

شرکت پرشین بتن جم

**دستورالعمل اجرای بلوک‌های سنگ‌فرش پیش‌ساخته  
بتنی پیاده‌روها و محوطه‌ها**

CT-0011

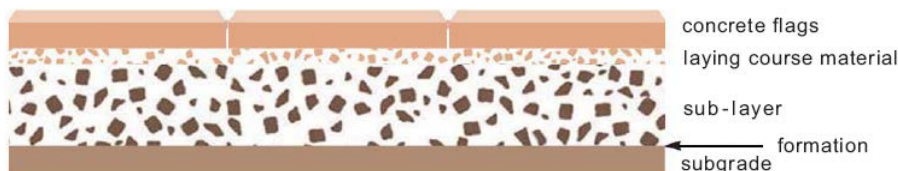
## ۱-۱- جزئیات و نحوه ساخت

راهنمای نصب در مراحل زیر، باید برای تمام سطوح با روسازی سنگفرش بتنی انعطاف‌پذیر مورد استفاده قرار گیرد. هدف اولیه از ساخت یک سطح سنگفرش شده، استفاده توسط عابران پیاده است. اگرچه با انتخاب مناسب نوع سنگفرش و انتخاب روش صحیح زیرسازی، سنگفرش‌های کوچک می‌توانند ترافیک عبوری خودروهای سبک یا عبور گاه به گاه خودروهای تجاری را تحمل کنند. اگر یک روسازی با دقت کافی طراحی شده و به صورت صحیح ساخته شود، عمر سرویس‌دهی طولانی با هزینه نگهداری کم به دست می‌آید.

ساخت موفق روسازی سنگفرش بتنی، به عملیات اصلی آماده‌سازی، اجرای جزئیات، تراکم لایه‌های زیرین، بستر سازی مناسب سنگفرش‌ها و اجرای صحیح درزها وابسته است. هر روسازی به زیرسازی مناسب نیازمند است. لایه‌های زیرین سطح سنگفرش و بستر باید به دقت طراحی شوند و برای جاییگیری و انتقال بارهای پیش‌بینی‌شده آماده شوند. تهیه جزئیات دقیق و حداقل کردن برش‌های مورد نیاز، پوششی زیبا و قابل قبول به وجود می‌آورد که توانایی محافظت از لایه‌های زیرین و بستر سنگفرش‌ها را داشته و بارهای خودروها و ترافیک عبوری را به اعضای سازه‌ای لایه‌های زیر منتقل می‌کند. تراکم مناسب لایه‌های زیرین، خصوصاً وقتی که امکان عبور خودرو از روی روسازی وجود دارد، مانع از لق شدن و جابه‌جا شدن و لغزش سنگفرش‌های مجاور می‌شود.

برای این منظور، باید بستری نرم و مناسب ایجاد شود تا تکیه‌گاهی یکنواخت زیر سنگفرش به‌وجود آمده و از ایجاد تنش‌های موضعی زیاد جلوگیری شود. چنانچه ترافیک عبوری سبک باشد (عمدتاً عبور عابر پیاده)، بسترسازی با یک لایه ملات کافی است. اما اگر امکان عبور دوره‌ای خودرو از روی روسازی وجود داشته باشد، سنگفرش‌های کوچک باید روی بستری از ماسه بادی با درزهای پر شده از ماسه قرار گیرند. لازم است پیوستگی لایه‌ها حفظ شود تا از نفوذ آب‌های

سطحی که باعث خرابی بستر و زیرسازی شده یا قفل و بست بین اجزا را از بین می‌برد و باعث بارگذاری مستقیم چرخ روی زیر سازی می‌شود جلوگیری شود. اجزای اصلی روسازی با سنگ‌فرش بتنی در مقطع شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- اجزای اصلی روسازی با سنگ‌فرش بتنی

## ۱-۲۱۱- آماده‌سازی خاک بستر و تراکم

تمام نقاط نرم و سست، باید خاک‌برداری شده و مجدداً با مصالح مرغوب پر شده و متراکم شود. سطح اصلی زمین یا خاک بستر باید صاف شده و سپس با رواداری  $20\text{mm}$  تا  $30\text{mm}$  نسبت به تراز نهایی متراکم شود. همچنین ممکن است جهت کاهش سطح آب زیرزمینی و افزایش توان باربری خاک بستر از مصالح زه‌کش در آن استفاده شود. در جدول ۱-۱، حداقل دفعات لازم برای تراکم لایه‌های با ضخامت مختلف بعنوان راهنما ارائه شده است.

جدول ۱-۱- دستگاه‌های متراکم کننده لایه‌های زیرین

حداقل دفعات عبور برای متراکم کردن ضخامت زیرسازی		وزن	نوع دستگاه متراکم کننده
۱۵۰ میلی‌متر	۱۰۰ میلی‌متر		
نا مناسب	۶	$1400$ تا $1800\text{kg/m}^2$	صفحه لرزاننده
۸	۴	$1800$ تا $2100\text{kg/m}^2$	
نا مناسب	۱۲	$700$ تا $1300\text{kg/m}^2$	غلتک لرزاننده
۱۲	۵	$1300$ تا $1800\text{kg/m}^2$	
۸	۴	$50$ تا $65\text{kg}$	کوبنده لرزاننده موتوری
۶	۳	$65$ تا $75\text{kg}$	
۴	۲	بیش از $75\text{kg}$	

## ۱-۱-۲- ساخت لایه‌های زیرسازی

زیرسازی باید مطابق با استاندارد BS 7533-4 ساخته شود. لایه‌های زیرسازی باید از مصالح مطابق جدول ۱-۲ تشکیل شده باشند.

جدول ۱-۲- مصالح مورد نیاز برای ساخت زیرسازی

شماره مرجع در آئین نامه مشخصات کارهای بزرگراه‌ها	مصالح
803 (۱۰۰٪ مصالح باید از الگ 37.5 mm عبور کنند)	مصالح دانه‌ای زیرسازی- نوع ۱
804	مصالح دانه‌ای زیرسازی- نوع ۲
1036	مصالح دسته سیمانی شده ۱ (CBM1)
1037	مصالح دسته سیمانی شده ۲ (CBM2)
1038	مصالح دسته سیمانی شده ۳ (CBM3)
1030	بتن کم مایه
-	بتن نوع C25P مطابق استاندارد BS 5328

در صورتی که لایه‌های زیرسازی شامل سیمان باشند، باید قبل از اجرای لایه بعدی، زمان کافی برای عمل‌آوری داده شود.

جدول ۱-۳- حداقل زمان لازم برای عمل‌آوری در اجرای لایه‌ها

حداقل زمان متراکم کردن لایه روسازی با وایراتور	حداقل زمان متراکم کردن لایه روسازی با کوبنده	مصالح زیر سازی
h	h	
.	.	زمین طبیعی
.	.	مصالح دانه‌ای زیرسازی- تیپ ۱
.	.	مصالح با چسب قیری
۷۲ (در دمای محیط بالای ۴ درجه سلسیوس)	.	مصالح دسته سیمانی شده ۱ و ۲ و ۳
۷۲ (در دمای محیط بالای ۴ درجه سلسیوس)	۴۰ (در دمای محیط بالای ۴ درجه سلسیوس)	بتن مگر
۷۲ (در دمای محیط بالای ۴ درجه سلسیوس)	۴۰ (در دمای محیط بالای ۴ درجه سلسیوس)	بتن سازه‌ای

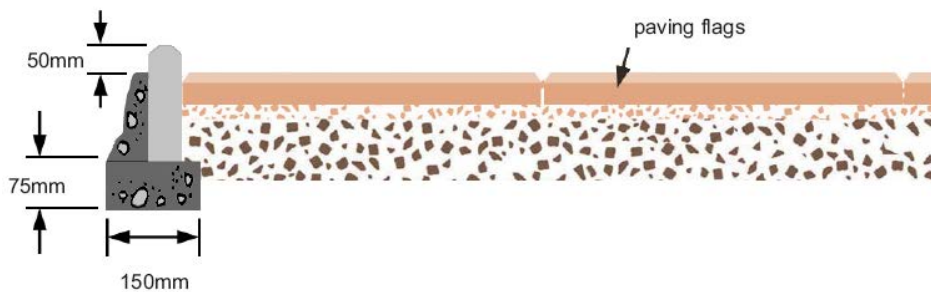
### ۱-۱-۳- آماده‌سازی بستر موجود به‌عنوان زیرسازی

چنانچه قرار باشد که سنگ‌فرش‌ها روی خیابان یا روسازی موجود اجرا شود، لازم است که تراز روسازی موجود اصلاح شود تا در دامنه رواداری  $+10\text{mm}$  تا  $-10\text{mm}$  نسبت به تراز نهایی قرار گیرد. هر گونه مصالح اضافی باید از طریق خراشیدن و صاف کردن حذف شود تا اجازه اجرای بستر روسازی سنگ‌فرش داده شود. در صورت نیاز به افزایش تراز زمین، مصالح مرغوب و متناسب با سنگ‌فرش‌ها (مصالح مورد نیاز برای ساخت زیرسازی) در محل ریخته شده و متراکم شود. باید توجه داشت که سیستم زه‌کش موجود بعد از اصلاح تراز نیز باید درستی عمل کند.

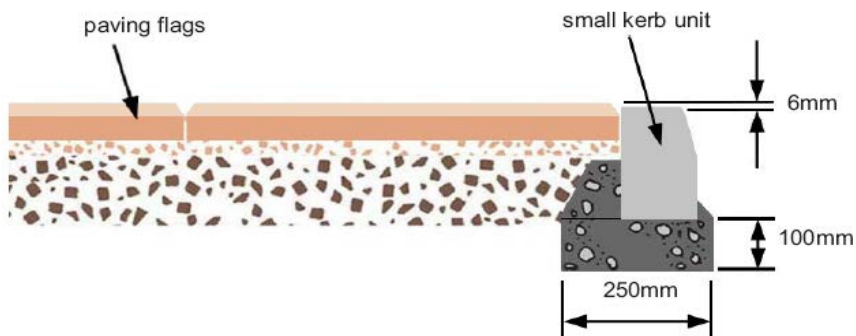
### ۱-۱-۴- آماده سازی تکیه‌گاه‌ها

#### - تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای

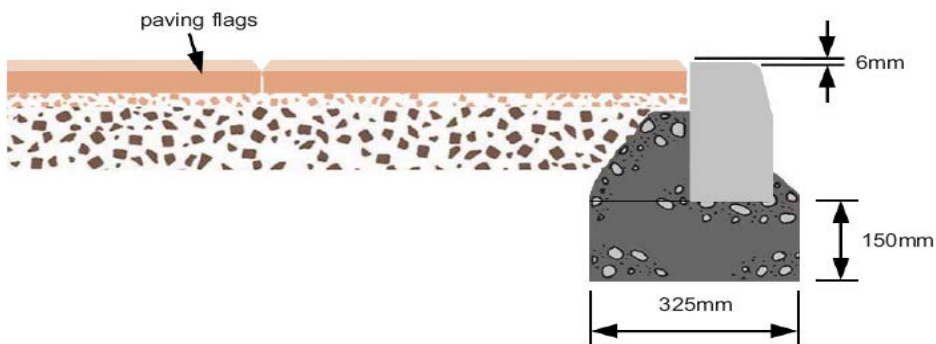
محوطه‌های روسازی‌شده باید در کناره‌ها مهار شوند تا از جابه‌جایی آن‌ها جلوگیری شود. تکیه‌گاه‌های حاشیه‌ای باید در تمام مرزهای محوطه سنگ‌فرش‌شده، حتی محوطه‌هایی که روسازی با مصالح انعطاف‌پذیر متفاوت برخورد می‌کنند، مانند کناره‌هایی که با روسازی آسفالتی برخورد می‌کند، اجرا شود. این تکیه‌گاه‌ها باید برای کاربردهای مختلف مناسب باشند و در صورت عبور خودرو از روی آن‌ها در برابر جابه‌جایی مقاوم باشند. برای حفاظت از این تکیه‌گاه، لازم است که لایه زیرسازی در زیر تکیه‌گاه امتداد یافته و پی و پشت‌بند مناسب در نظر گرفته شود. تراکم لایه‌های روسازی باید تا زمانی که بتن پی و پشت‌بند به مقاومت کافی برسند، به تعویق بیفتد تا از هر گونه جابه‌جایی افقی جلوگیری شود. در شکل‌های ۱-۲ تا ۱-۴، نحوه مناسب لبه‌گذاری در شرایط مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱-۲- لبه‌گذاری پیش‌ساخته بتنی (نامناسب برای عبور خودرو از روی آن)



شکل ۱-۳- لبه‌گذاری با جدول‌های کوچک (مناسب برای عبور خودرو از روی آن)



شکل ۱-۴- لبه‌گذاری با جدول بتنی پیش‌ساخته (مناسب برای عبور خودرو از روی آن)

## - تکیه‌گاه‌های موقت

در طی فرآیند ساخت ممکن است لازم باشد تا تکیه‌گاه‌های موقت در کناره‌های محوطه سنگ‌فرش شده برای جلوگیری از جابه‌جایی افقی یا ورود آب به بستر روسازی، اجرا شود. این امر ممکن است به علت پایان عملیات روزانه یا محدودیت‌های کارگاهی یا به علت اینکه روسازی باید بطور موقت تحت بار ترافیکی قرار گیرد، اتفاق بیافتد. تکیه‌گاه‌های موقت باید در برابر جابه‌جایی‌های افقی در طول فرآیند تراکم لایه‌های روسازی و عبور و مرور ناشی از آن مقاومت کنند.

## ۱-۱-۵- ساخت لایه سطحی- بسترسازی، نصب و اجرای درزهای سنگ‌فرش‌ها بر

### روی بسترهای ماسه‌ای

#### -اجرای بستر روسازی

مصالح بستر روسازی باید از ماسه‌های ریزدانه و طبق جدول ۱-۴، دانه‌بندی شده باشد.

جدول ۱-۴- دانه‌بندی مصالح بستر

اندازه الک	درصد عبوری
۸	۱۰۰
۶/۳	۹۵-۱۰۰
۴	۸۵-۹۹
۰/۵	۳۰-۷۰
۰/۰۶۳	۰-۳

به عنوان یک راهنما برای درصد رطوبت مطلوب، باید ماسه را درون دست فشرده کرد و بعد از باز کردن دست مصالح باید به هم چسبیده باشد، بدون اینکه رطوبتی روی سطح آن مشاهده شود. از آنجا که مصالح بستر در کارگاه و فضای باز دپو می‌شود، باید روی آن پوشانده شود تا از اشباع شدن آن به واسطه بارندگی یا کاهش رطوبت به واسطه تبخیر جلوگیری شود.

اگر مصالح بستر پس از نصب اشباع شود، باید آنرا برداشته و از مصالح با درصد رطوبت مناسب استفاده کرد. همچنین می‌توان مصالح بستر را در محل رها کرد و اجازه داد تا خشک شود و سپس عملیات نصب ادامه یابد.

#### **- ضخامت بستر ماسه‌ای**

مصالح بستر ماسه‌ای که با مصالح پرکننده درزها مشابه است، باید به گونه‌ای پخش شود که بعد از تراکم کامل ضخامتی معادل ۲۵ میلیمتر بدست آید. معمولاً ضخامت اولیه متراکم‌نشده ۳۰ میلیمتر مناسب است. ولی برای اطمینان باید سطحی را به صورت آزمایشی برای تعیین مقدار مصالح سربار مورد نیاز در نظر گرفت.

#### **- آماده‌سازی بستر ماسه‌ای**

بستر ماسه‌ای باید به اندازه‌ای تهیه شود که عملیات اجرایی، بتواند در طول روز کاری و یا قبل از هرگونه شرایط نامناسب جوی، مانند بارندگی، به پایان برسد. محوطه‌هایی که در آن بستر ماسه‌ای ریخته شده است، نباید در طول شب رها شوند. مصالح بستر ماسه‌ای باید غربال شده و به یکی از روش‌های زیر آماده شود:

#### **پیش تراکم**

بستر ماسه‌ای را به گونه‌ای پخش شود که بعد از متراکم کردن لایه ماسه‌ای و سنگ‌فرش‌های روی آن به ضخامت معمول مورد نظر برسد (ضخامت متراکم نشده ماسه به نوع ماسه و درصد رطوبت آن وابسته بوده و ممکن است لازم باشد برای مشخص شدن مقدار مصالح سربار مورد نیاز سطحی را به صورت آزمایشی سنگ‌فرش کنیم). ابتدا به کمک یک صفحه لرزاننده، باید سطح متراکم و به کمک شمشه صاف شود و سپس ۱۰ میلیمتر فوقانی سطح را به کمک شن‌کش سست نمود.



## پیش تراکم موضعی

بستر ماسه‌ای تا ضخامتی تقریباً معادل ضخامت نهایی مورد نیاز بعد از تراکم پخش می‌شود. بستر، به کمک یک متراکم‌کننده صفحه لرزنده متراکم و سپس حدود ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر مصالح سست اضافی قبل از نصب سنگ‌فرش‌ها روی سطح اضافه می‌گردد. در مناطقی که بلوک‌های بتنی در کنار سنگ‌فرش‌های بتنی اجرا شده است، ضخامت بستر ماسه‌ای باید بسته به شرایط تعیین و اجرا شود. برای جلوگیری از حرکت ذرات ماسه‌ای درون سیستم زه‌کش، استفاده از یک لایه فیلتر ژئوتکستایل لازم است. چنانچه از شمشه برای تراز کردن سطوح استفاده می‌شود، شمشه‌ها باید پس از اتمام کار برداشته شود تا سطح تراز شده یکنواخت باشد. تورفتگی‌های ناشی از شمشه‌ها نیز باید صاف شود. چنانچه سطح تراز شده قبل از نصب سنگ‌فرش‌ها خراب شده و یا آسیب ببیند باید مجدداً تراز شده و به رواداری مورد نظر برسد.

### ۱-۱-۶- نصب سنگ‌فرش‌ها

سنگ‌فرش‌ها باید به کمک یک چکش چوبی یا پلاستیکی در تراز و راستای مناسب قرار بگیرند. برای اعضای کوچکتر می‌توان از دستگاه تراکم صفحه لرزان بر اساس جدول ۲-۵ استفاده کرد. ممکن است برای برخی سنگ‌فرش‌ها با سطح تمام شده خاص، نیاز باشد تا از صفحه‌ای لاستیکی همراه با دستگاه متراکم‌کننده لرزان استفاده کرد تا از سنگ‌فرش محافظت کند. نصاب سنگ‌فرش‌ها باید از روی سنگ‌فرش‌های نصب شده پیش رود و دقت کند که باعث خرابی و جابجایی آنها نشود. نباید تا فاصله یک متری لبه‌های محافظت‌نشده کف سنگ‌فرش شده از روی آنها تردد کرد.

### ۱-۱-۷- اجرای درز بر بستر ماسه‌ای

سنگ‌فرش‌ها باید با درزهای به عرض ۲ تا ۵ میلیمتر و پر شده از ماسه خشک و ریز مطابق با جدول ۲-۵ پر شوند. مقداری ماسه اضافی برای پر شدن درزها بعد از تراکم سنگ‌فرش‌ها توسط دستگاه تراکم صفحه لرزان اضافه می‌شود.

جدول ۲-۵- دانه‌بندی ماسه پرکننده درزها

اندازه الک	درصد عبوری
۲	۱۰۰
۱	۸۵-۹۹
۰/۵	۵۵-۱۰۰
۰/۰۶۳	۰-۲

ماسه‌های مورد استفاده در درزها باید کاملاً خشک باشند. باید دقت شود از ماسه‌های تمیز استفاده شود تا باعث لکه‌دار شدن سطح تمام شده سنگ‌فرش سطح نشود. پر کردن درزها و تراکم نهایی باید در همان روز نصب انجام شود. ممکن است در روزهای اولیه پس از اتمام کار نیاز باشد تا مقداری ماسه اضافی در درزها ریخته شود. روسازی حداقل برای ۳ ماه نباید با جاروهای مکشی تمیز شود تا از خورده شدن و کاهش ماسه موجود در درزها جلوگیری شود. همچنین می‌توان به کمک مواد تثبیت‌کننده، درزها را تثبیت کرد تا از کاهش مصالح بر اثر استفاده از جاروهای مکنده کاسته شود.

### ۱-۲-۱- ساخت لایه سطحی - بسترسازی، نصب و اجرای درزهای سنگ‌فرش‌ها

#### روی لایه ملات

#### ۱-۲-۱- اجرای بستر روسازی

ملات باید از مصالح تازه ترکیب شده و مرطوب، با نسبت حجمی ماسه به سیمان ۳ به ۱ یا نسبت ماسه به آهک ۳ به ۱ با ماسه‌ای تشکیل شده باشد. ملات‌های مانده و سفت شده را نباید استفاده کرد.

### ۱-۲-۲- ضخامت لایه ملات

لایه ملات باید با ضخامتی حدود ۳۰ تا ۳۵ میلیمتر پخش شود تا بعد از متراکم شدن ضخامتی معادل ۲۵ میلیمتر بدست آید.

### ۱-۲-۳- آماده سازی بستر توسط ملات

محوطه‌هایی که با ملات بسترسازی شده‌اند، باید به سرعت سنگ‌فرش شوند. ملات‌های سیمانی که شروع به گیرش کرده‌اند و یا بیش از ۲ ساعت از مخلوط کردن آنها می‌گذرد، باید دور ریخته شوند.

### ۱-۲-۴- نصب سنگ‌فرش روی بستر ملات

سنگ‌فرش‌ها باید دقیقاً روی بستری از ملات قرار گرفته و توسط چکشی چوبی یا پلاستیکی در تراز و راستای مناسب قرار گیرند. فرد نصاب، نباید روی بستر تازه ملات یا سنگ‌فرش‌های تازه نصب شده بایستد مگر اینکه برای جلوگیری از حرکت سنگ‌فرش‌ها تمهیداتی اندیشیده شده باشد.

### ۱-۲-۵- اجرای درزها روی بستر ملات

سنگ‌فرش‌ها با درزهای عریض نصب می‌شوند (بین ۵ تا ۱۰ میلیمتر). سپس درز تا ۲ یا ۳ میلیمتری سطح سنگ‌فرش توسط ملات متراکم شده با نسبت حجمی ماسه به سیمان ۴ به ۱ پر می‌شود. سنگ‌فرش‌های ساخته شده با درز و بستر ملات ماسه سیمان باید تا رسیدن ملات به مقاومت نسبی لازم، از عبور و مرور محافظت شود.

### ۱-۳- نصب سنگ‌فرش

نصب سنگ‌فرش‌ها باید از یک طرف آغاز شود. از آنجا که تکیه‌گاه معمولاً صاف نبوده و یا نسبت به طرح مورد نظر عمود نیستند، یک نخ صاف با فاصله کمی از لبه تکیه‌گاه باید برای تنظیم و نصب اولین ردیف مورد استفاده قرار گیرد. سپس نخ دوم که عمود بر راستای اول است از انحراف و

پیچیدگی بندکشی جلوگیری می‌کند. فضای خالی بین اولین نخ و تکیه‌گاه کناری توسط بلوک‌های بتنی کوچک یا سنگ‌فرش‌های بریده شده پر می‌شود. برای اطمینان از مستقیم بودن و زیبا شدن بندکشی لازم است که نخ مذکور را در طول عملیات روسازی حرکت داده و استفاده کنیم.