

کاربرد ایزوگام در پوشش کانال‌های آبیاری در اراضی ماسه‌ای

فرید مقدم

مدیر دفتر رسیدگی و نظارت سازمان آب و برق خوزستان

نادر بشیرخباز

مدیر امور اجرایی طرح‌های آرایش و باغه سازمان آب و برق خوزستان

چکیده

به منظور لاینینگ کانال‌های آبیاری ضروری است بستر مناسبی در زیر آن فراهم گردد. به همین دلیل در مقاطعی که نیاز به خاکریزی می‌باشد با استفاده از خاک مناسب اقدام به خاکریزی می‌گردد و در مقطعی که کانال در خاکبرداری می‌باشد در صورت نامناسب بودن خاک منطقه نیاز به انجام تمهیداتی می‌باشد که معمولاً با تعویض خاک مسیر کانال این مشکل رفع می‌گردد. در برخی مناطق به دلیل عدم وجود خاک مناسب و یا فاصله طولانی تأمین آن، این تعویض خاک مشکلات مضاعفی را به دنبال دارد که لازم است گزینه‌های دیگری مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه اراضی نواحی عمرانی ۲ و ۳ دشت آرایش واقع در شمال خوزستان ماسه‌ای بوده و از طرف دیگر به دلیل کمبود منابع تأمین خاک مناسب، استفاده از ورق‌های ژئوممبران و همچنین ایزوگام بر روی خاک منطقه در مسیر کانال منتخب و در زیر لاینینگ بصورت آزمایشی انجام گردید. در این مقاله ضمن بیان روند اجرایی این گزینه‌ها، معایب و مزایای هر روش و همچنین مقایسه هزینه‌های هر ۳ گزینه مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: ایزوگام، ژئوممبران، تعویض خاک، دشت آرایش، خوزستان.

مقدمه

معمولاً جهت بالا بردن راندمان انتقال آب و همچنین ایجاد یک بستر مناسب، فرسایش ناپذیر و با حداقل ضریب زبری اقدام به لاینینگ نمودن کانال‌های آبیاری می‌گردد. به همین منظور در کانال‌هایی که در مقطع خاکریزی (fill) هستند با استفاده از خاک مناسب اقدام به کوبش خاک در لایه‌هایی با ضخامت مشخص و با درصد کوبیدگی معین شده و پس از آن با انجام عملیات تریمنینگ (و یا عملیات کانال‌کنی در کانال‌های کوچک با عرض کف کمتر از ۱/۲ متر) نسبت به اجرای بتن پوششی لاینینگ با ضخامت مختلف که بستگی به ظرفیت آبگذری کانال دارد اقدام می‌گردد و در کانال‌هایی که در مقطع خاکبرداری (cut) هستند این عملیات پس از انجام کانال‌کنی و تریمنینگ صورت می‌گیرد. مسلماً خاک مورد استفاده در خاکریزی کانال و همچنین خاک مقطعی که بایستی کانال‌کنی در آنها انجام گیرید بایستی دارای مشخصات معینی باشد بطوریکه املاح آن از قبیل گچ، آهک و ... و نیز از نظر واگرایی، تورم زایی و ... در حد قابل قبولی باشد تا آسیب پذیری خاک و در نتیجه احتمال تخریب پوشش بتنی آن به حداقل رسیده شود.

در برخی مناطق به دلایل مختلف از قبیل عدم وجود خاک مناسب در منطقه جهت خاکریزی و یا مناسب نبودن خاک مسیر کانال‌هایی که در مقطع کانال‌کنی (cut) هستند جهت ایمن نمودن کانال و همچنین کاهش هزینه‌های اجرایی بایستی

تمهیداتی صورت گیرد که متداول‌ترین روش در خصوص بهبود شرایط احداث کانال‌هایی که در خاکبرداری هستند روش تعویض خاک می‌باشد. در برخی موارد به دلیل کمبود خاک مناسب در منطقه، این راهکار با مشکلاتی مواجه می‌گردد بنابراین در این مواقع بایستی به دنبال راهکارهای عملی دیگری جهت رفع این معضل بود.

معرفی منطقه

دشت اریض شامل ۷ واحد عمرانی بوده که واحدهای عمرانی ۲ و ۳ موضوع این طرح می‌باشند. این طرح در جنوب غربی ایران در استان خوزستان و در غرب رودخانه کرخه قرار داشته، شروع آن از کیلومتر ۷۴ کانال اصلی پای پل بوده و تا اندیمشک حدود ۱۲۰ کیلومتر فاصله دارد. وسعت این دو ناحیه حدود ۶۳۰۰ هکتار و مجموع طول کانال‌های واقع در این دو ناحیه عمرانی حدود ۶۲ کیلومتر می‌باشد. بجز کانال ER-PC1 که در ناحیه ۳ به طول حدود ۵ کیلومتر دارای دبی متوسط ۵/۲ مترمکعب در ثانیه و با عرض کف ۱/۵ متر می‌باشد، سایر کانال‌های طرح دارای عرض کف ۰/۶ یا ۰/۹ متر بوده و دبی آنها بین ۰/۱۵ تا ۱/۸۵ مترمکعب در ثانیه می‌باشد.

مشکل موجود

یکی از مشکلات این منطقه ماسه‌ای بودن و همچنین بالا بودن درصد گچ اراضی می‌باشد. به دلیل ماسه‌ای بودن اراضی دشت‌های پای پل، انجام عملیات حفاری در کانال‌هایی که در مقطع کانال کنی (cut) هستند با مشکلاتی مواجه بوده و همچنین امکان تخریب کانال (پس از احداث) نیز به دلیل عدم امکان تثبیت کامل لایه‌های خاک زیر کانال و در نتیجه احتمال آبشستگی آن‌ها ممکن می‌باشد. به همین منظور طراحان شبکه با پیش‌بینی استفاده از روش تعویض خاک نسبت به رفع این مشکل اقدام نموده‌اند. در این روش با حفاری مسیر کانال با عرض کف حداقل ۳/۵ متر (علیرغم کوچک بودن کف عرض کانال - های طراحی شده که در بیشتر مواقع کمتر از ۰/۹ متر هستند) به طوری که امکان استفاده از ماشین‌آلات راهسازی جهت خاکریزی و کوبیدن آن میسر گردد و عمق بیش از عمق کانال و پس از آن تهیه و حمل خاک مناسب، نسبت به کوبیدگی لایه به لایه خاک تا رسیدن به رقوم مورد نظر اقدام می‌نمایند. مصالح مناسب جهت تعویض خاک از اختلاط کامل ۵۰ درصد خاک رس با ۵۰ درصد ماسه مسیر تهیه و در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری و تا رسیدن به حداقل تراکم ۹۵ درصد پروکتور استاندارد کوبیده خواهند شد.

حال در زمان اجرا مشخص شده است که به دلیل عدم وجود خاک مناسب به میزان کافی در قرضه‌های پیش‌بینی شده در اسناد، امکان تهیه‌ی خاک جایگزین میسر نمی‌باشد بنابراین در صورت اصرار بر انجام این عملیات بایستی خاک مناسب از فواصل ۶۰-۵۰ کیلومتری تهیه و حمل گردد که مسلماً موجب بالا رفتن هزینه‌های اجرایی می‌گردد.

راهکارهای پیشنهادی

بجز روش پیش‌بینی شده در اسناد (تعویض خاک)، استفاده از ورق‌های ژئوسنتتیک (ژئوممبران) و نیز استفاده از عایق رطوبتی پیش ساخته (ایزوگام) توسط کارفرما پیشنهاد گردید و مقرر شد که با انتخاب بازه‌های محدودی از یکی از کانال‌ها، نسبت به انجام آزمایشی این دو گزینه اقدام گردد تا ضمن برآورد هزینه‌ی انجام آنها و مقایسه با هزینه تعویض خاک، مشکلات احتمالی اجرای آنها نیز مشخص گردد. در ادامه ضمن بیان روند اجرای آنها، معایب و مزایای هر روش و همچنین مقایسه اقتصادی آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

استفاده از ورق‌های ژئوممبران

جهت اجرای این روش ضمن انتخاب یک بازه حدود ۲۰۰ متری از کانال فرعی ER-SC2 مراحل زیر انجام گردید:

- ۱- دکاپاژ: بستر زمین طبیعی به میزان تعیین شده از طرف دستگاه نظارت از وجود ریشه‌ها، علف‌ها و همچنین خاک‌های نباتی تمیز و تخلیه می‌گردد.

- ۲- خاکبرداری (کانال کنی) و رگلاژ بستر پوششی کانال (تریمنگ): چنانچه منشور دوزنقه کانال تماماً در خاکبرداری (cut) باشد بوسیله بیل مکانیکی با باکت مناسب نسبت به حفاری آن اقدام می‌گردد و در صورتیکه کانال ترکیبی از خاکریزی و خاکبرداری باشد، بسته به عرض کف کانال قسمت خاکریزی آن انجام می‌شود. لازم به ذکر است در کانال‌های کوچک (عرض کف کمتر از ۱/۲ متر) خاکریز بصورت یکپارچه کوبیده می‌گردد و پس از آن عملیات حفر کانال انجام می‌شود ولی در کانال‌های با عرض کف بیش از ۱/۲ متر خاکریزی بصورت دو برمه انجام می‌گیرد.
- ۳- گستردن ورق ژئوممبران: با توجه به تنوع این ورق‌ها از نظر شرکت‌های سازنده، ضخامت، صاف یا مضرس بودن آنها و ... جهت انجام آزمایشی این پوشش از ورق به ضخامت یک میلی‌متر استفاده گردید. در این مرحله ضمن پهن کردن رول‌های ژئوممبران در جهت عرض کانال، نسبت به اتصال لبه‌های مجاور و پس از آن گستردن آن در مقطع کانال اقدام گردید.



شکل (۲): چروک خوردگی ورق‌ها



شکل (۱): پهن کردن ورق‌ها در مقطع کانال

- ۴- بتن ریزی پوشش بتنی کانال (لاینینگ): بتن مورد استفاده در این مرحله بایستی با نسبت و به نحوی مخلوط شود که به اندازه کافی سفت باشد تا روی سطح ورق ژئوممبران پابرجا مانده و سخت گردد. لازم به توضیح است به منظور جلوگیری از آسیب به ورق‌ها بجای استفاده از شابلون از قالب‌های فلزی استفاده گردید.



شکل (۳): بتن‌ریزی روی ورق‌های ژئوممبران

استفاده از ایزوگام

به منظور اجرای این گزینه حدود ۲۰۰ متر از طول کانال فرعی ER-SC2 انتخاب و مراحل زیر انجام گردید:

۱- دکاپاژ

۲- خاکبرداری (کانال کنی) و رگلاژ بستر پوششی کانال (تریمینگ)

۳- اجرای بتن کم مایه (مگر): با توجه به اینکه امکان اجرای ایزوگام بر روی خاک میسر نبوده و از طرفی حفاری مقطع دوزنقه‌ای کانال در این اراضی مقدور نمی‌باشد، بنابراین ضروری است یک لایه بتن با عیار سیمان پایین (۱۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بتن) ریخته و پخش گردد. ضخامت این لایه ۴ سانتیمتر اجرا گردید.



شکل (۴): بتن مگر اجرا شده

۴- نصب لایه های ایزوگام: بعد از اجرای بتن مگر و خشک شدن آن، سطح بستر تمیزکاری شده و سپس سطح بتن مگر با پرایمر اندود می‌شود. پس از گذشت مدت زمان معین از اجرای پرایمر، نسبت به نصب ایزوگام بصورت حرارتی آغاز می‌گردد.



شکل (۶): کانال آماده لاینینگ



شکل (۵): نصب ایزوگام

۵- بتن ریزی پوشش بتنی کانال (لاینینگ)



شکل (۷): لاینینگ روی ایزوگام



شکل (۷): لاینینگ روی ایزوگام

مزایا و معایب گزینه های خاک تعویضی، ژئوممبران و ایزوگام

۱- مزایا و معایب تعویض خاک

- مزایا : - سهولت اجرا به لحاظ آشنایی پیمانکاران با روش اجرای تعویض خاک
- امکان کنترل کیفی خاکریزی در زمان اجرا
- معایب: - کمبود معادن قرضه جهت تأمین خاک مناسب
- افزایش هزینه‌های غیر قابل پیش‌بینی ناشی از افزایش فاصله معادن قرضه تا محل مصرف
- طولانی بودن مدت زمان اجرا در مقایسه با دو گزینه دیگر

۲- مزایا و معایب استفاده از ژئوممبران

- مزایا : - سرعت اجرای بالا
- آب‌بندی کامل در صورت اجرای صحیح
- طول عمر مفید طولانی
- معایب: - وارداتی بودن این مصالح که علاوه بر ارزش بر بودن تهیه آنها، تأخیرات ناشی از اشکالات سفارش، ورود و ترخیص و ... ممکن است دسترسی به موقع به مصالح را با مشکل مواجه سازد. لازم به ذکر است علیرغم وجود تولیدات داخلی ولی به دلیل پایین بودن کیفیت آنها، استفاده از آنها توصیه نمی‌گردد.
- ضرورت بسترسازی مناسب قبل از نصب
- چین و چروک خوردگی‌های متعدد در سطح ورقه‌های اجرا شده که موجب غیریکنواخت شدن ضخامت لاینینگ می‌شود.
- عدم ایستایی کامل بتن بر روی ورق‌ها در شیب‌های جانبی کانال
- تنوع بسیار بالای محصول و مشکل انتخاب بهینه در این زمینه با توجه به عدم دسترسی آسان به آزمایشگاه‌های تخصصی کنترل کیفی
- نفوذ و گسترش آب بین لایه ژئوممبران و خاک در صورت آسیب دیدگی ورق‌ها
- مشکل تثبیت ورق‌ها تا زمان لاینینگ با توجه به اینکه بصورت وسیع کارگذاری می‌گردند (بخصوص در مناطق بادخیز)

۳- مزایا و معایب استفاده از ایزوگام

مزایا : - سرعت اجرای بالا

- آب بندی کامل در صورت اجرای صحیح
 - سهولت اجرا به دلیل آشنایی پیمانکاران بومی
 - داخلی بودن محصول (عدم ارزبری و نیز اشتغال زایی تولید آن)
 - ترمیم سریع و با حداقل هزینه در صورت آسیب دیدگی
 - عدم نفوذ و گسترش آب بین لایه ایزوگام و بتن مگر به دلیل چسبیده بودن آن (در صورت آسیب دیدگی موضعی)
- معایب: - ضرورت بسترسازی مناسب و انجام بتن مگر قبل از نصب

مقایسه هزینه ها

مبانی مقایسه

- ۱- با توجه به اینکه منشور دوزنقه‌ای کانال مورد آزمایش در مقطعی در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی و در مقطع دیگری تماماً در خاکبرداری واقع گردیده، این موضوع مدنظر قرار گرفته شده است.
- ۲- در کلیه برآوردها از فهارس بهای پایه سال ۱۳۸۷ استفاده شده است. (تهیه و اجرای ژئوممبران از جنس پلی اتیلن سنگین HDPE به ضخامت یک میلیمتر از فهرست بهای آبیاری و زهکشی و تهیه و اجرای ایزوگام از فهرست بهای ابنیه)
- ۳- محل تأمین و مسافت حمل مصالح و آب، درصد کوبیدگی خاکریزها و جاده سرویس‌ها و ... که در گزینه‌های مختلف مشترک می‌باشد یکسان لحاظ شده است.
- ۴- صعوبت کار در خاک‌های ماسه بادی در ردیف‌های خاکبرداری، کانال کنی و بارگیری بصورت اضافه بها اعمال گردیده است.
- ۵- به منظور مهار لبه ژئوممبران در بالای خاکریز کانال، ۰/۲ متر اضافه طول در هر طرف در نظر گرفته شده است.
- ۶- پُر کردن پشت دستک لاینینگ (Refill) با شفته آهک با عیار ۱۵۰ کیلوگرم آهک شکفته در هر متر مکعب شفته در نظر گرفته شده است.
- ۷- بواسطه اضافه زمان اجرای خاک تعویضی نسبت به گزینه استفاده از ژئوممبران و یا ایزوگام، بر اساس رکوردگیری میدانی که توسط مشاور از کارکرد ماشین آلات و نیروی انسانی پیمانکار بعمل آمده است، در برآورد قیمت گزینه خاک تعویضی ضریب تعدیل ۱/۱۰ در نظر گرفته شده است.
- ۸- ضخامت بتن مگر زیر لایه ایزوگام ۴ سانتی متر منظور گردیده است.

با در نظر گرفتن مبانی فوق‌الذکر نتایج مقایسه ۳ گزینه در جداول شماره (۱) و (۲) آورده شده است.

جدول (۱): برآورد هزینه اجرای یک متر طول کانال در زمین های ماسه ای وقتی مقطع کانال در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی باشد

ردیف	شرح	مقطع با تعویض خاک		مقطع با ژئوممبران		مقطع با ایزوگام	
		مبلغ	درصد از کل	مبلغ	درصد از کل	مبلغ	درصد از کل
۱	فصل دوم- عملیات خاکی با دست	۷۳۳	۰/۰۸	۱,۳۴۵	۰/۱۳	۴۵۳	۰/۰۵
۲	فصل سوم- عملیات خاکی با ماشین	۸۱۲,۳۴۳	۸۵/۴۰	۵۲۸,۵۲۰	۵۲/۷۲	۵۲۹,۳۱۳	۵۷/۵۱
۳	فصل نهم- بتن درجا	۱۳۱,۰۴۳	۱۳/۷۸	۱۳۷,۷۵۱	۱۳/۷۵	۱۹۶,۸۲۶	۲۱/۳۸
۴	فصل سیزدهم- عایقکاری	۸۵۰	۰/۰۹	۸۵۰	۰/۰۸	۱۸۵,۱۶۶	۲۰/۱۲
۵	فصل چهاردهم- کارهای متفرقه	۱,۶۸۴	۰/۱۸	۳۲۸,۵۷۴	۳۲/۷۷	۱,۶۸۴	۰/۱۸
۶	فصل پانزدهم- حمل و نقل	۴,۵۸۱	۰/۴۸	۵,۴۹۴	۰/۵۵	۷,۰۰۷	۰/۷۶
۷	جمع فصول با اعمال ضرایب	۹۵۱,۲۷۴	۱۰۰	۱,۰۰۲,۵۳۴	۱۰۰	۹۲۰,۴۴۹	۱۰۰
۸	هزینه تعدیل ۱۰٪ بابت اضافه زمان اجرا	۹۵,۱۲۷	-	-	-	-	-
۹	جمع کل هزینه ها	۱,۰۴۶,۴۰۱	-	۱,۰۰۲,۵۳۴	-	۹۲۰,۴۴۹	-

جدول (۲): برآورد هزینه اجرای یک متر طول کانال در زمین های ماسه ای وقتی مقطع کانال تماماً در خاکبرداری باشد

ردیف	شرح	مقطع با تعویض خاک		مقطع با ژئوممبران		مقطع با ایزوگام	
		مبلغ	درصد از کل	مبلغ	درصد از کل	مبلغ	درصد از کل
۱	فصل دوم- عملیات خاکی با دست	۶۹۳	۰/۰۸	۱,۴۹۲	۰/۱۸	۴۵۳	۰/۰۶
۲	فصل سوم- عملیات خاکی با ماشین	۷۷۲,۱۳۱	۸۴/۷۵	۳۴۱,۰۶۲	۴۱/۸۷	۳۴۰,۸۹۰	۴۶/۵۷
۳	فصل نهم- بتن درجا	۱۳۰,۲۳۹	۱۴/۳۰	۱۳۷,۰۸۲	۱۶/۸۳	۱۹۶,۸۲۶	۲۶/۸۹
۴	فصل سیزدهم- عایقکاری	۸۵۰	۰/۰۹	۸۵۰	۰/۱۰	۱۸۵,۱۶۶	۲۵/۳۰
۵	فصل چهاردهم- کارهای متفرقه	۱,۶۸۴	۰/۱۸	۳۲۸,۶۶۹	۴۰/۳۵	۱,۶۸۴	۰/۲۳
۶	فصل پانزدهم- حمل و نقل	۵,۴۲۷	۰/۶۰	۵,۴۲۷	۰/۶۷	۷,۰۰۷	۰/۹۶
۷	جمع فصول با اعمال ضرایب	۹۱۱,۰۲۴	۱۰۰	۸۱۴,۵۸۲	۱۰۰	۷۳۲,۰۲۶	۱۰۰
۸	هزینه تعدیل ۱۰٪ بابت اضافه زمان اجرا	۹۱,۱۰۲	-	-	-	-	-
۹	جمع کل هزینه ها	۱,۰۰۲,۱۲۶	-	۸۱۴,۵۸۲	-	۷۳۲,۰۲۶	-

نتایج

با بررسی جداول (۱) و (۲) نتایج زیر حاصل می گردد:

- در بازه‌هایی که کانال در ترکیبی از خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد، هزینه اجرای ایزوگام به ترتیب ۱۲ و ۸ درصد کمتر از هزینه تعویض خاک و اجرای ژئوممبران است و همچنین هزینه اجرای ژئوممبران حدود ۴ درصد کمتر از هزینه تعویض خاک می باشد.
- در بازه‌هایی که کانال تماماً در خاکبرداری می‌باشد، هزینه اجرای ایزوگام به ترتیب ۲۷ و ۱۰ درصد کمتر از هزینه تعویض خاک و اجرای ژئوممبران است و همچنین هزینه اجرای تعویض خاک حدود ۲۳ درصد بیشتر از هزینه استفاده از ژئوممبران می باشد.
- بنابراین اختلاف هزینه‌های اجرای ۳ گزینه ارتباط زیادی به وضعیت احداث کانال از نظر شرایط خاکریزی و خاکبرداری آن دارد.

نتیجه گیری

- با توجه به بررسی‌های فنی، اجرایی و اقتصادی و به دلایلی که در زیر بیان می‌گردد استفاده از ایزوگام نسبت به دو گزینه‌ی دیگر بخصوص گزینه‌ی تعویض خاک در کانال‌های طرح منطقی‌تر به نظر می‌رسد:
- ۱- هزینه پایین‌تر اجرای ایزوگام نسبت به استفاده از ژئوممبران و به ویژه گزینه تعویض خاک.
 - ۲- سرعت عمل بالاتر اجرای ایزوگام نسبت به دو روش مطرح شده.
 - ۳- آب بندی کامل در صورت اجرای صحیح.
 - ۴- سهولت اجرا به دلیل آشنایی پیمانکاران بومی و حتی کارگران محلی.
 - ۵- داخلی بودن محصول (عدم ارزبری و نیز اشتغال زایی تولید آن).
 - ۶- ترمیم سریع و با حداقل هزینه در صورت آسیب دیدگی.
 - ۷- عدم نفوذ و گسترش آب بین لایه ایزوگام و بتن مگر به دلیل چسبیده بودن آن (در صورت آسیب دیدگی موضعی).
 - ۸- کمبود تجارب اجرایی در مورد کاربرد ژئوممبران‌ها.

منابع

- شرکت مهندسی مشاور مه‌آب قدس. ۱۳۸۹. گزارش مقایسه فنی و اقتصادی کاربرد عایق رطوبتی پیش ساخته (ایزوگام) در آب بندی کانال، واحد عمرانی شماره ۲ و ۳ دشت اریض.