۷	۱/۶۳		
۱/۵۶-۳/۳۱	۳/۳۱	۱/۵۶	۲/۳۱	۱/۸۴		

\* این جدول جنبه راهنمای داشته و برای حل مثال آورده شده است.

جدول ۶-۱۰ محاسبه جمع کل محور معادل در دوران طرح\*

محور معادل	ضریب رشد از جدول ۵-۱۰	ضریب کامیون از جدول ۱۰-۵	تعداد هر وسیله نقلیه در خط طرح	نوع وسیله نقلیه
۲۵/۲۰۰	۲۹/۷۸	۰/۰۱	۸۴۷۰۰	کامیون معمولی تکی دو محور چهار چرخ
۱۴۰۹۰۰	۲۹/۷۸	۰/۳۱	۱۵۸۰۰	دو محور شش چرخ
۱۰۸/۴۰۰	۲۹/۷۸	۰/۹۱	۴۰۰۰	سه محور و بیشتر تریلری
۲۷۱/۴۰۰	۲۹/۷۸	۰/۹۳	۹۸۰۰	چهار محور و کمتر
۳۶۷۹۴۰۰	۲۹/۷۸	۱/۶۳	۷۵۸۰۰	پنج محور
۳۸۳۶۰۰	۲۹/۷۸	۱/۸۴	۷۰۰۰	شش محور و بیشتر
۴۶۱۳۹۰۰			۱۹۷۱۰۰	جمع کل

\* این جدول جنبه راهنمای داشته و برای حل مثال آورده شده است.

## ۹-۱۰ ضرایب بار هم ارز

ضرایب بار هم ارز برای روسازی انعطاف پذیر با عده های روسازی مختلف (SN از ۱ تا ۶) و ارزش سرویس دهی نهایی ۲/۵، ۲ و ۳ برای بارهای محورهای منفرد بر حسب سیستم متريک طی جدولهای ۷-۱۰ تا ۹-۱۰ نشان داده شده است. برای محورهای مرکب (دو محوره و سه محوره) می توان از جداول راهنمای طراحی آشتو (۱۹۹۳) ضریب مربوطه را بدست آورد.

جدول ۷-۱۰ ضرایب بار هم ارز برای روش ارجاعی و محور ساده ( $Pt = 2$ )

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۱
۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳	۲
۰/۰۱۳۱	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۳۸	۳
۰/۰۴۴۳	۰/۰۴۶۲	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۱۵	۰/۰۴۴۳	۴
۰/۱۱۶۱	۰/۱۲۰۴	۰/۱۲۷۸	۰/۱۳۳۹	۰/۱۲۵۴	۰/۱۱۴۱	۵
۰/۲۵۷۸	۰/۲۶۴۸	۰/۲۷۰۷	۰/۲۸۰۹	۰/۲۶۵۹	۰/۲۵۲۷	۶
۰/۵۰۷۹	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۶۲	۰/۵۲۷۸	۰/۵۱۱۸	۰/۵۰۰۸	۷
۰/۹۱۶۲	۰/۹۱۶۲	۰/۹۱۸۶	۰/۹۱۸۲	۰/۹۱۴۳	۰/۹۱۵۲۱	۸
۱/۰۵۳	۱/۰۵۲	۱/۰۵۰	۱/۰۵۱	۱/۰۵۴	۱/۰۵۵	۹
۲/۴۴	۲/۴۷	۲/۴۳	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۵۱	۱۰
۳/۴۷	۳/۵۵	۳/۴۸	۳/۵۹	۳/۷۹	۳/۸۹	۱۱
۵/۳۵	۵/۱۳	۵/۰۳	۵/۲۷	۵/۶۴	۵/۸۰	۱۲
۷/۰۴	۷/۱۹	۷/۱۰	۷/۰۳	۷/۱۳	۷/۰۰	۱۳
۱۰/۳۵	۹/۸۴	۹/۷۹	۱۰/۰۱	۱۱/۴۳	۱۱/۸۴	۱۴
۱۳/۸۹	۱۳/۲۱	۱۳/۲۴	۱۴/۳۶	۱۵/۷۲	۱۶/۳۰	۱۵
۱۸/۲۸	۱۷/۴۲	۱۷/۶۱	۱۹/۲۷	۲۱/۱۹	۲۲/۰۱	۱۶
۲۳/۵۶	۲۲/۶۳	۲۲/۰۸	۲۵/۴۵	۲۸/۰۸	۲۹/۲۰	۱۷
۳۰/۲۰	۲۹/۰۱	۲۹/۸۳	۳۳/۱۰	۳۶/۶۴	۳۸/۱۲	۱۸
۳۸/۰۷	۳۶/۷۷	۳۸/۰۹	۴۲/۴۹	۴۷/۱۴	۴۹/۰۸	۱۹
۴۷/۴۸	۴۶/۱۱	۴۸/۰۸	۵۳/۸۹	۵۹/۹۰	۶۲/۳۹	۲۰
۵۸/۶۴	۵۷/۲۷	۶۰/۰۸	۶۷/۵۹	۷۵/۲۵	۷۸/۴۲	۲۱
۷۱/۷۸	۷۰/۰۱	۷۴/۲۷	۸۳/۹۲	۹۳/۵۷	۹۷/۰۴	۲۲
۸۷/۱۹	۸۶/۱۰	۹۱/۲۴	۱۰۳/۲۶	۱۱۵/۲۴	۱۲۰/۱۷	۲۳
۱۰۵/۱۳	۱۰۴/۲۶	۱۱۱/۰۵	۱۲۵/۹۷	۱۴۰/۷۲	۱۴۶/۷۷	۲۴
۱۲۵/۹۳	۱۲۵/۰۶	۱۳۴/۱۵	۱۵۲/۴۸	۱۷۰/۴۶	۱۷۷/۸۳	۲۵

آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

جدول ۱۰-۸ ضرایب بار هم ارز برای روسازی ارتقاضی و محور ساده ( $Pt = 2/5$ )

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۱
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۴	۲
۰/۰۱۴	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱۵۶	۳
۰/۰۴۶۹	۰/۰۵۱۶	۰/۰۶۱۴	۰/۰۷۳۵	۰/۰۶۵۸	۰/۰۴۶۹	۴
۰/۱۲۲	۰/۳۳۲۲۳	۰/۱۵۱۵	۰/۱۶۸۱	۰/۱۴۵	۰/۱۱۷۳	۵
۰/۲۶۷۸	۰/۲۸۴۳	۰/۳۱۱۶	۰/۳۲۴۹	۰/۲۸۷۲	۰/۲۵۵۹	۶
۰/۵۱۹۶	۰/۵۳۷۶	۰/۵۸۲۹	۰/۵۶۶۶	۰/۵۲۸۷	۰/۵۰۳۳	۷
۰/۹۱۷۵	۰/۹۲۲۱	۰/۹۲۷۴	۰/۹۲۶۴	۰/۹۱۷۷	۰/۹۱۲۵	۸
۱/۵۰	۱/۴۷	۱/۴۳	۱/۴۵	۱/۵۲	۱/۵۵	۹
۲/۳۲	۲/۲۰	۲/۱۱	۲/۱۹	۲/۴۰	۲/۵۰	۱۰
۳/۴۰	۳/۱۵	۳/۰۱	۳/۲۳	۳/۶۶	۳/۸۷	۱۱
۴/۸۰	۴/۳۶	۴/۱۸	۴/۶۴	۵/۴۰	۵/۷۷	۱۲
۵/۰۴	۵/۸۸	۵/۷۰	۵/۵۲	۷/۷۶	۸/۳۴	۱۳
۸/۶۸	۷/۷۵	۷/۶۵	۸/۹۸	۱۰/۸۷	۱۱/۷۶	۱۴
۱۱/۲۶	۱۰/۰۶	۱۰/۱۲	۱۲/۱۵	۱۴/۹۱	۱۶/۱۹	۱۵
۱۴/۳۵	۱۲/۸۸	۱۳/۲۰	۱۶/۱۹	۲۰/۰۶	۲۱/۸۰	۱۶
۱۸/۰۲	۱۶/۲۹	۱۷/۰۳	۲۱/۲۴	۲۶/۵۴	۲۸/۹۷	۱۷
۲۲/۳۵	۲۰/۴۲	۲۱/۷۴	۲۷/۵۰	۳۴/۵۹	۳۷/۸۳	۱۸
۲۷/۴۴	۲۵/۳۶	۲۷/۴۶	۳۵/۱۶	۴۴/۴۶	۴۸/۹۹	۱۹
۳۳/۳۹	۳۱/۲۶	۳۴/۳۶	۴۴/۴۵	۵۶/۴۵	۶۱/۹۰	۲۰
۴۰/۳۴	۳۸/۲۵	۴۲/۶۲	۵۵/۶۱	۷۰/۸۷	۷۷/۷۹	۲۱
۴۸/۴۰	۴۶/۴۸	۵۲/۴۳	۶۸/۹۰	۸۸/۰۸	۹۶/۷۵	۲۲
۵۷/۷۴	۵۶/۱۳	۶۳/۹۹	۸۴/۶۲	۱۰۸/۴۴	۱۱۹/۱۹	۲۳
۶۸/۵۱	۶۷/۳۷	۷۷/۵۳	۱۰۳/۰۸	۱۳۲/۳۷	۱۴۵/۰۷	۲۴
۸۰/۸۸	۸۰/۴۰	۹۳/۳۱	۱۲۴/۶۱	۱۶۰/۳۰	۱۷۶/۳۷	۲۵

جدول ۹-۱۰ ضرایب بار هم ارز برای روش ارجاعی و محور ساده ( $Pt = 3$ )

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۳۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱	۱
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۱۱۵	۰/۰۰۵۷	۲
۰/۰۱۰۲	۰/۰۱۸۳	۱/۰۲۰۹	۰/۰۴۰۲	۰/۰۴۰۵	۰/۰۱۸۴	۳
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۵۹	۰/۰۸۱۱	۰/۱۱۱۳	۰/۰۹۱۷	۰/۰۰۰۶	۴
۰/۱۳۰۳	۰/۱۵۰۲	۰/۱۹۰۶	۰/۲۲۸۷	۰/۱۷۶۵	۰/۱۲۱۷	۵
۰/۲۸۱۸	۰/۳۱۳۱	۰/۳۶۷۶	۰/۵۶۲۹	۰/۳۱۸۶	۰/۲۶۰۴	۶
۰/۰۳۰۹	۰/۰۵۶۸۸	۰/۶۱۶۶	۰/۸۲۳۷	۰/۵۵۲۳	۰/۰۵۶۷	۷
۰/۹۲۱۹	۰/۹۳	۰/۹۳۹۳	۰/۹۳۷۷	۰/۹۲۲۲	۰/۹۱۳۲	۸
۱/۴۶	۱/۴۰	۱/۳۴	۱/۳۷	۱/۴۸	۱/۰۵	۹
۲/۱۸	۱/۹۸	۱/۸۴	۱/۹۷	۲/۲۱	۲/۴۹	۱۰
۳/۰۷	۲/۶۸	۲/۴۷	۲/۸۰	۳/۴۸	۳/۸۴	۱۱
۴/۱۴	۳/۰۱	۳/۲۶	۳/۹۰	۵/۱۰	۵/۷۲	۱۲
۵/۴۰	۴/۴۷	۴/۲۵	۵/۳۶	۷/۲۸	۸/۲۷	۱۳
۶/۸۵	۵/۶۲	۵/۴۹	۷/۲۶	۱۰/۱۵	۱۱/۶۵	۱۴
۷/۴۹	۶/۹۶	۷/۰۳	۹/۷۰	۱۳/۸۸	۱۶/۰۳	۱۵
۸/۰۶	۸/۰۵	۸/۹۵	۱۲/۷۹	۱۸/۶۲	۲۱/۶۳	۱۶
۱۲/۴۸	۱۰/۴۵	۱۱/۳۰	۱۶/۶۴	۲۴/۵۹	۲۸/۶۸	۱۷
۱۴/۸۹	۱۲/۷۰	۱۴/۱۸	۲۱/۴۱	۳۲/۰۰	۳۷/۴۳	۱۸
۱۷/۶۳	۱۵/۳۶	۱۷/۶۵	۲۷/۲۳	۴۱/۰۸	۴۸/۱۸	۱۹
۲۰/۷۶	۱۸/۴۹	۲۱/۸۳	۳۴/۲۷	۵۲/۱۰	۶۱/۲۴	۲۰
۲۴/۳۴	۲۲/۱۷	۲۶/۸۰	۴۲/۷۲	۶۵/۳۶	۷۶/۹۵	۲۱
۲۸/۴۲	۲۶/۴۸	۳۲/۶۹	۵۲/۷۸	۸۱/۱۷	۹۵/۷۰	۲۲
۳۳/۰۹	۳۱/۴۹	۳۹/۶۲	۶۴/۶۷	۹۹/۸۸	۱۱۷/۸۹	۲۳
۳۸/۴۱	۳۷/۳۰	۴۷/۷۲	۷۸/۶۱	۱۲۱/۸۶	۱۴۳/۹۷	۲۴
۴۴/۴۷	۴۴/۰۱	۵۷/۱۳	۹۴/۸۷	۱۴۷/۰۲	۱۷۴/۴۲	۲۵

## فصل یازدهم - طرح روسازی راه ۱-۱۱ تعریف

در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری در دوران بهره‌برداری و هزینه‌های روکش بعدی صورت می‌گیرد. عمر طراحی بحسب اهمیت راه تعیین می‌گردد. برای مثال عمر طراحی راههای مختلف (آسفالتی و شنی) با توجه به شرایط کلی نگهداری راههای کشور در جدول ۱-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۱ عمر طراحی راههای مختلف

نوع راه	عمر طراحی - سال
بین شهری با ترافیک زیاد	۲۰-۲۵
روسازی شده با ترافیک کم	۱۵-۲۵
شنی	۱۰-۲۰

سازه روسازی راه یک سیستم چندلایه‌ای است که برای توزیع و انتقال بار مرکز ترافیک به بستر روسازی طرح می‌شود. طراحی شامل تعیین ضخامت کل سازه و هریک از لایه‌های تشکیل‌دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی در این ساختار است.

جنس و ضخامت روسازی به گونه‌ای طرح می‌شود تا اولاً بتواند شدت تنش‌های فشاری قائم را به میزان قابل تحمل برای خاک بستر روسازی و هریک از لایه‌های آن، کاهش دهد. ثانیاً تنش کششی در زیر لایه‌های آسفالتی کمتر از تنش کششی مجاز آسفالت باشد تا روسازی دچار ترک خوردگی نشود.

## ۱-۱۱ عوامل مؤثر در طرح روسازی

عوامل مؤثر در طرح روسازی راههای جدید و یا بازسازی کامل راههای قدیمی بشرح زیر می‌باشد.

### ۱-۱۱-۱ عمر روسازی

عمر روسازی شامل عمر طراحی و عمر بهره‌برداری به شرح زیر است:

#### ۱-۱۱-۲ ترافیک

برای طراحی یک راه، انواع، تعداد و وزن محورهای وسایل نقلیه‌ای که در دوره طرح از راه عبور می‌کند، برآورده می‌گردد. طراحی براساس برآورد تعداد کل محور ساده  $8/2$  تنی هم ارز در خط طرح و برای عمر طراحی، انجام می‌شود. چگونگی تبدیل ترافیک مخلوط به محور ساده  $8/2$  تنی هم ارز و در نهایت محاسبه تعداد کل محور ساده، در فصل دهم شرح داده شده است.

#### ۱-۱۱-۲-۱ عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که روسازی بدون آنکه دچار خرابی‌های عمده شود برای آن طرح می‌شود. در برخی از موارد طرح و اجرای روسازی بصورت مرحله‌ای اغلب از لحاظ اقتصادی مقرر به صرفه است. مطلوب تر آن است که عمر طراحی به گونه‌ای تعیین شود که در طی این مدت حداقل اجرای یک روکش پیش‌بینی شود. انتخاب این گزینه با

### ۱۱-۳ نشانه خدمت‌دهی و عملکرد روسازی

نشانه خدمت‌دهی یک روسازی، قابلیت بهره‌دهی آن را برای ترافیکی که طرح شده است، برای استفاده کنندگان از راه مشخص می‌کند. نشانه خدمت‌دهی یک روسازی (PSI) از صفر (برای یک راه مطلقاً غیرقابل استفاده) تا پنج (برای یک راه بسیار عالی) تغییر می‌کند. متوسط نمره‌ای که به هر روسازی در زمان ارزیابی داده می‌شود، درجه خدمت‌دهی فعلی آن روسازی نامیده می‌شود. این ضریب در روزهای اولیه بهره‌برداری از راه حداکثر است و بعد از مدتی که راه مورد استفاده قرارگرفت کاهش می‌یابد.

علاوه بر آنکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به طور نظری ارزیابی می‌شود، با استفاده از روش‌های آماری و اندازه‌گیری‌هایی که در سطح راه انجام می‌شود، نتایجی به دست می‌آید که به ارزیابی نظری مربوط می‌گردد. نتیجه این اندازه‌گیری‌ها برای روسازی‌های آسفالتی در رابطه زیر خلاصه شده است:

$$PSI = 5 / 0.3 - 1 / 9 \log(1 + SV) - 0.17 \sqrt{\left(\frac{C}{0.3} + \frac{P}{0.9}\right)} - 1 / 38 \left(\frac{RD}{2.5}\right)^2$$

که در این رابطه:

PSI - نشانه خدمت‌دهی فعلی روسازی

SV - میزان ناهمواری سطح روسازی (تغییرات شبی)

C - میزان ترک‌های مهم سطح روسازی بر حسب متر در هر صدمتر مربع

P - میزان لکه‌گیری‌ها و تعمیرات بر حسب مترمربع در هر صدمترمربع

$\bar{RD}$  - مقدار متوسط گودی و شیار چرخ‌ها (در هر دو مسیر چرخ‌های وسایل نقلیه) بر حسب سانتی‌متر که با استفاده از یک شمشه  $1/2$  متری اندازه‌گیری می‌شود.

وضعيت روسازی به طور مداوم و با یک برنامه معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شکل ۱-۱۱ منحنی نمایش تغییرهای

### ۱۱-۲-۳ ضریب اطمینان و انحراف معیار

جهت اطمینان از دوام روسازی در طول عمر طرح و جبران تغییرات احتمالی در تعداد ترافیک پیش‌بینی شده و عملکرد روسازی، ضریب اطمینان (R)، انحراف معیار کلی ( $S_0$ ) و انحراف معیار نرمال ( $Z_R$ ) در محاسبات منظور می‌شود. ضریب (R) نشان می‌دهد که با چه درصد اطمینانی می‌توان انتظار داشت که روسازی طرح شده عملاً معادل عمر طراحی دوام آورد. مقادیر ضریب (R) و انحراف معیار نرمال ( $Z_R$ ) برای انواع راه‌ها در جدول ۲-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۱ ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار نرمال ( $Z_R$ )

نوع راه (برون شهری) (Z_R)	ضریب اطمینان (R)	انحراف معیار نرمال (R)
آزادراه	۸۰-۹۵	-۰/۸۴۱ - ۱/۶۴۵
راه اصلی	۷۵-۹۵	-۰/۶۷۴ - ۱/۶۴۵
راه فرعی درجه ۱	۷۰-۹۰	-۰/۵۲۴ - ۱/۲۸۲
راه فرعی درجه ۲	۵۰-۸۰	۰/۸۴۱ - ۰/۰

برای یک درصد اطمینان مشخص، ضریب (R) تابعی از پراکندگی و انحراف معیار کلی مربوط به پیش‌بینی رفت و آمد و عملکرد روسازی می‌باشد. انتخاب صحیح ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار کلی ( $S_0$ ، جبران‌کننده کلیه تغییرات احتمالی در داده‌های مورد نیاز برای طراحی است و لذا کاربرد ضرایب محافظه کارانه دیگر ضرورت ندارد.

در این آینین‌نامه، برای کلیه راه‌های اصلی و آزادراه‌ها کاربرد ضریب اطمینان ۹۵ درصد و برای انحراف معیار کلی ( $S_0$ ) عدد  $۰/۳۵$  توصیه می‌شود.

### ۱۱-۳-۱ تأثیر رطوبت

مقاومت خاک‌های ریزدانه و درشت‌دانه با افزایش رطوبت و ایجاد شرایط اشباع کاهش می‌یابد. تأثیرات محرّب ناشی از افزایش رطوبت را می‌توان به کمک یکی از روش‌های متداول، نظریه اصلاح مصالح، تعییه زهکشی، بالابردن رقوم روسازی، استفاده از مواد تثبیت‌کننده نظریه آهک، سیمان، قیر و سایر افزودنی‌های شیمیایی حذف کرد. با تعیین مقاومت خاک بستر و مصالح روسازی، بروش سی‌بی‌آر اشباع، که پایه اصلی طرح روسازی در این آئین‌نامه محسوب می‌شود، کاهش مقاومت ناشی از جذب آب و پدیده اشباع، عملًا در محاسبات منظور شده است.

### ۱۱-۳-۲ تأثیر یخ‌بندان

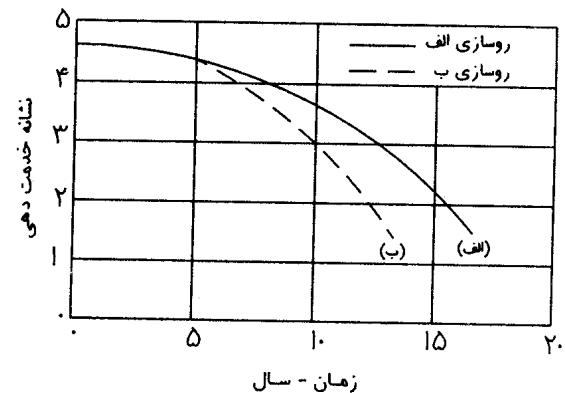
تورم ناشی از یخ‌بندان در روسازی و زیرسازی راه هنگامی بروز خواهدکرد که هر سه عامل زیر در یک پروژه حادث شود. چنانچه حتی یک عامل از عوامل زیر در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد تأثیر یخ‌بندان در نظر گرفته نمی‌شود. الف - هوای سرد با دمای زیر صفر

ب - وجود خاک‌های ریزدانه و مصالحی که بیش از ۳ درصد دانه‌های کوچکتر از ۲۰ میکرون داشته و در مقابل یخ‌بندان حساس است.

پ - تراز آب زیرزمینی در عمق نسبتاً کم (کمتر از سه متر) در صورت فقدان یکی از عوامل فوق تورم ناشی از یخ‌بندان در روسازی به وقوع نمی‌پیوندد.

برای کاهش حساسیت مصالح روسازی، زیراساس و اساس در مقابل یخ‌بندان، در این آئین‌نامه علاوه بر آن که مواد رشدده از الک شماره ۲۰۰ آنها (۷۵ میکرون)، به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش داده شده، مقدار دانه‌های کوچکتر از ۰/۰۲ میلیمتر

نشانه خدمت‌دهی دو نوع روسازی الف و ب بر حسب زمان را نشان می‌دهد که آن را منحنی عملکرد روسازی می‌نامند. در این آئین‌نامه، نشانه خدمت‌دهی اولیه روسازی‌های آسفالتی حداقل ۴/۲ و نشانه خدمت‌دهی نهایی برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها قبل از بازسازی و یا روکش ۳، برای راه‌های اصلی ۵/۲ و برای راه‌های فرعی ۲ تعیین شده است.



شکل ۱-۱۱ منحنی عملکرد روسازی

نشانه خدمت‌دهی روسازی، تابعی ازشدت آسیب‌دیدگی‌های مختلف سطح راه می‌باشد، اما عملًا تأثیر میزان ناهمواری‌های راه بیشتر از سایر خرابی‌هاست.

نشانه‌های افت معیار خدمت‌دهی ناشی از آسیب‌دیدگی‌های سطحی و سازه‌ای رویه آسفالتی است که به گونه‌های مختلف نظریه‌های فقدان تاب لغزشی، ایجاد ناهمواری‌ها، انواع ترک‌ها و تغییرشکل‌ها، موجب تغییر مقاومت، دوام و توان باربری زیرسازی و روسازی راه می‌گردد. این عوامل عمده‌ای به دو طریق زیر بر خاک بستر و مصالح روسازی تأثیر می‌گذارد.

جدول ۳-۱۱ تبدیل سی بی آر خاک بستر رو سازی به ضریب برجهندگی

ضریب برجهندگی خاک بستر (kg/cm <sup>2</sup> )	درصدسی بی آر طرح خاک بستر رو سازی	ردیف
(سی بی آر) ۱۰۵	≤ سی بی آر ۵	۱
۵۲۵+۳۵ (سی بی آر)	۵ ≤ سی بی آر ≤ ۱۰	۲
۷۰۰+۲۱ (سی بی آر)	۱۰ ≤ سی بی آر ≤ ۱۵	۳
۸۰۵+۱۴ (سی بی آر)	۱۵ ≤ سی بی آر ≤ ۲۵	۴
به شکل ۱۱-۲ مراجعه شود	≥ سی بی آر ۲۵	۵

## ۴-۴-۱ مصالح زیر اساس

مشخصات فنی مصالح زیر اساس و حداقل سی بی آر آن در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی بروش T ۱۸۰ آشتوکه معادل ۲۵ درصد تعیین شده، در فصل سوم توضیح داده شده است. این رقم آنچنانکه در شکل ۴-۱۱ دیده می شود معادل با ضریب ارتعاعی ۹۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی بی آر مصالح مصرفی بیشتر از ۲۵ درصد باشد، می توان از ضریب ارتعاعی معادل آن که در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده، استفاده کرد.

## ۴-۴-۲ مصالح اساس شکسته

مشخصات فنی مصالح اساس شکسته در فصل چهارم توضیح داده شده است. حداقل سی بی آر این مصالح در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی به روش T ۱۸۰ آشتو ۸۰ درصد تعیین گردیده که ضریب ارتعاعی معادل آن ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی بی آر مصالح مصرفی بیش از ۸۰ باشد رقم ضریب ارتعاعی نظیر را می توان از شکل ۴-۱۱ بدست آورد.

مصالح نیز در شرایط یخ بندان حداکثر به ۳ درصد محدود گردیده است (فصل های سوم و چهارم).

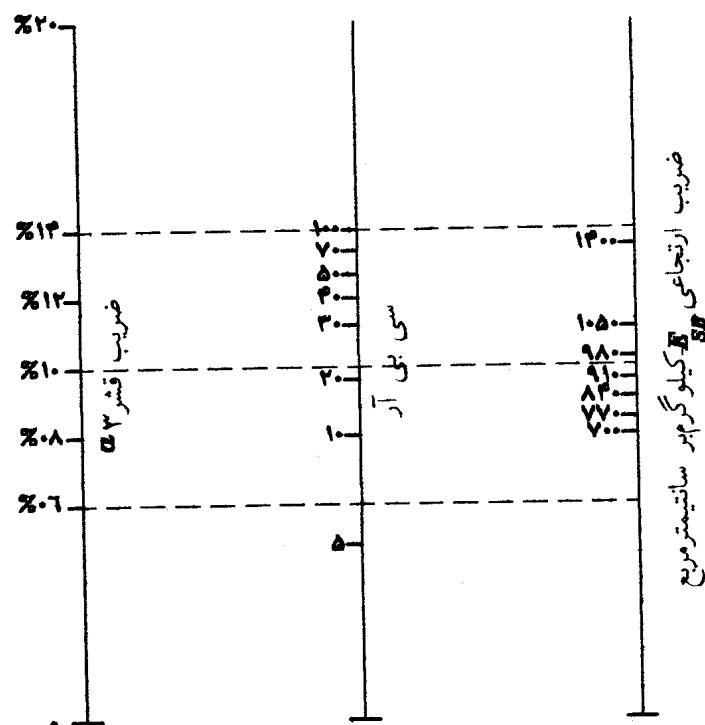
## ۴-۱۱ مشخصات فنی مصالح رو سازی

در این آین نامه، طرح رو سازی راه بر پایه تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر رو سازی و ضریب ارتعاعی مصالح رو سازی (شامل لایه های غیر آسفالتی و آسفالتی) استوار است. در صورتی که انجام آزمایش آشتو T-۳۰۷، برای تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر رو سازی و ضریب ارتعاعی مصالح غیر آسفالتی لایه های رو سازی شامل زیر اساس و اساس و آزمایش D ۴۱۲۳ ای اس تی ام برای تعیین ضریب ارتعاعی آسفالت امکان پذیر باشد، نتایج بدست آمده را می توان مستقیماً برای استفاده در طراحی و تعیین ضخامت لایه ها بکار برد. در غیر این صورت جهت دست یابی به ضرایب مقاومتی فوق، برای خاک بستر رو سازی و هر یک از لایه های رو سازی بشرح زیر عمل می شود:

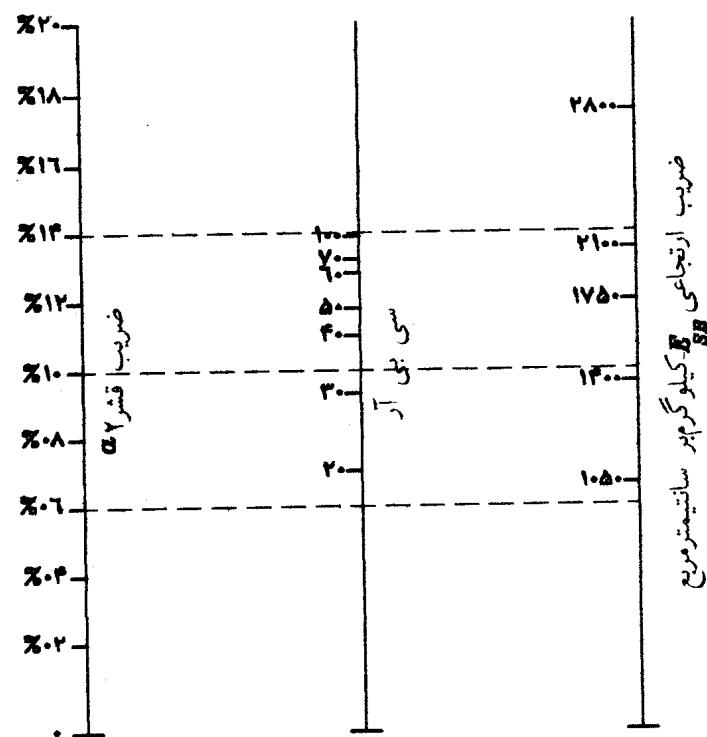
## ۴-۱۱-۱ خاک بستر رو سازی

مقاومت طرح خاک بستر رو سازی بر حسب سی بی آر با روش ۱۸۸۳ D ای اس تی ام (سه نقطه ای) و با تراکم T-۱۸۰ و با رعایت بند ۴-۲ از فصل دوم تعیین می شود. این مقاومت برای خاک درشت دانه ۹۵ درصد و خاک ریز دانه ۹۰ درصد سی بی آر منظور می شود.

برای تبدیل این مقاومت به ضریب برجهندگی در صورتی که امکان تعیین آن بطور مستقیم و با روش T-۳۰۷ آشتو مقدور نباشد می توان بطور تقریب از جدول شماره ۴-۱۱ استفاده نمود.



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه زیر اساس (a<sub>2</sub>) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتقای



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه اساس (a<sub>2</sub>) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتقای

## ۵-۱۱ عدد ضخامت روسازی

حل معادله روسازی راه در این آیین نامه و یا استفاده از نمودار این معادله، که هر دو در شکل ۴-۶ ارائه شده است، در نهایت برای تعیین عدد ضخامت (عدد سازه‌ای) انجام می‌گیرد. این عدد، تابع ترکیبی از متغیرها و داده‌های طرح شامل مقاومت خاک بستر، تعداد کل بارهای محوری ساده هم‌ازز  $8/2$  تنی، نشانه خدمت‌دهی نهایی، ضریب اطمینان و شرایط جوی است. عدد ضخامت روسازی به ضخامت واقعی هریک از لایه‌های تشکیل دهنده تبدیل می‌شود. در این تبدیل از ضرایب خاصی استفاده می‌شود که در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$SN = \frac{1}{\sqrt{5}} (a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3)$$

که در آن:

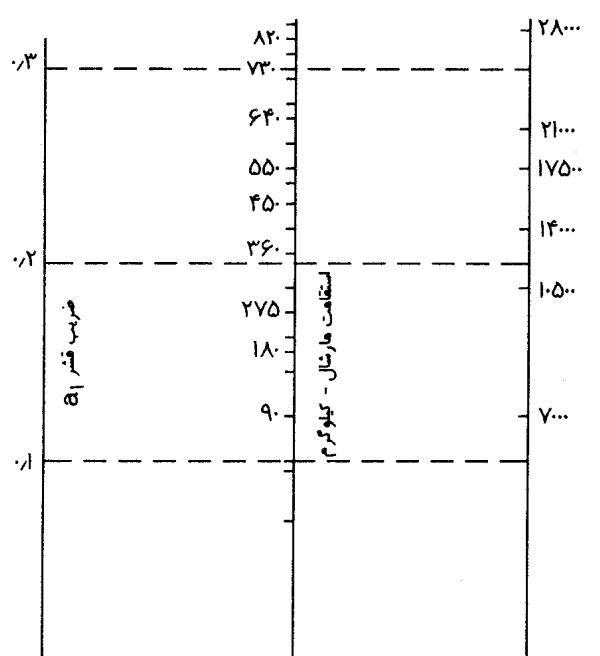
$a_1, a_2, a_3$  به ترتیب ضرایب لایه‌های رویه آسفالتی، اساس شکسته و زیراساس می‌باشد که در بند ۱۱-۶ تعریف شده است.  $D_3, D_2, D_1$  ضخامت لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس بر حسب سانتیمتر است.

## ۴-۱۱ مصالح اساس قیری

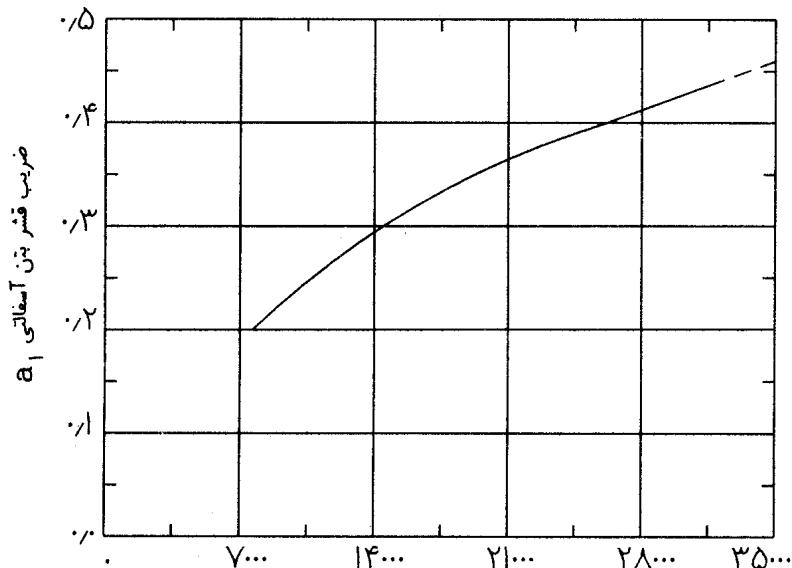
مشخصات فنی این مصالح در فصل نهم شرح داده شده است. با توجه به حداقل مقاومت مارشال این مصالح که ۸۰۰ کیلوگرم تعیین گردیده است، ضریب ارجاعی معادل آن براساس شکل ۴-۱۱ حدود ۲۶۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌شود.

## ۵-۱۱ بتن آسفالتی آستر و رویه

در این آیین نامه ضریب ارجاعی قشر بتن آسفالتی شامل آستر و رویه در ۲۰ درجه سانتیگراد، با آزمایش D۴۱۲۳ ای اس تی ام حداً کثر ۳۱۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین شده است (شکل ۵-۱۱). استفاده از بتن آسفالتی با ضریب ارجاعی بیشتر، موجب افزایش حساسیت مخلوط آسفالتی در مقابل ترک‌های ناشی از تغییرات دمای محیط و ترک‌های خستگی می‌گردد.



شکل ۴-۱۱ نمودار تعیین ضریب قشر اساس قیری بر حسب مقاومت مارشال و ضریب ارجاعی



ضریب ارتعاشی بتن آسفالتی (کیلوگرم بر سانتیمتر هرربع درجه سانتیگراد)

شکل ۱۱-۵ نمودار تعیین ضریب لایه بتن آسفالتی بر حسب ضریب ارتعاشی

ضرایب لایه‌ای قشرهای مختلف روسازی عبارت است از:

## ۱۱-۶ ضرایب قشرهای روسازی

### ۱۱-۶-۱ ضریب لایه زیراساس

ضریب لایه زیراساس، با توجه به قدرت باربری مصالح بر حسب سی‌بی‌آر یا ضریب ارتعاشی بیان می‌شود، این ضریب برای ESB معادل  $980 \text{ kg/cm}^2$ ، بشرح بند ۲-۴-۱۱، معادل  $a_3 = 0.14$  تعیین می‌گردد:

ضریب لایه زیراساس را می‌توان به تناسب تغییراتی که ممکن است در قدرت باربری آن ایجاد شود از شکل ۲-۱۱ و یا رابطه زیر تعیین کرد.

در این رابطه ESB بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.

برای تعیین ضخامت واقعی هریک از لایه‌های روسازی، شامل بتن آسفالتی، اساس قیری، اساس شکسته و زیراساس، ضریبی تخصیص داده شده که ضریب لایه نامیده می‌شود. این ضریب، رابطه تجربی بین عدد ضخامت و ضخامت واقعی را بیان می‌کند. ضریب لایه در واقع معروف مقاومت و قدرت باربری لایه مورد نظر است که برای هریک از قشرهای مختلف روسازی متفاوت می‌باشد. بین عدد ضخامت، ضریب قشر و ضخامت لایه‌های مختلف رابطه زیر برقرار است:

$$SN = \frac{a_i D_i}{2/5}$$

که در آن:

### ۱۱-۶-۲ ضریب لایه اساس شکسته

ضریب لایه اساس شکسته با توجه بشرح بند ۱۱-۴-۳

یعنی سی‌بی‌آر ۸۰ درصد (معادل با ضریب ارتعاشی ۱۹۲۵

$D_i$  - ضخامت لایه بر حسب سانتیمتر

$a_i$  - ضریب سازه‌ای لایه

SN - عدد ضخامت لایه

تعريف می شود که آب باقیمانده در این مصالح بعد از زهکشی به

حدود ۵۰ درصد رطوبت اشباع (حالت مرطوب) برسد. با این

تعريف مصالح روسازی از نظر خاصیت زهکشی و سرعت

خروج آب به پنج طبقه تقسیم می شود که در جدول ۱۱-۴ نشان

داده شده است.

باتوجه به جدول ۱۱-۴، مشخصات مصالح زیراساس و

اساس در این آییننامه بشرح فصل های سوم و چهارم در رده

کیفیت زهکشی قابل قبول یا بهتر قرار می گیرد. تأثیر میزان و

کیفیت زهکشی با اعمال ضرایب اصلاحی  $i_m$  به ضرایب قشرها

در رابطه اشاره شده در بند ۱۱-۵ انجام می گیرد که بشرح رابطه

زیرنوشته می شود.

$$SN = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن  $m_2$  و  $m_3$  به ترتیب ضریب زهکشی لایه های اساس

و زیراساس محسوب می شود.

جدول ۱۱-۴ طبقه بندی مصالح از نظر خاصیت زهکشی

مدت زمان زهکشی	کیفیت زهکشی
دو ساعت	عالی
یک روز	خوب
یک هفته	قابل قبول
یک ماه	ضعیف
دفع نمی شود	خیلی ضعیف

این ضرایب به عنوان تابعی از کیفیت زهکشی و درصد زمانی

که رطوبت لایه های روسازی در طول عمر روسازی نزدیک به

کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) برابر ۱۳/۰ تعیین می شود:

ضریب  $a_2$  را می توان از شکل ۱۱-۳ و یالزرابطه زیر بدست آورد.

$$a_2 = 0/3356 - 0/977$$

در رابطه بالا  $E_{BS}$  بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

### ۱۱-۶-۳ ضریب لایه اساس قیری

ضریب لایه مصالح اساس قیری که مقاومت مارشال آن

$$0/32$$
 کیلوگرم تعیین شده است، بشرح شکل ۱۱-۴، برابر ۰/۳۲

منظور می گردد.

### ۱۱-۶-۴ ضریب لایه بتن آسفالتی

بشرح مشخصات فنی سازه ای بتن آسفالتی در بند ۱۱-۴-۵

ضریب لایه این مصالح برای ضریب ارجاعی ۳۱۵۰۰ کیلوگرم

بر سانتیمتر مربع، مطابق شکل ۱۱-۵، برابر ۰/۴۴ است.

تا موقعی که آزمایش D۴۱۲۳ ای اس تی ۱م در جریان

عملیات اجرایی برای تعیین ضریب ارجاعی فوق قابل اجرا

نباشد، ضریب  $a_2$  برای طرح محاسبات روسازی ۰/۴۲ انتخاب

می شود.

### ۱۱-۷ ضرایب زهکشی لایه های روسازی

zecheshi نامناسب و حضور آب اضافی در لایه های زیراساس

واساس، ضریب ارجاعی این مصالح یعنی  $E_{BS}$  و  $E_{SB}$  (بند های

۱۱-۴-۱۱ و ۱۱-۴-۳) را تا بیش از ۵۰ درصد کاهش می دهد.

کیفیت زهکشی در این آییننامه برای مصالح غیرآسفالتی

سازه روسازی یعنی زیراساس و اساس بر حسب مدت زمانی

اساس در این آیین نامه کیفیت مشابهی از نظر زهکشی دارد، عمدتاً با خاصیت «قابل قبول» و بالاتر منطبق می باشد که برای هر یک از درصد های سه گانه جدول، دارای ضریب مساوی است. به عنوان مثال چنانچه پروژه با شرایط ۵-۲۵ درصد جدول برابری داشته باشد، ضرایب لازم برای ردیف «قابل قبول» عبارت است از:

$$m_2 = m_3 = 0.8 - 1.0$$

حالات اشباع باشد، در جدول ۱۱-۵ نشان داده شده است.

بدیهی است که میزان رطوبت بستگی به میزان بارندگی سالانه و شرایط زهکشی سطحی دارد و درصد های مختلف سه گانه جدول شامل ۵ درصد، ۵-۲۵ و بیشتر از ۲۵ درصد و ضرایب مربوط برای شرایط متفاوت زهکشی به ترتیب برای مناطق گرم و خشک، معتدل و با بارندگی زیاد، قابل انطباق است. با توجه به این که مصالح مصرفی در لایه های زیر اساس و

جدول ۱۱-۵ ضرایب اصلاحی  $m_i$  برای قشرهای اساس و زیر اساس

ردیف	کیفیت زهکشی	درصد زمانی که رطوبت مصالح در حدود اشباع است		
		تا ۵ درصد <sup>(۱)</sup> (منطقه خشک)	۵-۲۵ درصد <sup>(۱)</sup> (منطقه معتدل)	بیشتر از ۲۵ درصد <sup>(۱)</sup> (منطقه با بارندگی زیاد)
۱	عالی	۱/۳-۱/۴	۱/۲-۱/۲	۱/۰
۲	خوب	۱/۱۵-۱/۳۵	۱-۱/۱۵	۰/۸
۳	قابل قبول	۱/۰۵-۱/۲۵	۰/۸-۱/۰	۰/۶
۴	ضعیف	۰/۸-۱/۱۵	۰/۶-۰/۸	۰/۴
۵	خیلی ضعیف	۰/۷۵-۱/۱۵	۰/۴-۰/۷۵	

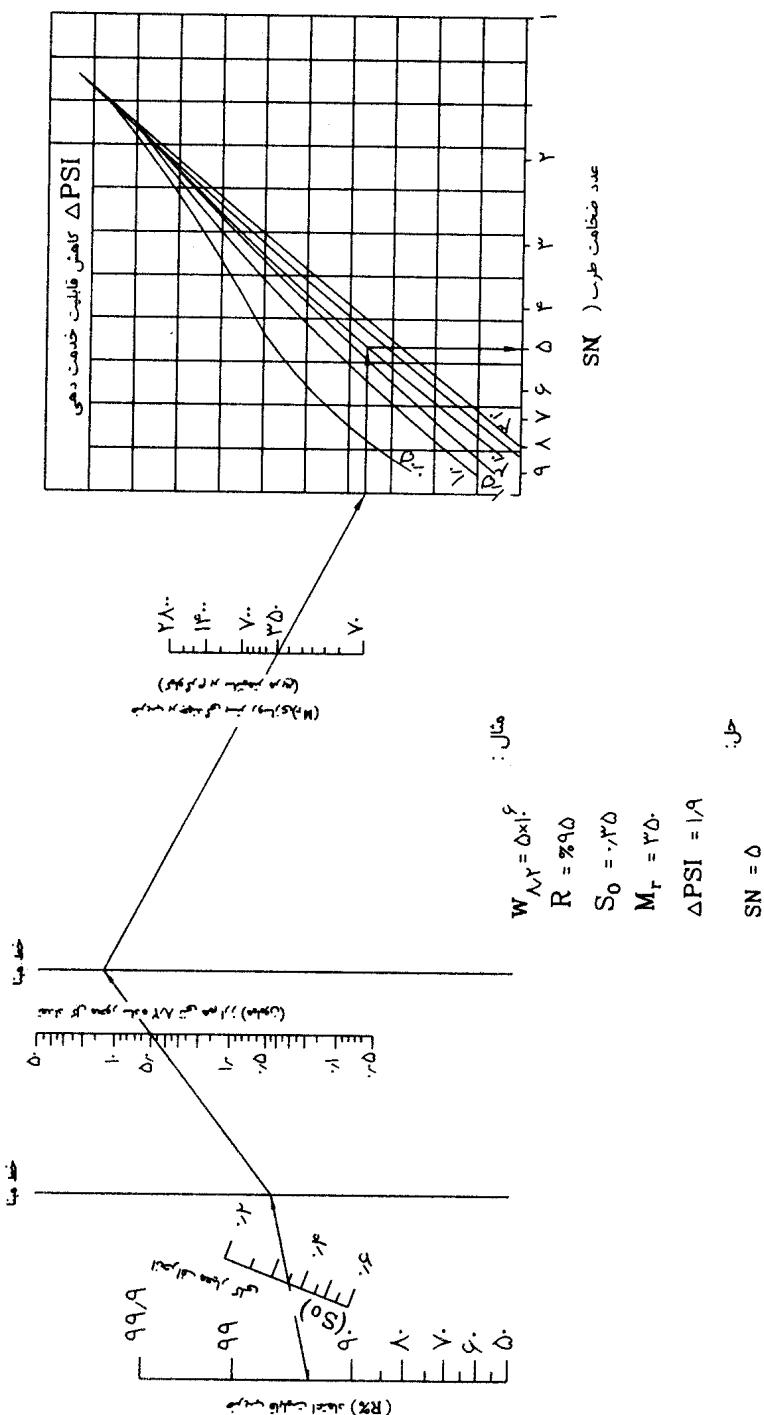
(۱) میزان بارندگی سالانه در این آیین نامه برای مناطق خشک حد اکثر ۲۵۰ میلیمتر، معتدل بین ۲۵۰-۵۰۰ میلیمتر و مناطق با بارندگی زیاد بیش از ۵۰۰ میلیمتر تعیین شده است.

### ۱۱-۸ محاسبه عدد ضخامت رو سازی

عدد ضخامت رو سازی را از شکل ۱۱-۶ و یا حل رابطه زیر

می توان به دست آورد.

$$\text{Log} W_{\Delta/2} = Z_R S_0 + 9/36 \text{ Log}(SN + 1) - 0/2 + \frac{\text{Log}(\frac{\Delta \text{PSI}}{4/2 - 1/0})}{0/4 + \frac{1.94}{(SN + 1)^{0/19}}} + 2/3 \text{ Log} (\frac{M_r}{10}) - 8/07$$



نمودار ۷-۱۱ و یا حل رابطه مربوط بدست می‌آید، با این تفاوت که به جای ضریب برجهندگی از ضریب ارجاعی مصالح اساس (برای تعیین  $SN_1$ ) و ضریب ارجاعی مصالح زیراساس (برای تعیین  $SN_2$ ) استفاده می‌شود.

### ۱۱-۹-۲ تعیین ضخامت لایه‌ها

با تعیین اعداد  $SN_1$ ،  $SN_2$  و  $SN_3$  ضخامت هریک از لایه‌ها یعنی  $D_1$ ،  $D_2$  و  $D_3$  بشرح شکل ۷-۱۱ محاسبه می‌شود. به طور کلی رابطه اشاره شده در بند ۷-۱۱ می‌تواند بیش از یک پاسخ برای لایه‌ها داشته باشد. اعداد محاسبه شده برای ضخامت لایه‌ها به نزدیکترین سانتیمتر، تقریب می‌شود.

### ۱۱-۹-۳ ملاحظات اقتصادی

در انتخاب ضخامت لایه‌ها مسائل اجرایی احداث و نگهداری مد نظر قرار می‌گیرد. از لحاظ اقتصادی اگر نسبت هزینه لایه اول به لایه دوم کمتر از نسبت ضرایب قشرها ضرب در ضرایب زهکشی مربوطه باشد، شرایط بهینه موقعی تأمین می‌شود که کمترین ضخامت مورد استفاده قرارگیرد. جدول ۶-۱۱ حداقل ضخامت اجرایی هریک از لایه‌های روسازی را برای تعداد کل ترافیک مربوطه نشان می‌دهد. انتخاب این مقادیر با شرایط خاص هر پروژه هماهنگ می‌شود.

که در آن:

$SN$  - عدد ضخامت روسازی

$W_{8/2}$  - تعداد کل بارهای محوری ساده  $8/2$  تنی همارز

پیش‌بینی شده در عمر روسازی

$Mr$  - ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و یا ضریب ارجاعی مصالح لایه‌های زیراساس و اساس بر حسب کیلوگرم

بر سانتیمتر مربع

$Z_R$  - انحراف معیار نرمال

$S_0$  - انحراف معیار کلی پیش‌بینی ترافیک و عملکرد روسازی

$\Delta PSI$  - افت نشانه خدمت‌دهی

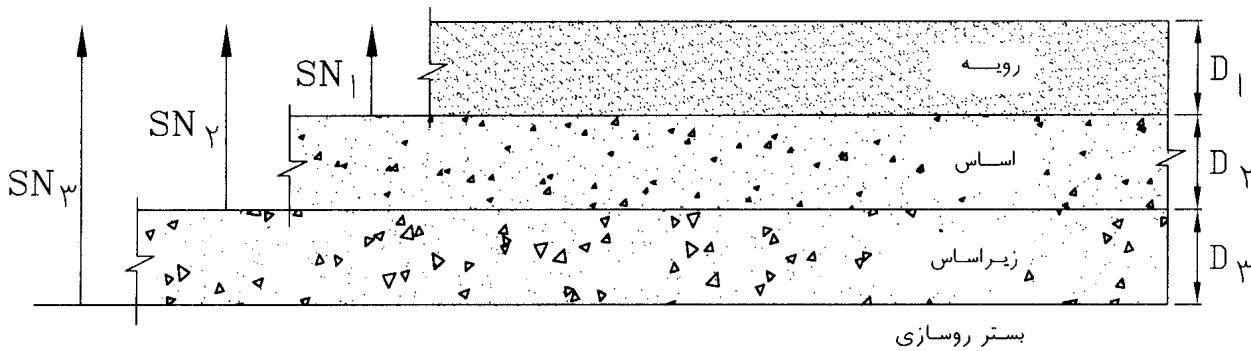
### ۱۱-۹-۴ تعیین ضخامت لایه‌های روسازی

#### ۱۱-۹-۱۱ عدد ضخامت لایه‌ها

روسازی آسفالتی، سازه‌ای چندلایه‌ای است. هریک از قشهرهای روسازی شامل خاک بستر روسازی، زیراساس و اساس که لایه‌های فوقانی را تحمل می‌کند به ترتیب دارای عدد ضخامت خاص خود می‌باشد که در شکل ۷-۱۱ نشان داده شده است. براساس این شکل  $SN_1$  عدد ضخامت لایه اساس (برای تعیین ضخامت آسفالت)،  $SN_2$  عدد ضخامت لایه زیراساس (برای تعیین ضخامت اساس) و  $SN_3$  عدد ضخامت خاک بستر یا کل ضخامت روسازی است. هریک از این اعداد با مراجعته به

جدول ۱۱-۶ حداقل ضخامت اجرایی لایه‌های اساس و رویه

حداقل ضخامت لایه اساس سنگدانه‌ای (سانتیمتر)	حداقل ضخامت لایه بن آسفالتی (سانتیمتر)	ترافیک بر حسب بارهای محوری садه $8/2$ تنی همارز
۱۵	آسفالت سطحی دولایه‌ای	کمتر از ۱۵۰,۰۰۰
۱۵	۸	۱۵۰,۰۰۰-۵۰۰,۰۰۰
۱۵	۱۰	۵۰۰,۰۰۰-۱,۰۰۰,۰۰۰
۱۵	۱۲	بیشتر از ۱,۰۰۰,۰۰۰



$$\bar{D}_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5$$

$$\bar{SN}_1 = \frac{a_1 \bar{D}_1}{2/5} \geq SN_1$$

$$\bar{D}_2 \geq \frac{\bar{SN}_2 - \bar{SN}_1}{a_2 m_2} \times 2/5$$

$$\bar{SN}_2 = \frac{a_2 \bar{D}_2}{2/5} \geq SN_2$$

$$\bar{SN}_1 + \bar{SN}_2 \geq SN_2$$

$$\bar{D}_3 \geq \frac{SN_3 - (\bar{SN}_1 + \bar{SN}_2)}{a_3 m_3} \times 2/5$$

(۱) علامت «—» روی  $D$  و  $SN$  معرف ارقام واقعی است که با محاسبه بدست می‌آید و مساوی و یا بزرگتر از عدد مورد نظرمی باشد.

(۲)  $a_1$  و  $a_2$  معرف ضرایب لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس می‌باشد.

(۳)  $m_2$  و  $m_3$  ضرایب زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس است.

(۴) واحد ضخامت  $D$  در روابط فوق بر حسب سانتیمتر است.

شکل ۷-۱۱-۷ تعیین حداقل ضخامت لایه‌های روسازی

#### ۴-۹-۱۱ ضریب ارجاعی مصالح زیراساس و اساس

ضریب ارجاعی مصالح زیراساس و اساس با توجه به حداقل سی‌بی آر مشخص شده برای آنها، بشرح ۲-۴-۱۱ و ۱۱-۴-۳ به ترتیب ۹۸۰ و ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع منظور شده است. وقتی که این ضرایب برای هریک از این مصالح بیشتر از ۲۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر باشد، اعداد  $SN_1$  و  $SN_2$  مربوطه (شکل ۷-۱۱) را نمی‌توان به روش تعیین ضخامت  $SN$ ، بشرح بند ۸-۱۱ بدست آورد. در چنین شرایطی ضخامت مصالح روی لایه با ضرایب ارجاعی بالا با توجه به مقادیر حداقل و مسائل اقتصادی انتخاب می‌شود.

ضخامت اجزای متشکله روسازی با اعداد فوق با دو گزینه متفاوت زیر تعیین شده است:

## ۱۱-۱۰ محاسبه ضخامت روسازی

مثال

مطلوب است محاسبه ضخامت روسازی برای داده ها و شرایط زیر:

روسازی از سه لایه زیراساس، اساس و آسفالت شامل آستر و رویه تشکیل شده است.

### ۱۱-۱۰-۱ ضخامت آسفالت (D<sub>۱</sub>)

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5 = \frac{2/3}{0/42} \times 2/5 = 13/7 \cong 14 \text{ سانتیمتر}$$

$$\overline{SN}_1 = \frac{a_1 \bar{D}_1}{2/5} = \frac{14 \times 0/42}{2/5} = 2/35 \geq SN_1$$

چون  $2/3 < SN_1 = 2/35$  می باشد، لذا نامعادله بالا صادق است.

### ۱۱-۱۰-۲ ضخامت اساس (D<sub>۲</sub>)

$$D_2 \geq \left( \frac{SN_2 - \overline{SN}_1}{a_2 m_2} \right) \times 2/5 = \frac{2/8 - 2/35}{0/13 \times 1} \times 2/5 = 8/65 \cong 9 \text{ سانتیمتر}$$

$$\overline{SN}_2 = \frac{a_2 m_2 \bar{D}_2}{2/5} = \frac{0/13 \times 1 \times 9}{2/5} = 0/468 \cong 0/47$$

$$SN_2 \geq \overline{SN}_1 + \overline{SN}_2 = 2/35 + 0/47 = 2/82 \geq 2/8.$$

### ۱۱-۱۰-۳ ضخامت زیراساس (D<sub>۳</sub>)

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (\overline{SN}_1 + \overline{SN}_2)}{a_3 m_3} \times 2/5 = \frac{4/1 - (2/35 + 0/47)}{0/1 \times 1} \times 2/5 = 1/28 \times 2/5 = 1/14$$

### ۱۱-۱۰-۴ کنترل

عدد ضخامت کل روسازی برابر است با:

$$SN = \frac{a_1 D_1}{2/5} + \frac{a_2 m_2 D_2}{2/5} + \frac{a_3 m_3 D_3}{2/5}$$

$$SN = 2/35 + 0/47 + 1/14 = 4/1$$

$$W_{18} = 1 \times 10^6$$

$$R = 95\%.$$

$$Z_R = \text{انحراف معیار نرمال} \quad \text{معادل } 2-11$$

$$M_r = 350 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی}$$

$$\text{معادل سی بی آر } 3/3 \text{ درصد (جدول ۳-۱۱)}$$

$$S_0 = 0/35 \quad \text{ضریب مربوط به ترافیک و عملکرد طرح روسازی}$$

$$P_0 = 4/2 \quad \text{نشانه خدمت دهی اولیه} \quad P_t = 2/5 \quad \text{و لذا افت نشانه خدمت دهی در عمر بهره دهی:}$$

$$\Delta PSI = 4/5 - 2/5 = 1/5$$

$$a_3 = 0/1, a_2 = 0/13, a_1 = 0/42 \quad \text{ضرایب لایه های روسازی:}$$

$$m_2 = m_3 = 1 \quad \text{ضرایب زهکشی لایه های زیراساس و اساس:}$$

$$E_{BS} = 1925 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ضریب ارجاعی اساس:} \quad E_{SB} = 980 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ضریب ارجاعی زیراساس:} \quad \text{که به ترتیب معادل سی بی آر } 80 \text{ و } 25 \text{ درصد است.}$$

با داده های فوق و استفاده از شکل ۱۱-۶ و یا حل معادله بند

۱۱-۸ خواهیم داشت:

$$SN_1 = 2/3 \quad \text{عدد ضخامت روی لایه اساس:}$$

$$SN_2 = 2/8 \quad \text{عدد ضخامت روی لایه زیراساس:}$$

$$SN_3 = 4/1 \quad \text{عدد ضخامت کل روسازی (روی خاک بستر روسازی):}$$

جدول ۷-۱۱ ضخامت لایه‌های روسازی

ضخامت - سانتیمتر گزینه ۲	ضخامت - سانتیمتر گزینه ۱	نوع لایه
$4+5+6/5=15/5$	$4+10=14$	آسفالت
(رویه، آستر، اساس قیری)	(آستر و روید)	
۹	۹	اساس
۳۲	۳۲	زیراساس
۵۶/۵	۵۵	جمع

### ۱۱-۱۱ روسازی شانه راه

رویه آسفالتی در شانه‌های راه به منظور افزایش ایمنی برای توقف وسایل نقلیه انجام می‌گیرد. از شانه راه در شرایط اضطراری برای عبور و مرور ترافیک و نیز خط عبور موقت وسایل نقلیه در جریان تعمیر و نگهداری راه استفاده می‌شود.

لذا به منظور پیشگیری از خرابی‌های ناشی از عبور و مرور موقت و تصادفی از روی شانه راه، ضخامت روسازی را می‌توان با توجه به نوع، کیفیت مصالح غیرآسفالتی و آسفالت مصروفی برای ساخت آن تعیین کرد. بر حسب این که رویه آسفالتی، از نوع آسفالت گرم و یا سرد و یا آسفالت سطحی باشد، اجرای شانه آسفالتی بشرح زیر تعیین می‌شود.

#### ۱۱-۱۱-۱ رویه آسفالت گرم و یا سرد

شانه آسفالتی با شبیب مربوطه در عرض شانه، هم‌تراز رویه آسفالتی در عرض سواره و بوده و حداقل ضخامت آن ۱۰ سانتیمتر تعیین می‌شود. در صورتی که رویه شانه از آسفالت سطحی انتخاب شده باشد، بهتر است که سطح نهایی آن در محار برخورد با رویه سواره رو یک تا ۱/۵ سانتیمتر پایین‌تر باشد.

#### ۱۱-۱۱-۲ آسفالت سطحی

آسفالت سطحی باید در تمام عرض راه اجرا شود و شبیب آسفالت در شانه، مطابق نقشه‌های اجرایی باشد.

کنترل محاسبات نشان می‌دهد که عدد ضخامت کل روسازی محاسبه شده، با عدد  $4/4$  بدست آمده از طریق نمودار یا معادله برابر می‌باشد.

### ۱۱-۱۰-۲ گزینه دوم

روسازی از لایه‌های زیراساس، اساس و لایه آسفالتی آن از سه لایه اساس قیری، آستر و روید تشکیل شده است. ضریب لایه اساس قیری با مقاومت مارشال  $800$  کیلوگرم، برابر  $0/32$  تعیین می‌شود. این مصالح طبق مشخصات فصل نهم،  $50$  درصد شکستگی روی الک شماره  $4/75$  میلیمتر دارد.

در این گزینه، فرض آن است که ضخامت لایه‌های زیراساس و اساس بشرح گزینه اول تغییر نمی‌کند. انتخاب ضخامت لایه اساس قیری باید به اندازه‌ای باشد که معادله زیر صادق باشد.

$$\bar{SN}_1 = a_1 D_1 + a_2 D_2 \geq SN_1$$

$$D_1: \text{ضخامت آستر و روید با ضریب } a_1 = 0/42$$

$$D_2: \text{ضخامت اساس قیری با ضریب } a_2 = 0/32$$

با انتخاب ضخامت معادل  $4$  سانتیمتر برای روید،  $5$

سانتیمتر آستر،  $5/6$  سانتیمتر اساس قیری خواهیم داشت:

$$\bar{SN}_1 \geq \frac{(4+5) \times 0/42 + 5/6 \times 0/32}{2/5} = 2/34 \equiv 2/35$$

### ۱۱-۱۰-۳ نتیجه

ضخامت‌های زیر براساس گزینه اول و گزینه دوم در جدول

۱۱-۷ نشان داده شده است:

در عمل با توجه به شرایطی خاص هر پروژه، ضخامت‌های زیر به ضخامت‌های اجرایی تبدیل می‌شود.

## فصل دوازدهم - بهسازی و روکش آسفالتی ۱۲-۱ تعریف

- تورم  
- فرورفتگی و برآمدگی  
- صیقلی شدن سنگدانه ها  
- جداشدن سنگدانه ها از رویه راه  
- کنده شدن پوشش قیری سنگدانه ها و عریان شدن آنها  
نتایج بدست آمده از این بررسی های نظری و مشاهده ای و  
اندازه گیری های انجام شده با وسایل مکانیکی ترجیحاً بر حسب  
 PSI شاخص وضعیت روسازی PCI و یا نشانه خدمت دهنده  
 بیان می شود که هر یک از آنها می تواند تعیین کننده گستره  
 خرابی ها، نوع آنها و برنامه ریزی برای زمان اجرای بهسازی راه  
 باشد.

در روش PCI با تقسیم بندی روسازی به قطعات و واحد های  
 کوچک، خرابی های روسازی (حتی با روشهای ساده دستی)  
 اندازه گیری شده و به آن نمره داده می شود. روش نمره دهی از  
 ۰-۱۰۰ است که بر اساس نمره حاصله وضعیت روسازی به  
 شرح جدول ۱-۱۲ ارزیابی می گردد:

جدول ۱-۱۲ درجه بندی وضعیت کیفی روسازی در روش PCI

وضعیت روسازی	PCI	نمره
عالی	۸۵-۱۰۰	
خوب	۷۰-۸۵	
خوب	۵۵-۷۰	
متوجه	۴۰-۵۵	
ضعیف	۲۵-۴۰	
خیلی ضعیف	۱۰-۲۵	
غیرقابل استفاده	۰-۱۰	

مرمت و اصلاح اساسی انواع آسیب دیدگی های سطحی و  
 سازه ای روسازی های آسفالتی، شامل تعمیرات سطحی اساسی،  
 اجرای روکش های تقویتی، بازیافت و یا ترکیبی از این عملیات  
 بهسازی نامیده می شود. بهسازی به منظور کاهش هزینه های  
 نگهداری، رفع ناهمواری های سطحی و فراهم آوردن امکان  
 رانندگی سریع، مطمئن و راحت، افزایش قدرت باربری و عمر  
 مفید روسازی انجام می گیرد.

## ۱۲-۲ بررسی وضعیت روسازی راه

بررسی وضعیت روسازی راه پیش نیاز اصلی برنامه ریزی  
 برای تعیین اولویت ها و انتخاب روش یا روشهای بهسازی است.  
 بنابراین لازم است که استفاده کنندگان از روشهای توصیه شده  
 در این آیین نامه حتماً وضعیت موجود روسازی را بر اساس یکی  
 از روشهای معتبر نظیر «PCI»<sup>(۱)</sup> و یا «PSI»<sup>(۲)</sup> انجام دهند.  
 در این بررسی مقدار و شدت گستردگی کلیه  
 آسیب دیدگی های آسفالتی شامل موردهای زیر، ارزیابی و  
 اندازه گیری می شود:  
 - ترک های موزاییکی  
 - ترک های کناری راه  
 - ترک های خطی (طولی و عرضی)  
 - ترک های بلوکی  
 - ترک های لغزشی  
 - انواع موج ها و شیارهای طولی و عرضی  
 - نشست های موضعی  
 - چاله ها

۱) Pavement Condition Index

۲) Present Serviceability Index

### ۱۲-۳-۱ تاب لغزشی و ایستایی

الف - کاهش تاب لغزشی رویه راه در موقع بارندگی، ناشی از صیقلی شدن سطح راه، عدم زبری و بطور کلی بافت صاف و فاقد اصطکاک است. این نوع آسیب دیدگی با آزمایش E274 ای اس تی ۱۰ قابل اندازه گیری و ارزیابی است. اصلاح آن با اجرای آسفالت سطحی، دوغاب قیری و یا انجام روکش با آسفالت متخلخل به ضخامت حداقل ۲۰ میلیمتر امکان پذیر است. نوع روکش انتخابی باید با ترافیک راه هماهنگی داشته باشد.

ب - کاهش تاب لغزشی ناشی از قیرزدگی را که ممکن است در سطح راه بوجود آید می توان با تراشیدن قیر اضافی یا پخش مصالح سنگی یا ماسه اصلاح کرد. استفاده از آسفالت هایی نظیر آسفالت سطحی، آسفالت متخلخل و آسفالت رویه نازک که با ترافیک راه سازگاری داشته باشد نیز برای رفع این نقص، تجربه رایج و متدالی است.

پ - جمع شدن آب در سطح راه و در شیار و موج های طولی و عرضی آن، موجب کاهش سطح ایمنی و افزایش خطر برای ترافیک می شود. ضمن بررسی علل بوجود آمدن این شیارها و موج ها، نسبت به انتخاب روش اصلاحی آنها اقدام می گردد. در صورتی که این عوارض سطحی باشد، تراشیدن و تسطیح آنها و سپس اجرای یک لایه آسفالت متخلخل که نقش زهکشی و تخلیه سریع آب های ماندگار در سطح راه به خارج از عرض سواره را ایفا می کند، موجب رفع عیوب می شود. در شرایطی که شیارها و موج ها ناشی از ضعف سازه ای لایه یا لایه های روکشی باشد باید به تعمیر و مرمت عمقی آن پرداخت.

این روش در استاندارد ای اس تی ام D6433 برای راهها و پارکینگ های آسفالتی تشریح شده است.

در روش PSI سیستم نمره دهی روکشی از ۰ تا ۵ است و ارزیابی راه بر حسب اندازه گیری تعداد بمراتب کمتری از خرابی ها انجام می گیرد. در این روش فقط خرابی هایی نظیر گودافتادگی مسیر چرخها، ترک، چاله و لکه گیری آنها در محاسبه منظور می شود. در روش PSI هنگامی توصیه به بهسازی می شود که نوع PSI روکشی راه به یک حداقلی برسد. این حداقل برای انواع راهها بر حسب اهمیت راه به شرح زیر است:

آزادراهها	۳/۰
راه های اصلی	۲/۵
راه های درجه دو و فرعی	۲/۰

### ۱۲-۳-۲ انواع بهسازی

بهسازی، تاب کمیت و کیفیت و گستره آسیب دیدگی های روکشی و علل بوجود آمدن آنهاست و عمده تا به دو نوع بهسازی سطحی و بهسازی سازه ای تفکیک می شود.

### ۱۲-۳-۱ بهسازی سطحی

بهسازی سطحی برای اصلاح ناهمواری های سطحی و تأمین رانندگی راحت، سریع و ایمن انجام می شود که در شرایطی نیز با اجرای یک لایه آسفالت روکش، به ضخامت معمولاً تا ۲۵ میلیمتر، همراه است. خرابی های سطحی کلیه عوارضی را که موجب کاهش کیفیت رانندگی، تاب لغزشی و ایمنی استفاده کنندگان از راه می شود، در بر می گیرد و عبارت است از:

### ۱۲-۳-۲ بهسازی سازه‌ای

آسیب‌دیدگی سازه‌ای شامل کلیه شرایطی است که موجب کاهش قدرت باربری روسازی می‌شود. بهسازی سازه‌ای به این منظور برنامه‌ریزی می‌شود که پارامترهایی نظیر مرور زمان، تأثیر عوامل جوی و ترافیک، توان باربری راه را کاهش می‌دهد. در این موارد مدت زمانی پس از بهره‌برداری لازم است اقدامی برای بهسازی روسازی (همچون طرح و اجرای روکش تقویتی) صورت گیرد. این امر به منظور افزایش قدرت سازه‌ای روسازی برای تحمل ترافیک پیش‌بینی شده آتی است.

شکل ۱-۱۲ مثالی از چگونگی افت توان سازه‌ای، و مفهوم توان موثر روسازی را نشان می‌دهد. شکل قسمت بالا مربوط به کاهش نشانه خدمت‌دهی در اثر مرور زمان و بارگذاری است. هنگامیکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به مقادیر حداقل استاندارد خود برای راه مورد نظر رسید (بند ۲-۱۲)، با انجام بهسازی (برای مثال روکش آسفالت) نشانه خدمت‌دهی افزایش یافته و روسازی دوباره آماده خدمت‌دهی برای دوره‌ای دیگر خواهد شد. با آسیب‌های سازه‌ای روسازی نه تنها کیفیت سطح راه کاهش می‌یابد بلکه از توان سازه‌ای آن نیز همانطور که در شکل ۱-۱۲ دیده می‌شود بمرور زمان کاسته خواهد شد. با انجام بهسازی این توان نیز افزایش یافته و روسازی آمادگی مجدد برای تحمل تعداد بیشتری وسایل نقلیه را در ادامه عمر خود خواهد داشت.

در این شکل قدرت باربری یک روسازی جدید با توان اولیه مشخص شده است، که همارز عدد ضخامت کل روسازی SN فصل یازدهم) می‌باشد. این توان اولیه با گذشت زمان و عبور ترافیک کاهش می‌یابد و موقع ارزیابی روسازی برای اجرای یک روکش تقویتی به سطح  $SC_{eff}$  (قدرت باربری مؤثر) یا  $SN_{eff}$  (عدد ضخامت مؤثر روسازی) می‌رسد.

اگر قدرت باربری مورد نیاز راه در آینده و در طول دوره روکش جدید با  $SC_f$  بیان شود، در نتیجه روکش دارای توان سازه‌ای  $SC_{f\_eff} = SC_f - SC_{old}$  خواهد شد که به ظرفیت سازه‌ای

### ۱۲-۱-۳ ناهمواری‌های سطح راه

عوامل عمدۀ بروز ناهمواری‌ها و خرابی‌های سطح راه که موجب کاهش کیفیت رانندگی می‌شود و روش‌های عمومی ترمیم آنها به شرح زیر است:

الف - جداشدن سنگدانه‌ها از رویه آسفالتی: این خرابی را که علل مختلفی در سطح راه بوجود می‌آید می‌توان در شرایطی که وسعت و گستردگی آن زیاد باشد با یک لایه آسفالتی نازک به ضخامت ۲۰ میلیمتر و یا یکی از آسفالت‌های حفاظتی (فصل هفتم) روکش کرد.

ب - ناهمواری‌ها: ناهمواری‌های ناشی از وجود ترک‌های عرضی و طولی، تعمیرات موضعی انجام شده، تغییر شکل‌های ثابت و ماندگار در مسیر چرخ‌ها، چاله‌ها و گوده‌ها و فراز و نشیب‌ها را بعد از اصلاحات و رفع نقص‌های موضعی، می‌توان با یک لایه آسفالت نازک روکش کرد تا رویه راه آرایش یکنواخت و سطح صاف و همواری بیابد.

پ - تغییر شکل‌ها: تغییر شکل‌های ناشی از نشست روسازی راه را که با گستردگی و طول و عرض زیاد و ضخامت‌های متغیر نسبت به تراز نهایی رویه حادث می‌شود می‌توان با استفاده از مخلوط‌های آسفالت گرم و یا آسفالت سرد (متنااسب با نوع ترافیک) اصلاح و تستیح کرد.

### ۱۲-۳-۱ روکش‌های پیشگیری‌کننده

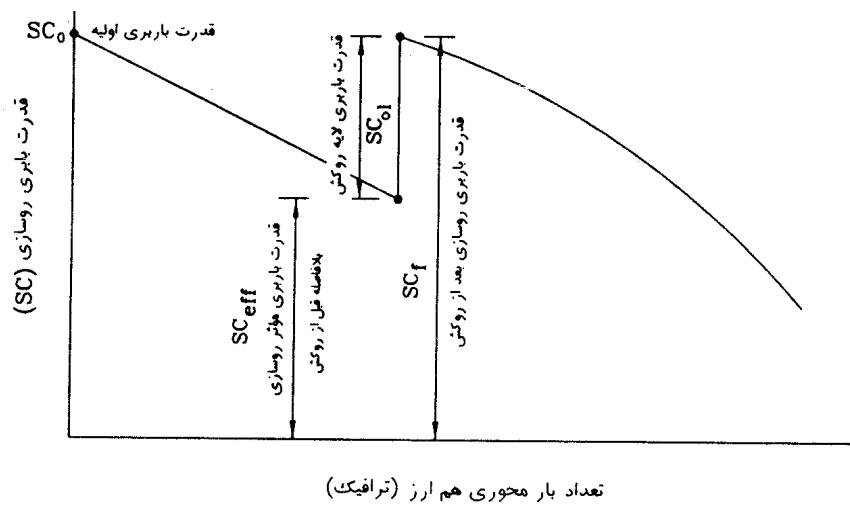
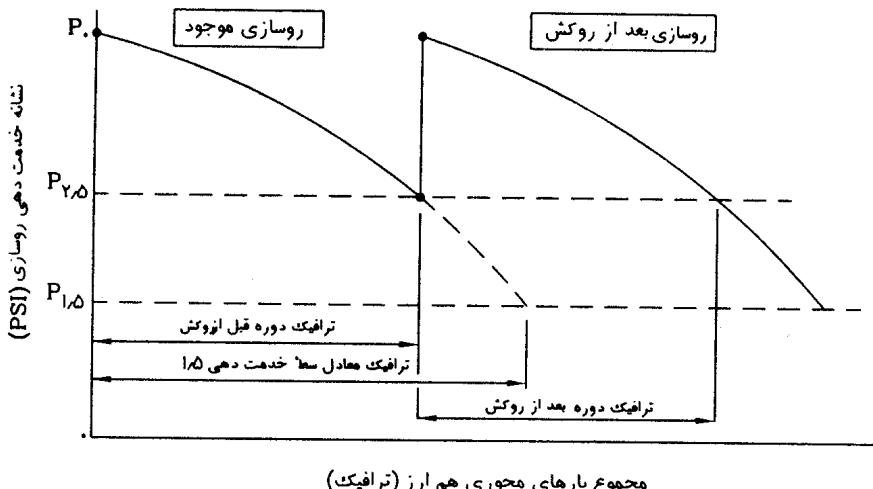
این نوع روکش به منظور کاهش سرعت تخریب روسازی و جلوگیری از بروز نواقص وظیفه‌ای یا سازه‌ای اجرا می‌شود. در روکش‌های پیشگیری‌کننده ضخامت اجرا کم است و لذا این روش بهسازی در گروه بهسازی‌های سطحی قرار می‌گیرد.

روکش‌های پیشگیری‌کننده در شرایطی انجام می‌شود که هنوز در سطح راه نقص و آسیب چندانی وجود نداشته باشد اما بروز سریع و زود هنگام آنها در آینده نزدیک قابل پیش‌بینی باشد.

توان روسازی موجود، یعنی محاسبه  $SC_{eff}$  بلاfacسله قبل از روکش دقیق و قابل اعتماد باشد.

راه اضافه می شود. تعیین ظرفیت سازه‌ای جدید و مورد نیاز (بشرح بالا) برای روکش، موقعی دقیق و کامل است که ارزیابی

- شانه خدمت دهنده اولیه روسازی
- $P_{2,5}$  - شانه خدمت دهنده بلاfacسله قبل از روکش
- $P_{1,5}$  - راه غیر قابل استفاده



شکل ۱۲-۱ نمودار کاهش کیفیت و قدرت باربری روسازی بر اثر ترافیک در طول عمر روسازی

شرایط ترافیک قابل پیش‌بینی) را مورد توجه قرار می‌دهد. این

این ارزیابی بطور کلی وضعیت موجود روسازی، شامل

امر به دو روش زیر می‌تواند انجام شود:

مصالح لایه‌های تشکیل‌دهنده، کیفیت و قدرت باربری فعلی و

الف - تعیین توان سازه‌ای مؤثر روسازی موجود به طریق

نیز چگونگی رفتار و واکنش آنها در آینده (در دوره روکش و در

طرح بهسازی راه استفاده کرد و این روشها را جایگزین تیر بنکلمن نمود.

اندازه گیری افت و خیز رو سازی برای ارزیابی قدرت رو سازی شامل مرحله های زیر است:

#### ۱-۴-۱۲ تقسیم بندی طول مسیر

در طول مسیر، راه به قطعاتی که از نظر ضخامت، نوع لایه های رو سازی، مقاومت خاک بستر، شرایط جوی و میزان رفت و آمد شرایط یکسان داشته باشد تقسیم می شود. سپس با استفاده از روش های آماری، تعدادی نقاط مشخص برای آزمایش (که حداقل ۱۰ نقطه در هر کیلومتر می باشد) در طول هر قطعه تعیین می شود. آزمایش های غیر مخرب نظیر FWD یا تیر بنکلمن روی این نقاط انجام و نتایج برای هر قطعه بصورت جداگانه گزارش می شود.

#### ۲-۴-۱۲ اندازه گیری افت و خیز با تیر بنکلمن

این وسیله از یک تیر متحرک به طول ۴ متر که به یک تیر ثابت کوتاه تر متصل شده تشکیل می شود. یک انتهای تیر بر روی نقطه ای که افت و خیز رو سازی اندازه گیری می شود قرار می گیرد و انتهای دیگر تیر به یک وسیله افت و خیز سنج (دفلکتمتر) بسیار دقیق متصل می باشد. ابعاد و اجزاء دقیق تیر در شکل ۲-۱۲ نشان داده شده است. نحوه استفاده از دستگاه به این ترتیب است که انتهای این تیر (نقطه الف) در وسط چرخ های زوج یک محور ساده  $\frac{8}{2}$  تنی قرار داده می شود و درجه افت و خیز سنج نیز روی عدد صفر تنظیم می گردد. سپس وسیله نقلیه به آهستگی به طرف جلو حرکت می کند و پس از آن که بیش از ده متر از نقطه آزمایش دور شد مقدار بالا مدن این نقطه توسط افت

مستقیم و با انجام آزمایش های غیر مخرب نظیر اندازه گیری افت و خیز رو سازی با تیر بنکلمن<sup>(۱)</sup> و یا افت و خیز ضربه ای<sup>(۲)</sup> و نظایر آن

ب - تعیین توان سازه ای مؤثر رو سازی موجود بطريق غیر مستقیم و براساس بررسی وضعیت رو سازی با توجه به شدت و گستردگی کمی و کیفی کلیه نواقص و آسیب دیدگی های سازه ای و سطحی راه

پ - نمونه گیری از مصالح رو سازی و انجام آزمایش های فیزیکی روی نمونه ها.

#### ۴-۱۲ روکش تقویتی با روش مستقیم

در بسیاری از شرایط، ارزیابی وضعیت رو سازی راه برای طرح روکش تقویتی به دلیل وجود ناهمواری های بیش از اندازه در سطح راه انجام می شود. اما غالباً افزایش حجم ترافیک و افزایش وزن محورها موجب کاهش قدرت باربری رو سازی شده و بهسازی با روکش تقویتی مورد بررسی قرار می گیرد. ارزیابی سازه ای رو سازی برای این منظور، با روش مستقیم اندازه گیری افت و خیز می تواند برای هر دو حالت فوق قابل استفاده باشد. با این روش ضخامت روکش آسفالتی براساس میزان ترافیک در دوره روکش و قدرت باربری ساختار رو سازی موجود که افت و خیز اندازه گیری شده معرف آن است، تعیین می گردد. استفاده از روش تیر بنکلمن در مقایسه با روش گران قیمت و پرهزینه دستگاه افت و خیز ضربه ای (FWD) که البته امکانات سریع و دقیق تری را برای آزمایش فراهم می کند، شاید در شرایط فعلی کشور کاربردی تر باشد. تیر بنکلمن وسیله آزمایشی متداول و رایجی است که کاربرد وسیع و گسترده ای نیز دارد و لذا در اینجا این روش تشریح می گردد. البته در صورت فراهم بودن امکانات استفاده از تجهیزاتی نظیر دستگاه FWD یا دستگاه های پیشرفته تر دیگر با نظر دستگاه نظارت میتوان از نتایج آنها برای

(۱) Benkelman Beam

(۲) Falling Weight Deflectometer (FWD)

نقاط ضعیف فوق لازم است.

ث - نتایج حاصل از افت و خیز را بحسب موقعیت ایستگاههای آزمایش شده، به شکل یک نمودار ترسیم و در نهایت برای هر قطعه از راه (واحد طرح)، افت و خیز معرف را برای محاسبه ضخامت روکش، تعیین می‌کنند.

### ۳-۴-۱۲ تعیین افت و خیز طرح

از اندازه‌گیری‌های انجام شده، با رعایت موردهای فوق، افت و خیز معرف طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$(1) RRD = (\bar{X} + 2S) c$$

در این رابطه:

$\bar{X}$  - میانگین افت و خیزهای اندازه‌گیری شده که هر یک برای انطباق با دمای محیط استاندارد که معادل ۲۱ درجه سانتیگراد است، با توجه به دمای محیط شرایط آزمایش  $\frac{\sum X_i f_i}{n}$  بصورت زیر اصلاح شده است:

که در آن:

$X_i$  - افت و خیزهای اندازه‌گیری شده

i - ضرایب تصحیح درجه حرارت برای هر یک از افت و خیزها  
(بند ۱-۴-۴-۱۲)

n - تعداد نقاط آزمایش

c - ضریب تصحیح مقاومت روسازی برای شرایط بحرانی  
(بند ۲-۴-۴-۱۲)

S - انحراف استاندارد افت و خیزهای اندازه‌گیری شده (برای هر واحد طرح) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \bar{X} \sum X}{n - 1}}$$

و خیزسنج ثبت می‌گردد و برای چند نقطه دیگر قطعه، این آزمایش تجدید می‌شود. در انجام این آزمایش موارد زیر مورد توجه و عمل قرار می‌گیرد:

الف - محل آزمایش در کنار آسفالت سواره را قرار می‌گیرد. وقتی که عرض آسفالت در یک جهت عبور  $3/35$  متر باشد

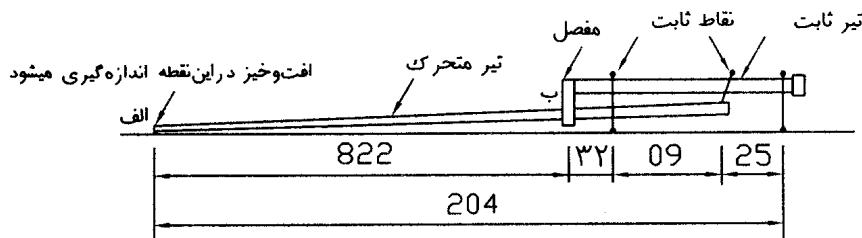
محل آزمایش با کنار آسفالت ۶۰ سانتیمتر و اگر بیشتر از  $3/35$  متر باشد حدود ۹۰ سانتیمتر فاصله خواهد داشت.

ب - فشار چرخ کامیون مورد استفاده در هین آزمایش هر روز کنترل می‌شود تا کمتر از  $5/6$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نباشد.

وزن کامیون ۵ تن و بار توزیع شده توسط چرخ‌های محور عقب آن  $8/2$  تن می‌باشد.

پ - در نقطه‌ای که کمتر از ۲۵ سانتیمتر تا کنار آسفالت فاصله نداشته باشد با حفر یک سوراخ در رویه آسفالتی به عمق ۲-۳ سانتیمتر و پر کردن آن با قیر و یا آب و سپس قراردادن یک ترمومتر در داخل سوراخ، درجه حرارت سطح راه، در هین انجام آزمایش، اندازه‌گیری می‌شود.

ت - موقعیت‌های آزمایش شده که افت و خیز آنها بدلیل خرابی‌های موضعی سطح راه بزرگتر از افت و خیز متوسط به اضافه دو برابر مقدار خطای پراکندگی (انحراف استاندارد) باشد، باید در صورت محدودبودن، به صورت موضعی تقویت شود تا شرایط مشابه بقیه نقاط قطعه را بیابد. البته در صورت محدودبودن این نقاط بهتر است افت و خیز مربوط به آنها، در محاسبه افت و خیزنهای منظور نشود. انجام آزمایش‌های اضافی برای تعیین محدوده



شکل ۲-۱۲ تصویر کلی تیر بنکلمن (اندازه ها بر حسب سانتیمتر)

۴-۴-۱۲ تعیین ضرایب تصحیح درجه حرارت و  
حداقل و حداکثر برای پنج روز تعیین می شود.  
ب - درجه حرارت رویه آسفالتی بشرح ردیف «ب» از بند  
۲-۴-۱۲ اندازه گیری می شود.

پ - با حاصل جمع اعداد ردیف های «الف» و «ب» فوق به  
شکل ۳-۱۲ مراجعه و درجه حرارت لایه آسفالتی رویه  
مورد آزمایش برای دو حالت، شامل درجه حرارت در  $\frac{1}{2}$   
ضخامت لایه و درجه حرارت بستر زیرین یعنی کل ضخامت  
لایه بدست می آید. برای مثال اگر ضخامت رویه آسفالتی  
مورد آزمایش ۱۰ سانتیمتر باشد یکبار درجه حرارت  
ضخامت ۵ سانتیمتری و یکبار درجه حرارت ضخامت ۱۰  
سانتیمتری را که در شکل ۳-۱۲ با خط های مایل نشان داده  
شده است، تعیین می گردد.

ت - میانگین درجه حرارت سطح راه و درجه حرارت های ردیف  
«پ» به عنوان میانگین درجه حرارت رو سازی تعیین  
می شود.

ث - با رقم میانگین درجه حرارت رو سازی و مراجعه به  
شکل ۴-۱۲، ضریب اصلاح بدست می آید.

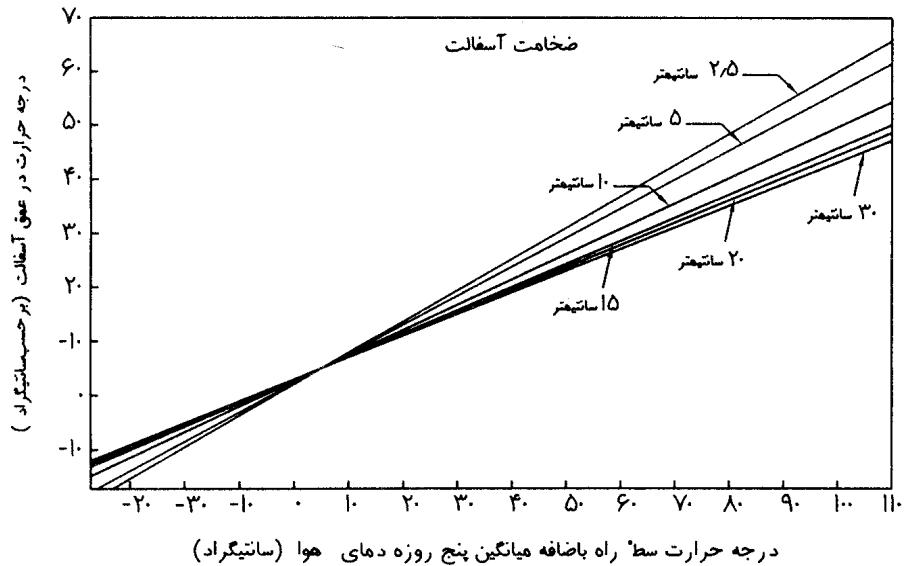
#### ۴-۴-۱۲ تعیین ضرایب تصحیح درجه حرارت و شرایط بحرانی

تفییر دمای محیط و رطوبت در لایه های رو سازی و خاک  
بستر، در افت و خیز اندازه گیری شده رو سازی تأثیر می گذارد.  
مثلاً افزایش درجه حرارت رویه آسفالتی و یا افزایش میزان  
رطوبت خاک بستر و لایه های غیر آسفالتی رو سازی، موجب  
افزایش افت و خیز می شود. لذا لازم است که اندازه گیری های  
انجام شده در شرایط متفاوت آب و هوایی و جوی آزمایش، با  
ضرایب معینی به دمای ۲۱ درجه سانتیگراد که شرایط استاندارد  
تعريف شده است، تبدیل شود. بشرح فوق برای تعیین ضرایب  $\bar{X}$   
و  $S$  در رابطه  $\bar{X} + 2S = RRD$  بطریق زیر عمل می شود:

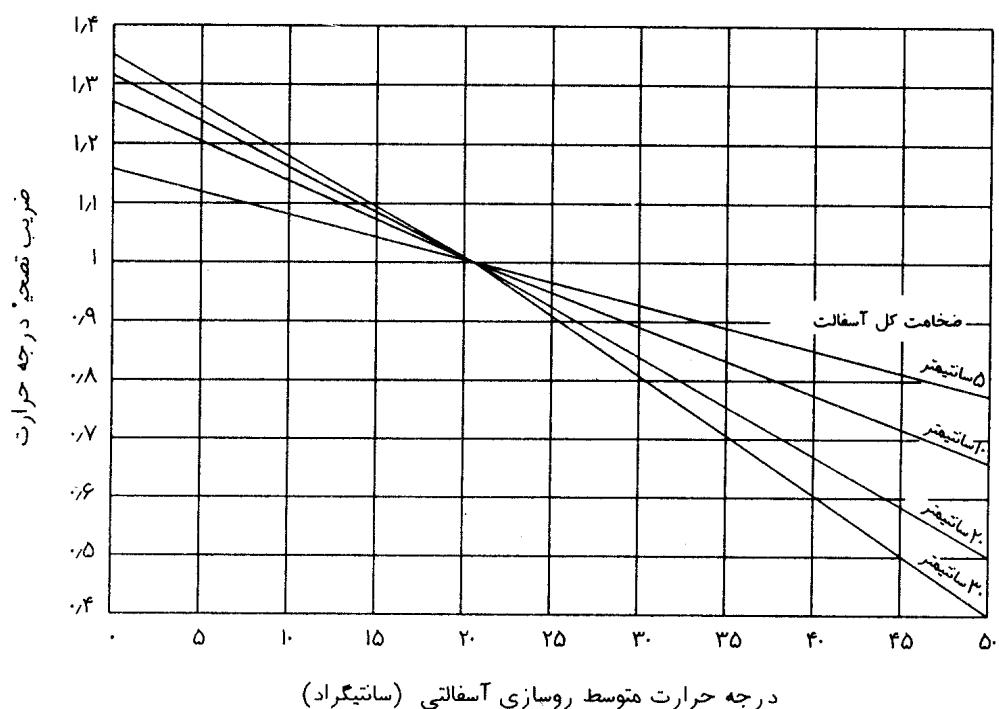
#### ۴-۴-۱۲ ضریب اصلاح دمای محیط

این ضریب به دمای محیط و دمای رویه آسفالتی بستگی دارد  
و برای تعیین آن به شرح زیر و با استفاده از شکل های ۳-۱۲ و  
۴-۱۲ عمل می شود:

الف - حداقل و حداکثر درجه حرارت محیط مسیر پروژه برای  
هر روز و یک دوره پنج روزه قبل از آزمایش، از آمار  
هواشناسی منطقه اخذ می گردد. سپس میانگین ده دمای



شکل ۱۲-۳ تعیین درجه حرارت متوسط لایه آسفالت روسازی در آزمایش افت و خیز



شکل ۱۲-۴ ضریب تصحیح درجه حرارت برحسب درجه حرارت متوسط روسازی آسفالتی

بحرانی مقاومت خاک بستر و لایه‌های روسازی تحت اثر

#### ۱۲-۴-۲-۴ ضریب اصلاح بحرانی (c)

رطوبت زیاد ناشی از بارندگی مداوم و یا دوره ذوب بخندان،

این ضریب مربوط به شرایط مسیر در زمان انجام آزمایش

کاهش می‌یابد و در نتیجه افت و خیز اندازه‌گیری شده در این

است. در بحرانی ترین زمان سال (در شرایط بیشترین رطوبت در

شرایط حداکثر است. بطور کلی چون تعیین مقدار دقیق این

بستر) ضریب اصلاح معادل یک فرض می‌شود. در شرایط

#### ۱۲-۴-۶ تعیین ضخامت روکش

با محاسبه افت و خیز معرف طرح و تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز که برای دوره روکش محاسبه شده است و با استفاده از شکل ۱۲-۵، ضخامت روکش تعیین می شود. مثال زیر چگونگی این محاسبات را نشان می دهد.

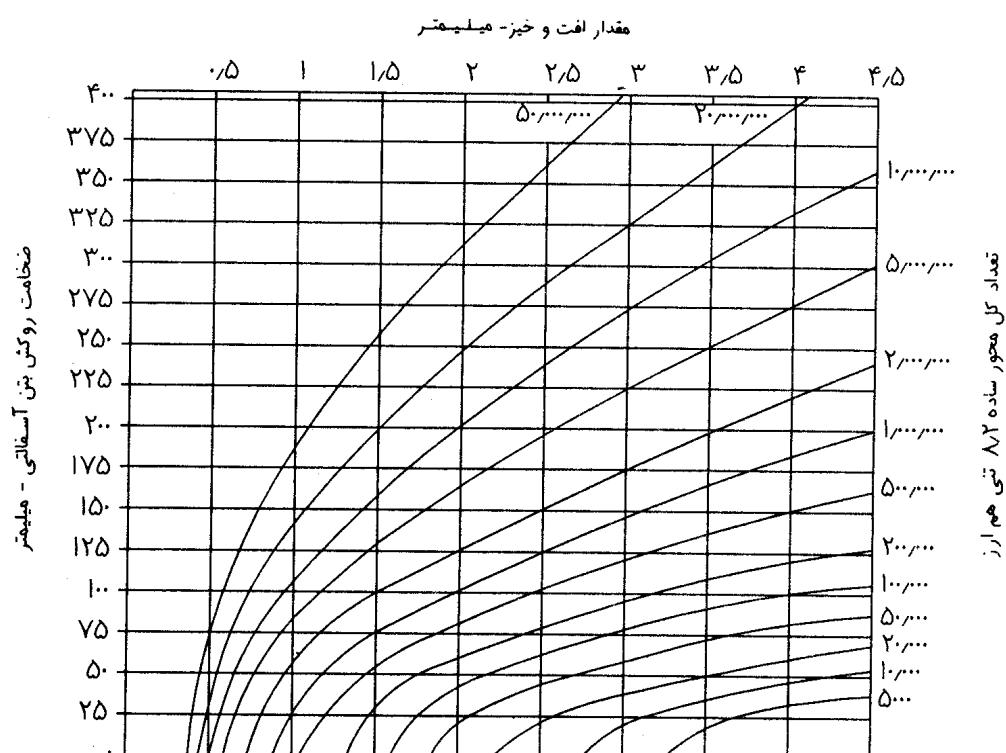
ضریب دشوار است می توان افت و خیز را بعد از یک دوره بارندگی که رطوبت لایه های روسازی تقریباً اشباع و یا حداکثر است، انجام داد. در غیر این صورت می توان افت و خیز را یکبار در دوره بحرانی و یکبار در شرایط عادی بدست آورد و سپس از تقسیم افت و خیز بحرانی به افت و خیز غیر بحرانی، ضریب ۶ را تعیین کرد.

#### ۱۲-۴-۶-۱ مثال شماره ۱

الف - افت و خیز یک روسازی با ضخامت لایه آسفالتی ۹ سانتی متر که در دمای محیط بکسان و شرایط بحرانی  $c=1$  اندازه گیری شده در جدول ۱۲-۱۲ ارائه شده است:

#### ۱۲-۴-۵ ترافیک طرح

جهت برآورد ترافیک طرح به فصل دهم مراجعه شود.



شکل ۱۲-۵ تعیین ضخامت روکش آسفالت بر حسب آزمایش افت و خیز

استفاده از شکل ۴-۱۲ ضریب اصلاح  $f = 0.92$  بدست می‌آید:

پ - با استفاده از محاسبات قبل، میزان متوسط افت و خیز طرح (RRD) می‌شود:

$$\bar{X} = \frac{f \sum X}{n} = \frac{0.92 \times 8 / 1280}{10} = 0.7477 \text{ میلیمتر}$$

$$S = \sqrt{\frac{f^2 \sum X^2 - \bar{X} f \sum X}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.92)^2 (6/7198) - (0.7477)(8/1280)}{10-1}}$$

$$= \sqrt{0/01072} = 0/1035 \text{ میلیمتر}$$

$$RRD = (\bar{X} + 2S)c$$

$$= (0.7477 + 2 \times 0/1035) \times 1 = 0.9540 \text{ میلیمتر}$$

ت - با فرض این که کل ترافیک طرح در دوره روکش  $5 \times 10^6$  محور ساده  $8/2$  تنی هم‌ارز باشد، ضخامت روکش بتن آسفالتی با استفاده از شکل ۵-۱۲ برابر هشت سانتیمتر تعیین می‌شود.

#### ۴-۱۲-۶-۲ مثال شماره ۲

میزان افت و خیز روسازی در یک راه آسفالتی با دو خط عبور که تعداد کل محورهای هم‌ارز  $8/2$  تنی آن در سال  $70000$  و میزان رشد ترافیک سالانه آن  $4\%$  پیش‌بینی می‌شود، برابر با  $1/1$  میلیمتر اندازه‌گیری شده است. چند سال دیگر روکش تقویتی برای این راه ضروری است؟

تعداد ترافیک با قیماندهای را که روسازی با افت و خیز فعلی  $1/1$  میلیمتر تا اجرای روکش بعدی می‌تواند تحمل کند با مراجعه به شکل ۴-۱۲، معادل  $375000$  محور  $8/2$  تنی هم‌ارز بدست می‌آید. لذا ضریب رشد ترافیک برابر است با:

$$\frac{375000}{70000} = 5/35$$

جدول ۴-۱۲ افت و خیز اندازه‌گیری شده در مثال ۱

نقاط آزمایش (n)	افت و خیز X (mm)	X (mm)
۱	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۲	۰/۷۱۱۲	۰/۵۰۵۸
۳	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۴	۱/۰۱۶۰	۱/۰۳۲۳
۵	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۶	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۷	۱/۰۱۶۰	۱/۰۳۲۳
۸	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۹	۰/۷۱۱۲	۰/۵۰۵۸
۱۰	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶

$$\sum X = 8/1280 \quad \sum X^2 = 6/7198$$

ب - در این اندازه‌گیری، درجه حرارت شرایط آزمایش بشرح زیر بوده است:

- درجه حرارت سطح راه:  $31$  درجه سانتیگراد

- میانگین درجه حرارت پنج روزه مسیر آزمایش:

۲۲ درجه سانتیگراد

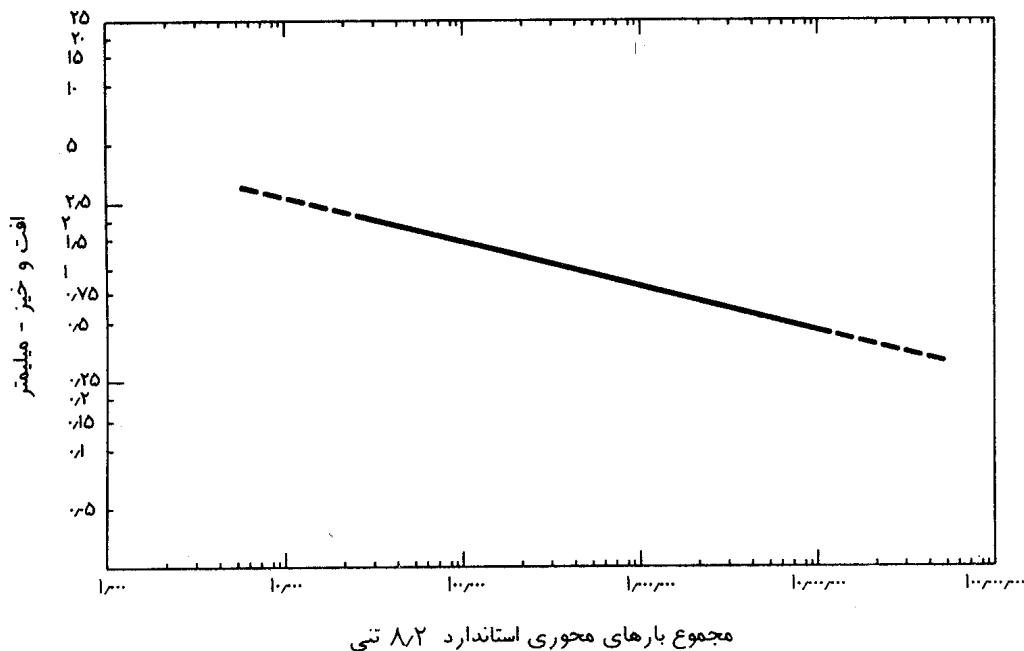
- درجه حرارت سطح راه باضافه میانگین دمای محیط پنج روزه:

۵۳ درجه سانتیگراد

با انتخاب  $53$  درجه روی محور افقی شکل ۳-۱۲، درجه حرارت وسط لایه آسفالتی  $9$  سانتیمتری، یعنی در عمق  $4/5$  سانتیمتر، معادل  $30$  درجه و درجه حرارت بستر زیرین لایه  $9$  سانتیمتری آسفالت،  $27$  درجه است. لذا میانگین درجه حرارت سطح راه می‌شود:

$$\frac{27 + 30 + 31}{3} = 29^{\circ}\text{C}$$

در نتیجه میانگین درجه حرارت سطح راه،  $29$  درجه و با



شکل ۱۲-۶ رابطه تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز با افت و خیز روسازی

با استفاده از رابطه زیر خواهیم داشت:

$$F = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

F - ضریب رشد ترافیک برای دوره طرح

r - درصد رشد سالیانه ترافیک

n - دوره طرح (سال)

لذا:

$$0.5 = \frac{(1 + 0.04)^n - 1}{0.04}$$

$$n = 4/95 \approx 5$$

## ۱۲-۵ روکش تقویتی با روش غیرمستقیم

در این روش، ابتدا عدد ضخامت کل روسازی بر اساس ترافیک طرح دوره روکش و مقاومت خاک بستر، بدون آنکه سیستم روسازی موجود در نظر گرفته شود، مطابق معادله مندرج در نمودار مربوطه در فصل یازدهم تعیین می‌گردد.

سپس ضخامت روکش با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \frac{(SN_f - SN_{eff})}{a_{ol}} \times 2/5$$

$$SN_{eff} = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن:

### ۱۲-۵-۱ تعیین مقاومت خاک بستر روسازی

مقاومت خاک بستر روسازی موجود، از طریق نمونه گیری خاک در طول مسیر و انجام آزمایش سیبی آر روی نمونه‌های آزمایشگاهی تهیه شده با تراکم نسبی ۹۵٪ بر حسب روش آشتو اصلاح شده (T۱۸۰) برای خاکهای درشت دانه و ۹۰٪ برای خاکهای رسیزدانه اندازه گیری می‌شود. از نتایج بدست

طول عمر بهره‌برداری با توجه به تغییراتی که در مشخصات فنی اولیه مصالح آنها ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد. برای برآورده ضرایب جدید به تناسب میزان و شدت آسیب‌دیدگی‌های موجود آمده در لایه‌ها، می‌توان از جدول ۳-۱۲ و نتایج آزمایش‌هایی که روی مصالح انجام می‌شود با رعایت محدودیت‌های زیر استفاده کرد:

الف - حداقل ضریب لایه برای فشرهای رویه و آستر ۰/۳۵ و برای لایه اساس قیری ۰/۲۵ انتخاب می‌شود.

ب - ضرایب مربوط به لایه‌های اساس و زیراساس به تناسب نتایج آزمایش سی‌بی‌آر، دانه‌بندی، درصد شکستگی، ارزش ماسه‌ای او دامنه خمیری و مقایسه آنها با مشخصات اولیه مصالح انتخاب می‌شود.

پ - ضرایب زهکشی مصالح اساس و زیراساس ( $m_2$  و  $m_3$ ) با توجه به نتایج دانه‌بندی و درصد مواد عبور کرده از الک ۲۰۰ مصالح، ارزش ماسه‌ای و دامنه خمیری و مقایسه آنها با مقادیر مشخصات و نیز شرایط اشباع، نیمه اشباع و یا رطوبت بهینه آنها در دوران بهره‌دهی و ضرایب مندرج در فصل یازدهم تعیین می‌شود.

آمده، براساس روش فصل دوم، سی‌بی‌آر طرح در هر واحد طرح و یا در صورتی که شرایط خاک بستر در طول مورد مطالعه یکسان باشد، برای کل مسیر محاسبه می‌گردد.

### ۲-۵-۱۲ ترافیک

محاسبات مربوط به ترافیک دوره روکش براساس فصل دهم برای تعیین ترافیک طرح، انجام می‌گیرد.

### ۳-۵-۱۲ عدد ضخامت روکشی (SN)

با نتایج حاصل از بندهای ۱-۵-۱۲ و ۲-۵-۱۲، عدد ضخامت کل روکشی بعد از روکش، بدون در نظر گرفتن ساختار روکشی فعلی، برابر فصل چهاردهم محاسبه می‌شود. این عدد ضخامت ممکن است برای تمام طول طرح یکسان و یا بدلیل تنوع خاک بستر و یا ترافیک و یا هر دو، متفاوت بوده و در نتیجه قطعات مختلف مسیر دارای عدد ضخامت متفاوت باشد. در محاسبه عدد ضخامت از ضریب اطمینان ۹۵٪ و انحراف معیار ۰/۳۵ استفاده می‌شود.

### ۴-۵-۱۲ تعیین عدد ضخامت مؤثر (SN<sub>eff</sub>)

تعیین عدد ضخامت مؤثر روکشی موجود، عامل مهم و تعیین‌کننده ضخامت روکش محسوب می‌شود و شامل بزرگی‌های سطحی رویه آسفالتی، تعیین ضخامت لایه‌ها و آزمایش مصالح بشرح زیر است:

### ۱-۴-۵-۱۲ ضخامت لایه‌های روکشی (D<sub>i</sub>)

ضخامت لایه‌های روکشی شامل آسفالت (رویه، آستر و اساس قیری)، اساس شکسته و زیراساس در طول راه مورد مطالعه، اندازه‌گیری می‌شود.

### ۲-۴-۵-۱۲ ضریب لایه‌ها (a<sub>i</sub>)

ضرایب لایه‌های روکشی برای مصالحی که در روکشی مصرف می‌شود در فصل یازدهم ارائه شده است. این ضرایب در

جدول ۱۲-۳ انتخاب ضریب لایه رو سازی های موجود با وضعیت متفاوت

لایه رو سازی	شرایط رو سازی	ضریب لایه
آسفالت رویه و آستر	فاقد ترک های موزاییکی، یا ترک های خبلی کم و یا فقط یا ترک های عرضی با شدت کم	.۰/۳۵-۰/۴
	ترک های موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	.۰/۲۵-۰/۳۵
	ترک های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک های موزاییکی با شدت متوسط - کمتر از ۱۰ درصد، و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۱-۰ درصد	.۰/۲-۰/۳
	ترک های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک های موزاییکی با شدت زیاد - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	.۰/۱۴-۰/۲۰
	ترک های موزاییکی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد، و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد، و یا ترک های عرضی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	.۰/۰۸-۰/۱۵
	ترک های موزاییکی خبلی کم با فاقد این ترک هاو یا فقط ترک عرضی با شدت کم	.۰/۲۵-۰/۲۵
	ترک های موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک های موزاییکی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	.۰/۱۵-۰/۲۵
	ترک های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک های موزاییکی با شدت متوسط کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱-۰ درصد	.۰/۱۵-۰/۲۰
	ترک های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک های موزاییکی با شدت زیاد - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	.۰/۱-۰/۲۰
	ترک های موزاییکی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	.۰/۰۸-۰/۱۵
اساس قیری	بدون تغییر و بدون نفوذ ریزدانه از بستر رو سازی با حفظ سی بی آر اولیه تغییر حالت مصالح، نفوذ ریزدانه از بستر رو سازی و کاهش خصوصیات زهکشی	.۰/۱-۰/۱۳ .۰/۰۰-۰/۱
اساس یا زیراساس		

۱۲-۵-۵ مثال

ترک های عرضی و طولی است. نتایج آزمایش مصالح و زیراساس تغییر حالتی را از نظر سی بی آر نشان نمی دهد جز این که با نفوذ مصالح ریزدانه از بستر رو سازی به قشرهای فوقانی و افزایش مواد عبور کرده از الک ۲۰۰، خاصیت زهکشی کاهش یافته است.

حل: (معادل سی بی آر ۳/۵)  $350 \text{ kg/cm}^2$

ضخامت روکش در سه مرحله بشرح زیر تعیین می شود:

مطلوب است تعیین ضخامت روکش تقویتی یکی رو سازی آسفالتی، به طریق غیر مستقیم و با روش تعیین عدد ضخامت مؤثر رو سازی موجود، با فرض های زیر:

- ضریب برجهندگی خاک بستر رو سازی

- ترافیک طرح دوره روکش بر حسب مجموع محورهای ساده

$$W_{18} = 1 \times 10^6 \quad ۸/۸ \text{ تنی هم ارز}$$

- ضخامت آستر و رویه آسفالت موجود،  $D_1$ : ۱۲ سانتیمتر

- ضخامت اساس شکسته موجود،  $D_2$ : ۱۵ سانتیمتر

- ضخامت زیراساس موجود،  $D_3$ : ۳۰ سانتیمتر

- بررسی وضعیت رو سازی و آزمایش های انجام شده روی مصالح اساس و زیراساس نشان می دهد که:

رویه آسفالتی دارای آسیب دیدگی های با شدت متوسط

شامل ترک های موزاییکی نوع ۳، در بیش از ۴۵٪ سطح راه و

شده است.

تقویتی، شامل مراحل زیر است ولی به آنها محدود نمی‌شود.

#### ۱۲-۶-۱ تعمیر ترک‌های موزاییکی

کلیه سطوح دارای ترک‌های موزاییکی، باشدت زیاد، به طریق لکه‌گیری عمقی (جایگزینی آسفالت موجود با آسفالت جدید) باید تعمیر شود. ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط را می‌توان مرمت کرد و یا از مواد و ابزاری که از روآمدن ترک‌ها به رویه راه (لایه روکش) جلوگیری می‌کند (مانند پوشش‌های تهیه شده از پلی‌استر یا پلی‌پروپیلن که بر روی آسفالت قرار می‌گیرد) استفاده کرد.

#### ۱۲-۶-۲ مرمت ترک‌های خطی

ترک‌های خطی شامل ترک‌های عرضی، طولی و مایل با شدت و گستردگی زیاد، بویژه ترک‌های عمقی - انقباضی ناشی از تنש‌های حرارتی باید تعمیر عمقی شود. ترک‌های با عرض کمتر از ۵-۶ میلیمتر را می‌توان با ماسه آسفالت سرد یا پرکننده‌های مناسب ویژه این نوع ترک‌ها با قیر و ماسه و یا فقط قیر (قیرهای محلول و قیرآبه) پرکرد. برای ترک‌های عرضی که حساسیت زیادتری نسبت به انقباض و انبساط دارد علاوه بر درزگیری، استفاده از مصالح و یا مواد کنترل‌کننده روآمدن ترک به روکش، مؤثر خواهد بود.

#### ۱۲-۶-۳ اصلاح شیارهای طولی

شیارها و تغییرشکل‌های طولی ناشی از کمبود مقاومت مخلوط‌های آسفالتی و یا وجود قیر بیش از اندازه در آنها، ممکن است با تراشیدن برآمدگی‌ها تسطیح شود. چنانچه این شیارها به مرور زمان ثبیت شده باشد و احتمال روآمدن آنها به روکش وجود نداشته باشد می‌توان آنها را با مخلوط آسفالتی مناسب

۱۲-۵-۵-۲ تعیین عدد ضخامت مؤثر روکشی موجود

برابر نتایج حاصل از بررسی وضعیت روکشی و آزمایش‌های آزمایشگاهی و مراجعه به جدول ۱۲-۳ ضرایب هریک از لایه‌های روکشی به شرح زیر برآورد شده است:

- ضریب لایه آسفالتی آستر و رویه

- ضریب لایه اساس

- ضریب لایه زیراساس

- ضرایب زهکشی اساس و زیراساس

لذا عدد ضخامت مؤثر ( $SN_{eff}$ ) برابر است با:

$$SN_{eff} = (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3) \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = [(0/2 \times 12) + (0/12 \times 0/8 \times 15) + (0/1 \times 0/8 \times 30)] \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = 2/5$$

#### ۱۲-۵-۳ ضخامت روکش تقویتی

با فرض این که روکش فقط شامل بتن آسفالتی باشد که در آن ضریب لایه آسفالت مورد استفاده در روکش طبق این آینینامه (فصل یازدهم) ۰/۴۲ تعیین شده است، ضخامت روکش برابر است با:

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \left( \frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{ol}} \right) \times 2/5$$

$$SN_{ol} = SN_f - SN_{eff} = 4/1 - 2/5 = 1/6$$

$$a_{ol} = 0/42$$

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = 9/5 \approx 10 \text{ سانتیمتر}$$

#### ۱۲-۶ اجرای روکش تقویتی

آماده‌سازی بستر آسفالتی موجود قبل از اجرای روکش

سنگی یک اندازه ۱۰-۵ میلیمتر و با استفاده از قیر اصلاح شده پلیمری اجرا می‌شود، نوع دیگر اجرای لایه‌ای از قیر اصلاح شده با پودر لاستیک بعنوان قشر بین لایه‌ای است. این قشر از اختلاط ۷۵ درصد وزنی قیر خالص ۱۵۰-۱۲۰ و ۲۵ درصد پودر لاستیک با دانه‌های ریزتر از ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶) تهیه می‌شود. شرایط تهیه اعمال حرارت ۱۷۵-۲۰۰ درجه سانتیگراد و مخلوط کردن کامل آنها در یک قیرپاش است. بعد از اطمینان از حصول واکنش شیمیایی بین قیر و پودر لاستیک، آن را به نسبت حجمی ۵٪ نفت سفید و ۹۵٪ قیر اصلاح شده با پودر لاستیک مخلوط و سپس مصرف می‌کنند. لایه جاذب تنش فوق که مانند آسفالت سطحی یک لایه‌ای اجرا می‌شود، بعد از مدتی که زیر ترافیک قرار گرفت با آسفالت گرم یا سرد روکش می‌شود.

تسطیع و هموار کرد.

در صورتیکه این نوع آسیب‌دیدگی ناشی از تغییرشکل دیگر لایه‌های روسازی، غیر از آسفالت باشد، در این صورت باید یک روش اصلاحی خاص و عمقی انتخاب کرد.

#### ۱۲-۴-۶ اصلاح ناهمواری‌های سطحی

نوع اصلاح و تعمیر ناهمواری‌های ناشی از نشت، وجود چاله، فراز و نشیب و موج‌های عرضی بصورت جداگانه و متناسب با دلایل بوجود آمدن آنها انتخاب می‌شود. این نوع خرابی‌ها و نواقص عمده‌ای با تعمیرات عمقی و انجام لکه‌گیری اساسی اصلاح می‌گردد.

#### ۱۲-۶-۵ لایه‌های کنترل کننده ترک‌های آسفالتی

در محاسبات تعیین ضخامت روکش تقویتی، مسئله پیش‌گیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود به لایه‌های روکش که عامل عمدۀ خرابی‌های زودرس در روکش‌های آسفالتی به شمار می‌رود، منظور نشده است. روش‌ها، مواد و مصالحی که در بسیاری از شرایط، نتایج متعدد و مؤثری در تأخیر و یا پیشگیری از بازگشت این ترک‌ها به روکش و کنترل آنها داشته، عبارت است از:

#### ۱۲-۶-۶-۱ قشر بین لایه‌ای جاذب تنش (۱)

اجرای یک قشر بین لایه‌ای با مصالحی خاص بین رویه قدیمی و روکش آسفالت در جلوگیری از روآمدن ترک‌های موزاییکی، عرضی، طولی و نیز ترک‌های انقباضی ناشی از تغییر دما با شدت کم تا متوسط، بویژه وقتی که از پرکننده‌ها و درزگیرها نیز استفاده شده باشد، مؤثر می‌باشد.

این قشر معمولاً مانند آسفالت سطحی یک لایه‌ای با مصالح

### ۱۲-۵-۵ افزایش ضخامت روکش

چنانچه شرایط اجرای بندهای ۱-۵-۶-۱۲ الی ۱۲-۵-۶-۴ و یا مشابه آنها وجود نداشته باشد، افزایش ضخامت روکش، اگرچه موجب افزایش هزینه طرح می‌گردد، می‌تواند یک راه حل مناسب باشد.

چنانچه منطقه طرح آب و هوای گرم نداشته باشد، انتخاب ضخامت بیشتر نسبت به ضخامت محاسبه شده، باعث کاهش برش‌های خمی و قائم می‌گردد ضمن آن که تنش‌های ناشی از تغییرات دمای محیط را نیز در رویه آسفالتی موجود تقلیل می‌دهد. بدیهی است که ضخامت اضافی با توجه به رعایت کلیه شرایط، به ویژه بررسی‌های فنی و اقتصادی تعیین می‌شود.

### ۱۲-۶ اجرای لایه‌های اصلی روکش تقویتی

لایه‌های آسفالت روکش تقویتی بعد از آماده‌سازی کامل بستر موجود آسفالتی انجام می‌شود.

مشخصات فنی این آسفالت با نحوه اجرای آن و آزمایشات کنترل کیفیت مربوطه باید با مندرجات فصل دهم برابری داشته باشد.

### ۱۲-۷ محدودیت روکش تقویتی

اجرای روکش تقویتی یکی از گزینه‌های عملی برای بهسازی روسازی‌های آسفالتی است. در شرایطی که شدت آسیب‌دیدگی و گستردگی آن به گونه‌ای باشد که راه حل اصلاح آن جز با تخریب و برداشت لایه رویه و یا لایه‌های روسازی آسیب‌دیده و تعویض آن با مصالح جدید آسفالتی و یا غیر آسفالتی مقدور نباشد، استفاده از این گزینه توجیه اقتصادی و فنی ندارد. در این مورد گزینه‌های بازیافت و یا بازسازی را می‌توان به مورد اجرا گذاشت.

۱۲-۶-۳ پوشش پلاستیکی - پلیمری بین لایه‌ای این پوشش‌ها که معمولاً مشبک بوده و از موادی نظری پلی‌استر، یا پلی پروپیلن تهیه می‌شوند به عنوان لایه‌های کنترل‌کننده بازگشت ترک و یا پیش‌گیری از ظهور ترک در روکش‌های آسفالتی کاربرد دارند. این پوشش‌ها را بعد از آماده‌کردن نهایی بستر موجود آسفالتی (شامل لکه‌گیری‌ها، پرکردن ترک‌ها و تسطیح) و بلا فاصله قبل از اجرای نخستین لایه روکش اجرا می‌کنند. به این ترتیب که بعد از انجام اندود سطحی به مقدار زیادتر از اندازه‌های معمول (حدود ۱-۱/۵ لیتر در مترمربع قیرآبه و یا قیرهای محلول)، روی سطح راه پهن می‌کنند. قبل از آنکه از روی این قیرپاشی، ترافیک عبور کند باید با آسفالت روکش شود.

جدول ۴-۱۲ دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای

اندازه الک	درصد مواد عبور کرده
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰
۳۷/۵ میلیمتر (۱۱/۲ اینچ)	۷۵-۹۰
۱۹/۰ میلیمتر (۳ اینچ)	۵۰-۷۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۸-۲۰
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۰-۵
درصد قیر خالص	۱/۵-۲

۱۲-۵-۶-۴ انتخاب قیرهای با درجه نفوذ بالا استفاده از قیرهای خالص با درجه نفوذ بالاتر و بعنوان مثال قیر ۱۰۰/۸۵ بجای ۷۰/۶۰، در صورتی که با شرایط جوی و میزان ترافیک منطقه اجرای کار هماهنگ باشد در کنترل و بازگشت ترک‌ها مؤثر است. چنانچه شرایط برای انتخاب قیر با درجه نفوذ بالاتر وجود نداشته باشد می‌توان کاربرد این قیر را فقط به نخستین لایه روکش محدود کرد.

## فصل سیزدهم - بازیابی رو سازی آسفالتی

### ۱۳-۱ تعریف

- بازیابی آسفالت سرد بصورت کارخانه ای:  
روشی است که در آن مصالح رویه آسفالت و یا همراه با بخشی از مصالح اساس (اعم از اساس آسفالتی یا دانه ای) از رو سازی قدیمی جدا می شود. سپس با قیر و یا ماده احیا کننده و در صورت لزوم با مصالح سنگی جدید در کارخانه مرکزی به روش سرد مخلوط گشته و آسفالت بازیافتی سرد تولید می شود. این آسفالت در سطح راه پخش و کوبیده شده و در صورت لزوم روکش می شود.

- بازیابی آسفالت سرد به صورت درجا:  
در سیستم بازیابی آسفالت سرد به صورت درجا، کلیه عملیات بازیابی در محل و به روش سرد انجام می گیرد.

- آسفالت بدست آمده از رو سازی:  
عبارة است از مصالح بدست آمده از رو سازی که شامل قیر و مصالح سنگی می باشد که با روش های گوناگون، با و یا بدون دخالت گرما، برداشت می شود.

- مصالح سنگی بدست آمده:  
عبارة است از مصالح سنگی بدست آمده از رو سازی که در آن، قیر قابل استفاده وجود نداشته باشد.

- مصالح سنگی استخراج شده:  
عبارة است از مصالح سنگی استخراج شده از آسفالت قدیمی - قیر استخراج شده:

عبارة است از قیر استخراج شده از آسفالت قدیمی - مصالح سنگی جدید:

مصالح سنگی جدید، با دانه بندی از قبل تعیین شده، برای اختلاط با آسفالت به دست آمده استفاده می شود به طوری که مخلوط جدید دارای مشخصات تعیین شده باشد.

- ماده احیا کننده قیر:  
ماده احیا کننده قیر، با مشخصات فیزیکی و شیمیایی معین، به منظور اصلاح خصوصیات قیر کهنه و منطبق با مشخصات مورد نظر، استفاده می شود.

بازیابی رو سازی آسفالتی، استفاده مجدد از آسفالت های قدیمی است که قابلیت خدمت دهی اولیه خود را به انجام رسانده است. این عمل معمولاً پس از اجرای پاره ای فعل و انفعال بر روی آسفالت های قدیمی و احتمالاً افزودن مصالح و مواد جدید به آن صورت می گیرد. حفظ منابع طبیعی، کاهش هزینه ساخت، جلوگیری از افزایش آلودگی محیط زیست، از دیاد استقامت رو سازی موجود قبل از روکش و اصلاح خرابی های سطحی، پاره ای از مزایای این تکنولوژی نوین محسوب می شود.

### ۱۳-۲ اصطلاحات و واژه ها در عمل بازیافت

- بازیابی رو سازی:  
عبارة است از استفاده مجدد از مصالح رو سازی قدیمی و کهنه، برای تهیه آسفالت جدید، به منظور تعمیر یا بازسازی رو سازی قدیمی.

- بازیابی آسفالت گرم بصورت کارخانه ای:  
روشی است که در آن آسفالت برداشت شده از رو سازی موجود، در صورت لزوم با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر و ماده احیا کننده در یک کارخانه مرکزی به روش گرم مخلوط گردیده و آسفالت گرم تولید شده در سطح راه پخش و کوبیده می شود. امروزه کارخانه های آسفالت مجهز به قسمت تغذیه کننده آسفالت برداشت شده از جاده ها به مصالح جدید هستند که معمولاً بین ۱۰ تا ۴۰ درصد آسفالت قدیمی در مخلوطها مصرف می شود.

- بازیابی آسفالت گرم به صورت درجا:  
در این روش کلیه عملیات بازیابی بصورت درجا (در محل پروژه) و به روش گرم انجام می گیرد.

### ۱۳-۴-۱ بازیابی با استفاده از کارخانه آسفالت مرکزی

این روش شامل مراحل برداشت و آسیاب کردن بخشی از لایه‌های آسفالتی توسط دستگاه‌های گوناگون، حمل مصالح آسیاب شده به کارخانه آسفالت، بازیافت مصالح به وسیله افزودن مواد جدید از قبیل قیر و یا مواد احیاکننده و همچنین مصالح سنگی جدید به روش گرم و یا سرد، حمل آسفالت بازیافته به محل و پخش و کوبیدن آن می‌باشد. در روسازی‌هایی که از روش سرد برای بازیابی استفاده می‌شود، بهتر است لایه آسفالت شده، قبل از شروع بهره‌برداری مجدد، با یک یا چند لایه آسفالت گرم، در صورت لزوم، روکش شود. روسازی‌های بازیافت شده بروش گرم نیز در صورت نیاز با آسفالت گرم روکش می‌شود. برداشت و آسیاب کردن لایه آسفالتی معمولاً توسط دستگاه آسیاب کن سرد انجام می‌گیرد. در دستگاه آسیاب کن از یک استوانه دوار با دندانه‌های نوک تیز برای برش و آسیاب لایه آسفالتی با عمق از پیش تعیین شده، استفاده می‌شود. چنانچه از دستگاه آسیاب کن سرد استفاده نشود، می‌توان ابتدا لایه آسفالت را توسط ماشین‌آلات دیگری همچون دستگاه برش گرم و یا دستگاه برش سرد برداشت کرد. مصالح برداشتی، بعداز حمل به محل کارخانه آسفالت، به وسیله دستگاه‌های خردکننده، به اندازه دلخواه در می‌آید. مصالح آسفالتی برداشت و آسیاب شده سپس، با اضافه کردن مواد جدید در کارخانه‌های آسفالت، اصلاح شده و به مصالح جدید آسفالتی (آسفالت بازیافته) تبدیل می‌شود.

### ۱۳-۴-۱-۱ کارخانه آسفالت منقطع (مرحله‌ای)

برای بهره‌گیری از کارخانه آسفالت منقطع در بازیابی مصالح آسفالتی گرم، از روش انتقال حرارت استفاده می‌شود. در این روش ابتدا مصالح سنگی جدید را در حدود ۱۵۰-۲۶۰ درجه

### - مخلوط آسفالت بازیافته:

مخلوط آسفالت بازیافته، از آسفالت بدست آمده از روسازی قدیمی، مصالح سنگی جدید و در صورت لزوم، قیر و یا ماده احیاکننده تشکیل شده است. **مخلوط** بدست آمده جهت استفاده در لایه‌های مختلف روسازی، باید مشخصات تعیین شده برای آن لایه را دارا باشد.

### ۱۳-۳-۱ دلایل بازیافت و مزایای آن

بازیابی روسازی‌های آسفالتی با استفاده از روش‌های متفاوت، یکی از معمول‌ترین و مؤثرترین روش‌های ترمیم، بهسازی و یا بازسازی روسازی محسوب می‌شود. از مزایای بازیابی آسفالتی که نیازی به انجام روکش روی لایه بازیافته نداشته باشد، می‌توان موردهای ذیل را نام برد:

- حفظ منابع طبیعی
- اقتصادی بودن
- جلوگیری از آلودگی محیط زیست
- از دیگر مقاومت بدون افزایش ضخامت روسازی
- تصحیح مخلوط آسفالتی
- اصلاح اساس
- برطرف کردن خرابی‌های سطحی
- از بین بردن و یا کاهش ترک‌های انعکاسی
- تصحیح ناهمواری‌های سطحی و شیارهای طولی و عرضی
- ثابت نگداشتن رقوم سطح راه و یا تغییر جزیی در ضخامت روسازی
- عدم نیاز به افزایش ارتفاع جداول و سایر تجهیزهای کناری راه
- عدم نیاز به محل تخلیه یا دپوی نخاله‌ها برای تخلیه مواد زاید

### ۱۳-۴-۲ روش‌های بازیابی روسازی آسفالتی

روش‌ها و دستگاه‌های مختلفی جهت بازیابی روسازی‌های آسفالتی موجود می‌باشد. به طور کلی روش‌های بازیابی به دو گروه اصلی شامل بازیابی با استفاده از کارخانه آسفالت مرکزی و بازیابی به صورت درجا است.

آسفالت پیوسته متفاوتی جهت استفاده برای بازیابی مصالح آسفالتی ابداع شده است که از میان آنها می توان به دستگاه مجهز به سپر حرارتی، سیستم استوانه های تو در تو و سیستم مجهز به دو مجرای ورودی اشاره کرد. شکل های ۲-۱۳ و ۴-۱۳ و ۳-۱۳ این سه دستگاه را نشان می دهد. دستگاه های مذکور قادر به بازیابی ۷۰ درصد آسفالت قدیمی می باشد.

#### ۲-۴-۲ بازیابی به صورت درجا

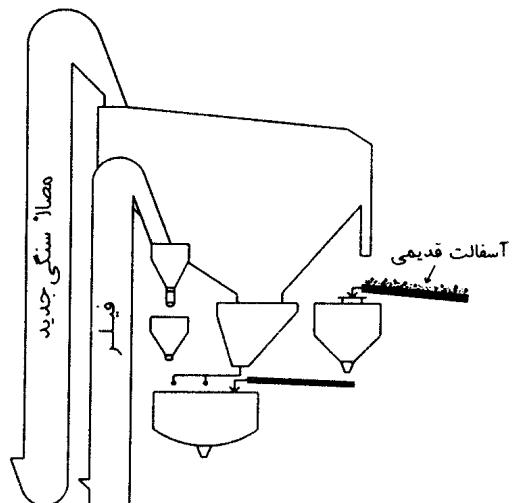
در سیستم بازیابی بروش درجا، کلیه عملیات بازیابی بصورت درجا و در محل پروژه (مسیر راه) انجام می گیرد. بطور کلی روش های این سیستم را می توان به دو گونه سرد و گرم تقسیم کرد.

#### ۱-۲-۴-۱ بازیابی مصالح آسفالتی بروش سرد درجا

در این روش ابتدا لایه رویه روسازی با یک عمق تعیین شده توسط دستگاه آسفالت تراش یا هر وسیله مناسب دیگر، برداشت و آسیاب می شود. سپس این مواد دانه بندی شده و با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر، ماده احیا کننده و یا امولسیون های نفتی مخلوط گردیده و مجدداً بر روی سطح راه پخش و کوبیده می شود. تمام این عملیات به صورت درجا و متداول انجام می گیرد. بسته به نوع و شدت خرابی جاده حداقل یک لایه آسفالت گرم بر روی این لایه، اضافه می شود. این روش علاوه بر مزایای کلی بازیابی از منافع دیگری برخوردار می باشد که از میان آنها می توان به این موردها اشاره کرد:

- انجام کلیه عملیات به صورت درجا و مدام (در مسیر راه)
- صرفه جویی در مصرف سوخت
- حداقل اختلال در ترافیک و کاهش آلودگی هوا
- با استفاده از مواد ثبیت کننده نظیر آهک و سیمان می توان لایه های زیرین راه را تقویت کرده و استحکام داد.

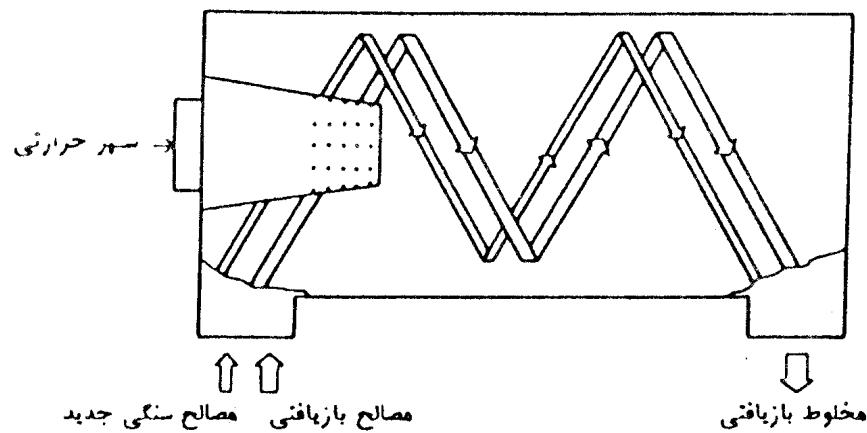
سانسیگراد حرارت داده و برای گرم کردن مصالح آسفالتی قدیمی از آن استفاده می کنند. شکل ۱-۱۳ نشان می دهد که چگونه آسفالت قدیمی در مرحله نهایی با مصالح سنگی جدید حرارت دیده، مخلوط می شود. کارخانه های منقطع سنتی را می توان با تغییر هایی جهت تکنولوژی بازیابی، قابل استفاده کرد. یکی از محدودیت های کارخانه منقطع در بازیابی این است که نسبت مصالح قدیمی به مواد جدید (۷/۳) نمی تواند بیش از ۵۰ درصد باشد چرا که در این صورت انتقال حرارت به خوبی انجام نخواهد گرفت (افزایش بیش از حد حرارت مجاز نمی باشد).



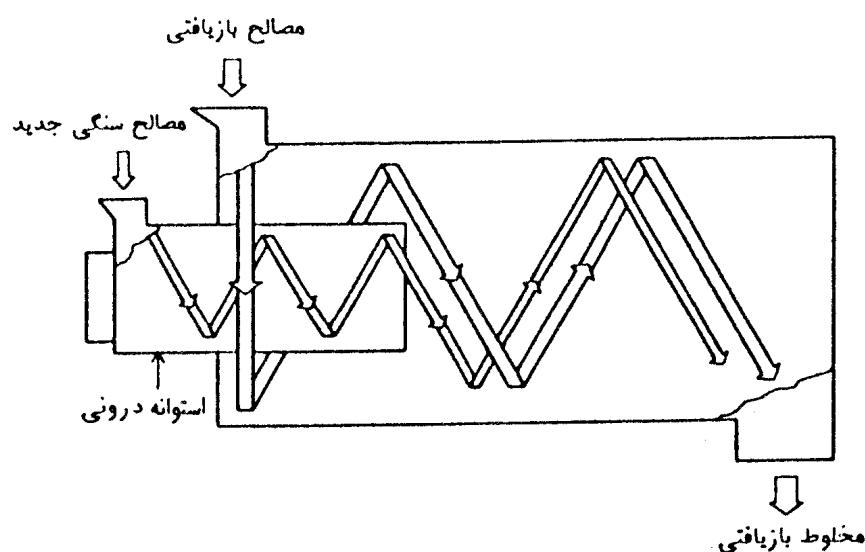
شکل ۱-۱۳ کروکی یک کارخانه آسفالت منقطع اصلاح شده جهت استفاده با تکنولوژی بازیابی

#### ۲-۱-۴-۱۳ کارخانه آسفالت پیوسته

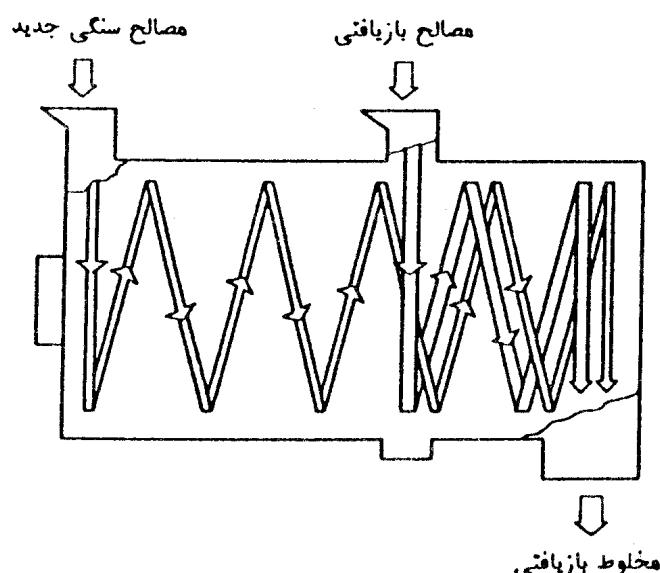
در کارخانه آسفالت پیوسته سنتی، تمام مواد اعم از مصالح سنگی و آسفالت خوردشده قدیمی، درون استوانه دوار بصورت همزمان مخلوط می شود. این کارخانه جهت استفاده در بازیابی آسفالت گرم نیاز به اصلاحاتی دارد تا از برخورد مستقیم شعله به آسفالت قدیمی جلوگیری گردد در غیر این صورت آسفالت قدیمی اکسیده شده و علاوه بر ازدست دادن خواص شیمیایی و فیزیکی خود باعث آلودگی محیط زیست می شود. کارخانه های



شکل ۱۳-۲- کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته مجهز به سپر حرارتی جهت استفاده در تکنولوژی بازیافت آسفالت



شکل ۱۳-۳- کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته دارای سیستم استوانه های تودر تو جهت استفاده برای تکنولوژی بازیابی



شکل ۱۳-۴- کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته مجهز به دو مجرای ورودی جهت استفاده در تکنولوژی بازیابی

ایجاد خواهد شد.

در روش بازیابی آسفالت بصورت درجا ابتدا سطح رویه آسفالتی حرارت داده می شود. سپس آسفالت نرم شده توسط شخمزن های دوار، برداشته شده و به درون دستگاه مخلوط کن وارد و در آنجا با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، فیرو یا ماده احیا کننده مخلوط می گردد. مجموعه این مواد سپس بر روی سطح حرارت دیده راه پخش و کوبیده می شود. در صورت لزوم یک لایه آسفالت جدید، توسط همین دستگاه، بر روی لایه مزبور ریخته می شود. روسازی های ترمیم شده با این روش چون امکان مترکم شدن سهل تری دارند از دوام بیشتری نسبت به روش بازیابی درجای مصالح آسفالتی به روش سرد برخوردارند. در انتخاب سیستم انجام بازیافت گرم باید دقت نمود که قیر موجود در آسفالت سطح راه دچار آسیب ناشی از اعمال حرارت زیاد دستگاه و سوختگی نشود. این امر با نمونه گیری از سطح آسفالت رویه و استخراج قیر آن امکان پذیر است. افت درجه نفوذ قیر پس از اعمال حرارت توسط دستگاه بازیافت گرم نسبت به درجه نفوذ قبل از آن باید از ۳۰٪ تجاوز کند.

### ۱۳-۵ پخش و کوبیدن

روش ها و ماشین آلات معمول راهسازی که برای پخش و کوبیدن مخلوط های آسفالتی بکار می روند برای مخلوط های آسفالت بازیافتنی که در کارخانه آسفالت تهیه می شوند نیز مورد استفاده قرار می گیرد. در روش بازیابی به صورت درجا، عمل پخش به وسیله دستگاه های بازیابی در جای مصالح آسفالتی (به روش سرد یا گرم) انجام می گیرد و کوبیدن، مشابه با روش های معمول اجرا می شود. درجه حرارت و ضخامت پخش و میزان کوبیدگی در بازیابی گرم مانند مقادیر مندرج در فصل نهم می باشد. البته چنانچه بازیابی بصورت عمقی باشد (نظیر اغلب

بازیابی مصالح آسفالتی به روش سرد دارای محدودیت های نیز می باشد که از آن میان می توان به این موردها اشاره کرد:  
الف - عملیات باید در دمایی بالاتر از ۱۰ درجه سانتی گراد انجام گیرد.

ب - مخلوط های آسفالت سرد معمولاً در برابر طوبت، حساس تر و دوام کمتری دارند. برای حصول دوام بیشتر از امولسیون های پلیمری استفاده می شود.

چنانچه، به علت شدت خرابی های روسازی، علاوه بر بازیابی لایه های آسفالتی نیاز به بازیابی و تثبیت لایه های اساس و زیراساس نیز باشد، در این موردها، از دستگاه های خردکننده و مخلوط کننده استفاده می شود. این دستگاه ها لایه های آسفالتی را خرد کرده و با استفاده از یک ماده تثبیت کننده نظیر آهک، قیر یا سیمان با اساس و یا زیراساس مخلوط می کنند. سطح آماده شده، کوبیده و برای اجرای رویه راه آماده می شود. اگر ضخامت آسفالت زیاد باشد، می توان مازاد ضخامت را ابتدا بوسیله دستگاه آسیاب کن سرد برداشت و سپس با استفاده از دستگاه خردکننده مصالح، لایه های زیرین را با هم مخلوط نمود.

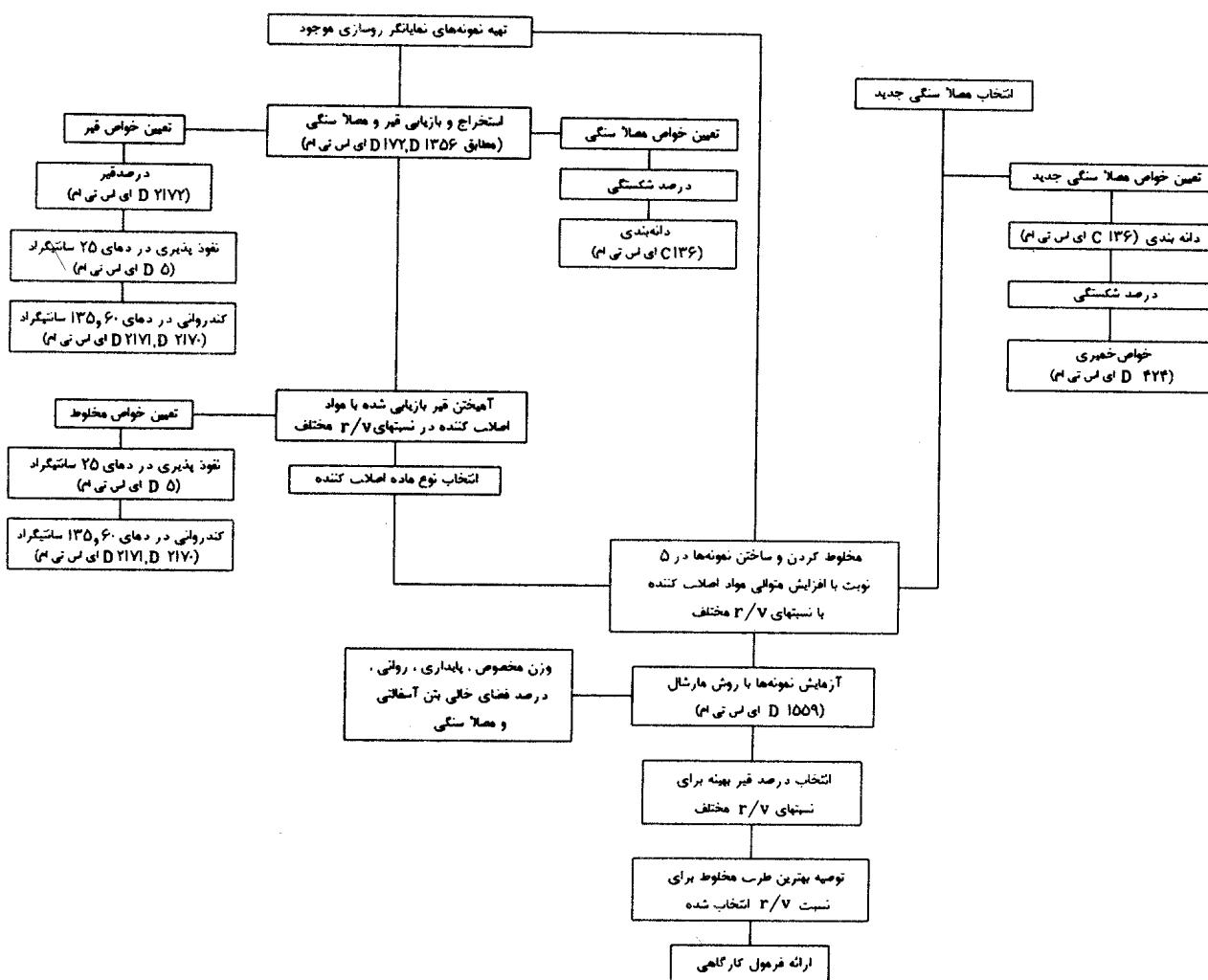
### ۱۳-۶-۲-۴ بازیابی مصالح آسفالتی بصورت درجا و به روش گرم

این روش معمولاً جهت ترمیم خرابی های سطحی لایه های آسفالتی استفاده می شود و بهیچوجه برای جاده هایی که خرابی های آن تا عمق نفوذ کرده باشد (نظیر جاده های با ترکهای عمقی و دارای تغییر شکل در لایه های زیرین) توصیه نمی گردد مگر آنکه این خرابی ها قبل از عملیات بازیابی اصلاح شوند. کلیه عملیات بصورت درجا و معمولاً در یک بار عبور انجام می شود. در این روش بدلیل عدم نیاز به جابجایی و حمل و نقل آسفالت قدیمی راه و آسفالت جدید آن حداقل مزاحمت برای ترافیک

### ۱۳-۶ مراحل طراحی بازیافت بتن آسفالتی

طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی تا حدی پیچیده‌تر از طراحی مخلوط آسفالتی معمولی می‌باشد. به طور خلاصه مراحل مختلف طراحی در شکل ۱۳-۵ نشان داده شده است.

بازیابی‌های سرد) ناگزیر باید از غلتکهای خاص سنگین وزن برای تراکم لایه‌ها استفاده کرد. انتخاب نوع غلتک و روش تراکم بر حسب شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد.



شکل ۱۳-۵ مراحل طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی

۱۳-۶-۲-۱ ارزیابی آسفالت به دست آمده از روسازی  
قیر و مصالح سنگی موجود در آسفالت به دست آمده از  
روسازی مطابق با D۲۱۷۲ ای اس تی ام و یا T-۱۶۴ آشتو از  
هم جدا گشته و میزان هر کدام در مخلوط تعیین می شود. مصالح  
سنگی، مورد آزمایش دانه بندی طبق روش C۱۳۶ ای اس تی ام  
T-۲۷ آشتو قرار می گیرد. قیر بدست آمده از آزمایش T-۱۶۴  
آشتو<sup>(۱)</sup>، با روش D۱۸۵۶ ای اس تی ام و یا T۱۷۰ آشتو از  
حلال بنزین جدا می شود و درجه نفوذ قیر طبق آزمایش D۵ ای  
اس تی ام و یا T-۴۹ آشتو و کندروانی آن در ۶۰ درجه سانتیگراد  
با آزمایش D۲۱۷۱ ای اس تی ام یا T۲۰۲ آشتو تعیین می شود.

#### ۱۳-۶-۳-۱ ارزیابی مصالح سنگی جدید

برای تنظیم دانه بندی مصالح سنگی استخراج شده (از  
آسفالت به دست آمده) معمولاً لازم است مصالح سنگی جدید  
با دانه بندی مشخص به آن اضافه شود. دانه بندی مصالح جدید با  
روش C۱۳۶ ای اس تی ام یا T-۲۷ آشتو تعیین می شود.

۱۳-۶-۴-۱ ارزیابی افزودنیهای قیری و مواد احیاء کننده  
برای اصلاح و احیاء قیر کهنه و قدیمی مخلوط آسفالتی  
حاصل از بازیافت، بر حسب اینکه روش بازیافت، سرد و یا گرم  
باشد، از فرآوردهای قیری و یا محصولات نفتی با مشخصات  
ویژه ای استفاده می شود. این مواد به دو منظور زیر مصرف  
می شوند.

- افزایش مقدار قیر مخلوط آسفالتی بازیافتی و انطباق آن از نظر  
کمی با مقدار قیر طرح

- اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیائی قیر کهنه و قدیمی به

اولین گام در طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی همانا  
رزیابی مواد استخراج شده است. به این منظور قیر و مصالح  
سنگی از هم مجزا گشته و هر یک تحت آزمایش های لازم قرار  
می گیرد. سپس، انتخاب و آزمایش مواد جدید، شامل قیر و یا  
ماده احیاء کننده و همچنین مصالح سنگی جدید با دانه بندی  
مشخص، می باشد. این مواد به طریقی انتخاب می شود که برای  
نسبت تعیین شده بازیابی ۲/۷ (نسبت مواد استخراج شده به مواد  
جدید) مناسب باشد. آخرین مرحله، تعیین درصد قیر بهینه و  
انتخاب فرمول کارگاهی مخلوط می باشد.

#### ۱۳-۶-۱ ارزیابی مصالح

معمولآ مخلوط آسفالت بازیافتی از آسفالت به دست آمده از  
روسازی، قیر، ماده احیاء کننده و مصالح سنگی جدید تشکیل  
شده است. بنابراین جهت طرح مخلوط، در ابتدا از مصالح نامبرده  
نمونه برداری شده و سپس مورد آزمایش و ارزیابی قرار می گیرند.

#### ۱۳-۶-۱-۱ نمونه برداری

روش های گوناگونی برای نمونه برداری وجود دارد که از آنها  
می توان روش های D۱۴۰ ای اس تی ام برای نمونه برداری قیر،  
D۷۵ ای اس تی ام جهت مصالح سنگی و DV۹۷ ای اس تی ام برای مخلوط آسفالتی را نام برد. روش  
نمونه برداری پراکنده نیز یکی از روش های معمول می باشد.  
مراحل مختلف این روش در D۳۶۶۵ ای اس تی ام ارائه شده  
است.

به علت اینکه آسفالت به دست آمده از روسازی در اثر  
خرد و آسیاب شدن تغییر دانه بندی می دهد از این جهت  
نمونه برداری باید در پای کار انجام شود. نحوه نمونه برداری  
طبق T-۲ آشتو می باشد.

با EP-۳ تا ER-۱ نوع سه در ASTM D-۵۵۰۵ معرفی شده است. این مخلوط قیر که می‌شوندکه می‌توانند قیر کهنه و قدیمی موجود در مخلوط بازیافت را احیاء و اصلاح نمایند. نوع ER-۱ فقط عملکرد احیاء قیر کهنه را دارد، در حالیکه هریک از امولسیونهای ER-۲ و ER-۳، ترکیبی از مواد احیاء کننده و قیر می‌باشد که در صورت افزودن مصالح سنگی جدید به مخلوط بازیافت و در نتیجه نیاز به افزایش قیر مخلوط، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۱۳-۱-۵ ارزیابی مخلوط مصالح سنگی

مشخصات و دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی به دست آمده و جدید باید با مشخصات فنی لایه مورد نظر (روزیه، آستر، اساس آسفالتی و اساس) مطابقت داشته باشد.

### ۱۳-۶-۲ طرح اختلاط

طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی گرم به روش مارشال، طبق نشریه انتیتو آسفالت MS-۲۰ و بشرح زیر می‌باشد:

### ۱۳-۶-۱ طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی بصورت گرم

مراحل مختلف طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی گرم بشرح زیر است:

۱- تعیین مقدار مصالح سنگی جدید و تنظیم دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی به دست آمده و این که مشخصات مصالح با مشخصات فنی مورد درخواست برای لایه مورد نظر مطابقت داشته باشد.

۲- محاسبه میزان تقریبی قیر موردنیاز برای مخلوط مصالح با فرمول تجربی زیر:

$$P_c = 0.035a + 0.045b + F +$$

برای ۱۱ تا ۱۵ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰ ۱۵۰

قیری که از نظر درجه نفوذ و یا کندروانی و یا سایر مشخصه‌های فنی منطبق با شرایط طراحی و نهایتاً نوع قیر انتخابی برای مخلوط بازیافت اصلاح شده باشد. مشخصات فنی مواد قیری و یا احیاء‌کننده‌های مصرفی در بازیافت باید مطابق مشخصات زیر باشد.

الف - افزودنیهای بازیافت گرم موارد مصرف این افزودنیها برای روش‌های مختلف بازیافت گرم و بتون آسفالتی محدود می‌شود و باید با مشخصات ۴۵۵۲ ASTM D مطابقت داشته باشد.

این مواد شامل شش گروه افزودنی از RA-۱ (نوع رقیق) تا RA-۵۰۰ (نوع غلیظ) است که کندروانی آنها در ۰ درجه سانتیگراد از حد اکثر ۱۷۵ صدم استوکس (RA-۱) تا حد اکثر ۶۰۰۰ صدم استوکس (RA-۵۰۰) متغیر است.

مصرف افزودنیهای رقیق این ترکیبات (RA-۱ تا RA-۷۵) برای مواردی است که درصد وزنی مصالح سنگی جدید افزوده شده به مواد خام بازیافت کمتر از ۳۰ درصد باشد. در شرایطی که این نسبت از ۳۰ درصد تجاوز کند از افزودنیهای غلیظ ۲۵۰ و RA-۵۰۰ استفاده می‌شود.

ب - افزودنیهای امولسیونی این افزودنیهای امولسیونی از فرآورده‌های نفتی تهیه می‌شوند که برای بازیافت گرم، سرد، کارخانه‌ای، درجا و بازیافتهای سطحی کاربرد دارند. این مواد باید با مشخصات ۵۵۰۵ ASTM D مطابقت داشته باشند.

افزودنیهای امولسیونی برای بازیافت فقط به نوع ۵۵۰۵ ASTM D محدود نمی‌شوند. از قیرآبهای کاتیونیک و یا آئیونیک بشرح فصل پنجم نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

افزودنیهای امولسیونی (باستثنای قیرآبهای) منطبق

در محور عمودی سمت راست نمودار، به نقطه C برخورد می نماید. نقطه C نشانگر درجه نفوذ لازم برای قیر جدید و یا ماده احیا کننده جهت اختلاط با قیر قدیمی در آسفالت بدست آمده می باشد. نوع و درجه قیر به نحوی انتخاب می شود که درجه نفوذ در نقطه C را در برابر گیرد.

**۵- آزمایش تعیین درصد قیر بهینه**  
برای تعیین درصد قیر بهینه، اختلاطی مرکب از درصد دلخواه آسفالت بدست آمده، مصالح سنگی جدید و درصد های مختلفی از قیر تهیه می شود. سپس با استفاده از روش مارشال، درصد قیر بهینه مطابق دستورالعمل نشریه MS-۲۰ انتیتو آسفالت تعیین می گردد.

**۱۳-۶-۲-۲ طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی بروش سرد**  
جهت طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی به روش سرد، به آیین نامه انتیتو آسفالت MS-۲۱ رجوع شود.

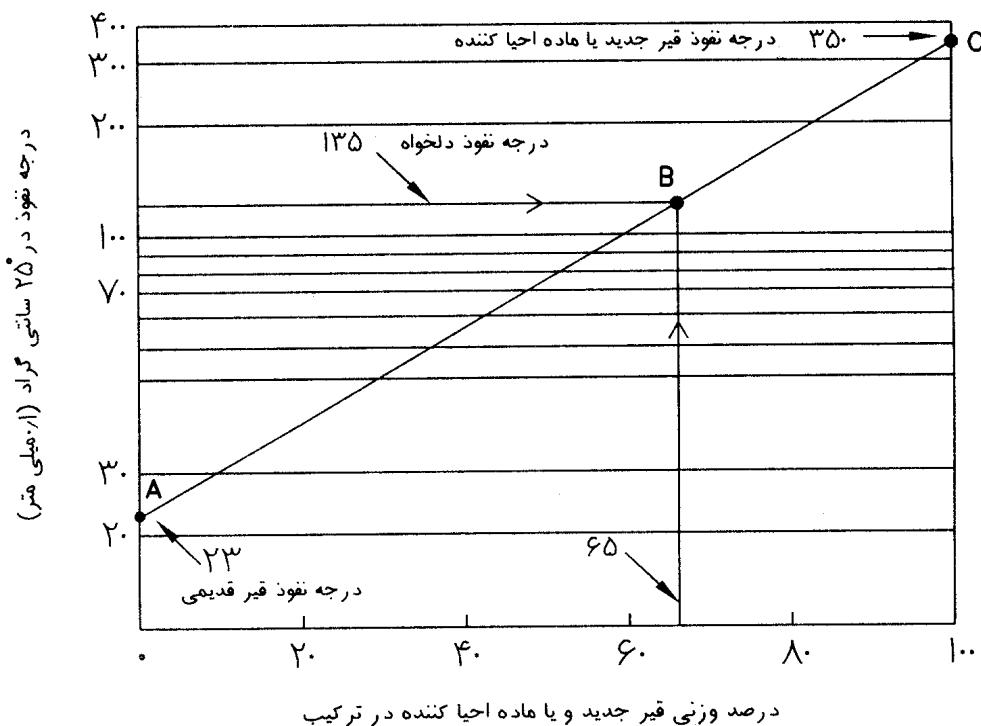
**۷-۱۳ تعیین ضخامت**  
به طور کلی از کلیه روش هایی که در تعیین ضخامت روسازی با استفاده از آسفالت گرم بهره برداری می شود، می توان در جهت تعیین ضخامت روسازی با آسفالت بازیافتنی گرم نیز استفاده نمود.

برای ۵ تا ۱۰ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۱۸۰  
برای ۵ درصد یا کمتر عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۲۰۰  
در این رابطه:  
P<sub>c</sub> - درصد کل قیر تقریبی مورد نیاز نسبت به وزن کل مخلوط  
a - درصد مصالح سنگی که بر روی الک شماره ۸ باقی می ماند.  
b - درصد مصالح سنگی که از الک شماره ۸ عبور می کند و بر روی الک شماره ۲۰۰ باقی می ماند.  
c - درصد مصالح سنگی عبوری از الک شماره ۲۰۰  
F - صفر تا دو درصد، که بر اساس جذب قیر کم و یا زیاد مصالح سنگی، تعیین می شود. در صورت فقدان سایر اطلاعات رقم ۰/۷ تا ۱ را می توان جایگزین کرد.  
۳- تعیین درصد قیر جدید مورد نیاز در مخلوط بازیافتنی از فرمول زیر:

$$P_r = P_c - (P_a \times P_p)$$

P<sub>r</sub> - درصد قیر جدید مورد نیاز در مخلوط بازیافتنی  
P<sub>c</sub> - درصد تقریبی کل قیر، نسبت به وزن کل مخلوط  
P<sub>a</sub> - درصد قیر در آسفالت به دست آمده از روسازی قدیمی  
P<sub>p</sub> - درصد آسفالت بازیافتنی در کل مخلوط  
۴- انتخاب نوع و درجه قیر یا ماده احیا کننده

درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیا کننده با استفاده از نموداری مشابه نمودار شکل ۶-۱۳ تعیین می شود. یک درجه نفوذ، به عنوان هدف برای ترکیب قیر جدید و قدیمی، با توجه به شرایط آب و هوایی، میزان و نوع ترافیک تحت نظر دستگاه نظارت انتخاب می شود. درجه نفوذ قیر قدیمی در محور عمودی قسمت چپ نمودار ترسیم می گردد (نقطه A). سپس خط عمودی، که معرف درصد قیر جدید که در مرحله ۳ محاسبه گردیده، رسم می شود. محل تلاقی آن با خط افقی، که معرف درجه نفوذ هدف می باشد، در نقطه B تعیین می شود. پس از آن خط مستقیمی از نقطه A به B ترسیم می گردد. امتداد این خط،



شکل ۱۳-۶ نمودار تعیین درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیا کننده

## فهرست راهنما

افزودنیهای قیر	۱۳-۵	آب بندی رویه راه	۱-۷
انتخاب دانه‌بندی کارگاهی	۵-۸	آزمایش سی بی آر	۹-۱
انتخاب قیر	۳-۸	آزمایش کنترل کیفیت	۶-۴، ۸-۳
انتخاب قیر مناسب	۱-۶	آستر(بیندر)	۱-۹، ۱-۴
اندود	۱-۶	آسفالت	۱-۹، ۱-۷، ۱-۸، ۱۷-۷، ۲-۷
اندود سطحی	۱-۶ و ۲ و ۴ و ۷	آستر(بیندر)	۱-۹، ۱-۴
اندود نفوذی	۱-۶ و ۴ و ۷	اساس قیری	۱-۹، ۱-۴
اندودهای آببند	۱۳-۷	اساس ماکادامی	۳-۴
انواع آسفالت سرد	۱-۸	رویه(توپکا)	۱-۹، ۱-۴
انواع آسفالت گرم	۱-۹	آسفالت سرد	۱۷ و ۱۴ و ۸ و ۱-۸
انواع آسفالتهای حفاظتی	۲-۷	آسفالت سطحی	۲-۷
انواع اساس	۱-۴	آسفالت گرم	۱-۹
انواع اندودهای آببند	۱۳-۷	آسفالتهای حفاظتی	۱۸-۷، ۱-۷
انواع دانه‌بندی	۱۵-۷	آسفالتهای متخلخل	۲۰-۷، ۱۷-۷
انواع روسازی	۶-۱	آماده‌سازی بستر روسازی	۱-۲
انواع زیراساس	۱-۳	آماده‌سازی سطح راه	۱۶-۸، ۶-۶، ۴-۴
انواع قیر	۳ و ۱-۵	آین‌نامه‌ها	۱۲ و ۱۱ و ۸-۱
انواع قیرهای نفتی	۳-۵	اثر یخ‌بندان	۱۰ و ۳-۱
برش خاکی	۱-۲	اجرای: آسفالت سرد	۱۶-۸
برش سنگی	۱-۲	آسفالتهای حفاظتی	۱۸-۷
بستر روسازی	۱-۲، ۲-۱	آسفالتهای متخلخل	۲۰-۷
بهسازی	۲-۷	انواع اساس	۳-۴
پخش آسفالت	۱۹-۸	انواع زیراساس	۴-۳
پخش قیر	۱۷-۸ و ۶-۶	روغن پاشی	۲۰-۷
پخش و کوبیدن	۱۹-۷، ۴-۴	غبار نشانی	۲۰-۷
پریم کت	۷ و ۴ و ۱-۶	اختصارها	۱۳-۱
تاب سایشی	۳-۱	اختلاط آسفالت سرد	۱۷ و ۱۴ و ۸-۸
تاب لغزشی	۴-۱	اساس	۱-۴، ۳-۱
ثبت خاک	۲-۲	اساس آسفالتی	۱-۹
تراکم	۱۹-۸، ۲-۲	اساس قیری	۱-۴
تراکم آسفالت	۱۹-۸	اساس ماکادامی	۴ و ۱-۴

## فهرست راهنمای

زیراساس ۲-۱، ۱-۳، ۱-۳ و ۲-۳	تراکم بستر روسازی ۲-۲
زیراساس رودخانه‌ای ۲-۳	تراکم خاک بستر ۲-۲
زیراساس سنگی ۲-۳	تعاریف ۱-۱
زیراساس آهکی ۳-۳	تک کت ۶-۶ و ۴ و ۲ و ۱
ساختار شیمیایی قیرهای نفتی ۲-۵	حفظات ۶-۴
سنگدانه ۷ و ۳-۷، ۱۷ و ۳-۸، ۸ و ۱-۸، ۵ و ۲-۹	حمل آسفالت
سی بی آر ۱-۹، ۲-۲ و ۲-۳	حمل قیر ۶-۹
سی بی آر طرح ۳-۲	خاک برداری ۱-۲
شل ۱۰-۱	خاک بستر ۶-۱
طراحی با روش نشانه گروهی ۹-۱	خاک حساس در یخندهان ۱۰-۱
طرح آسفالت سطحی ۶-۷	خاکریزی ۱-۲
طرح آسفالت متخلخل ۱۷-۷	دانه‌بندی ۴-۱، ۷-۳، ۸-۲، ۸-۲، ۷-۳، ۸-۱، ۷-۳
طرح اختلاط ۷-۸ و ۸-۶	دانه‌بندی آستر(بیندر) ۴-۱
طرح روسازی ۱-۴ و ۹-۱، ۷-۶ و ۷-۱	دانه‌بندی اساس ۴-۱
عدد ضخامت روسازی	دانه‌بندی اساس قیری ۴-۱
عملکرد اندوتها ۱-۶	دانه‌بندی اساس ماکadamی ۴-۱
عوامل موثر در طرح روسازی ۱-۴	دانه‌بندی رویه (توپکا) ۴-۱
غبار نشانی ۷-۱۸	دانه‌بندی زیراساس ۱-۳، ۱-۳ و ۲-۳
غلتکهای فلزی دو چرخ ۸-۱۵	دانه‌بندی سنگدانه ۷-۳ و ۸-۲
غلتکهای فلزی سه چرخ ۸-۱۵	درجہ حرارت قیر ۸-۵
غلتکهای فلزی ۸-۱۶ و ۸-۱۵	دمای پخش قیر ۶-۳
غلتکهای لرزان(ویبره) ۸-۱۶	روسازی ۷-۸ و ۷-۶
قشرهای آسفالتی ۱-۹، ۴-۱، ۳-۱	روسازی آسفالتی (انعطاف پذیر) ۷-۱
قطعه طرح ۲-۳	روسازی سخت یا بتنه(بتن سیمانی) ۱-۶
قیر ۵-۹، ۸-۸، ۱-۵	روسازی مختلط ۱-۸
قیرابه ۷-۵ و ۷-۵ و ۸-۷ و ۸-۷	روشهای طرح ۹-۷ و ۸-۱
قیرپاش ۵-۶	روشهای طرح روسازی ۷-۹
قیرپاشی ۷-۱۹	روغن پاشی ۷-۱۸
قیرهای طبیعی ۵-۱	رویه آسفالت سطحی ۷-۱
قیرهای مایع دیرگیر ۵-۶	رویه(توپکا) ۹-۱
قیرهای مایع زودگیر ۵-۵	زهکشی ۱-۳

## فهرست راهنمای

- میزان پخش قیر ۴-۶
- نشانه خمیری ۴-۳
- نشانه گروهی (Group Index = GI) ۹-۱
- نمونه‌گیری ۲-۲
- وسایل تهیه آسفالت سرد ۱۳-۸
- یخیندان ۱-۱ و ۳-۶ و ۱۰
- قیرهای مایع کندگیر ۶-۵
- قیرهای محلول ۸-۷ و ۸-۵ و ۷-۸
- قیرهای نفتی ۲-۵
- کاربرد قیر ۱۰-۵
- کنترل سطح آسفالت ۱۹-۸
- کنترل ترافیک ۲۱-۷
- کنترل دمای پخش ۳-۶
- کنترل سطح بستر روسازی ۴-۲
- کنترل سطح تمام شده اساس ۸-۳
- کنترل سطح تمام شده زیر اساس ۵-۴
- کنترل کیفیت ۶-۴، ۸-۳
- کنترل مخلوط آسفالتی
- کنترل وسایل نقلیه ۷-۶
- گرم کردن قیر ۱۲-۵
- لایه‌های روسازی ۱-۱ و ۶
- ماسه آسفالت ۱-۹
- محاسبه مقدار قیر و سنگ ۸-۷
- مخلوطهای آسفالتی ۱-۴، ۱-۹ و ۷-۱
- مخلوطهای بتن آسفالتی ۷-۹
- مشخصات فنی ۱۳-۸
- مشخصات فنی اساس ۱-۴
- مشخصات فنی زیراساس ۲-۳
- مصالح اساس ماکادمی ۳-۴
- مصالح درشت دانه ۳-۴، ۳-۹
- مصالح ریز دانه ۳-۹، ۳-۴
- معیارها ۱-۱ و ۸-۹ و ۱۱-۱ و ۱۲
- معیارهای طراحی روسازی آسفالتی ۱-۱ و ۹-۱ و ۱۱-۱ و ۱۲
- مقاومت خاک ۲-۲
- مواد قیری ۶-۱، ۷-۲، ۸-۱ و ۱۷-۱ و ۱۸-۱ و ۲-۸

base	اساس	آ
black base	اساس قیری	آب بندی
stability, strength	استقامت	آزادراه
internal friction	اصطکاک داخلی	آزمایش تراکم سه محوره
friction	اصطکاک	آزمایش دانه بندی
lime treated	اصلاح شده با آهک	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
cement treatment	اصلاح شده با سیمان	آزمایش سی بی آر
additives, admixtures	افزودنی ها	آزمایش کنترل کیفیت
economics of design	اقتصاد طراحی	آزمایش مقاومت در محل
emulsified asphalt	امولسیون قیر	آستر
depot	انبار	آسفالت
effective size	اندازه موثر	آسفالت حفاظتی
coat	اندود	آسفالت سرد
tack coat	اندود سطحی	آسفالت سرد (مخلوط شده در راه)
prime coat	اندود نفوذی	آسفالت سرد (مخلوط شده در کارگاه)
safety	ایمنی	آسفالت سطحی
	ب	آسفالت گرم
wheel loads	بار چرخ	آسفالت های متخلخل
equivalent wheel load	بار چرخ معادل	آسیاب کلوئیدی
axle loads	بار محوری	آلی
tandem axle load	بار محوری دو قلو	آمد و شد
equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز	آهک زنده
concrete	بتن	آهک شکفته
asphalt concrete	بتن آسفالتی	۱
cement concrete	بتن سیمان	اجباری
critical	بحرانی	اختصارات
poorly graded	بد دانه بندی شده	اختلاط در کارخانه
field investigations	بررسی کارگاهی	اختلاط در محل (درج)
computer programs	برنامه های کامپیوتري	اختلال در محل (درج)
expressway	بزرگراه	ارزش پس مانده
roadbed	بستر راه	ارزیابی روسازی

unconsolidated	تحکیم نشده	sub grade	بستر روسازی
sieve analysis	تحلیل دانه‌بندی	gasoline	بنزین
subsurface drainage	تخليه آب زیرسطحی	improvement	بهسازی
cross drainage	تخليه عرضی آب	binder	بیندر
rammer	تحماق		پ
reflection crack	ترک انعکاسی	design factors	پارامترهای طرح
shrinkage crack	ترک انقباضی	stability	پایداری
traffic	ترافیک	spreading	پخش
density	تراکم	sealing of cracks	پرکردن ترکهای روسازی
field compaction	تراکم در کارگاه	prime coat	پریم کت
proof rolling	تراکم عمیق خاک با غلتکهای سنگین	backfill	پشت پرکردن
crack	ترک	pedestrian	پیاده
longitudinal crack	ترک طولی	sidewalk, walkway	پیاده‌رو
transversal crack	ترک عرضی	over designed	پیش‌طراحی شده
alligator cracks	ترکهای پوست‌سوسماری (مزائیکی)		ت
Filter	تسویه کننده	signs	تابلوها
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	crown	تاج در مقطع عرضی راه
definition	تعريف	pavement crowns	تاج روسازی
strain	تغییر شکل نسبی	stabilization	ثبت
deformation	تغییر شکل	lime stabilization	ثبت با آهک
intersection	تقاطع	cement stabilization	ثبت با سیمان
interchange	تقاطع غیرهمسطح (تبادل)	soil stabilization	ثبت خاک
at grade intersection	تقاطع همسطح	lime stabilized	ثبت شده با آهک
distillation	تقطری	cement stabilized	ثبت شده با سیمان
tack coat	تک کت	reconstruction	تجدید ساختمان
repeated loads	تکرار بارگذاری	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crossings	تلاقي	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
expressway	تند راه	cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها
stress	تنش	flocculation	تجمع (فولوکولاسیون)
top coat	توپکا	roadside installations	تجهیزات کنار راه
swelling	تورم	consolidation	تحکیم (کاهش آب در لایه)

embankment, fill	خاکریزی	frost heave	/	تورم ناشی از یخبندان
void	خالی	traffic distribution		توزیع ترافیک
structural failure	خرابی بنیادی (سازه‌ای)	settlement		تهنشینی
pavement failure	خرابی روسازی	void		تهی
functional failure	خرابی سطحی (وظیفه‌ای)			ج
pulverization	خرد و نرم	highway		جاده
fatigue	خستگی	power broom		جاروی مکانیکی
dryer	خشک کن	curb		جدول
drum mixer	خشک کن مجهز به مخلوط کن	dike		جدول آسفالتی
plastic properties	خصوصیات خمیری	median curbs		جدول میانه
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	water absorption		جذب آب
painting	خط کشی			ج
well graded	خوب دانه‌بندی شده	pot hole		چاله
design vehicle	خودروی طرح	cohesion		چسبندگی
	د	specific gravity		چگالی
sieve analysis	دانه بندی	multilane		چند خطه
dense graded	دانه‌بندی توپر	multiple lanes		چند خطی
open graded	دانه‌بندی توخالی (باز)			ح
temperature	درجه حرارت	design hourly volume		حجم ساعتی طرح
classification	دسته‌بندی	plastic limit		حد خمیری
drainage	دفع آب	liquid limit		حد روانی
surface drainage	دفع آبهای سطحی	minimum		حداقل
durability	دوام	atterberg limits		حدود اتربرگ
reconstruction	دوباره سازی	frost susceptible		حساس در برابر یخبندان
design period	دوران طرح	protection		حفظاً
period	دوره	naphtha		حل کننده نفتی
design period	دوره طرح			خ
	ر	soil		خاک
road	راه	reactive soil		خاک با واکنش
private road	راه اختصاصی	ductility		خاصیت انگمی
major highway	راه اصلی	excavation		خاکبرداری

leveling course, top coat	رویه	detour	راه انحرافی
windrow	ریسه	rural road	راه بیابانی
	ز	frontage road	راه جانبی
subdrain, subsurface drainage	زهکشی	divided highway	راه جداشده
subbase	زیراساس	tow lane highway	راه دوخطه
	س	toll road	راه عوارضی
construction	ساخت	local road	راه محلی
initial construction	ساخت اولیه	railroad	راه آهن
stage construction	ساخت مرحله‌ای	guide	راهنما
structure	سازه	index	راهنما
abrasion	سایش	public road	راههای عمومی
surface	سطح	secondary road	راههای فرعی
refuge area	سکو	conventional highways	راههای معمولی
rock	سنگ	clay	رس
shale	سنگ رسی	optimum water content	رطوبت بهینه خاک در تراکم
crusher	سنگ شکن	ramp	رمپ
passenger car	سواری	tolerance	رواداری
diesel oil	سوخت دیزل	asphalt flow	روانی آسفالت
design CBR	سی بی آر طرح	asphalt bleeding	روزن قیر
	ش	pavement	روسازی
elongation index	شاخص دراز بودن	flexible pavement	روسازی انعطاف‌پذیر (آسفالتی)
shoulder	شانه راه	full depth asphalt pavement	روسازی تمام‌آسفالتی
grader scarified	شخم زدن گریدر	rigid pavement	روسازی سخت ( بتنی )
ripper	شکافنده	airport pavement	روسازی فرودگاه
gravel	شن	mixed pavement	روسازی مختلط
rutting	شیار	method	روش
grade, slope	شیب	finite element method	روش اجزا محدود
critical slope	شیب بحرانی	group index method	روش نشانه گروهی
ramp	شیب راهه	road oiling	روغن پاشی راه
cross slope	شیب عرضی	lubricating oil	روغن موتور
wheelchair ramps	شیپراهه چرخ معلولان	flexible overlays	روکش آسفالتی

sheepfoot roller	غلتک پاچه بزی		ص
vibrating roller	غلتک ویبره	vibrating plate	صفحه لرزنده
steel rollers	غلتکهای فلزی		ض
vibrating rollers	غلتکهای لرزان	dynamic elastic modulus	ضریب ارتجاعی دینامیکی
non destructive	غیر تخریبی	friction factors	ضریب اصطکاک
	ف	equivalent load factor	ضریب بار هم ارز
oven	فر	bearing value	ضریب باربری
erosion	فرساش خاک	resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی
job mix formula	فرمول کارگاهی	spread modulus	ضریب پخش
density	فسردگی	flakiness index	ضریب تخت بودن
asphalt finishing machine	فینیشر	dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
	ق		ط
serviceability	قابلیت خدمت	classification	طبقه بندی
ductility	قابلیت شکل پذیری	soil classification	طبقه بندی خاک
borrow	قرضه	design	طراحی
asphalt layers	قشرهای آسفالتی	mix design	طرح اختلاط
tar	قطران	pavement design	طرح روسازی
road section	قطعه راه		ظ
boulder	قلوه سنگ	capacity	ظرفیت
asphalt, bitumen	قیر		ع
cutback asphalt	قیر پس برگرد	service life	عمر خدمت دهنده
blown asphalt	قیر دمیده	pavement life	عمر روسازی
cutback asphalt	قیر محلول	service life	عمر سرویس دهنده
emulsion	قیرابه	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
slow setting emulsion(SS)	قیرابه دیر گیر	cure	عمل آمدن
rapid setting emulsion(RS)	قیرابه زود گیر	performance	عملکرد
medium setting emulsion(MS)	قیرابه کند گیر		غ
asphalt distributor	قیرپاش	roller	غلتک
road oiling	قیرپاشی	smooth wheel roller	غلتک چرخ فولادی
asphalt cement	قیرخالص	pneumatic tired roller	غلتک چرخ لاستیکی
natural asphalt	قیرهای طبیعی	grid roller	غلتک مشبك

filler	ماده پر کننده	liquid asphalt	قیرهای محلول
stabilizing agent	ماده تثبیت کننده	slow curing asphalt(SC)	قیرهای محلول دیرگیر
sand	ماسه	rapid curing asphalt(RC)	قیرهای محلول زودگیر
sand asphalt	ماسه آسفالت	medium curing asphalt(MC)	قیرهای محلول کندگیر
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت		ک
computer	ماشین حسابگر	batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	truck trailer	کامیون یدکدار
compaction	متراکم کردن (کاهش هوا در لایه)	roadway	کف راه
subgrade compaction	متراکم کردن بستر روسازی	vibrating shoe	کفشک لرزنده
unconfined	محدود نشده	colloid	کلوئیدی
single axle	محور ساده (تکی)	under designed	کم طراحی شده
environment	محیط	minimum	کمترین
mixer	مخلوط کردن	minimum	کمینه
road mix	مخلوط در راه (در محل)	viscosity	کندروانی
rotary mixer	مخلوط کن دوار	vibrating compactors	کوبنده ویبره
stage construction	مرحله‌بندی ساخت	compactors	کوبنده‌ها
soundness	مرغوبیت		گ
materials	مصالح	oven	گرمخانه
aggregates	مصالح دانه‌ای	boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه
river bed material	مصالح رودخانه	capacity	گنجایش
economic studies	مطالعات اقتصادی	bearing capacity	گنجایش تحمل بار
strength	مقاومت	rutting	گودی
soil bearing	مقاومت خاک		ل
cross section	قطع عرضی	patching	لکه‌گیری
rural area	منطقه روستایی	silt	لای
urban area	منطقه شهری	binder course	لایه آستر، لایه بیندر
capillary	موئینه	base course	لایه اساس
optimum moisture content	میزان نسبت درصد رطوبت مناسب	pavement layers	لایه‌های روسازی
optimum asphalt content	میزان نسبت درصد قیر مناسب	skidding	لغزش
			ن
roughness	ناهمواری	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز

California bearing ration (CBR)	نسبت باربری کالیفرنیا
void ratio	نسبت تخلخل
void ratio	نسبت خلاه
serviceability index	نشانه (شاخص) خدمت
traffic index	نشانه ترافیک
plasticity index	نشانه خمیری
group index	نشانه گروهی
penetration index	نشانه نفوذ
freezing index	نشانه یخبندان
settlement	نشست
petroleum	نفت
crude oil	نفت خام
kerosene	نفت سفید
maintenance	نگهداری
undisturbed samples	نمونه برداری دست نخورده
sampling	نمونه گیری
soil profile	نیمرخ (مقطع) خاک
profilometer	نیمرخ سنج
cross section	نیمرخ عرضی

و

pozzolanic reaction	واکنش پوزولانی
patching	وصله

ه

objectives	هدف‌ها
objectives of design	هدف‌های طراحی
design objectives	هدف‌های طرح
sand equivalent	هم‌ارز ماسه

ی

one size	یک اندازه
freezing	یخبندان
trailer	یدک پشت کامیون

<b>A</b>				
abbreviations	اختصارات	black base		اساس قیری
abrasion	سایش	blown asphalt		قیر دمیده
additives	افزودنی‌ها	boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه	
admixtures	افزودنی‌ها	borrow		قرضه
aggregates	مصالح دانه‌ای	boulder		قلوه سنگ
airport pavement	روسانی فرودگاه	C		
alligator cracks	ترکهای پوست‌سوسمازی (موزانیکی)	California bearing ration (CBR)	نسبت‌باربری کالیفرنیا	
asphalt	آسفالت، قیر	capacity	گنجایش، ظرفیت	
asphalt bleeding	روزنده قیر	capillary		مؤئلنه
asphalt cement	قیرخالص	CBR test		آزمایش سی بی آر
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	cement concrete		بتن سیمان
asphalt concrete	بتن آسفالتی	cement stabilization		ثبت با سیمان
asphalt distributor	قیرپاش	cement stabilized		ثبت شده با سیمان
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت، فینیشر	cement treatment		اصلاح شده با سیمان
asphalt flow	روانی آسفالت	classification		دسته‌بندی، طبقه‌بندی
asphalt layers	قشرهای آسفالتی	clay		رس
asphalt surface treatment	آسفالت‌سطحی	coat		اندود
at grade intersection	تقاطع همسطح	cohesion		چسبندگی
atterberg limits	حدود اتربرگ	cold mix asphalt		آسفالت سرد
axle loads	بار محوری	cold asphalt		آسفالت سرد
<b>B</b>		colloid		کلوئیدی
backfill	پشت پر کردن	colloid mill		آسیاب کلوئیدی
base	اساس	compaction		متراکم کردن (کاهش هوادرلایه)
base course	لایه اساس	compactors		کوبنده‌ها
batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)	computer		ماشین حسابگر
bearing capacity	گنجایش تحمل بار	computer programs		برنامه‌های کامپیوتری
bearing value	ضریب باربری	concrete		بتن
binder	آستر، بیندر	consolidation		تحکیم (کاهش آب در لایه)
binder course	لایه آستر، لایه بیندر	construction		ساخت
bitumen	قیر	conventional highways		راههای معمولی
		cost analysis		تجزیه و تحلیل هزینه‌ها
		crack		ترک

critical	بحرانی	drum mixer	خشک کن مجهرز به مخلوط کن
critical slope	شیب بحرانی	dryer	خشک کن
cross drainage	تخلیه عرضی آب	ductility	خاصیت انگمی - قابلیت شکل پذیری
cross section	مقطع عرضی، نیمرخ عرضی	durability	دوان
cross slopes	شیب عرضی	dynamic elastic modulus	ضریب ارتعاعی دینامیکی
crossings	تلاقی	dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
crown	تاج در مقطع عرضی راه	<b>E</b>	
crude oil	نفت خام	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crusher	سنگ شکن	economic studies	مطالعات اقتصادی
curb	جدول	economics of design	اقتصاد طراحی
cure	عمل آمدن	effective size	اندازه موثر
cutback asphalt	قیر محلول، قیر پس برگرد	elongation index	شاخص دراز بودن
<b>D</b>			
definition	تعریف	embankment	خاکریزی
deformation	تغییر شکل	emulsified asphalt	امولسیون قیر
dense graded	دانه‌بندی توپر	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز
density	تراکم، فشردگی	emulsion	قیرابه
depot	انبار	environment	محیط
design	طراحی	equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز
design CBR	سی بی آر طرح	equivalent load factor	ضریب بار هم ارز
design factors	پارامترهای طرح	equivalent wheel load	بار چرخ معادل
design hourly volume	حجم ساعتی طرح	erosion	فرسایش خاک
design objectives	هدفهای طرح	excavation	خاکبرداری
design period	دوران طرح، دوره طرح	expressway	بزرگراه، تند راه
design vehicle	خودروی طرح	<b>F</b>	
detour	راه انحرافی	fatigue	خستگی
diesel oil	سوخت دیزل	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
dike	جدول آسفالتی	field compaction	تراکم در کارگاه
distillation	تقطیر	field investigations	بررسی کارگاهی
divided highway	راه جداسده	fill	خاکریزی
drainage	زهکشی - دفع آب	filler	ماده پرکننده
		filter	تسویه کننده

finite element method	روش اجزا محدود	index	راهنما
flakiness index	ضریب تخت بودن	initial construction	ساخت اولیه
flexible overlays	روکش آسفالتی	interchange	تقاطع غیرهمسطح(تبادل)
flexible pavement	رسازی انعطاف پذیر(آسفالتی)	internal friction	اصطکاک داخلی
flocculation	تجمع (فولوکولاسیون)	intersection	تقاطع
freeway	آزادراه	J	
freezing	یخندهان	job mix formula	فرمول کارگاهی
freezing index	نشانه یخندهان	K	
friction	اصطکاک	kerosene	نفت سفید
friction factors	ضریب اصطکاک	L	
frontage road	راه جانبی	leveling course	رویه
frost heave	تورم ناشی از یخندهان	lime stabilization	ثبت با آهک
frost susceptible	حساس در برابر یخندهان	lime stabilized	ثبت شده با آهک
full depth asphalt pavement	رسازی تمام آسفالتی	lime treated	اصلاح شده با آهک
functional failure	خرابی سطحی (وظیفه‌ای)	liquid asphalts	قیرهای محلول
<b>G</b>			
gasoline	بنزین	liquid limit	حد روانی
grade	شیب	local road	راه محلی
grader scarified	شخم زدن گریدر	longitudinal crack	ترک طولی
gravel	شن	Los Angles abrasion test	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
grid roller	غلتک مشبك	lubricating oil	روغن موتور
group index	نشانه گروهی	M	
group index method	روش نشانه گروهی	maintenance	نگهداری
guide	راهنما	major highway	راه اصلی
<b>H</b>			
highway	جاده	mandatory	اجباری
hot mix asphalt	آسفالت گرم	materials	مصالح
hydrated lime	آهک شکفته	median curbs	جدول میانه
<b>I</b>			
improvement	بهسازی	medium curing asphalts (MC)	قیرهای محلول کندگیر
in place mixing	اختلال در محل (درباره)	medium setting emulsion (MS)	قیرابه کندگیر
in place bearing test	آزمایش مقاومت در محل	method	روش
		minimum	حداقل، کمترین، کمینه
		mix design	طرح اختلاط

**واژه نامه انگلیسی - فارسی آبین نامه روسازی راههای ایران**

<b>mixed in place</b>	اختلاط در محل (درجا)	<b>pavement life</b>	عمر روسازی
<b>mixed pavement</b>	روسازی مختلط	<b>pedestrian</b>	پیاده
<b>mixer</b>	مخلوط کردن	<b>pedestrian facilities</b>	تسهیلات پیاده
<b>multilane</b>	چندخطه	<b>penetration index</b>	نشانه نفوذ
<b>multiple lanes</b>	چندخطی	<b>performance</b>	عملکرد
<b>N</b>			
<b>naphtha</b>	حل‌کننده نفتی	<b>petroleum</b>	نفت
<b>natural asphalt</b>	قیرهای طبیعی	<b>plant mix asphalt</b>	آسفالت سرد (مخلوط شده در کارگاه)
<b>non destructive</b>	غیر تخریبی	<b>plant mixing</b>	اختلاط در کارخانه
<b>O</b>			
<b>objectives</b>	هدف‌ها	<b>plastic properties</b>	خصوصیات خمیری
<b>objectives of design</b>	هدف‌های طراحی	<b>plasticity index</b>	نشانه خمیری
<b>one size</b>	یک اندازه	<b>pneumatic tired roller</b>	غلتک چرخ لاستیکی
<b>open graded</b>	دانه‌بندی توخالی (باز)	<b>poorly graded</b>	بد دانه‌بندی شده
<b>open grade asphalt</b>	آسفالت‌های متخلخل	<b>pot hole</b>	چاله
<b>optimum asphalt content</b>	میزان نسبت درصد قیر مناسب	<b>power broom</b>	جاروی مکانیکی
<b>optimum moisture content</b>	میزان نسبت درصد رطب مناسب	<b>pozzolanic reaction</b>	واکنش پوزولانی
<b>optimum water content</b>	رطوبت بهینه خاک در تراکم	<b>prime coat</b>	اندود نفوذی، پریم کت
<b>organic</b>	آلی	<b>private road</b>	راه اختصاصی
<b>oven</b>	فر، گرمخانه	<b>profilometer</b>	نیمروخ سنج
<b>over designed</b>	پیش‌طراحی شده	<b>proof rolling</b>	تراکم عمقی خاک با غلتک‌های سنگین
<b>P</b>			
<b>painting</b>	خط‌کشی	<b>public road</b>	راه‌های عمومی
<b>passenger car</b>	سواری	<b>pulverization</b>	خرد و نرم
<b>patching</b>	لکه‌گیری - وصله	<b>Q</b>	
<b>pavement</b>	روسازی	<b>quality control</b>	آزمایش کنترل کیفیت
<b>pavement crowns</b>	تاج روسازی	<b>quick lime</b>	آهک زنده
<b>pavement design</b>	طرح روسازی	<b>R</b>	
<b>pavement evaluation</b>	ارزیابی روسازی	<b>railroad</b>	راه آهن
<b>pavement failure</b>	خرابی روسازی	<b>rammer</b>	تخماق
<b>pavement layers</b>	لایه‌های روسازی	<b>ramp</b>	رمپ، شب راهه

rapid curing asphalts (RC)	قیرهای محلول زودگیر	sand	ماسه
rapid setting emulsion (RS)	قیرابه زودگیر	sand asphalt	ماسه آسفالت
rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده	sand equivalent	هم ارز ماسه
reactive soil	خاک با واکنش	seal	آب بندی
reconstruction	تجدید ساختمان، دوباره سازی	sealing of cracks	پر کردن ترکهای روسازی
reflection crack	ترک انعکاسی	secondary road	راههای فرعی
refuge area	سکو	service life	عمر خدمت دهنده، عمر سرویس دهنده
repeated loads	تکرار بارگذاری	serviceability	قابلیت خدمت
resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی	serviceability index	نشانه (شاخص) خدمت
rigid pavement	روسازی سخت ( بتنه )	settlement	نشست - تهنشینی
ripper	شکافنده	shale	سنگ رسی
river bed material	مصالح رودخانه	sheepfoot roller	غلتک پاچه بزی
road	راه	shoulder	شانه راه
road mix	مخلوط در راه ( در محل )	shrinkage crack	ترک انقباضی
road mix asphalt	آسفالت سرد ( مخلوط شده در راه )	sidewalk	پیاده رو
road oiling	روغن پاشی راه، قیرپاشی	sieve analysis test	آزمایش دانه بندی، تحلیل دانه بندی
road section	قطعه راه	sieve analysis	دانه بندی
roadbed	بستر راه	signs	تابلوها
roadside installations	تجهیزات کنار راه	silt	لای
roadway	کف راه	single axle	محور ساده ( تکی )
rock	سنگ	skidding	لغرش
roller	غلتک	slope	شیب
rotary mixer	مخلوط کن دوار	slow curing asphalts ( SC )	قیرهای محلول دیرگیر
roughness	ناهمواری	slow setting emulsion ( SS )	قیرابه دیرگیر
rural area	منطقه روستایی	smooth wheel roller	غلتک چرخ فولادی
rural road	راه بیابانی	soil	خاک
rutting	شیار، گودی	soil bearing	مقاومت خاک
S		soil classification	طبقه بندی خاک
safety	ایمنی	soil profile	نیمرخ ( مقطع ) خاک
salvage value	ارزش پس مانده	soil stabilization	ثبت خاک
sampling	نمونه گیری	soundness	مرغوبیت

specific gravity	چگالی	tow lane highway	راه دوخطه
spread modulus	ضریب پخش	traffic	آمد و شد، ترافیک
spreading	پخش	traffic distribution	توزیع ترافیک
stability	استقامت، پایداری	traffic index	نشانه ترافیک
stabilization	ثبت	trailer	یدک پشت کامیون
stabilizing agent	ماده ثبت کننده	transversal crack	ترک عرضی
stage construction	ساخت مرحله‌ای، مرحله‌بندی ساخت	triaxial compression test	آزمایش تراکم سه‌محوره
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	truck trailer	کامیون یدک‌دار
steel rollers	غلتکهای فلزی	U	
strain	تغییر شکل نسبی	unconfined	محدود نشده
strength	استقامت، مقاومت	unconsolidated	تحکیم نشده
stress	تنش	under designed	کم طراحی شده
structural failure	خرابی بنیادی (سازه‌ای)	undisturbed samples	نمونه‌برداری دست‌نخورده
structure	سازه، بنا، ساختمان	urban area	منطقه شهری
sub grade	بستر روسازی	V	
subbase	زیراساس	vibrating compactors	کوبنده ویبره
subdrain	زهکشی	vibrating plate	صفحه لرزنده
subgrade compaction	متراکم کردن بستر روسازی	vibrating roller	غلتک ویبره، غلتک لرزان
subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی، زهکشی	vibrating shoe	کفشک لرزنده
surface	سطح	viscosity	کندروانی
surface drainage	دفع آبهای سطحی	void	تهی، خالی
surface treatment	آسفالت‌سطحی، آسفالت حفاظتی	void ratio	نسبت خلا، نسبت تخلخل
swelling	تورم	W	
T		walkway	پیاده‌رو
tack coat	اندود سطحی، تک کت	water absorption	جذب آب
tandem axle load	بار محوری دوقلو	well graded	خوب دانه‌بندی شده
tar	قطران	wheel loads	بار چرخ
temperature	درجة حرارت	wheelchair ramps	شیبراhe چرخ معلولان
tolerance	رواداری	window	ریسه
toll roads	راه عوارضی		
top coat	توپکا، رویه		

## Asphalt Institute Publications

- 1 - Thickness Design- Asphalt Pavements for Highways and Streets (MS-1)**
- 2 - Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types (MS-2)**
- 3 - Asphalt Plant Manual (MS-3)**
- 4 - The Asphalt Handbook (MS-4)**
- 5 - Introduction to Asphalt (MS-5)**
- 6 - Asphalt Pocketbook of Useful Information( MS-6)**
- 7 - Asphalt Daving Manual (MS-8)**
- 8 - Soils Manual (MS-10)**
- 9 - Asphalt Cold - Mix Manual (MS-14)**
- 10 - Drainage of Ashalt Pavement Structures (MS-15)**
- 11 - Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16)**
- 12 - Asphalt overlays for , Highway and street Rehabilitation (MS-17)**
- 13 - Sampling Asphalt Products for Specifications Compliance (MS-18)**
- 14 - A Basic Asphalt Emulsion Manual (MS-19)**
- 15 - Asphalt Hot-Mix Recycling (MS-20)**
- 16 - Asphalt Cold - Mix Recycling (MS-21)**
- 17 - Principles of Construction of Hot-Mix Ashalt Pavements (MS-22)**
- 18 - Model Construction Specifications for Asphalt Concrete (SS-1)**
- 19 - ASphalt Technology and Construction Practies, Instructor´s Guide, Educational Series No.1(ES-1).**

## AASHTO Standards Publications

- 20 - Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 1 Specification, 1998.**

- 21 - Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 11 Tests, 1998.**
- 22 - AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Volume 1, 1993**
- 23 - AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Volume 2, 1993**
- 24 - Guide Specifications for Highway Construction, 1993.**
- 25 - Construction Manual for Highway Construction, 1990**

#### **ASTM Standards Publications**

- 26 - Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials, Pavement Management Technologies Volume 04.03, 2000,**
- 27 - Engineering Properties of Asphalt Mixtures and the Relationship to their Performance, ASTM Publication STP 1265, 1995, ISBN 0-8031-2002-8**
- 28 - Quality Management of Hot Mix Asphalt, ASTM Publication STP 1299, 1996, ISBN 08031-2024-9.**
- 29 - Annual Book of ASTM Standards, Soil and Rock; Dimension Stone; Geosynthetics Volume 04.08, 2000**

#### **Miscellaneous Publications**

- 30 - E.J.Yoder and M.W. Witzack, «Principles of Pavements Design», John wiley and Sons, 1990.**
- 31 - S.V. Shestoporov , «Road and Building Materials», Volume 2, Mir Publishers, Moscow 1993.**
- 32 - Rilem Report No. 17,«Bituminous Binders and Mixes», 1998.**
- 33 - «Pavement Design and Rehabilitation Manual», Ministry of Transportation of Ontario, Canada, 1990**

**34 - Clarkson H. Oglesby , R.Gray Hicks, «Highway Engineering», Forth Edition, 1975,  
by John wiley and Sons, Inc.**

**35 - Strategic Highway Research Program, SHRP, «Superpave Level 1 Mixture Design,  
Test Methods», 1994.**

**36 - SHRP, «Superpave Asphalt Mixture Design and Analysis», 1994**

**۳۷ - مشخصات فنی عمومی راه، نشریه ۱۰۱، دفتر امور فنی و تدوین معيارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی  
کشور چاپ سال ۱۳۷۵**

**۳۸ - روسازی راه و فرودگاه، دکتر امیر محمد طباطبائی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، سال ۱۳۷۵**

**۳۹ - روشهای پیشرفته طراحی روسازی راه، دکتر امیر کاووسی و دکتر علی فدائی، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام  
خمینی (ره)، بهار سال ۱۳۷۳**

**Islamic Republic of Iran**

# **Iran Highway Asphalt Paving Code**

**No. 234**

Management and Planning Organization  
Office of the Deputy for Technical Affairs  
Technical Affairs and Standards Bureau

Ministry of Roads and Transportation  
Research and Education Center

2002/2003

## این کتاب

به ارائه معیارهای طراحی و سازی آسفالتی راه‌ها منطبق با شرایط فنی، اقتصادی و اقلیمی موجود در کشور پرداخته و در عین حال از سایر استانداردها و روش‌های طراحی نام بوده است.

محدوده کاربرد ضوابط و مقررات این آیین نامه شامل ساخت و بازیابی انواع آسفالت در مرحله طراحی میباشد و رعایت آن الزامی است.

معاونت امور پشتیبانی  
مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-369-8



9 789644 253690