



ما مصمم هستیم تا کلیه آموخته هایمان را در اختیار مجریان سازندگی، دانشجویان و دانش پژوهان برجسته کشور قرار دهیم و معتقدیم که با این عمل، درسازندگی های آتی که توسط شماتو انمندان بوجود خواهد آمد شریک خواهیم بود.

شما نیز با بکارگیری علوم تان، ایران را سرفرازتر کنید  
مدیریت سایت ماکزیم تکنیک

این مجموعه، خلاصه پرداری از مقالات برجسته متعهدان به سازندگی و پیشرفت ایران سرفراز است. مطالبی در این سایت به

چاپ خواهد رسید که نظر اتسان به تجربه برای کارشناسان این مجموعه اثبات شده باشد.

### پیشگفتار:

مشکلات ساخت کانالهای آبیاری بسیار زیاد و متفاوت میباشد و شناخت مشکلات قبل از اجرای عملیات باعث موفقیت و بهره وری از سرمایه، نیروی انسانی و... میگردد. متأسفانه باوجود مقالات بسیار در این زمینه، هنوز مشاهده میشود که در ساخت کانالهای آبیاری و زهکشی بسیاری از مشکلات قابل پیش بینی، رعایت نکسته و هزینه های بسیار هنگفتی جهت این پی توجهی طراحان یا پیمانکاران، توسط دولت پرداخت میگردد.

## خاکریزی، مشکلات، راهکارها

احداث شبکه های آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک با هدف انتقال و توزیع آب کشاورزی بعنوان بخشی از فرآیند تولید محصولات کشاورزی اقدامی اجتناب ناپذیر است. در عین حال با توجه به گستره وسیع شبکه های آبیاری و گذر کانالها از مناطق و اراضی مختلف با ویژگیهای متفاوت لایه های سطحی زمین از نقطه نظرمسایل ژئوتکنیکی و مکانیک خاک " پستر" و مصالح مورد مصرف در خاکریز کانالها، احداث آنها از دیرباز با مسایل و مشکلات عدیده ای مواجه نموده است که در این بحث با استفاده از نتایج حاصل از مطالعه، طراحی و تجربیات مکتسبه دیگر.

### پیاده کردن مسیر کانال

مسیر کانالها پایستی با استفاده از نقاط نشانه و مپدا، با وسایل نقشه برداری (دیستومات یا تئودولیت) بدقت و طبق مختصات مندرج در نقشه ها و مشخصات قتی، مشخص شده و محور و طرفین آن میخکوبی گردد. علاوه بر نقاط نشانه و مپدا اصلی، احداث و گسترش نشانه فرعی (رفرنس ها) نقشه برداری نیز در طول مسیر و پیویژه در محل قوسها، پنبیه و تقاطع ها ضروری میباشد. نشانه های فرعی نقشه برداری پایستی به گونه ای گسترش و احداث شوند تا علاوه بر سهولت و کاهش عملیات نقشه برداری در طول اجرای قسمتهای مختلف کانال، توسط ساکنین محل تخریب نگردد و کمال مراقبت برای حفظ و نگهداری آنها معمول شود و تا زمان خاتمه کار در مختصات آنها تغییری حاصل نشود. افزایش تعداد رفرنسهای اصلی و فرعی باعث اطمینان بیشتر به کار خواهد بود و در نتیجه احتمال اینکه نقشه بردار در فواصل پیمایش خود دستخوش خطا شود بسیار کم میگردد.

(- آماده سازی پستر خاکریز کانالها)

برداشت خاک نباتی، دفع مواد زاید، کندن درختها، درختچه ها و بوته ها / (دکا پاژ)

پس از پیاده کردن مسیر، ایجاد پستر مناسب برای خاکریزی از اهمیت و اولویت بسیار بالایی برخوردار است. در این خصوص ابتدا نسبت به برداشت خاک نباتی و مواد زاید و کندن درخت، درختچه و بوته ها و بقایای آنها از سطح پستر کانال اقدام میگردد. به این عمل دکا پاژ گویند و محدوده عرضی دکا پاژ باید از عرض در نظر گرفته شده برای کانال، بیشتر باشد. سپس با توجه به جنس و مشخصات فیزیکی و شیمیایی و ژئوتکنیکی پستر، حسب مورد، پستر سازی مناسب صورت میگیرد.

پستر سازی در مسیر محدوده خاکریزی، با توجه به تنوع خاک منطقه و همچنین وجود موارد بسیاری مانند چنکله مصنوعی و باتلاقهای موضعی، بگونه های مختلف و متناسب با وضعیت منطقه صورت خواهد گرفت. شایان ذکر است که در حین مطالعه طرح، بررسیهای ژئوتکنیکی و مکانیک خاک از مسیر کانال باید صورت گیرد از جمله می توان به آزمایش های حدوداتریز، C.B.R، طبقه بندی خاک، وزن مخصوص و درصد جذب آب، تراکم و رطوبت اپتیمم، بررسی سطح آب منطقه، آزمایش شیمیایی برای تعیین سولفات، کربن و درصد مواد آلی و گچ اشاره نمود.

پستر سازی در زمینهای متعارف /

خاکهای متعارف پروژهای فعال در جنوب کشور از تنوع بسیاری برخوردار است. از خاک، با درصد بسیار ناچیز رس گرفته تا منطقه ای پارس قروان.

برای کنترل میزان فعالیت این خاکها از نظر پتانسیل تورم زایی و انقباض پذیری، از شاخص فعالیت (Activity Number) بر اساس رابطه پیشنهادی اسکمپتون بشرح زیر استفاده شده است:

$$A = \frac{pi}{\% < 0.002^{mm}}$$

با توجه به در دست داشتن اطلاعات کامل از وضعیت خاک مسیر کانال، در نقاط مورد نیاز پستر سازی و در نقاط دیگر مسیر پستر کوبی صورت می گیرد. برای تحمیل تراکم مورد نیاز (برای پستر سازی ۸۵٪ کافی است) بطور متوسط، عبور پنج نوبت غلطک کافی است.

پستر سازی در زمینهای باتلاقی /

گاه قسمت از مسیر کانال در محدوده باتلاقی قرار دارد. این باتلاقیها حاصل آبیاری زمینهای کشاورزی و یا عمل کردن منطقه مورد نظر بدلیل داشتن ارتفاعی پست به عنوان زهکش و یا هجوم رواناب ناشی از بارندگی و آبیاری اراضی پالادست میباشد. ایجاد زهکش حایل و انجام دکا پاژ به میزان ۰/۴ متر (این میزان اعلام شده با توجه به شرایط منطقه تغییر میکند) و خاکریزی کام به کام جهت پستر سازی از راهکارهای مناسب در این مسیرها است.

اگر در مناطقی عمق باتلاق بسیار زیاد باشد بهتر است از روش زیر استفاده شود.

پس از ایجاد زهکش و پایین بردن آب های موجود، اقدام به برداشتن لجن تا حد امکان گردد سپس از منابع قرضه سنگی و یا از مصالح درشت دانه سنگی (قلوه) برای تقویت پستر استفاده گردد به میزانی که پس از تخلیه مصالح توسط کمپرسی، ابتدا از پیل مکانیکی و سپس از گریدر برای پخش مصالح و سرانجام از غلطک برای کوبیدن و تقویت پستر استفاده گردد. ضخامت مصالح

سنگی کاربرد بی وضعیتی با تلاق بستگی دارد. پس از تثبیت پستر، استفاده از خاکهای ریزدانه محل در لایه های ۱۵ cm پیشنهاده میگردد این لایه های ۱۵ cm باید تا ۹۵٪ مترکم گردند.

پستر سازی در زمین های ماسه ای /

امکان دارد در بخشهایی از کانال پس از برداشت خاک نباتی، جنس پستر راماسه ریز تشکیل دهد. جهت پستر سازی در این مناطق، یک لایه ۴۰ cm (با احتساب دکا پاژ) از برهما برداشته شود و آنگاه با آبیاری فراوان اقدام به پستر سازی گردید. در برخی از مناطق ممکن است ماسه ریز، با ویابدون کریستالهای گچ وجود داشته باشد در این صورت برای پستر سازی در منطقه بدون گچ یکروز و برای منطقه با گچ یک هفته باید سطح مسیر غرقاب گردد و سپس توسط غلظت تا ۸۵٪ مترکم گردد.

پستر سازی در مسیرهای پوشیده از گیاه باریشه های عمیق تا ۲ متر

گاه در مسیر کانال در حال اجرا، چنگلهای طبیعی و مصنوعی وجود دارد و وجود چنگل به معنای وجود ریشه های فراوان در منطقه است. پدیده است وجود چنبرین ریشه های انبوهی بدلیل تجزیه و فساد، سبب نشست خاکریز در سالهای بعد خواهد شد و از طرف دیگر کندن و خارج کردن ریشه ها بطور کامل توجیه اقتصادی ندارد بنابراین بهترین راه حل پس از برداشت خاک نباتی و مواد زاید دیگر، استفاده از علف کش مخصوص به هر گیاه میباشد. در صورت نبودن علف کشهای مناسب، پخش آب آهک بر روی پستر موجود نتیجه کاملاً رضایت بخشی را حاصل نمینماید. البته بهتر است عمق دکا پاژ در این مناطق بین ۴/۰ تا ۷/۰ متر باشد تا مقدار چشمگیری از ریشه گیاهان خارج گردد.

مورد ذیل بعنوان تذکر مهم در مورد پستر سازی مطرح میگردد.

به حداقل رساندن زمان خاتمه دکا پاژ و شروع پستر سازی و همچنین انجام خاکریزی بلافاصله پس از آماده شدن پستر تا حداقل ۳/۰ متر بالاتر از زمین طبیعی.

در صورت رعایت نکردن مورد فوق ممکن است پارندگی و یا روانپ ناشی از آن و همچنین مازاد آب آبیاری مزارع به پستر که پس از دکا پاژ در محلی پایین تر از زمین طبیعی قرار گرفته اند، نفوذ کرده و علاوه بر تلاقی کردن محدوده، پستر مناسبی برای رویش گیاهان خود فراهم گردد.

۲- تامین، عمل آوری و آماده سازی مصالح خاکریز کانالها

در طراحی شبکه های آبیاری و زهکشی، یکی از مسایل و نکات مهم که همواره و حتی الامکان مورد اهتمام جدی طراح قرار میگیرد، تعادل بین خاکبرداری و خاکریزی است. بگونه ای که حجم خاکبرداری با حجم خاکریزی پروژ با لحاظ کردن پدیده انقباض خاک متعادل باشد. لیکن در پیشتر پروژه ها بدلیل شیپ کم اراضی و یا نامناسب بودن خاکهای حاصل از خاکبرداری این تعادل برقرار نمی گردد و تهیه کمبود مصالح مناسب برای استفاده در خاکریزها از محل قرضه هایی که پس از بررسیهای ژئوتکنیکی و مکانیک خاک با رعایت چنپه های اقتصادی مشخص خواهد شد، اجتناب ناپذیر است. در هر دو حالت، اقدامات همه جانبه ای برای تامین، عمل آوری و حمل و پخش آن در مسیر خاکریز کانالها در صورت لزوم انجام اقدامات عمل آوری تکمیلی در پاند خاکریزی الزامی است. این عملیات شامل تمیز کردن سطح منابع قرضه از خاک نباتی و نامناسب، ریشه درختان و سایر مواد زاید، از بین بردن کلوخه ها، جدا کردن مواد دانه درشت و نامناسب، تامین رطوبت بهینه در محل قرضه، پارگیری و حمل، دپو و پخش در مسیرهای خاکریزی و... میباشد. شایان ذکر است در اکثر اوقات پس از پخش مصالح خاکریز بر روی پاند،

خورد کردن کلوخه ها پوسیده دیسک، جدا کردن مواد دانه درشت و زاید، آبیاشی و اختلاط مجدد خاک برای تامین رطوبت بهینه همگن قبل از تراکم ضروری است. در مورد خاکهایی که دارای مشکلات و مسایل ژئوتکنیکی و مکانیک خاک نظیر خاکهای متورم شونده، خاکهای واگرا و... میباشند و با توجه به عدم یا کمبود وجود خاکهای مناسب در منطقه و همچنین لحاظ کردن ملاحظات فنی و اقتصادی و رعایت جنبه های اجتماعی و زیست محیطی، استفاده از آنها در خاکریزها اجتناب ناپذیر است با توجه به تمهیدات خاص عمل آوری و آماده سازی، میتوان در خاکریز بدنه کانالها از آنها استفاده نمود. این تمهیدات شامل: افزایش آهک و سیمان به خاک، غرقاب کردن متناوب خاک در محل قرمه، افزایش رطوبت خاک در حین تراکم، کاهش درصد تراکم، غرقاب کردن خاکریز قبل از کانال کنی و رگلاژ نهایی برای پوشش پستی، افزایش و اختلاط با مخلوط رودخانه ای و... در مورد خاکهای تورم زا و افزایش سیمان و یا آهک به خاکهای واگرا میباشند.

#### ارائه راه حل برای کانالهای خاکریزی شده و پوشش نشده /

ساده ترین و کم هزینه ترین روش برای اینگونه کانالها، بهره برداری بدون پوشش پستی از کانالها پس از اتمام خاکریزی و رگلاژ پمدهت طولانی میباشند. بدیهی است پس از بهره برداری متناوب و پمدهت حداقل یکسال از کانالها، میتوان از اوایل فصل باران تا اواسط زمستان نسبت به انجام رگلاژ نهایی و پوشش پستی کانالها اقدام نمود. در این روش جدا از اینکه حداکثر تورم خاکریز رخ خواهد داد، بدلیل تناوب تغییرات رطوبتی خاک (اشباع و خشک شدنهای متناوب) پتانسیل تورم خاک کاهش یافته و یا بطور کلی از بین خواهد رفت. بدیهی است اجرای این روش سهپ کاهش ظرفیت کانال میگردد که با استفاده از پخششی از فضای آزادخانی کانال قابل چیران است. در صورتیکه این روش به هر دلیلی مورد تایید قرار نگیرد، روشهای زیر قابل توصیه است. از آنجا که امکان ایجاد تورم در خاکریز کانالهای ساخته شده و پوشش نشده وجود دارد لذا باید به طریقی یا از تغییر رطوبت بستری پس از آپ اندازی جلوگیری نمود و یا آنکه رطوبت خاک را قبل از پوشش پستی به حد نزدیک به اشباع رسانید تا تورم خاک پیش از اجرای پوشش پستی رخ داده و پس از اجرای پوشش بحالت تعادل برسد. این امر منوط به جلوگیری از کاهش رطوبت خاکریز پس از پوشش پستی می باشد. به بیان دیگر، فاصله بین اجرای پوشش پستی و بهره برداری از کانال پایستی به حداقل ممکن کاهش یابد و بنا بر این پس از پوشش پستی نیز پایستی کانال را در طولهای مناسب غرقاب نمود.

#### کاربرد لایه های عایق بندی رطوبتی /

در بررسی خسارت ناشی از تورم زایی خاکها، لازم است به تفاوت مفاهیم تورم (Swell) و پتانسیل تورم زایی توجه نمود. ممکن است خاک دارای پتانسیل تورم بالایی باشد ولی عملاً شرایط لازم برای تورم آن (یعنی رطوبت مناسب) فراهم نگردد. به بیان دیگر باید خاکهایی که استعداد تورم دارند و آنها را که امکان تورم در محل پرایشان فراهم است، تفاوت قایل شد. لذا یکی از راههای جلوگیری از تورم خاکهای تورم زا، ممانعت از افزایش رطوبت این خاکها می باشد. در ارتباط با این شیوه یعنی جلوگیری از نفوذ رطوبت ناشی از نشست آب از پوشش پستی کانال، استفاده از لایه های عایق بندی رطوبتی مانند مشتقات قیری، انواع ایزوگام، ژئوممبران و غیره میباشند. این مواد باید به نحوی روی سطح خاکریز (در زیر پوشش پستی) کارگذاری شوند که جلوی هرگونه نفوذ رطوبت به داخل خاکریز و در نتیجه تغییر شرایط رطوبتی آن گرفته شود. این روش علیرغم آنکه مطمئن

و اجرای آن ساده می باشد، ولی بدلیل هزینه های زیاد آن عموماً از نظر ملاحظات اقتصادی توجه بیشتری  
نمی باشد

### اشباع کردن خاکریز کانال قبل از پوشش بتنی /

افزایش رطوبت خاک و اشباع کردن آن قبل از اجرای پوشش بتنی، اقتصادی ترین روش می باشد. این فرایند که با آب اندازی  
پیش از پوشش در کانال امکان پذیر است، در بسیاری از مراجع علمی مرتبط با موضوع، مورد توصیه و عمل قرار گرفته و نتایج  
مطلوبه را نیز ارائه داده است.

در این روش قطعه ای از کانال پیش از اجرای پوشش، مسدود شده و آب اندازی می گردد. مدت توقف آب در کانال حداقل ۵  
روز و در صورت کمی میزان نفوذ پذیری خاک رس تا چند هفته توصیه می گردد. کفایت زمان غرقاب کردن کانال با نمونه گیری از  
عمق خاکریز و بر اساس تجربه روی خاک منطقه قابل تعیین است (به منظور تغییر رطوبت خاک) اجرای این روش از دو طریق به  
شرح زیر ممکن است:

الف) قبل از اشباع کردن خاکریز کانال، اجرای یک قشر آسفالت نفوذ پذیر به ضخامت حدود ۱۰ cm روی چداره پیشنهاد  
می گردد. بعد از اجرای این قشر آسفالت آپکیری کانال جهت اشباع نمودن خاک انجام گردد و پس از اشباع خاکریز کانال و تخلیه  
آب بلافاصله، پوشش بتنی کانال روی قشر آسفالت اجرا گردد. برای تهیه آسفالت استفاده از مصالح سنگی (ز دانه های ۲ تا  
۸ mm همراه با ۲ تا ۵٪ قیر پیشنهاد می گردد.

ب) در شرایط اجرای طرح، عملیات رگلاژ چداره در دو مرحله انجام گردد. در مرحله اول خاکبرداری مقطع کانال تا حدود ۵ تا ۱۵ cm  
رقوم طرحی شده کانال انجام گردد و سپس آپکیری و غرقاب نمودن کانال انجام گردد. پس از غرقاب شدن کانال و رسیدن رطوبت  
خاکریز به حد مطلوب، آب کانال به قطعه بعدی تخلیه شده و سریعاً با اجرای مرحله دوم رگلاژ، حدود ۲۰ تا ۳۰ cm خاک سطح  
کانال که پراثر غرقاب شدن سست و بصورت لجن در آمده است، برداشته و بلافاصله قشر فیلتر (شن و ماسه) به ضخامت ۵ cm با  
افزودن حدود ۶ تا ۷ kg سیمان اجرا و بدون درنگ نسبت به اجرای پوشش بتنی اقدام گردد. هرچه زمان بین رگلاژ مرحله دوم  
و پخش فیلتر و اجرای پوشش بتنی کمتر باشد، امکان تبخیر و کاهش رطوبت و تبعاً تغییر شکل بعدی کانال کمتر خواهد شد.

از کاهش رطوبت خاکریز پس از اجرای پوشش بتنی بایستی ممانعت بعمل آید، زیرا در صورت کاهش رطوبت خاک، پدیده  
انقباض رخ خواهد داد و زیر پوشش بتنی کانال، در اثر انقباض خاکریز و کاهش حجم آن، خالی خواهد شد و همچنین بهتر است  
پهنگام غرقاب کردن کانال، قبل از اجرای لایه بتنی، از آب آهک (استفاده گردد).

از آنجاکه بخشی از تبخیر رطوبت خاکریز از طریق سطح فوقانی آن صورت می گیرد، در این حالت نیز استفاده از یک لایه شن  
و ماسه و مغلوط رودخانه ای به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ cm در سطح خاکریز می تواند موجب کاهش تبخیر و در نتیجه کاهش حجم بعدی  
گردد.

یکی از موارد دیگری که در اجرای پوشش بتنی در این حالت باید مورد توجه قرار داد، موقعیت و چگونگی اجرای درزهای انقباض  
می باشد. از آنجاکه وظیفه اصلی درزهای انقباض، کنترل ترکهای ناشی از انقباض می باشد، لذا باید این درزها پدرستی و مطابق  
استانداردهای بین المللی اجرا گردد.

همچنین در هر حال تمیز بودن درز کانال ها و پوشش محیط آن با مواد آب بند مناسب مانند ماستیک الزامی است.

**چاپگرایی خاک زیر پوشش بتنی با مخلوط رودخانه ای /**

در این روش خاک زیر پوشش بتنی را به ضخامت ۰/۹ تا ۲/۵ متر، با استفاده از مخلوط رودخانه ای پخش و کوبیده می‌شود. در این روش علاوه بر اینکه از تماس مستقیم بتن با خاک ریزدانه جلوگیری می‌شود، قشر مخلوط رودخانه ای بعنوان سربار نیز عمل کرده و فشار تورمی را به مقدار زیاد خنثی میکند.

**ارائه راه حلها برای خاکریزهای احداث نشده**

الف) با توجه به خاصیت تورم زایی خاکهای منطقه، برای خاکریزهای احداث نشده، پخش میانی خاکریز کانالها، مستقیماً با استفاده از مخلوط رودخانه ای و قسمت خارجی آن با خاک ریزدانه منطقه صورت پذیرد. در این روش علاوه بر احتراز از تماس بتن با خاک ریزدانه تورم را، قشر رودخانه ای بعنوان سربار موثر نیز عمل کرده و پخش مهمی از تورم آنرا کنترل مینماید.

ب) در خاکریزهای احداث نشده با توجه به امکان اصلاح خاک، روش تغییر بافت خاک از طریق مخلوط کردن آن با حدود ۵۰٪ مصالح درشت دانه پیشنهاد میگردد. (این روش باعث میشود که اصولاً تغییر بافت خاک و تشکیل اسکلت دانه های درشت در آن و کاهش نقش ذرات ریزدانه، پتانسیل جذب آب و تغییرات حجمی ناشی از آن پمیزان قابل توجهی کاهش یابد.

از آنجا که با افزودن تراکم نسبی و کمی رطوبت تراکم، خود از عوامل افزایش پتانسیل تورم زایی هستند لذا در خاکریزهای احداث نشده باید این دو مسئله مورد توجه قرار گیرد برای مثال در صورتی که دامنه خمیری خاک مورد استفاده، ۲۰ باشد لازم است پمظهور کاهش تورم، تراکم نسبی خاکریزها را حدود ۹۰٪ کاهش داد.

۳ - روشهای اجرای خاکریز:

**میخکوبی معور و پاشنه های طرفین خاکریز /**

پایاده کردن معور و پاشنه های طرفین خاکریز و میخکوبی آن با میخهای علامت خورده و یا شماره دار و نصب تابلو کیلومتر مسیری با استفاده از نقاط نشانه و مپدا و گسترش آن از اقدامات اولیه قبل از خاکریزی بوده و از اهمیت بالایی برخوردار است. (این امر سبب اجرای صحیح خاکریزی شده و از کمبود عرض خاکریز و همچنین افزایش عرض آن جلوگیری میکند و علاوه بر آن اجرای خاکریز در مختصات و محورهای تعیین شده را با سهولت تامین نموده و کنترل عملیات و انجام آزمایش های صحرائی (دانشیته، رطوبت، ضخامت لایه ها و...) را تسهیل مینماید.

**شیوه پخش و ضخامت لایه های خاکریز /**

به دو طریق عمل خاکریزی صورت میگردد

الف) پارگیری و حمل و پخش بر روی پاند خاکریز توسط اسکرپیر

ب) پارگیری توسط لودر، حمل توسط کمپرسی و پخش ورکلاژ توسط پولدورزر و گریدر

در هر حال پس از پخش و بلافاصله قبل از کوبیدن توسط غلطک پایستی دقت شود مصالح پخش شده عاری از مواد زاید باشد و در صورت لزوم مواد زاید درشت دانه جمع آوری و کلوخه ها توسط دیسک خورد شوند. همچنین رطوبت خاک پخش شده قبل از کوبیدن پایستی یکنواخت و در حد رطوبت اپتیمم باشد و در صورت لزوم آبپاشی و اختلاط مجدد خاک برای رطوبت همگن مورد نظر پایستی انجام پذیرد. پخش لایه های خاکریز باید بصورت افقی و بطریقی صورت پذیرد که حداکثر ضخامت آنها قبل از غلطک زنی (۲۰ cm) تجاوز ننماید و بعد از غلطک زنی و حصول تراکم مورد نیاز، ضخامت لایه کوبیده شده (۵ cm) تجاوز نکند.

## شیوه مترکم کردن خاکریزی /

پس از پخشش لایه های خاکریز عملیات کوپیدن به وسیله عبور غلطکهای پاچه بزنی (در خاکهای ریزدانه) و غلطکهای صاف (در خاکهای درشت دانه) صورت می گیرد. در صورت تامین رطوبت لازم، تراکم مورد نظر با عبور ۶ تا ۷ بار غلطک پاچه بزنی لرزنده در خاکهای ریزدانه و ۶ بار عبور غلطک صاف در خاکهای درشت دانه، حاصل میگردد.

در صورتیکه قبل از تامین رطوبت، غلطکها از روی قشر خاکریز عبور نموده و خاک را کوپیده باشند، خاک کوپیده شده پایستی ریزدانه شود و کلوخه ها توسط دیسک کاملاً خورد و عملیات آپاشنی و تامین رطوبت ممکن لایه خاکریز مجدداً انجام و سپس عملیات کوپیدن خاک صورت پذیرد. همچنین در فصول پائیزی، چنانچه رطوبت لایه های خاکریز پیش از مقدار لازم باشد، پایستی قبل از غلطک زنی، خاک بوسیله دیسک و یا گریدر برگردانده شود و تا حدود رطوبت پیش بینی شده، خشک گردد. قبل از پخشش خاک بر روی لایه قبلی، روی برم پایستی آپاشنی گردد تا اتصال دو لایه بیکدیگر صورت گیرد و اگر لایه آماده شده برای خاکریزی بسیار صاف باشد باید قبل از عمل خاکریزی، بمقدار ۵ cm شخم زده شود و پس از آپاشنی، پخشش لایه بعدی و کوپیدن آن انجام گردد.

## تجربیاتی در زمینه آماده سازی بستر خاکریزها و احداث لایه های خاکریزی

خاکریزی از محورهای اصلی اجرای عملیات احداث شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی، و بعبارتی میتوان گفت اصلی ترین محور آن میباشد. در برخی از مناطق ایران مانند استان خوزستان، پدلیل چگله ای و آبرفتی بودن، در بسیاری از مناطق با شیب بسیار ملایم در اراضی خود روپرو است و در نتیجه اختلاف ارتفاع مورد نظر به منظور هدایت آب و رساندن آن به زمینهای کشاورزی به منظور آبیاری آنها با مشکلات زیادی روپرو بوده و با بعبارتی بدون تمهیدات خاص امکان پذیر نیست و در نتیجه ایجاد خاکریز بعنوان جسم اصلی کانال و دربرگیرنده پوشش بتنی آن و به منظور چیران تقیصه فوق الذکر از اهمیت اساسی برخوردار میباشد. از طرف دیگر میتوان گفت که خاک مهمترین مصالح کاربرد طرحهای آبیاری است که هم به لحاظ کیفی و به لحاظ کمی نقش تعیین کننده ای در احداث شبکه های مدرن آبیاری دارد.

جنس خاک در مناطق کم شیب خصوصاً استان خوزستان بسیار متفاوت است و نمونه هایی از زمین پالستیکی دارای فنریت تا زمین سخت، لجنی، ماسه ای کاملاً رسی و... در آن دیده میشود. در چنین مکانهایی نمیتوان شیوه ای واحد و کلیشه ای را یکبار برد و شناخت کامل نوع خاک در نقطه به نقطه در مسیر یک پروژه الزامی است.

پناب این هرگونه عیب و نقص اساسی در خاکریزی، میتواند تمام یا بخشی از شبکه را از حین انتقاع خارج نماید، در صورتیکه اگر این امر در خصوص بتن کانالها روی دهد، از تاثیر و اهمیتی کمتری برخوردار خواهد بود یعنی پایداری توصیف میتواند گفت که وجود عیب در بتن کانال به مراتب تاثیر کمتری از وجود عیب در خاکریزی دارد.

## بستر خاکریزی و آماده سازی آن

پرداشته مصالح نامناسب و ریختن مصالح مناسب و یا سنگ (بسته به نوع خاک هر قسمت)

استفاده از مصالح شنی مخلوط

تنبیهت بستر

تثبیت خاک بستر با مصالح شنّی و اختلاط های مورد نیاز، روشی است که به منظور بهبود بستر یکا می رود در نتیجه مصالحی با مشخصات مناسب برای بستر سازی پاید مورد استفاده قرار گیرد. تثبیت به منظورهای زیر انجام میشود:

- اصلاح و بهبود خاکهای نرم و کم مقاومت
- بهبود مشخصات فنی خاکها و مصالح شنّی

در تثبیت خاک از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، سیمان و... استفاده میشود.

در برخی از مسیر کانال امکان دارد مشکل باتلاقی بودن (بدلیل پلاوندن سطح آب زیر زمینی) وجود داشته باشد. اینگونه حالتها در برخی مواقع به دلیل داشتن حالت شخم پرروی زمین و وجود سله در آن قابل شناسایی نمی باشد ولی به محض انجام دکا پاژ و ورود ماشینهای سنگین به منطقه، فتری بودن آن مشخص میگردد. جهت تثبیت چنین مکانهایی باید مقدار تراکم را تا ۸۵٪ کاهش دهیم. در چنین مکانهایی برداشت حالت لجنی منطقه نه تنها کمکی نمیکند بلکه شرایط بدتری را ایجاد نموده و هزینه را برای تثبیت پالامیبرد.

راهکارهای زیر (حسب نیاز منطقه) برای تثبیت چنین مسیریهای پیشنهاد میگردد

- برداشتن خاک نامناسب و جایگزین کردن آن با خاک مناسب. این روش همانگونه که گفته شد بدلیل تحرک ماشین آلات پویژه ماشین آلات سنگین، سیب و وضعیتی نامناسبتر میشود و حالت بالشتکی زمین را بیشتر میکند. البته این طرح قابل اجرا است ولی هزینه و کارروی منطقه جهت تثبیت بسیار پالامیبرد.

- برداشتن خاک نامناسب و تثبیت بستر با شفته آهک، که در این روش نیز اگرچه از حالت اول مناسب تر و تا حدودی وضعیت را بهبود میبخشد، اما حالت فتری همچنان در لایه های اولیه خاکریزی مشهود خواهد بود. البته با توجه به تهیه شفته آهک، نسبت به پیشنهاد اول پرهزینه تر است.

- تثبیت با استفاده از خاک مناسب، در این روش برداشت خاک نامناسب فقط در حد دکا پاژ بوده و سپس اقدام به خاکریزی با خاک مناسب مینماییم. در این روش نیز در لایه های اول و احتمالاً دوم حالت الاستیکی خاکریزی انجام شده وجود خواهد داشت ولی بعد از آن مشکلی نخواهد بود و هزینه آن نیز به مراتب کمتر است.

اگر حالت لجنی به مراتب بیشتر باشد و اقدامات فوق، در بررسی های اولیه غیر ممکن شناخته شود، میتوان از روشهای زیر استفاده نمود:

- ابتدا اقدام به تخلیه آب روی بستر (با ایجاد هکش و پمپ کردن آب تجمع یافته در آن به منطقه ای دیگر) نموده تا روی بستر کاملاً خشک گردد.

- سپس اقدام به خاکریزی با لایه حدود ۳۰ cm نموده و آن را با تراکم حدود ۸۵٪ کمپک نماییم.

- در نقاطی از مسیر که بدلیل وجود حالت الاستیک و باتلاقی، لایه حالت پلاژدگی داشته، اقدام به خارج کردن مواد نامناسب و ریختن گلوله سنگ درشت گردد.

- در صورت فتری بودن میتوان یک لایه دیگر با ضخامت ۲۰ تا ۳۰ cm ایجاد نمود و پس از آن میتوان مطابق اسناد مناقصه اقدام به خاکریزی با شرایط مورد نیاز پروژه نمود.

در صورتی که منطقه علاوه بر ماندابی دارای نیزار نیز باشد بهتر است اعمال زیر صورت گیرد:

- ابتدا اقدام به تخلیه آب روی پستری (با ایجاد هکس و پمپ کردن آب تجمع یافته در آن به منطقه ای دیگر) نموده تا روی پستری کاملاً خشک گردد.
- با پخش مغلوط پتترین و گازوییل اقدام به سوزاندن گیاهان و نی های منطقه نمود.
- سپس با استفاده از روش آهک پاشی، جلوی رشد مجدد گیاه در آینده گرفته خواهد شد. با این عمل مقداری از پستری را نیز به میزان کم تثبیت مینماییم.
- سپس اقدام به خاکریزی با لایه حدود ۴۵ cm نموده و آن را با تراکم حدود ۸۵٪ کمپک نماییم.
- در نقاطی از مسیر که بدلیل وجود حالت الاستیک و پاتلاقی، لایه حالت پلاستیک داشته، اقدام به خارج کردن مواد نامناسب و ریختن قلوه سنگ درست گردد.

#### عمل آوری و آبدهی خاک

- قبل از شروع به کوبیدن خاکریزهای غیر قابل نفوذ، خاک باید دارای رطوبت بهینه طبق روش پروکتور استاندارد باشد. داشتن رطوبت بهینه در تحویل درجه تراکم مورد نظر فاکتور بسیار مهم و اساسی میباشد. در بیشتر طرحهای عمرانی اضافه کردن آب به خاک و مغلوط کردن به منظور تامین رطوبت بهینه در محل باندهای خاکریزی صورت میگیرد. این شیوه معایب زیر را دارد:
- عمل اختلاط آب با خاک بخوبی و یکنواخت صورت نمیگیرد.
- آب بطور کامل خاکدانه ها را خیس نکرده و به عبارت دیگر رطوبت بطور کامل در خاک توزیع نمیشود.
- مصرف آب به میزان زیادی افزایش مییابد.
- از آنجا که رطوبت بطور یکنواخت در خاک توزیع نشده است لذا در عمل تراکم با اشکالاتی مواجه میشویم.
- به منظور رفع نواقص اعلام شده در بالا و رساندن رطوبت بطور صحیح به خاکی که باید بر روی پریم مورد استفاده قرار گیرد، موارد ذیل در عملیاتی که باید در قرضه انجام گردد رعایت گردد:
- قرضه خاک را به ابعاد ۵۰ x ۱۰۰ متر تقسیم کنید.
- در روی محور عرض و در جهت طول چوبچه هایی ۷ شکل به فاصله های یک متری یا گریدر ایجاد نمایید.
- توسط تانکر آبپاش چوبچه های مذکور را پر از آب نمایید.
- در این حالت آب به تدریج تا عمق خاک نفوذ مینماید.
- بعد از گذشت ۴۸ ساعت و با نفوذ آب در خاک، رطوبت در پروفیل خاک بطور یکنواخت توزیع شده است.
- پس از آن عملیات خاکبرداری و دپوی خاک توسط پولدوز صورت میگیرد. در این مرحله نیز مغلوط شدن و توزیع یکنواخت رطوبت در خاک بهتر میشود.
- در حین بارگیری خاک دپوشده توسط لودر، یک بار دیگر سبب اختلاط کاملتر خاک و رطوبت میشود.
- پس از حمل خاک به محل مورد نظر، میبایست در فاصله کوتاهی عملیات پخش و تراکم آن صورت گیرد تا اثر هدر رفتن رطوبت جلوگیری شود.

**مشکلات ریزدانه‌های خاک:**

- استفاده از خاکهای ریزدانه با چسبندگی زیاد در مراحل خاکریزی عمل آوری و اجرا مشکلات زیر را به همراه دارد:
- عمل آوری خاکهای ریزدانه و چسبنده نیاز به میزان آب بالایی دارد که با توجه به درجه تبخیر بالایی منطقه جنوبی کشور و توصیه های انجام شده در خصوص استفاده از رطوبت چند درصد پیش از رطوبت بهینه از مشکلات عمده علی الخصوص در فصل تابستان میباشد.
- در مرحله حفاری و ترمیم کال کانال بدلیل ریزدانه‌های و چسبندگی بالای خاکریز با مشکل قلوه کن شدن پستر لایننگ مواجه خواهیم شد.
- ریزدانه‌های و چسبندگی خاک و نفوذناپذیری خاک در هر پارندگی حداقل بمدت ۳ روز مسیرها و ادامه عملیات خاکریزی و اجرا را غیر ممکن مینماید.

**استفاده از ماشینهای کوپنده خاک:**

- استفاده بهینه از ماشین آلات کوپنده و همچنین جهت رفع عیوبی که استفاده از غلطکهای پاچه پزی بوجود می آورد، تلفیق دو نوع غلطک پیشنهاد میگردد. پس از تراکم کردن قسمت زیرین لایه خاکریزی شده در عبور دو پاس اولیه توسط غلطکهای پاچه پزی، برای پاسهای بعدی غلطکهای پاچه پزی و صاف توام عمل مینمایند بدین صورت که ابتدا غلطک پاچه پزی در جلو حرکت کرده و غلطک صاف در پشت سر آن عمل تراکم را انجام میرساند که در این حالت:
- عیوبی که در تراکم قسمت رویی خاک در تراکم خاک با غلطکهای پاچه پزی بوجود آمده اند مرتفع میگردد
- با توجه به کمبود ماشین آلات کوپنده، از ماشین آلات موجود حداکثر استفاده بعمل می آید
- کار با سرعت بیشتر به انجام میرسد.

**نتیجه گیری:**

جهت ساخت کانالهای آبیاری موارد ذیل باید مد نظر کارشناسان و طراحان محترم قرار گیرد تا بهترین کانالهای آبیاری در ایران بزرگ ساخته شود.

شناخت خاک جهت ساخت سازه های بتنی بسیار پر اهمیت است. تخریبی که خاک میتواند برای کانالهای آبیاری و سازه های بتنی ایجاد کند، بسیار گسترده و خوشبختانه قابل پیشگیری میباشد. غافل شدن از دانه بندی خاکها، بی توجهی به جهت حرکت آبهای زیر زمینی، بررسی نکردن دقیق ساختمان خاکها، در نظر نگرفتن لایه های مختلف خاک در کنار یکدیگر و شناسختن عملکرد هر لایه، اختلاط غلط و سلیقه ای خاکها جهت استفاده در بزم کانال، بکار گیری غلط شفته آهک در موارد مورد نیاز، در نظر نگرفتن مواد آلی موجود در خاکها، بی توجهی به گیاهان موجود در خاکهای مورد استفاده در بزم کانال و همچنین ریشه های درختان. بکارگیری غلط از لوله های لترال و پارباکان، ایجاد نکردن پستری مناسب در زیر سازه ها برای حرکت آب، عدم اطلاع از چگونگی قرار گرفتن بتن بر روی خاکهای مختلف، عدم توجه به نوع گسلهای موجود در اطراف سازه های در دست احداث

و نیروهای فشاری و کششی گسلها، ایجاد تراکم های یکنواخت خاکریزها در کل مسیر کانالهای آبیاری بدون توجه به وضعیت شیب و خاک منطقه، تخلیه پی رویه و غیر کارشناسانه آپهای زیرزمینی موجود در مسیر کانالهای آبیاری، پی توجهی به اختلاط بتن و خاکهای موجود در مصالح شن و ماسه، ایجاد درز انبساط بدون توجه به مکان ماکزیمم تنش خاک، خالی گذاشتن محدوده لاینیگ شده برای مدت طولانی و دهها مورد دیگر عواملی برای تخریب تدریجی کانالهای آبیاری و سازه های مربوطه میباشد.

مواردی که نیاز است متخصصین پیشتر به آن پیروا شوند، در خصوص رفتار لایه های مختلف خاک نسبت به یکدیگر، خصوصاً در مقابل جریان آب میباشد. طبق تجربه بدست آمده، هرچه که لایه های طبیعی خاک متنوع تر باشد و حد اقل یکی از آن لایه ها از رس تشکیل شده باشد، لاینیگهای واقع شده در آن محدوده در خطر ترکهای عمیق و شکستن قرار میگیرند. برخی از لایه ها (لایه A) به راحتی آب را از خود عبور میدهند و در صورتی که در مجاورت این لایه، یک لایه تورم زا با قابلیت جذب آب زیاد قرار گیرد، لایه A فشرده شده و هر سازه های که روی آن بنا شده باشد به راحتی مورد تهدید قرار میگیرد.

مطلب دیگری که کلیه مشاوران و پیمانکاران باید مد نظر داشته باشند این است که در مناطقی که درصد خاک رس زیاد است و حداقل یک دوم کانال در قسمت کات قرار میگیرد، و در صورتی که سطح آب زیر زمینی بالا است، نباید حد فاصل بین تخلیه کامل آب زیرزمینی با عملیات لاینیگ پیشتر از ۴۸ ساعت بطول انجامد. تجربه پیش از ۱۷ کیلومتر لاینیگ این مطلب را برای اینچنان ثابت نموده است که در صورتی که این فاصله از مرز ۷۲ ساعت بگذرد، بدلیل کارکرد وسایل سنگین در کف کانال، رس ها به هم فشرده شده و پس از اجرای لاینیگ و رها کردن آپهای زیر زمینی به حال خود و بالا آمدن آن، رس ها آب را جذب کرده و عمل تورم صورت میگیرد. قدرت این رس ها جهت تخریب کانال بسیار بالا بوده و در نقاطی شاهد شکستن کات اف نیز بوده ام.

تغییر سرعت آب در لایه های مختلف خاک نیز باید مد نظر باشد و در صورت پی توجهی به این امر شاهد ترک و شکست لاینیگ خصوصاً در قسمت کف کانال خواهیم بود.

با رعایت نکات مهم وارزشمند استید و مهندسینی که از مقالات تشات در این پروژه استفاده شده است، یقیناً شاهد بهبود سطح کیفی ساخت کانالهای آبیاری خواهیم بود.

به امید روزی که بتوانیم دست در دست هم داده و با یکدیگر تمامی علوم کسب شده و با بهره گیری از استاید پرچسته ایران و با در نظر گرفتن تجارب بسیار مفید وارزشمند مهندسین کارکشته، ایرانی آباد و سر سبز داشته باشیم.

فرزین نجفی پور

در صورتی که تمایل دارید تا مقالات و یا مطالب علمیتان در این سایت قرار گیرد با مدیریت سایت تماس بگیرید  
موفق باشید