



شرکت ساختمانی کندوان پارس

وامد تقویه و تمیقات

**Cold Recycling &
Soil Stabilization** بازیافت سرد و تثبیت خاک

بازیافت سرد درجا

COLD IN-PLACE RECYCLING

هزینه‌ی سنگین احداث راه‌های جدید و نقایص متعدد روش‌های متدال بسازی راه‌ها و از سوی دیگر محدودیت منابع مالی و معادن سنگی مرغوب، متخصصین راه‌سازی را برآن داشته است که با ارائه‌ی روش‌های نوین در زمان و هزینه صرفه‌جویی کرده و عمر خدمت‌دهی، کیفیت راه‌ها را بهبود بخشدند. توسعه و نگهداری راه‌ها به شیوه‌ی سنتی به تدریج ظرفیت پاسخگویی به نیازهای جامعه را نخواهد داشت. طی دهه گذشته در کنار گسترش روش‌های مختلف بازیافت، بازیافت آسفالت نیز رشد قابل توجهی داشته و هم‌اکنون در اکثر کشورهای جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جاده‌های پرترافیک که تحت بارگذاری ماشین‌های سنگین و تنش‌های ترافیکی زیاد قرار دارند اغلب دچار خرابی‌های سازه‌ای می‌گردند. یکی از روش‌های مقرن به صرفه جهت بسازی و ساخت این گونه جاده‌ها، تکنولوژی بازیافت سرد است. بازیافت سرد آسفالت تراش و استفاده‌ی مجدد از مصالح و احیای آسفالت موجود بدون صرف انرژی گرمایی است. بازیافت مصالح آسفالتی موجود به روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد که با وجود تنوع در خصوصیات مخلوط نهایی و روش‌های اجرایی همگی در استفاده‌ی مجدد از مصالح دارای وجه اشتراک می‌باشند. بطور کلی بازیافت سرد می‌تواند به دو صورت کارخانه‌ای و درجا انجام پذیرد. در بازیافت سرد کارخانه‌ای مصالح روسازی موجود پس از تراش و برداشت به یک کارخانه ثابت حمل شده و با مواد چسباننده مانند قیر در میکسر کارخانه آسفالت مخلوط می‌شوند. در بازیافت سرد درجا تمام عملیات بازیافت در مسیر راه موجود انجام می‌پذیرد. پس از عملیات بازیافت با توجه به طراحی روسازی، یک لایه روكش آسفالت گرم، آسفالت سطحی و یا روكش بتنی بر روی لایه‌ی بازیافت شده اجرا می‌شود.

حفظ منابع طبیعی، سازگاری با محیط‌زیست، صرفه‌جویی قابل ملاحظه در زمان اجرا و هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم پروژه از ویژگی‌های منحصر به فرد روش بازیافت سرد درجا می‌باشد. بازیافت سرد درجا به طور گسترده جهت بسازی انواع رویه‌های آسفالتی با عمق کم تا لایه‌های ضخیم شامل دو یا چند نوع مصالح سنگی کاربرد دارد و از این نظر به دو نوع تقسیم می‌شود:

- بازیافت سرد آسفالت درجا (RAP CIR)
- بسازی عمقی (FDR)

هزایا

- **مزایای زیست محیطی**
 - صرف کل مصالح موجود و کاهش مصرف مصالح از منابع طبیعی
 - کاهش حمل و نقل و خرابی کمتر جاده‌های موجود
 - کاهش مصرف انرژی پروژه‌های بسازی راه تولید کمتر گاز CO₂ و گازهای گلخانه‌ای
- **کیفیت مناسب لایه بازیافت شده**
- **روسازی یکپارچه با ایجاد لایه بازیافت ضخیم**
- **پیشگیری از خرابی بستر راه**
- **کاهش زمان اجرای پروژه‌های بسازی**
 - کاهش هزینه‌ها به دلیل اجرای سریع
 - کاهش تأخیرهای کاربران راه‌ها
- **ایمنی بیشتر در زمان اجرا**
 - اجرای عملیات بازیافت در خطوط مجزا
- **کاهش هزینه‌های بسازی**



FDR بهسازی عمقی

بهسازی عمقی عموماً به عنوان احیا کننده و تثبیت‌کننده لایه‌های روسازی شناخته می‌شود و اغلب در روسازی‌های با خرابی‌سازهای اجرا می‌شود. در این روش بهسازی که در واقع بازیافت سرد درجا به صورت عمیق با عمق ۱۲ تا ۲۰ سانتی‌متر است، همه لایه‌های آسفالتی و بخشی از لایه‌های دانه‌ای شامل اساس و زیراساس تراشیده شده و پس از اختلاط با مواد تثبیت‌کننده (در صورت نیاز) به عنوان لایه اساس تثبیت شده پخش و متراکم می‌شود. اساس تثبیت شده در این روش بهسازی مقاومتراز لایه اساس اولیه بوده و دوام رطوبتی بیشتری نسبت به آن خواهد داشت. در این روش بسته به وضع موجود روسازی و طراحی مورد نظر می‌توان از سیمان، آهک، کف قیر و قیر امولسیون به عنوان ماده‌ی تثبیت‌کننده استفاده کرد.



کاهش آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای



صرف ۱۰۰٪ مصالح روسازی قدیمی



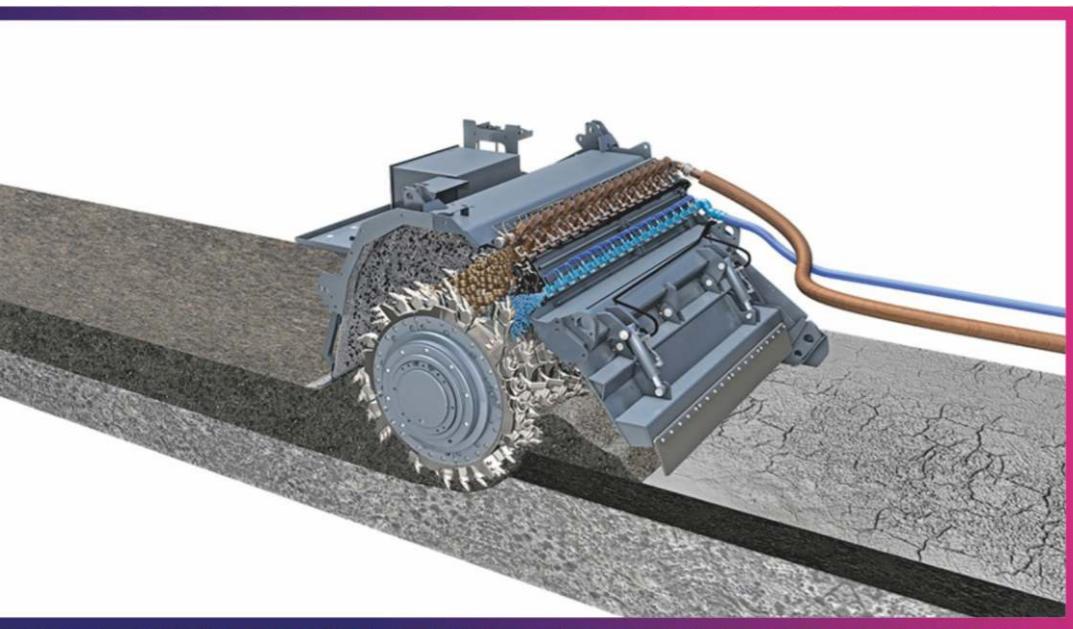
پیشگیری از حمل مصالح روسازی



افزایش عمر روسازی تا ۲۵ سال



بازگشایی سریع مسیر و عدم مسدود شدن راه به مدت طولانی

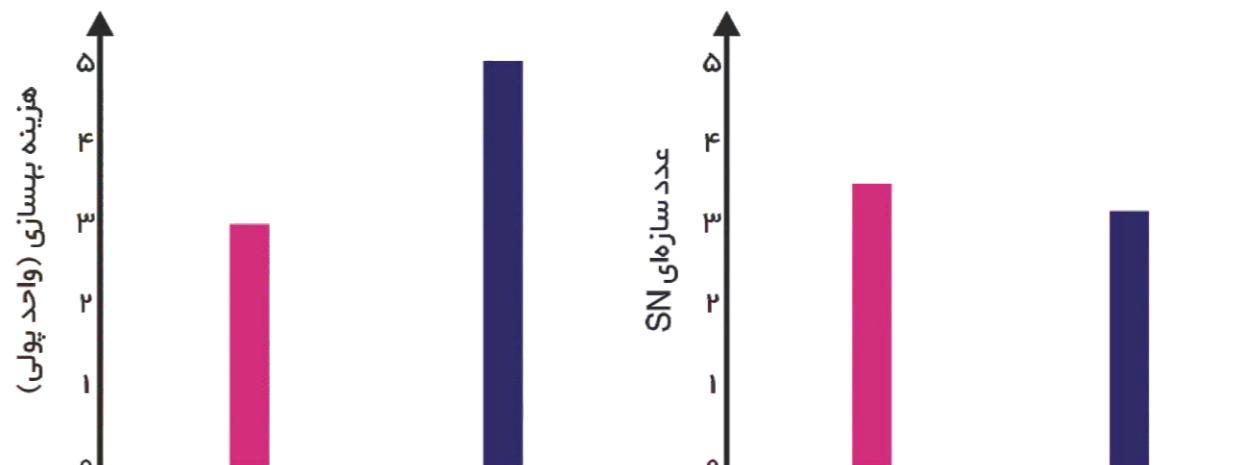
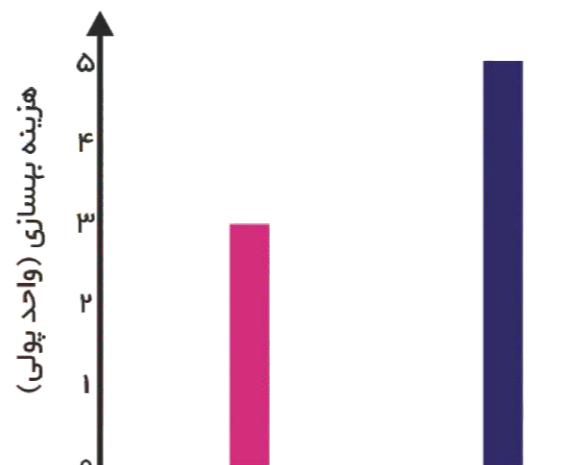


ارزیابی اقتصادی - سازه‌ای



گزینه رایج بازسازی : بازسازی کامل روسازی			
لایه‌های پس از بهسازی	ضخامت لایه (سانتی‌متر)	ضریب لایه	عدد سازه‌ای SN
لایه آسفالتی توپکا جدید	۵	۰/۴۴	۰/۸۸
لایه آسفالتی بیندر جدید	۷/۵	۰/۴۴	۱/۳۲
لایه اساس خاکی جدید	۲۰	۰/۱۴	۱/۱۲
مجموع لایه‌ها	۳۲/۵	-	۳/۳۲

گزینه پرینه بازسازی : بهسازی عمقی و روکش آسفالتی			
لایه‌های پس از بهسازی	ضخامت لایه (سانتی‌متر)	ضریب لایه	عدد سازه‌ای SN
لایه آسفالتی جدید	۷/۵	۰/۴۴	۱/۳۲
لایه بازیافت سرد عمقی با سیمان	۲۰	۰/۲	۱/۶
لایه اساس خاکی موجود باقیمانده	۱۲/۵	۰/۱	۰/۵
مجموع لایه‌ها	۴۰	-	۳/۴۲



با مقایسه روش بهسازی عمقی تمام روسازی کامل روسازی (تراش و روکش تمامی لایه‌ها به ضخامت ۵/۵ سانتی‌متر) مشاهده می‌گردد در روش بهسازی عمقی با اصلاح ۴۰ سانتی‌متر از ضخامت کل روسازی با عدد سازه‌ای بالاتر نسبت به گزینه دوم، هزینه‌ی تمام شده به میزان بیش از ۴۰ درصد کاهش داشته است.

ضمیرا در نهایت روسازی تمام عمقی دارای عدد سازه‌ای بالاتر و طول عمر بیشتر است.

بازیافت سرد درجا با مواد سیمانی

معایب	مزایا
<ul style="list-style-type: none"> ترکهای انقباضی اجتناب ناپذیر است. افزایش صلبیت روسازی های انعطاف پذیر نیاز به عمل آوری و محافظت از عبور ترافیک 	<ul style="list-style-type: none"> دسترسی زیاد به مواد سیمانی در همه جا هزینه کمتر نسبت به مواد قیری امکان پخش دستی مواد سیمانی و راحتی اجرا قبولیت بیشتر در صنعت ساختمان وجود استانداردها و روش های آزمایش



بازیافت سرد درجا با مواد قیری (قیر امولسیون و کف قیر)

معایب	مزایا
<ul style="list-style-type: none"> هزینه زیاد مواد قیری نیاز به پلنت قیر امولسیونی و کنترل کیفیت دقیق نیاز به تجهیزات گرمایش قیر برای تولید کف قیر نیاز به کنترل دقیق دانه بندی مخلوط برای بازیافت با کف قیر مشکلات رطوبت مخلوط برای تراکم پس از افزودن قیر امولسیونی به مصالح مرطوب عدم دسترسی به امولسیون مناسب برای بازیافت مصالح سطح جاده 	<ul style="list-style-type: none"> انعطاف پذیری لایه و رفتار برشی مناسب اتصال تانکر قیر به ماشین بازیافت و راحتی اجرا امکان بازگشایی سریع مسیر و عبور ترافیک پس از اجرا قبولیت زیاد قیر امولسیونی در صنعت راهسازی وجود استانداردها و روش های آزمایش دوام زیاد ناشی از پوشش قیری کامل مصالح ریزدانه

اصلاح لایه‌های خاک

(ثبتیت / ببود)

Soil Treatment

(Stabilization / Improvement)

ثبتیت خاک به فرآیندهای اطلاق می‌شود که در آنها مواد چسباننده به خاک موجود افزوده شده تا مقاومت آن را در برابر تنש‌های ناشی از شرایط آب و هوایی و بارهای ترافیکی افزایش داده و با این طریق مقاومت در برابر یخ‌بندان و ظرفیت پاربری روسازی ارتقاء یابد. ثبتیت خاک در سطح بالای خاک بسته‌تر یا لایه‌های خاکی زیرین روسازی انجام می‌شود و با این طریق ضخامت طرح روسازی با توجه به معیار مقاومت در برابر یخ‌بندان کاهش می‌یابد. استفاده از سیمان یا آهک برای ثبتیت خاک، استحکام و مقاومت آن را افزایش می‌دهد.

ببود خاک به فرآیندهای اطلاق می‌شود که از طریق آنها قابلیت پخش و تراکم‌پذیری خاک موجود ارتقاء یافته و اجرای پروژه‌های ساختمانی تسهیل می‌شود. در پروژه‌های راهسازی، ببود خاک در مرحله عملیات خاکی در سطح پایین و عمق خاک بسته‌تر یا لایه‌های خاکی زیرین روسازی انجام می‌شود. خاک چسبانده و اشباع برای سازندگان راه‌ها که به بستر ثبتیت‌شده نیاز دارند، سختی‌هایی به همراه دارد. ببود خاک، آن را از ظرفیت پاربری کم به خاکی تبدیل می‌کند که برای پخش و تراکم، پایداری کافی داشته باشد. استفاده از آهک برای ببود خاک ویژگی‌های فیزیکی آن را ببود می‌دهد.

ببود خاک‌های اشباع و تراکم‌پذیر با استفاده از مواد چسباننده باعث می‌شود که :

- قابلیت پخش و تراکم‌پذیری افزایش یابد.
- ظرفیت پاربری نهایی افزایش یابد.
- مقاومت فرسایش و هوازدگی افزایش یابد.



- افزایش ظرفیت پاربری و کیفیت خاک موجود
- کاهش حمل و نقل و خرابی کمتر جاده‌های موجود
- کاهش مصرف انرژی پروژه‌های بسازی راه
- تولید کمتر CO_2 و گازهای گلخانه‌ای
- کاهش زمان اجرای پروژه‌ها
- عدم نیاز به ایجاد دپوهای مصالح خاکی
- کاهش اختلال در ترافیک وسائل نقلیه و افزایش ایمنی

ماشین آلات

شرکت کندوان پارس در سال ۱۳۸۴ ماشین بازیافت سرد آسفالت و تثبیت کننده خاک مدل WR 2500S را از شرکت Wirtgen آلمان خریداری نموده و برای اجرای پروژه‌های بازیافت سرد آسفالت و تثبیت خاک مورد استفاده قرار می‌دهد. این ماشین دارای یک درام دورابا سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد. آرایش ناخن‌های درام دستگاه WR 2500S به گونه‌ای طراحی شده است که امکان عملیات اختلاط مصالح موجود به صورت همگن و ایجاد سطحی یکنواخت را می‌سرمی‌سازد. دستگاه WR 2500S با عرض درام ۲/۵ متر و سرعت یک متر بر ثانیه، قابلیت تثبیت به میزان ۲/۵ متر مربع بر ثانیه تا عمق ۵ سانتی متر را فراهم می‌نماید. عایق صوتی درام دستگاه WR 2500S به روش استاندارد موجب کاهش چشمگیر صدا هنگام عملیات تثبیت و بازیافت گشته است. این امر موجب تسهیل کار برای گروه عملیات اجرا و قابلیت اجرای عملیات تثبیت در مناطق مسکونی می‌گردد.



بازیافت علاوه بر ماشین بازیافت از قبیل غلتک، گریدر، تانکر آب، همچنین انتقال دهنده مواد تثبیت کننده به ماشین بازیافت نیاز دارد. ماشین‌های بازیافت از ماشین‌های اصلاح کننده آسیابی و تثبیت کننده‌های سنگی به بازیافت کننده‌های خاص امروزی ارتقا یافته‌اند. آنها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که ظرفیت بازیافت لایه‌های ضخیم روسازی در مسیر یک طرفه را دارند.

بخش اصلی ماشین‌های بازیافت درجا یک استوانه دندانه دار است که رو به بالا می‌چرخد و با حرکت به جلوی ماشین بازیافت، مصالح روسازی موجود را خرد کرده و به درون محفظه اختلاطی که آن را احاطه کرده است، منتقل می‌کند. ماشین‌های بازیافت برای اضافه کردن آب و دوغاب مواد سیمانی حداقل به یکسیس تام پمپ کردن و نازل‌های مناسب مجهز هستند. همچنین نازل‌هایی برای پاشش مواد قیری در آنها تعییه شده و عملیات بازیافت با قرار گرفتن تانکرهای حمل قیر در کنار ماشین بازیافت انجام می‌شود.





ثبت / بهبود خاک



بازیافت سرد درجا با مواد قیری (قیر امولسیون و کف قیر)

- تعیین سیال بهینه تراکم AASHTOT180 (modified method) (بازیافت با امولسیون)
- تعیین رطوبت بهینه تراکم AASHTOT180 (modified method) (بازیافت با کف قیر)
- تعیین مشخصات بهینه کف قیر (ضریب انبساط و نیمه عمر) (بازیافت با کف قیر)
- ساخت نمونه‌های به قطر ۱۵ سانتی‌متر به روش تراکم مارشال AASHTOT245
- ساخت نمونه‌های به قطر ۱۵ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر AASHTOT180 (modified method)
- عمل آوری نمونه‌های تراکم (۷۲ ساعت، دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد)
- تعیین دانسیته نمونه‌های تراکم به روش ابعادی
- تعیین مقاومت کششی غیرمستقیم (خشک) نمونه‌های تراکم
- تعیین مقاومت کششی غیرمستقیم (۲۴ ساعت غرقاب) نمونه‌های تراکم



آزمایش‌های طرح اختلاط و کنترل کیفی

اجرای پروژه‌ها و تولید محصولات در بالاترین سطح کیفی از اصول اولیه و خطمشی شرکت کندوان پارس است، به‌گونه‌ای که همواره رضایت کارفرمایان و دست‌اندرکاران پروژه‌ها حاصل شده است. واحد کنترل کیفیت این شرکت با در اختیار داشتن آزمایشگاه‌های مجهز در موضوعات خاک، بتن، آسفالت، مصالح سنگی و انواع قیر، نظارت کاملی بر کلیه محصولات تولید شده و مصرفی شرکت کندوان پارس دارد. رویکرد اصلی شرکت نیز رسیدن به مرحله تضمین کیفیت است، تا جایی که دستیابی به تولید محصولات در سطح قابل قبول استانداردها با تعریف فرآیندهای مشخص تضمین گردد.

واحد کنترل کیفیت این مجموعه توانمندی انجام آزمایش، طرح اختلاط و کنترل کیفیت مخلوط‌های بازیافت‌سرد و تثبیت لایه‌های خاکی را براساس استانداردها و دستورالعمل‌های معترضین‌المللی و داخلی دارد. به علاوه این واحد با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی شرکت‌های معترض آماده خدمت‌رسانی به پروژه‌های ملی و تحقیقاتی است.

بازیافت سرد درجا

بازیافت سرد درجا با فیلرهای فعال (سیمان و آهک)



- تعیین رطوبت بهینه تراکم AASHTOT180 (modified method)
- ساخت نمونه‌های به قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۲/۷ سانتی‌متر
- عمل آوری نمونه‌های تراکم (۷ روز، دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت بیش از ۹۵٪)
- تعیین مقاومت فشاری محدود نشده نمونه‌های تراکم
- تعیین مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه‌های تراکم



مخزه‌های لایه مترکم بازیافت سرد درجا با قیر

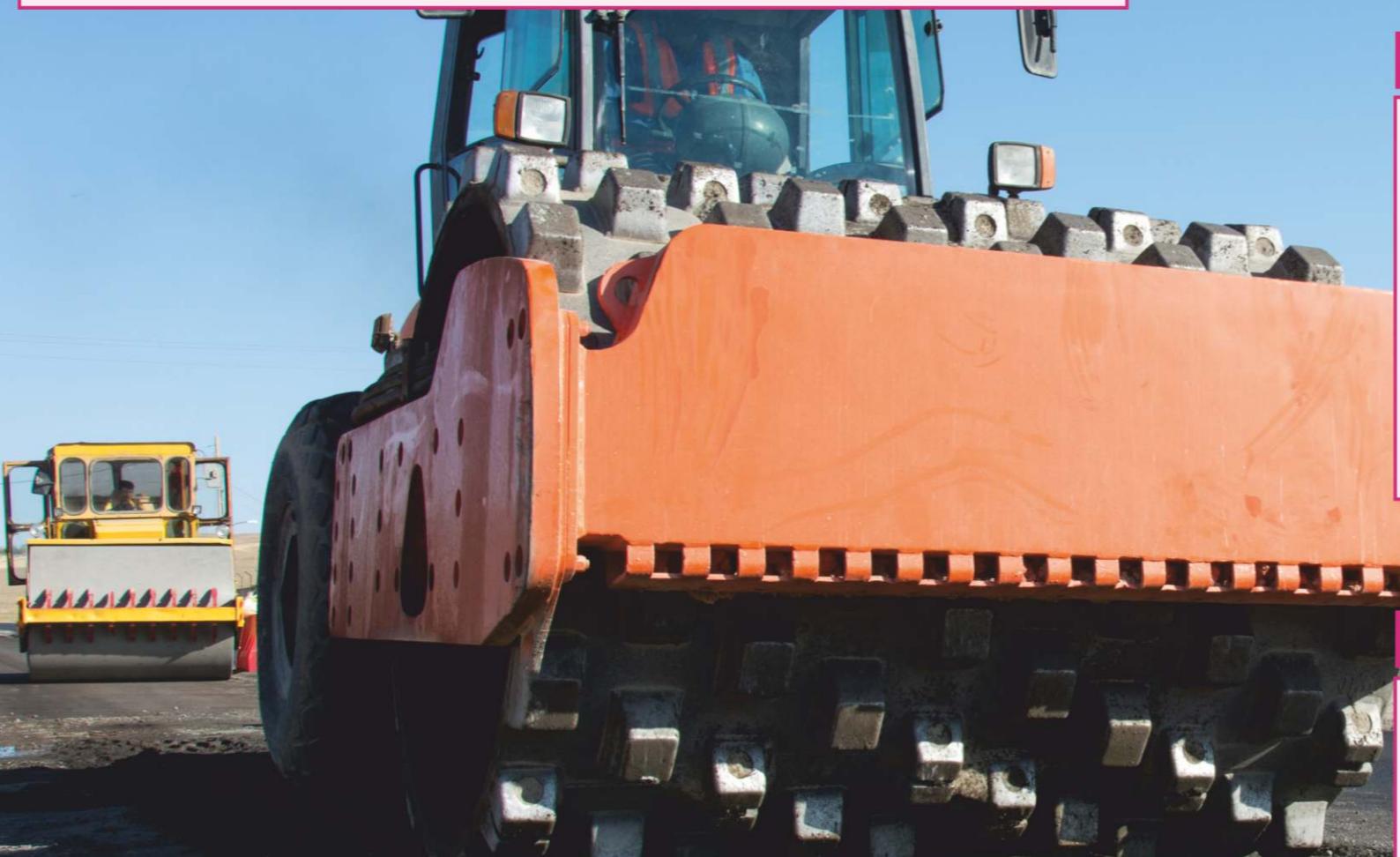
- برش مغزه‌ها، مغزه ۶ اینچ ضخامت ۳/۶ سانتی‌متر و مغزه ۶ اینچ ضخامت ۹/۵ سانتی‌متر
- عمل آوری مغزه‌ها (۷۲ ساعت، دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد)
- تعیین دانسیته مغزه‌ها به روش ابعادی و تراکم نسبی
- تعیین مقاومت کششی غیرمستقیم مغزه‌ها (خشک)
- تعیین مقاومت کششی غیرمستقیم مغزه‌ها (۲۴ ساعت غرقاب)

مشخصات استاندارد

ببود خاک

حداقل ۳	مقدار ماده چسباننده، سیمان یا آهک (درصد وزنی)
حداقل ۵۰۰	مقاومت فشاری محدود نشده، نمونه به قطر ۱۰ سانتی‌متر (کیلوپاسکال)
حداقل ۵۵	نسبت مقاومت فشاری اشباع (۲۴ ساعت غرقب) به خشک (درصد)
حداقل ۹۷ ^(۱)	تراکم نسبی (درصد)

(۱) با توجه به نوع خاک و نوع عملیات (خاکبرداری یا خاکریزی) تا ۱۰۰ درصد قابل افزایش است.



بازیافت سرد درجا با مواد سیمانی (اساس ثبیت شده با سیمان)

حداقل ۲۵۰	مقاومت کششی غیرمستقیم خشک (کیلوپاسکال)
حداقل ۲۰۰۰	مقاومت فشاری محدود نشده ۷ روزه، نمونه به قطر ۱۵ سانتی‌متر (کیلوپاسکال)
۱۰۲ - ۹۸	تراکم نسبی (درصد)

بازیافت سرد درجا با مواد قیری

سیمان ۱/۰ آهک ۱/۵	حداکثر مقدار فیلرهای فعال (درصد وزنی)
حداقل ۲۵۰ ^(۱) حداقل ۱۲۵ ^(۲)	مقاومت کششی غیرمستقیم خشک، مصالح حاوی خرد آسفالت (کیلوپاسکال)
حداقل ۱۰۰ ^(۱) حداقل ۵۰ ^(۲)	مقاومت کششی غیرمستقیم اشباع، مصالح حاوی خرد آسفالت (کیلوپاسکال)
۱۰۲ - ۹۸	تراکم نسبی (درصد)

(۱) ترافیک بیش از ۳ میلیون بار هم‌ارز تکمیلی
(۲) ترافیک کمتر از ۳ میلیون بار هم‌ارز تکمیلی

ثبت خاک

حداقل ۴	مقدار ماده چسباننده، سیمان یا آهک (درصد وزنی)
حداقل ۴۰۰۰	مقاومت فشاری محدود نشده ۲۸ روزه، نمونه به قطر ۱۰ سانتی‌متر (کیلوپاسکال)
حداقل ۲۰۰	مقاومت فشاری پس از یخنداز، نمونه به قطر ۱۰ سانتی‌متر (کیلوپاسکال)
حداقل ۹۸ ^(۱)	تراکم نسبی (درصد)

(۱) با توجه به نوع خاک و نوع عملیات خاکی (خاکبرداری یا خاکریزی) تا ۱۰۰ درصد قابل افزایش است.

پروژه‌های انجام شده شرکت کندوان پارس



زیرسازی و تثبیت بستر و تهیه و پخش آسفالت میگون نو
کارفرما: شهرداری اوشان، فشم و میگون
نوع پروژه: بازیافت عمقی با سیمان - رویه آسفالتی و
لایه بیس تحت آن
عمق پروژه: ۲۰ سانتیمتر
سال اجرا: پاییز ۱۳۹۶
انجام عملیات بهسازی تمام عمقی (FDR) به ضخامت ۵ سانتیمتر
با سیمان شامل رویه بیس تحت آن.



تشییت و آmadه‌سازی اراضی سایت ۲ منطقه ویژه انرژی پارس (عسلویه)
کارفرما: شرکت ملی صنایع پتروشیمی
نوع پروژه: تثبیت با آهک
عمق پروژه: ۵۰ سانتیمتر
سال اجرا: زمستان ۱۳۸۴
در این پروژه تثبیت با آهک ۲۰۰ هکتار از اراضی لجنی عسلویه به
عمق ۵۰ سانتی متر جهت احداث واحدهای پتروشیمی صورت گرفت.
همچنین بستر فرودگاه بین المللی عسلویه که محل تردد هواپیماهای
عظیم الجثه می‌باشد نیز با این تکنیک تثبیت گردید.



بهسازی و تثبیت با سیمان محور الولک - دستجرد
کارفرما: اداره کل راه و شهرسازی استان قزوین
نوع پروژه: تثبیت با سیمان و ساخت راه اصلی
عمق پروژه: ۲۵ سانتیمتر
سال اجرا: بهار ۱۳۹۷
ثبتیت بستر به ضخامت ۵ سانتی متر با سیمان جهت ساخت راه
اصلی



احادیث معابر و جاده‌های شهرک پتروشیمی مکران چابهار
کارفرما: شرکت توسعه نگین مکران
نوع پروژه: تثبیت دو لایه با آهک با افزودن ۳۰٪ مصالح جدید
عمق پروژه: ۵۰ سانتیمتر
سال اجرا: ۱۳۹۳
در این پروژه تثبیت اراضی لجنی مکران در چابهار به ضخامت ۵۰
سانتیمتر در دولایه با آهک انجام پذیرفت. با استفاده از این تکنیک
امکان ساخت راههای اصلی شهرک پتروشیمی مکران در زمینهای تماماً
لجنی صعب العبور امکان پذیرفت. جهت فراهم کردن امکان عبور
دستگاه WR در این منطقه میزان ۳۰٪ مصالح جدید به خاک موجود
جهت تثبیت لایه اول اضافه گردید.



ثبتیت بستر با سیمان در محور راه‌ مجرد - سلفچگان
کارفرما: اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان قم
نوع پروژه: بازیافت سرد آسفالت
عمق پروژه: ۲۵ سانتیمتر
سال اجرا: بهار ۱۳۹۸
انجام عملیات بهسازی تمام عمقی (FDR) به ضخامت ۲۰ سانتیمتر
با سیمان شامل رویه بیس تحت آن در آزادراه پر رفت و آمد و اصلی
تهران - ساوه



زیرسازی، رو سازی و بهسازی آسفالت بزرگراه شهید یاسینی (شمال به جنوب - ۱۲ کیلومتر)
کارفرما: سازمان مهندسی و عمران شهر تهران
نوع پروژه: بهسازی تمام عمقی و اجرای آسفالت پلیمری
عمق پروژه: ۲۵ سانتیمتر
سال اجرا: تابستان ۱۳۹۶
انجام عملیات بهسازی تمام عمقی (FDR) به ضخامت ۲۰ سانتیمتر با
سیمان شامل رویه بیس تحت آن در یکی از پر رفت و آمدترین و
 مهمترین اتوبارهای شهر تهران.



KANDOVAN PARS
CONSTRUCTION COMPANY
www.KandovanPars.com info@kandovanpars.com
Tel: +98 21 22 88 62 90 تلفن: ۰۲۱ ۲۲ ۸۸ ۶۲ ۹۰