

وزارت کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی

نشریه شماره ۱

خاک سیمان مصالحی ارزان برای پوشش انهار آبیاری

حسن رحیمی و نادر عباسی

عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
و مشاور فنی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
و کارشناس مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نشر آموزش کشاورزی
۱۳۷۶

پیش‌گفتار

برای پوشش کانالهای آبیاری روشهای مختلفی وجود دارند که هر کدام مسائل فنی و اقتصادی خاص خود را دارا می‌باشند. در ایران عمدتاً از پوشش بتنی که گرانترین نوع می‌باشد استفاده می‌گردد. از طرفی دیگر به دلیل عدم توجه به مسائل بستر (کیفیت خاک بستر) و عدم نگهداری و بهره‌برداری مناسب این پوششها عمدتاً دچار مسائل عمده و عدیده‌ای گردیده‌اند که غالباً علاوه بر صرف هزینه‌های زیاد، هدف اصلی یعنی کاهش تلفات آب و افزایش راندمان آبیاری نیز زیر سؤال قرار گرفته است.

در این راستا مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تحقیقات گسترده‌ای را در مورد بررسی خواص مخلوطهای خاک سیمان و استفاده از آن در پروژه‌های آبی انجام داده است که مقاله حاضر نتیجه بخشی از آن تحقیقات می‌باشد.

اهمیت موضوع

ایران با میزان بارندگی سالانه حدود ۲۳۰ میلی‌متر جزء مناطق نیمه خشک در دنیا محسوب می‌شود. همچنین عدم یکنواختی زمانی و مکانی نزولات جوی با توجه به نیازهای کشاورزی بر مشکلات کمبود آب افزوده است. این موضوع در ایران یک واقعیت اقلیمی است که بایستی خود را با آن سازگار ساخت:

استفاده بهینه و خردمندانه از منابع آب موجود و جلوگیری از تلفات آب یکی از راههای مبارزه با این معضل می‌باشد. در ایران قسمت اعظم تلفات آب کشاورزی هنگام انتقال در کانال‌های پوشش نشده است. با توجه به ارقام بالای میزان تلفات آب در کانال‌های پوشش نشده و محدودیت منابع آب قابل استحصال، پوشش کانال‌های آبیاری امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد.

در این ارتباط، انواع مختلفی از پوشش‌ها ابداع شده‌اند که هر کدام مسائل فنی و اقتصادی خاص خود را دارند، ولی علیرغم تنوع در کیفیت انواع پوشش در ایران عموماً از گران‌ترین نوع آن یعنی پوشش بُتتی استفاده می‌شود.

کاربرد خاک سیمان جهت تثبیت بستر کانال روشی است که سال‌ها قبل توسط کشورهای پیشرفته مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات انجام گرفته در این زمینه نشان می‌دهند که مخلوط خاک با سیمان، مشخصات و خواص فنی مورد نیاز جهت پوشش کانال‌های آبیاری را دارا می‌باشند.

تعریف خاک سیمان

خاک سیمان مخلوطی از خاک، سیمان و رطوبت می باشد که در اثر هیدراتاسیون سیمان تبدیل به یک ماده ساختمانی با مشخصات فنی معین می شود. در عمل از خاک سیمان در پروژه های عمرانی به سه شکل استفاده می شود:

الف - خاک سیمان متراکم شده: در این روش، مخلوط خاک و سیمان با درصد رطوبت بهینه در محل اجرا متراکم می شوند.

ب - خاک سیمان خمیری: این نوع خاک سیمان شبیه ملات های معمولی می باشد که دارای رطوبت زیاد است و در جاهایی که مانور ماشین آلات مشکل باشد مورد استفاده قرار می گیرد. تحقیقات انجام شده و تجربیات به دست آمده نشان داده اند که خاک سیمان متراکم شده از دوام و کیفیت مطلوب تری نسبت به ملات خاک سیمان با درصد سیمان یکسان برخوردار می باشد.

ج - قطعات پیش ساخته خاک سیمان: در این روش مخلوط خاک سیمان با رطوبت بهینه و بسته به نیاز در ابعاد و اشکال مختلف توسط ماشین پرس و دستگاه های مشابه متراکم گردیده و پس از عمل آوری و خشک شدن مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- عوامل مؤثر بر کیفیت خاک سیمان

الف - نوع خاک: انواع خاک ها به جز خاک هایی که دارای مواد آلی و املاح مضر (نظیر سولفات و ...) زیاد می باشند، قابل کاربرد جهت تهیه خاک سیمان می باشند. معذک خاک هایی که درصد مواد ریز دانه (سیلت و رس) آنها زیاد می باشد به مقدار سیمان بیشتری برای رسیدن به یک کیفیت معین نیاز دارند.

ب - خواص شیمیایی خاک و آب: طبق تجربیات بدست آمده، خاک های شور برای ساخت سیمان مناسب نیستند. با این حال خاک هایی که میزان اسیدیته آنها بین $4 < \text{pH} < 10$ و هدایت الکتریکی آنها کمتر از ۵ دسی زیمنس بر متر باشد با سیمان واکنش مطلوب انجام می دهند.

ج - درصد سیمان: افزایش سیمان به خاک باعث بهبود خواص فنی آن می‌شود. به عبارت دیگر هرچه درصد سیمان در مخلوط خاک سیمان بیشتر باشد، کیفیت آن نیز بهتر خواهد بود. از طرف دیگر افزایش درصد سیمان باعث بالا رفتن هزینه ساخت آن می‌شود، لذا در طرح اختلاط خاک سیمان، حداقل درصد سیمان که بتواند معیارهای مورد نیاز را برآورد کند تعیین می‌شود. بدیهی است که این مقدار حداقل بسته به نوع پروژه و کیفیت خاک و آب و شرایط اقلیمی محل متفاوت خواهد بود.

د - تراکم: تراکم بودن مخلوط خاک سیمان، مقاومت و ظرفیت باربری آن را افزایش داده و در مقابل، نفوذپذیری آن را کاهش می‌دهد. طبق نتایج تحقیقات انجام شده هرچه درصد تراکم خاک بیشتر باشد مقاومت برشی آن نیز بیشتر می‌باشد.

ه - زمان و شرایط عمل‌آوری: از آنجایی که عمل هیدراتاسیون سیمان در مدت طولانی ادامه می‌یابد، بنابراین مخلوط خاک سیمان جهت رسیدن به مقاومت مطلوب نیاز به عمل‌آوری پس از ساخت دارد. بر طبق نتایج تحقیقات و تجربیات انجام شده و استانداردهای موجود، مخلوط خاک سیمان پس از ساخت بایستی حداقل به مدت ۷ روز در شرایط مرطوب نگهداری شود. گرمای بیش از حد باعث تبخیر رطوبت مخلوط خاک سیمان و سرمای شدید باعث یخ‌زدن و تضعیف آن می‌شود.

موارد کاربرد خاک سیمان

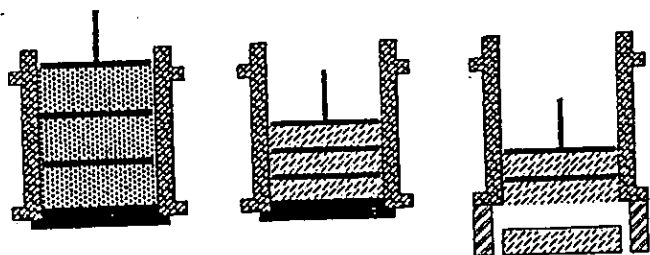
استفاده از خاک سیمان در پروژه‌های عمرانی، نزدیک به یک قرن سابقه دارد. در ابتدا از خاک سیمان برای ساخت جاده‌ها، بزرگراه‌ها و همچنین باند فرودگاه‌ها استفاده شده است که نتایج رضایت‌بخش این تجربه باعث تشویق محققین به ادامه کار و استفاده از آن در سایر پروژه‌های عمرانی نظیر حفاظت شیب بالا دست سدهای خاکی، حفاظت سواحل رودخانه‌ها، پوشش انهار و مخازن آب، تثبیت پی‌ها، ساختن قطعات پیش ساخته جهت مصارف در ساختمان سازی گردید. با توجه به اینکه در تهیه خاک سیمان جهت مصارف گوناگون نیازی به

تکنیک پیچیده و مواد اولیه گران قیمت نمی باشد و با توجه به کیفیت قابل قبول آن برای اهداف یاد شده، مخصوصاً در مناطقی که مصالح سنگی (شن و ماسه) مناسب و مرغوب وجود نداشته و یا هزینه های انتقال آنها زیاد باشد، به راحتی می توان با استفاده از خاک محل و افزودن سیمان، ماده ای بنام خاک سیمان تهیه و مورد استفاده های گوناگون قرار داد.

پوشش کانال های آبیاری با خاک سیمان

همانطوری که قبلاً نیز اشاره گردیده است، برای پوشش انهار آبیاری از سه روش استفاده از ملات خاک سیمان، استفاده از خاک سیمان متراکم شده در محل و همچنین استفاده از قطعات پیش ساخته به صورت موزائیک می توان استفاده کرد. در کانال های بزرگ که دارای بستر منظم بوده و مانور ماشین آلات تراکم در آنها امکان پذیر باشد، می توان در محل، خاک را با درصدهای بهینه سیمان و آب که در آزمایشگاه تعیین می شود مخلوط نمود و به صورت یک لایه با ضخامت ۱۵ الی ۲۰ سانتی متری در بستر کانال متراکم نمود و یا می توان بستر کانال را با ملات خاک سیمان پوشش داد ولی این روش به علت احتمال ایجاد ترک های انقباضی و همچنین نیاز به مقدار زیاد سیمان توصیه نمی شود. روش سوم که مزایای دو روش قبلی را دارا بوده و فاقد معایب آنها می باشد استفاده از موزائیک های پیش ساخته خاک سیمان است. در این روش ابتدا در یک کارگاه مرکزی (که حتی در مناطق روستایی نیز به راحتی قابل اجرا می باشد) با استفاده از یک دستگاه پرس (بلوک زن) معمولی و یک قالب با اندازه مشخص، موزائیک خاک سیمان به تعداد مورد نیاز ساخته و انبار می شود. شکل ۱ نحوه ساخت موزائیک خاک سیمان را بطور شماتیک نشان می دهد.

پس از مرحله عمل آوری موزائیک ها به محل مورد مصرف منتقل و با توجه به اندازه کانال، به تعداد مورد نیاز در کف و جداره های کانال نصب می گردند. برای اتصال موزائیک ها می توان از هر نوع ملات نظیر، ملات



شکل شماره (۱) مراحل مختلف ساخت موزائیک خاک سیمان

سیمان، آهک، ترکیبات قیری و همچنین ملات خاک سیمان استفاده کرد. طبق تجربیات انجام شده، برای این منظور از ملات خاک سیمان با ۱۵ درصد سیمان و ۲۰ درصد رطوبت نتیجه رضایت بخشی می دهد. ساخت موزائیک خاک سیمان و پوشش انهار با آنها، تکنولوژی پیچیده و پیشرفته ای نیاز ندارد و تنها با تعیین مقادیر رطوبت و سیمان بهینه و متراکم ساختن آنها در یک قالب با ابعاد مورد نظر، امکان پذیر می باشد. همانطوری که قبلاً اشاره گردید مقدار رطوبت و سیمان مناسب برای ساخت خاک سیمان بستگی به نوع خاک مورد استفاده دارد. جدول ۱ مقدار رطوبت و سیمان مورد نیاز برای انواع خاک ها را به تقریب نشان می دهد.

نوع خاک	درصد سیمان مورد نیاز	درصد رطوبت مورد نیاز
ماسه سیلتی	۴-۷	۱۰-۱۳
سیلت	۵-۱۰	۱۲-۱۴
رس سیلتی	۸-۱۲	۱۳-۱۵
رس	۱۰-۱۵	۱۵-۱۸

پس از تعیین مقدار سیمان و رطوبت مورد نیاز برای یک نوع خاک معین و اختلاط آنها، مخلوط در داخل قالب فلزی نظیر آنچه که در شکل ۱ نشان داده شد ریخته شده و سپس با استفاده از یک دستگاه بلوک زنی معمولی

خاک سیمان مصالحی ارزان برای پوشش انهار آبیاری

متراکم می‌گردد. موزائیک‌ها پس از خارج شدن از قالب در یک اتاقک یا انبار مرطوب با درجه حرارت حدود ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت حداقل ۷ روز نگهداری می‌شوند. پس از این مدت می‌توان موزائیک‌ها را به محل مصرف حمل نموده و مورد استفاده قرار داد.

بدین ترتیب روستائیان برای جلوگیری از هدر رفتن آب گرانبها و بدون صرف هزینه زیاد جهت پوشش با یتن و یا سایر روش‌های دیگر، می‌توانند در اوقات بیکاری خود از خاک محل که ارزان‌ترین و فراوان‌ترین مصالح می‌باشد و با مقداری سیمان، موزائیک خاک سیمان تهیه نموده و کانال‌های خود را پوشش نمایند. البته همانطوری که قبلاً نیز ذکر شد علاوه بر ساخت موزائیک برای پوشش کانال‌های آبیاری، می‌توان از خاک سیمان، برای ساخت آجر و قطعات پیش ساخته برای استفاده در کارهای ساختمان سازی نیز اقدام نمود.

توصیه‌ها و پیشنهادها:

- ۱- خاک‌های شور برای ساخت خاک سیمان مناسب نیستند.
- ۲- خاک مورد استفاده بایستی روی یک الک که قطر سوراخ‌های آن حدود ۵-۷ میلی‌متر می‌باشد سرنده شود.
- ۳- فاصله زمانی بین اختلاط خاک با سیمان و رطوبت و زمان ساخت موزائیک نبایستی بیش از یک ساعت باشد.
- ۴- خاک‌های کشاورزی که عموماً دارای مواد آلی و بقایای گیاهی می‌باشد برای این منظور مناسب نیستند، لذا هنگام تهیه خاک باید سعی شود تا تهیه خاک از عمق نیم‌متر به پائین انجام شود.
- ۵- هنگام مخلوط کردن خاک با سیمان، رطوبت خاک بایستی خیلی کم باشد تا به راحتی عمل اختلاط صورت گیرد.
- ۶- در صورت مشاهده ذرات گچ در خاک باید از سیمان ضد سولفات استفاده شود.
- ۷- برای حصول اطمینان از کیفیت مطلوب خاک سیمان باید عمل اختلاط و تراکم آن به خوبی انجام شود.

خاک سیمان مصالحی ارزان برای پوشش انهار آبیاری

منابع

- ۱- رحیمی، حسن و نادر عباسی، ۱۳۷۴، استفاده از موزائیک خاک سیمان برای پوشش کانال‌های آبیاری. نشریه شماره ۳۹. مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی.
- ۲- رحیمی، حسن و کریم فکور، ۱۳۷۳. بررسی و مقایسه استحکام خاک سیمان و خاک مالچ در سازه‌های آبی. مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی.
3. FAO, 1977. Irrigation Canal Lining, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.