



## پکیج مکاتبه‌ای آمادگی آزمون کارشناس رسمی

ماده ۱۸۷ قوه قضاییه و دادگستری - (ویژه آزمون ۱۴۰۳)

رشته راه و ساختمان

جزوه سوم

راه و راه سازی

تهیه شده: خانه عمران اشراق

[www.Shop-eng.ir](http://www.Shop-eng.ir)

Tell: +۹۱۲۶۴۱۸۴۱۷

متناسب برای آزمون دوره ۱۴۰۳

## فهرست موضوعی

۸.....	تعاریف
۱۱.....	خیابان سازی (سواره روها)
۱۱.....	عملیات خاکی
۱۴.....	انواع مختلف شمع
۱۵.....	کنترل فرسایش خاک
۱۸.....	قنات ها
۱۹.....	زهکشی و تخلیه آبها
۲۴.....	زیراساس
۲۸.....	اساس
۳۰.....	قیر در راه سازی
۳۲.....	اندود نفوذی (پریم کت)
۳۴.....	اندود سطحی (تک کت)
۳۴.....	آسفالت های حفاظتی
۳۶.....	آسفالت سرد
۳۸.....	آسفالت ماکادام نفوذی
۳۸.....	آسفالت گرم
۴۵.....	معایب سطوح آسفالتی
۴۸.....	ژئوسنتتیکها در راه سازی

## فهرست کامل و تفصیلی

۸	تعاریف
۸	آسفالت حفاظتی
۸	آسفالت سرد
۸	آسفالت متخلخل
۸	اساس
۸	اساس شنی و سنگی
۸	اساس قیری
۸	اساس ماکادامی
۹	اندود سطحی (تک کت)
۹	اندود نفوذی (پریم کت)
۹	اندودهای آب بند (سیل کت)
۹	بازیابی روسازی آسفالتی
۹	بتن آسفالتی با دانه بندی باز
۹	بتن آسفالتی با دانه بندی متراکم
۹	بستر روسازی راه
۱۰	بهسازی و روکش آسفالتی
۱۰	زهکشی
۱۰	زیراساس
۱۰	زیراساس شنی و سنگی
۱۰	قرضه جانبی
۱۰	قرضه موضعی
۱۰	قرضه منتخب
۱۱	خیابان سازی (سواره روها)
۱۱	میخکوبی مسیر
۱۱	برداشت خاک نباتی
۱۱	آماده کردن بستر خیابان
۱۱	روسازی خیابان

- ۱۱..... عملیات خاکی
- ۱۲..... خاکریزی
- ۱۲..... خاکریز معمولی
- ۱۲..... سنگریزی
- ۱۳..... خاک‌های ناهمگون
- ۱۳..... تراکم و کوبیدن
- ۱۴..... انواع مختلف شمع
- ۱۴..... الف: شمع چوبی
- ۱۴..... ب: شمع بتن مسلح پیش ساخته یا پیش فشرده
- ۱۴..... پ: شمع بتن مسلح ریخته شده در محل
- ۱۵..... کنترل فرسایش خاک
- ۱۶..... دیوارهای خشکه چین
- ۱۶..... سنگچین ها
- ۱۶..... بلوکاز
- ۱۶..... حفاظت شیروانی ها
- ۱۶..... پوشش ساده
- ۱۷..... پوشش مختلط
- ۱۷..... پوشش با بلوک‌های بتنی
- ۱۷..... پوشش با خاک نباتی
- ۱۷..... پوشش گیاهی
- ۱۷..... روش استفاده از الیاف مصنوعی
- ۱۸..... تسطیح و روانه کاری شیروانی خاکریزهای سنگی
- ۱۸..... کارهای حفاظتی با سازه‌های توری سنگی (گابیونی)
- ۱۸..... قنات‌ها
- ۱۸..... قنات‌های دایره
- ۱۹..... قنات‌های متروکه زیر بستر راه
- ۱۹..... زهکشی و تخلیه آب‌ها
- ۱۹..... انواع زهکشی و تخلیه آب‌ها

۱۹	تخلیه آب‌های سطحی
۱۹	زهکشی آب‌های زیرزمینی
۲۰	مراحل عملیات تخلیه آب‌های سطحی
۲۰	آبروهای جانبی
۲۰	زهکشی و تخلیه آب‌های میانه راه
۲۰	تخلیه آب‌های سطحی در خاک‌ریزهای بلند
۲۱	آبروهای تاوهای
۲۱	زهکشی عمیق و زیرزمینی
۲۱	کنترل و تخلیه آب‌های سطحی
۲۱	کنترل و پایین آوردن تراز آب زیرزمینی
۲۱	کنترل و تخلیه آب‌های تراوشی
۲۲	مصالح زهکشی عمیق
۲۲	مصالح دانه‌ای
۲۲	زمین پارچه‌ها (ژئوتکستایلها)
۲۲	لوله‌های زهکشی زیرزمینی
۲۲	اجزای تشکیل‌دهنده سیستم زهکشی راه
۲۴	زیراساس
۲۵	انواع قشر زیراساس
۲۵	زیراساس شنی یا سنگی
۲۶	زیراساس آهکی
۲۸	اساس
۲۸	انواع قشر اساس
۲۸	اساس شنی یا سنگی
۲۹	اساس ماکادامی
۲۹	مصالح درشت‌دانه
۲۹	مصالح ریزدانه
۲۹	قشر جداکننده
۲۹	پخش ماکادام
۳۰	کوبیدن قشر ماکادام
۳۰	قشر ماکادام چندلایه‌ای

- ۳۰..... قیر در راهسازی
- ۳۰..... انواع قیر
- ۳۱..... قیرهای نفتی
- ۳۱..... قیرهای خالص
- ۳۱..... قیرهای دمیده
- ۳۱..... قیرهای محلول
- ۳۲..... قیرهای محلول زود گیر (RC)
- ۳۲..... قیرهای محلول کندگیر (MC)
- ۳۲..... قیرهای محلول دیر گیر
- ۳۲..... قیرابه‌ها (امولسیون‌های قیر)
- ۳۲..... اندود نفوذی (پریم کت)
- ۳۴..... اندود سطحی (تک کت)
- ۳۴..... آسفالت‌های حفاظتی
- ۳۵..... آسفالت‌های سطحی یک یا چندلایه‌ای
- ۳۵..... اندودهای آب‌بند
- ۳۶..... غبارنشانی و روغن پاشی
- ۳۶..... اجرای آسفالت‌های حفاظتی
- ۳۶..... آسفالت سرد
- ۳۷..... انواع آسفالت سرد
- ۳۸..... آسفالت رد میکس
- ۳۸..... آسفالت ماکادام نفوذی
- ۳۸..... آسفالت گرم
- ۴۰..... انواع آسفالت گرم
- ۴۱..... مصالح
- ۴۱..... سنگدانه‌ها
- ۴۱..... قیر

- ۴۲ ..... افزودنی‌های تثبیت‌کننده در آسفالت ماستیک
- ۴۲ ..... طرح مخلوط‌های آسفالتی
- ۴۲ ..... پخش مخلوط‌های آسفالتی
- ۴۲ ..... محدودیت‌های پخش
- ۴۲ ..... پخش با فینیشر
- ۴۲ ..... پخش با گریدر
- ۴۳ ..... درجه حرارت پخش
- ۴۳ ..... غلتک‌های آسفالتی
- ۴۳ ..... غلتک‌های فولادی
- ۴۳ ..... الف: غلتک‌های استاتیک
- ۴۳ ..... ب: غلتک‌های لرزشی
- ۴۴ ..... غلتک‌های لاستیکی
- ۴۴ ..... غلتک‌های مختلط
- ۴۴ ..... کوبیدن مخلوط آسفالتی
- ۴۴ ..... مرحله اول
- ۴۵ ..... مرحله دوم
- ۴۵ ..... مرحله تکمیلی و نهایی
- ۴۵ ..... تراکم قشرهای آسفالتی
- ۴۵ ..... معایب سطوح آسفالتی
- ۴۶ ..... گودال‌ها و حفره‌ها
- ۴۶ ..... نشست آسفالت در اثر خرابی زیرسازی
- ۴۶ ..... ترک‌های آسفالت
- ۴۶ ..... ترک‌های طولی و عرضی
- ۴۶ ..... ترک‌های پوست‌سوسماری یا موزاییکی
- ۴۶ ..... ترک‌های جمع‌شدگی
- ۴۷ ..... ترک‌های هلالی شکل
- ۴۷ ..... موج و شیارهای طولی و عرضی
- ۴۷ ..... بیرون زدن شن از آسفالت
- ۴۷ ..... رو زدن قیر
- ۴۸ ..... ژئوسنتتیکها در راهسازی

## تعاریف

### آسفالت حفاظتی

پخش قیر در راه های خاکی شنی، آسفالتی و بتنی و بلافاصله پخش سنگدانه بر روی آن (آسفالت سطحی)، یا اندودهای سنگدانه ای یا ماسه ای، یا قیرپاشی بدون سنگدانه، یا پخش آسفالت اسلاری سیل، یا میکروسرفیسینگ، آسفالت حفاظتی نامیده می شود.

### آسفالت سرد

آسفالت سرد از اختلاط مصالح سنگی یا قیرهای محلول، یا قیرابه ها و یا قطران در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می شود.

### آسفالت متخلخل

آسفالت متخلخل از اختلاط قیر با سنگدانه های شکسته دارای دانه بندی باز، در کارخانه آسفالت تهیه می شود.

## اساس

قشری از مصالح سنگی با مشخصات فنی و به ضخامت معین که بر روی بستر آماده شده راه یا لایه زیراساس، به منظور تحمل بارهای وارده از لایه های بالاتر روسازی قرار گیرد، قشر اساس نامیده می شود.

### اساس شنی و سنگی

عبارت است از مصالح شکسته شن و ماسه ای رودخانه ای یا سنگ های معادن کوهی با مشخصات فنی معین که به ابعاد هندسی مورد نظر بر روی قشر زیراساس و یا بستر روسازی قرار گیرد.

### اساس قیری

مخلوطی از مصالح سنگی و قیر با مشخصات فنی و به ضخامت معین که بر روی بستر آماده شده راه یا لایه زیراساس، به منظور تحمل بارهای وارده از لایه های بالاتر روسازی قرار گیرد، قشر اساس قیری نامیده می شود.

### اساس ماکادامی



مخلوطی از سنگ کوهی یا سنگ‌های رودخانه‌ای شکسته به اندازه‌های مشخص و پخش آن بر روی قشر آماده شده سطح راه برابر ابعاد، اندازه‌ها و ضخامت‌های مشخص شده در نقشه‌ها.

### اندود سطحی (تک کت)

پخش یک لایه بسیار نازک قیر محلول یا قیرابه روی سطح آسفالتی یا بتنی به منظور آغشته نمودن سطوح مزبور و ایجاد چسبندگی با قشر آسفالتی که متعاقباً روی آن پخش می‌شود، اندود سطحی یا تک کت نامیده می‌شود.

### اندود نفوذی (پریم کت)

پخش یک لایه قیر محلول با کندروانی (ویسکوزیته) کم یا متوسط در سطح شنی راه (بستر روسازی راه یا زیراساس و یا اساس)، اندود نفوذی یا پریم کت نامیده می‌شود.

### اندودهای آب‌بند (سیل کت)

اجرای آسفالت‌های حفاظتی بر روی انواع رویه‌های آسفالتی و یا بتنی موجود، به منظور آب‌بندی، افزایش خاصیت نفوذناپذیری، اصلاح آسیب‌دیدگی‌های سطحی، بهسازی موقت و افزایش عمر بهره‌برداری‌ها، اندود آب‌بند یا سیل کت نامیده می‌شود.

### بازیابی روسازی آسفالتی

بازیابی روسازی آسفالتی، استفاده مجدد از آسفالت‌های قدیمی است که قبلاً کاربرد اولیه خود را به انجام رسانده است. این عمل معمولاً پس از انجام پاره‌ای فعل و انفعال بر روی آسفالت‌های قدیمی صورت می‌گیرد.

### بتن آسفالتی با دانه‌بندی باز

عبارت است از مخلوط قیر و مصالح سنگی با دانه‌بندی باز که مناسب برای بالا بردن اصطکاک روسازی مرطوب می‌باشد.

### بتن آسفالتی با دانه‌بندی متراکم

عبارت است از مخلوط قیر و مصالح سنگی با دانه‌بندی پیوسته مناسب برای شرایط محلی با کاهش فضای خالی و افزایش مقاومت و عمر بیشتر.

### بستر روسازی راه

سطح تمام شده خاکی راه که مصالح لایه‌های روسازی بر روی آن قرار می‌گیرد.

## بهسازی و روکش آسفالتی

مرمت و اصلاح انواع آسیب‌دیدگی‌های سطحی و سازه‌های روسازی‌های آسفالتی، شامل: تعمیرات سطحی، اجرای روکش‌های تقویتی، بازیافت و یا ترکیبی از این عملیات بهسازی نامیده می‌شود.

### زهکشی

زهکشی عبارت است از لوله‌گذاری‌های سطحی و زیرزمینی، مصرف زه‌های سنگی و یا خرده‌سنگی، انحراف و تنظیم و اجرای سایر کارهای تکمیلی، طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت.

### زیراساس

قشری از مصالح سنگی (یا مخلوطی از مصالح سنگی و مواد افزودنی) با مشخصات فنی معین و به ضخامت مشخص که بر روی بستر راه (ساب‌گرید) به منظور تحمل بارهای وارده از قشرهای بالای روسازی قشر اساس قرار گیرد، قشر زیراساس نامیده می‌شود. زیراساس معمولاً اولین لایه از ساختمان روسازی راه را تشکیل می‌دهد.

### زیراساس شنی و سنگی

مصالح شنی رودخانه‌ای یا سنگ‌های شکسته شده در سنگ‌شکن که با مشخصات فنی معین تهیه و بر روی بستر روسازی راه حمل و به ضخامت مورد نظر پخش و سپس طبق شرایط فنی آبیاری و کوبیده می‌گردد. قشر حاصله، زیراساس شنی نامیده می‌شود.

### قرضه جانبی

قرضه ایست موجود در حریم قانونی راه و در صورت بلامانع بودن در نزدیکی و مجاورت حریم راه.

### قرضه موضعی

قرضه ایست که از منابع مناسب موجود در طول راه و با رعایت حداقل فاصله حمل تعیین می‌شود.

### قرضه منتخب

قرضه ایست متشکل از مصالح رودخانه‌ای و یا کوهی و یا مصالحی با مشخصات معین که از منابع خاص تأمین می‌شود

## خیابان سازی (سواره‌روها)

### میخکوبی مسیر

قبل از شروع عملیات اجرایی و بر اساس نقاط اصلی نشانه مرجع، پیمانکار باید ابتدا نسبت به پیاده کردن مسیر خیابان اقدام نماید.

### برداشت خاک نباتی

قبل از اجرای هر نوع عملیات خاکی، باید خاک‌های نباتی محل به از محل برداشته شود.

### آماده کردن بستر خیابان

قبل از زیرسازی خیابان باید عملیات خاکی تا تراز مشخص شده در نقشه‌های اجرایی انجام شود.

چنانچه برای رسیدن به تراز موردنظر نیاز به خاکریزی باشد، پس از برداشت خاک نباتی، باید خاکریزی با استفاده از خاک حاصل از عملیات خاکبرداری یا خاک قرضه مناسب در قشرهایی با حداکثر ضخامت ۱۵ سانتیمتر صورت پذیرد.

### روسازی خیابان

### عملیات خاکی

پاک کردن مسیر و حریم راه شامل تمیز کردن، برداشتن خاک‌های نباتی و جابه‌جایی یا قطع و ریشه‌کشی کامل درختان، بیرون آوردن ریشه‌های خشکیده و بدون تنه و هرگونه درختچه، نهال، بوته، علف، چپر، حصار، چینه، زباله و آشغال، ابنیه، موانع و سایر مواردی که به نظر دستگاه نظارت یا کارفرما وجود آن برای پی‌ها یا زیرسازی و روسازی راه نامناسب تشخیص داده شود از حریم راه و راه‌های ورودی و خروجی، راه‌های دستیابی، مسیر کانال‌ها و آبروها و محل احداث ابنیه فنی، می‌باشد.

برداشت هرگونه مصالح و مواد خاکی، شن و ماسه‌ای، قلوه‌سنگی و سنگی، ریزشی و لغزشی، صرف‌نظر از جنس و کیفیت آن‌ها از مسیر راه، به‌منظور تسطیح، شیب بندی و آماده کردن مسیر اصلی راه یا راه‌های ورودی و خروجی و جاده‌های ارتباطی، موضوع عملیات خاکبرداری است.

عملیات خاکی باید همواره با زهکشی توأم انجام گیرد و دستگاه نظارت در هنگام نیاز می‌تواند در مواقع بارندگی‌های شدید، به منظور حفاظت عملیات انجام شده، کارهای خاکی را متوقف سازد.

## خاکریزی

ضخامت لایه‌های خاکریز با توجه به نوع مصالح مصرفی و موقعیت اجرای لایه‌ها به شرح زیر باید اجرا شود.

عملیات خاکریزی، به طریق سنگریزی را نمی‌توان مستقیماً روی ابنیه فنی مانند پل‌ها، آبروها و پل-های طاقی اجرا کرد، مگر آنکه قبلاً ضخامتی معادل حداقل ۶۰ سانتیمتر روی این سازه‌ها خاکریزی معمولی انجام شده و به درصد تراکم مشخصه رسیده باشد.

در محل‌هایی که خاکریزی روی سرایشی تند یا خاکریز موجود صورت گیرد، طبق دستور دستگاه نظارت پله‌هایی به ارتفاع ضخامت لایه خاکریز یا سنگریزی روی شیب مزبور تعبیه خواهد شد تا از لغزش احتمالی خاکریز جدید روی بدنه شیب جلوگیری به عمل آید و در نتیجه خاکریز جدید و قدیم خوب با هم قفل و بست شوند.

در محل‌هایی که در اثر گودبرداری جهت احداث ابنیه فنی، پی‌ها، آبروها، دیوارها یا لوله‌ها فضای خالی ایجاد شود، این فضای خالی باید با مصالح مورد تصویب دستگاه نظارت و پس از بازدید مهندس مقیم و گذشت ۲۸ روز از تاریخ ساخت ابنیه فنی پر شده و به طریق زیر متراکم گردد. لایه‌ها را باید به ضخامت‌های حداکثر تا بیست سانتیمتر ریخته و با وسایل مکانیکی و در صورت تصویب دستگاه نظارت با وسایل دستی در جهت عمود بر محور راه تا حصول درصد تراکم ۹۵٪ کوپید. این عملیات نباید موجب صدمه زدن به سازه ابنیه فنی گردد.

## خاکریز معمولی

خاکریز معمولی به مصرف مصالحی اطلاق می‌شود که کمتر از ۱۵ درصد حجم آنرا قطعات و سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۱۵ سانتیمتر تشکیل می‌دهد.

ضخامت لایه‌های کوپیده در خاکریز معمولی نباید به‌طور کلی از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نماید. استفاده از ضخامت بیشتر مشروط به استفاده از مصالح مناسب درشت‌دانه، انجام قطعات آزمایشی با مصالح مورد نظر و با غلتک‌های مناسب، دستیابی به درصد تراکم مشخصه، و امکان انجام آزمایش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری این تراکم در کل ضخامت لایه اجرا شده می‌باشد، که به‌هر حال نباید از ۳۰ سانتیمتر تجاوز نماید.

## سنگریزی

سنگریزی شامل مصرف مصالحی است که بیش از ۱۵ درصد حجم آنرا قطعات و سنگدانه‌های بزرگ‌تر از ۱۵ سانتیمتر تشکیل می‌دهد. این مصالح که از برش‌ها و پی‌کنی‌های سنگی به دست می‌آید نباید تجزیه‌پذیر بوده و به‌مرورزمان به مصالح ریزدانه تبدیل شوند. سنگ‌های گچی، گل‌سنگ‌ها، شیست و شیل که تدریجاً تجزیه و خرد می‌شوند برای سنگریزی مناسب نیستند.

### خاک‌های ناهمگون

وقتی که مصالح مصرفی در خاکریزی از منابع مختلف تأمین می‌شود هریک از آن‌ها، حتی‌الامکان باید در لایه‌ها و در طول معینی مورد استفاده قرار گیرد تا در تعیین حداکثر وزن مخصوص خشک مصالح در آزمایشگاه و در نهایت کاربرد آن‌ها برای محاسبه درصد تراکم موجب خطا و ابهام نشود. علاوه بر آن در این موارد باید از خاک‌های باکیفیت ضعیف‌تر در لایه‌های تحتانی و خاک‌های مرغوب‌تر در لایه‌های فوقانی خاکریز استفاده شود.

### تراکم و کوبیدن

حداقل درصد تراکم برای کلیه خاک‌ریزی‌ها، بستر روسازی، بسترهای زمین طبیعی و کف ترانشه‌های خاکی، در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها، راه‌های اصلی، فرعی درجه یک و دو و راه‌های روستایی نسبت به حداکثر وزن مخصوص خشک خاک موقعی که طبق روش T-180، طریقه D، در آزمایشگاه متراکم می‌شود باید به شرح جدول زیر باشد.

انتخاب درصد تراکم مشخصه برای هر لایه به نوع خاک (درشت‌دانه یا ریزدانه) موجود یا مصرفی در آن لایه بستگی دارد که باید با آزمایش‌های دانه‌بندی و حد روانی و خمیری تعیین شود. بدون انجام این آزمایش‌ها نمی‌توان درصد تراکم مشخصه مورد نظر و در نتیجه تطابق آن را با مشخصات جدول زیر برای لایه‌های آزمایشی، معین کرد.

میزان درصد تراکم برای راه‌های مختلف

تراکم نسبی قشرهای بین ۳۰ سانتیمتر تا بستر روسازی		تراکم نسبی قشرهای پایین‌تر از ۳۰ سانتیمتر بستر روسازی		نوع راه
با خاک درشت‌دانه	با خاک ریزدانه	با خاک درشت‌دانه	با خاک ریزدانه	
۱۰۰ درصد	۹۵ درصد	۹۵ درصد	۹۰ درصد	آزادراه - بزرگراه - راه اصلی و راه فرعی درجه یک
۹۵ درصد	۹۲ درصد	۹۰ درصد	۸۷ درصد	راه فرعی درجه دو و راه‌های روستایی

عمل تراکم و کوبیدن لایه‌های سنگریزی باید آن قدر ادامه یابد تا احتمال هیچ‌گونه نشست، تقلیل حجم، جابه‌جایی یا کاهش ضخامت قشرهای کوبیده شده وجود نداشته باشد.

## انواع مختلف شمع

شمع‌هایی که قرار گرفتن آن در زمین همراه با جابه‌جایی زیاد در خاک مجاور است، شامل انواع زیر می‌باشند:

### الف: شمع چوبی

شمع‌های چوبی معمولاً در نقاطی که چوب مناسب، فراوان و ارزان باشد، در ساختمان‌های موقتی و یا اگر سطح فوقانی شمع چوبی در زیرتراز آب ساکن دائمی باشد، در ساختمان‌های دائمی مصرف می‌شود.

### ب: شمع بتن مسلح پیش ساخته یا پیش فشرده

شمع‌های بتنی پیش ساخته در ساختمان‌های دائمی و در زمین‌هایی که کوبیدن شمع بتنی پیش ساخته از نظر سختی زمین میسر باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مواردی که طول شمع و یا سختی زمین به کاربردن شمع فلزی را از نظر فنی و اقتصادی توجیه نماید، از شمع فلزی استفاده می‌شود.

### پ: شمع بتن مسلح ریخته شده در محل

در مواردی که نوع زمین از قبیل آسان بودن حفاری، ایستا بودن نسبی دیواره محل حفاری شده و یا لزوم استفاده از قطره‌های زیاد به کاربردن انواعی از شمع بتنی ریخته در محل را ایجاد نماید، از این نوع شمع استفاده می‌شود. شمع بتنی ریخته در محل شامل یکی از انواع زیر است.

الف: حفاری که محل آن با بتن پر شود.

ب: لوله فولادی یا بتنی که تا عمق مطلوب کوبیده شده و سپس داخل لوله با بتن پر شود.

ت: شمع لوله بتنی که با ته بسته در زمین کوبیده شده و داخل آن بعداً بتن‌ریزی شود

ث: شمع لوله فلزی که با ته بسته در زمین کوبیده شده و داخل آن بعداً بتن‌ریزی شود اعم از آنکه لوله در جا بماند یا بعداً بیرون کشیده شود

شمع‌هایی که قرار گرفتن آن در زمین همراه با جابه‌جایی کم خاک است و از آن جمله‌اند:

الف: شمع‌های فلزی با مقطع H یا I

ب: شمع فلزی با مقطع دایره که با ته باز در زمین کوبیده شود و داخل آن بعداً خالی شده بتن‌ریزی گردد و یا اینکه اصولاً بتن‌ریزی هم نشود.

شمع‌هایی که قرار گرفتن آن‌ها در زمین همراه با جابه‌جایی خاک مجاور نیست، به‌قرار زیر است:

الف: انواع شمع بتن مسلح با مقطع دایره یا غیر دایره که پس از حفاری در محل بتن‌ریزی می‌شود.

ب: انواع شمع‌های فلزی با مقاطع دایره و غیر دایره که قبل از کوبیده شدن در زمین، محل قرارگرفتن آن‌ها حفاری می‌شود.

## کنترل فرسایش خاک

باید توجه داشت که در مهندسی ژئوتکنیک، رطوبت خاک، آن قسمت از آب آزاد است که فضای بین دانه‌ها را پر می‌کند و «آب منفذی» یا ثقلی نامیده می‌شود، نه آنکه در ساختمان کریستالی کانی به کار رفته یا در سطح آن جمع شده است (آب هیگروسکوپ و آب مویینه‌ای). بنابراین اگر در ساختمان خاک مقدار زیادی آب کریستالی وجود داشته باشد، نباید این آب به عنوان رطوبت خاک به حساب آید. در ضمن لازم است ذکر شود که اصطلاح ذرات جامد در مهندسی ژئوتکنیک به کانیها یا مواد طبیعی گفته می‌شود که در آب غیر محلولند.

رطوبت خاک به صورت درصدی از وزن خشک آن بیان میشود و به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$W_w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \text{وزن آب موجود در خاک.}$$

$W_s$  : وزن خشک خاک.

برای تثبیت خاک بستر، خاک ماسه‌ای - سیمان مناسب می‌باشد. خاک رسی و گچ به دلیل افزایش حجم هنگام مرطوب شدن مناسب نمی‌باشد.

کنترل فرسایش خاک برای پایدارسازی و تثبیت شیروانی خاک‌ریزها و خاک‌برداری‌ها، تنظیم و کنترل جریان آب رودخانه‌ها، حفاظت پایه‌های پل‌ها، جلوگیری از فرسایش سطحی کانال‌های خاکی، شامل موارد زیر است: