

پوشش کانالهای آبیاری در حین بهره‌برداری با استفاده از تشک بتنی (مطالعه موردی کانال اصلی دشت مغان)

حسن رحیمی و شایان قطبی

بترتیب دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۴/۱۱

خلاصه

اجرای پوشش کانالهای در حال بهره‌برداری همواره یکی از مشکلات مسئولین بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری بوده است. در ایران نیز با توجه به مشکلات بوجود آمده در اراضی آبخور شبکه‌های ساخته شده بویژه در رابطه با زهدار شدن اراضی، پوشش کانالها مورد توجه قرار گرفته است که شبکه آبیاری و زهکشی مغان از جمله آنها میباشد. در این شبکه با توجه به شرایط و برنامه بهره‌برداری روشهای مختلفی جهت پوشش کانالهای در حین بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً استفاده از تشک های بتنی (Concrete mattress) با پوشش ژئوتکستایل جهت این امر انتخاب گردید. جهت اجرای کار، قطعه‌ای از کانال اصلی مغان به طول حدود ۸۴۰ متر انتخاب و در تابستان ۱۳۷۵، حین بهره‌برداری کانال، پوشش گردید. پوشش مورد استفاده متشکل از ورقه‌های نازک ژئوتکستایل بعرض ۵ متر و طول نامحدود می‌باشد که پس از استقرار در زیر آب و روی بستر کانال، بصورت قطعه به قطعه در آنها بتن با افت بالا تزریق شد. ضخامت تشک بتنی پس از گیرش بتن در حدود ۱۰ سانتی متر می‌باشد. در این مقاله مشخصات فنی مصالح، روش اجرا و عملکرد پوشش و نهایتاً هزینه‌های اجرایی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مشخصات فنی مورد ارزیابی پوشش شامل مقدار نشت، اثر زیر فشار و دوام آن می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان میدهد که مشخصات فنی این پوشش پس از یک دوره بهره‌برداری بسیار مطلوب بوده و چنانچه امکان تولید ورقه‌های ژئوتکستایل آن در داخل مملکت فراهم شود، از نظر اقتصادی، فنی و سهولت اجرا و نصب کاملاً قابل توصیه میباشد.

واژه های کلیدی: پوشش کانالها، تشک بتنی، ژئوتکستایل، پوشش حین بهره‌برداری، نشت از کانال

مقدمه

پوششهای بتنی به عنوان متداول ترین نوع پوشش کانال در اغلب کشورها در الویت می‌باشد. اما بدلیل محدودیتهای موجود در شیوه کلاسیک پوشش بتنی استفاده از سایر انواع غیر متعارف پوشش از جمله پوششهای شیمیایی، خاک سیمان و در سالهای اخیر پوششهای ژئوستتیک مورد توجه مهندسين قرار گرفته است (۴). از میان پوششهای کلاسیک و غیر کلاسیک صرفاً برخی از آنها (عمدتاً پوششهای ژئوستتیک) در کانالهای در حال بهره‌برداری قابل

نظر به کمبود آب و بالابودن ارزش آن در کشورهای خشک و نیمه خشک، جلوگیری از تلفات آب در سیستمهای انتقال و توزیع همواره به عنوان یکی از اصول طراحی این سیستمها مد نظر بوده است. در این راستا استفاده از انواع پوششهای سخت و انعطاف پذیر با ویژگی های فنی و هزینه‌های مختلف توسط محققین و سازمانهای بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است (۳). در حال حاضر استفاده از

مهندسين مشاور يكم-ا.سی.ای جهت تهیه طرح ترمیم و اصلاح کانالها انتخاب شده و مطالعاتی را از سال ۱۳۶۱ شروع نمود. یکی از مواردی که در این مطالعات مورد توجه قرار گرفت، نشت از کانالهای اصلی این شبکه بود که نقش عمده‌ای در زهدار شدن اراضی و همچنین تلفات آب داشت. به منظور تعیین میزان نشت از کانالها، روش اندازه‌گیری جریان ورودی و خروجی در طول معینی از کانال (روش Inflow - Out flow) انتخاب گردید و با اندازه‌گیری میزان نشت در ۲۲ مقطع در طول کانالهای اصلی، مسیرهای بحرانی از نظر میزان نشت مشخص شد (۲).

باتوجه به محاسبات انجام شده، مجموع نشت از کانالهای اصلی شبکه آبیاری مغان بشرح زیر می‌باشد:

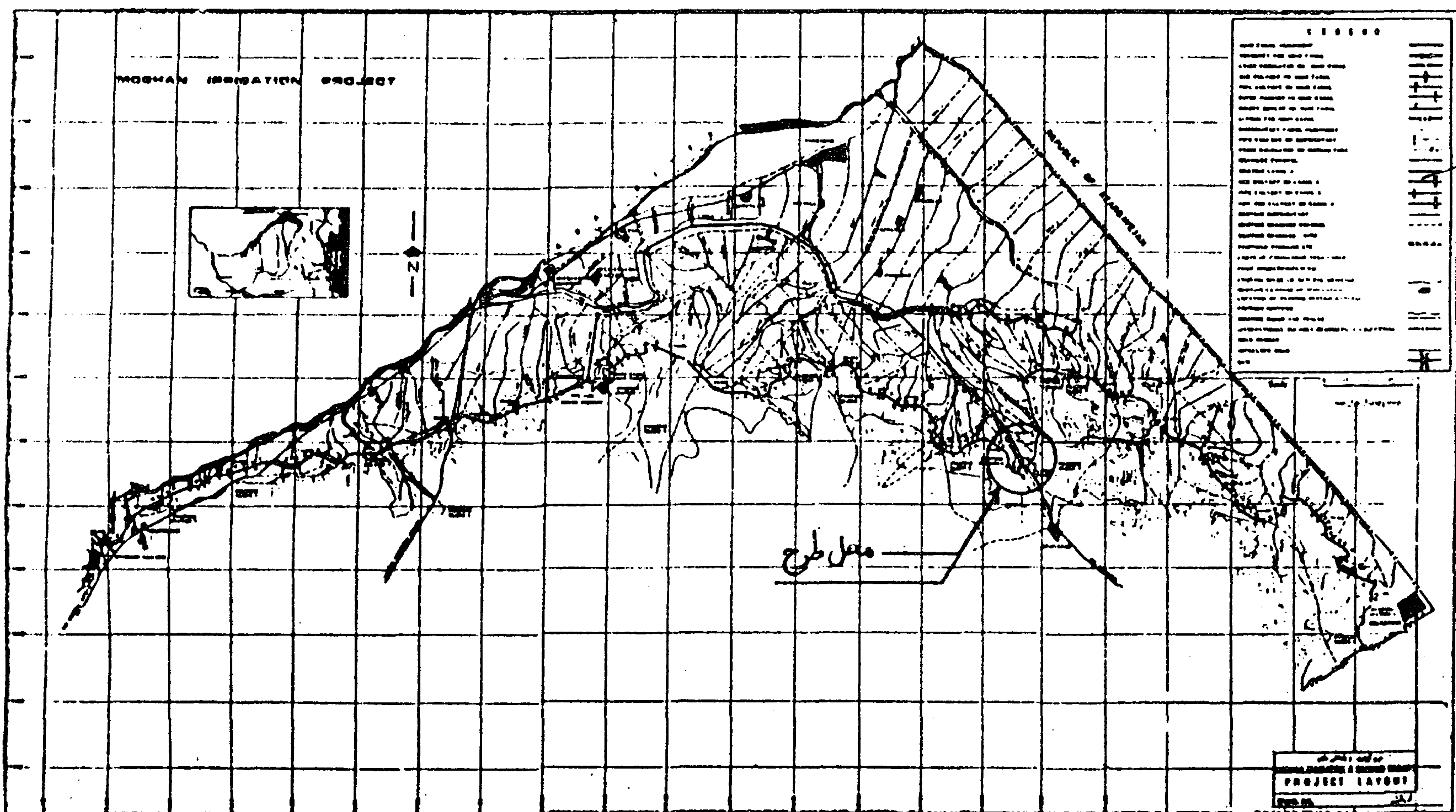
- حجم کلی نشت کانال اصلی از سد انحرافی اصلاندوز تا دریاچه شهرک ۵۳ میلیون مترمکعب در سال
- حجم کلی نشت کانال اصلی از دریاچه شهرک تا انتهای کانال بيله‌سوار ۲۹ میلیون مترمکعب در سال
- حجم کلی نشت کانال A از ابتدای آنها تا ۲۴ میلیون مترمکعب در سال

استفاده می‌باشند. در این مقاله چگونگی طراحی و اجرا و نتایج ارزیابی عملکرد یک نوع پوشش بتن - ژئوتکستایل (Geotextile- Concrete Mattress) که در بخشی از طول کانال اصلی شبکه آبیاری و زهکشی مغان مورد استفاده قرار گرفته ارائه می‌شود.

سابقه مطالعات

دشت مغان با مساحت ناخالص ۳۵۰ هزار هکتار، در ناحیه شمال غرب ایران و در استان اردبیل واقع شده است. این دشت از شمال و غرب به رودخانه ارس و از شرق به مرز بین‌المللی ایران و کشور جمهوری آذربایجان و از جنوب به تراسها و اراضی مرتفعی که به موازات کانال اصلی دشت مغان امتداد دارند، محدود می‌گردد. شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیائی محدوده طرح و محل اجرای پوشش مورد بحث در شبکه را نشان می‌دهد (۱).

پس از اجرای کانالهای اصلی انتقال و شبکه توزیع آب در دشت مغان و شروع بهره‌برداری تدریجاً دو مسئله عمده زهدار شدن اراضی و فرسایش سواحل کانالهای اصلی شبکه بروز نمود. در این رابطه



شکل ۱ - موقعیت محدوده پوشش شده کانال اصلی در شبکه آبیاری مغان

- در مقابل فرسایش ناشی از تغییرات سریع رقوم سطح آب و همچنین سرعت جریان به ویژه در قسمت‌ها مقاومت نباید

- در مقابل فرسایش و تخریب ناشی از ورود احشام سنگین وزن به داخل کانال دارای مقاومت کافی باشد.

در شرایط موجود منطقه تنها روشی که می‌توانست این اهداف را برآورد نماید، استفاده از تشک بتنی تزریق شده در کیسه‌های ژئوتکستایل بود و نهایتاً این گزینه جهت پوشش نمودن یکی از قطعات با نشت زیاد کانال اصلی انتخاب و به عنوان پیلوت به اجرا درآمد. قطعه مورد نظر بطول ۸۴۰ متر از محدوده معروف به باغ گلابی (حداصل کیلومتر ۳۵ الی ۳۷ کانال اصلی پس از دریاچه شهرک) انتخاب و عملیات اجرایی آن از اواخر سال ۱۳۷۴ آغاز گردید (۲ و ۳).

مواد و روشها

همانطور که قبلاً اشاره شده، پوشش مورد نظر از نوع تشک بتنی تزریق شده در کیسه‌های ژئوتکستایل (Geotextile-Concrete Mattress) می‌باشد که اجرای آن برای پوشش کانال در حال بهره‌برداری برای اولین بار در ایران در پروژه مغان عملی گردید (۵ و ۶).

مواد و مصالح

مصالح این پوشش از دو عنصر اصلی ژئوتکستایل و بتن تشکیل شده است. ژئوتکستایل انتخاب شده متشکل از دو لایه

- مجموع نشت از کانالهای اصلی ۱۱۶ میلیون مترمکعب در سال براساس اندازه گیریهای بعمل آمده و نتایج حاصل از تحلیل آمار و اطلاعات بدست آمده، مسیرهای وقوع نشت بیش از حد مجاز در طول کانالهای اصلی بشرح جدول شماره ۱ تعیین گردید.

شکل شماره ۲ تغییرات مقدار نشت از بستر کانال اصلی (از شهرک تا بیله‌سوار) را در طول آن نشان می‌دهد.

باتوجه به حجم قابل توجه آب تلف شده از طریق نشت، که مشکل زهدار شدن اراضی را نیز به دنبال داشته است، طرحهایی جهت ایجاد پوشش برای قسمتهای دارای نشت غیر مجاز تهیه گردید. در این راستا گزینه‌های مختلف پوششش مورد بررسی قرار گرفت، اما بدلیل محدودیتهای زیر:

الف: کانالهای اصلی و A در تمام طول سال مورد استفاده قرار داشته و علاوه بر مصارف کشاورزی، از آب آنها برای شرب نیز استفاده می‌شود. لذا امکان قطع آب به هیچ وجه وجود ندارد.

ب: باتوجه به ابعاد و دبی کانالهای مذکور (حداقل ۱۰ مترمکعب در ثانیه) در قسمت عمده‌ای از مسیر، هیچیک از روشهای انحراف موقت شامل پمپاژ، حفر کانال انحرافی یا سایر روشها اقتصادی نمی‌باشد.

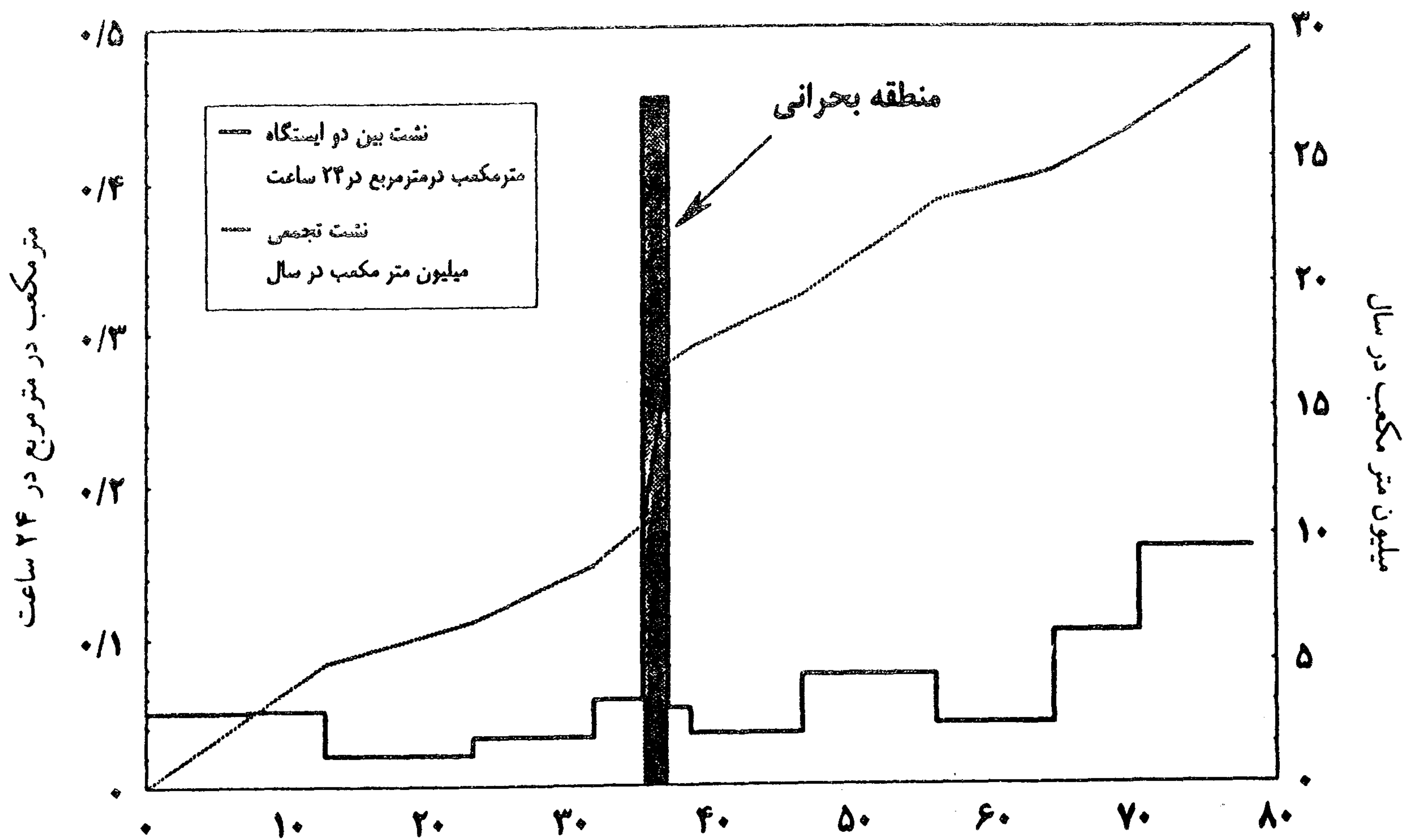
باید روشی انتخاب می‌شد که در شرایط کانال در حال بهره‌برداری با ابعاد بزرگ، قابل کاربرد باشد. بعلاوه پوشش مورد نظر می‌بایست اهداف زیر را برآورد نماید:

- نشت آب را تا حد مجاز کاهش دهد.

جدول ۱- محل و میزان وقوع نشت بیش از حد مجاز* در کانالهای اصلی دشت مغان

نام کانال	کیلومتر	میزان نشت محدوده	مترمکعب در ثانیه	مترمکعب در ۲۴ ساعت در مترمربع	میلیون مترمکعب در سال
کانال اصلی	۲۰۰۰ تا ۲۰۳۶۰	سیفون دره رود	۰/۹۶۵	۲/۵۶۰	۳۰/۴۳۲
کانال اصلی پس از دریاچه	۳۵۰۰۰ تا ۳۶۰۸۰۰	محدوده باغ گلابی	۰/۲۰۰	۰/۴۵۵	۶/۳۰۷
کانال اصلی پس از دریاچه	۳۴۰ تا ۷۰۰+۴۰۰	محدوده بیله‌سوار	۰/۰۹۲	۰/۱۵۸	۲/۹۰۱
کانال A	۳۶۰ تا ۳۳۰+۳۶۰	تکله کندی	۰/۲۱۰	۰/۳۶۹	۶/۶۲۲
کانال A	۵۸۰ تا ۴۶۰+۵۰۰	کانال A برگشتی	۰/۱۱۰	۰/۲۳۹	۳/۴۶۹

* حد مجاز معادل ۰/۰۳ مترمکعب در ۲۴ ساعت در مترمربع (۳)



طول کانال اصلی از شهرک تا پيله سوار - كيلومتر

شکل ۲ - تغییرات میزان نشت در طول کانال اصلی

از بتن پلاستیک با مقدار سیمان و مواد ریز دانه بالا و قابل پمپ شدن با افت (Slump) نسبتاً زیاد می‌باشد. براساس توصیه کارخانه سازنده ژئوتکستایل برای بالا رفتن قابلیت پمپ شدن بتن اضافه نمودن مقدار زیادی مواد پرکننده ریزدانه (فیلر) به مخلوط پیش‌بینی شده که در عمل این نظر انجام نشد و نهایتاً طرح مخلوط مندرج در جدول شماره ۳ براساس تجربه حاصل از ساخت مخلوط‌های مختلف و کاربرد آنها بکار برده شد. باتوجه به وجود کمی سولفات در خاک محل، در تهیه بتن از سیمان نوع II و به منظور افزایش روانی و قابلیت پمپ شدن از مواد هوازا استفاده گردید (۷).

روش اجرا

همانطور که قبلاً اشاره شد، این پوشش در قطعه‌ای به طول

۸۴۰ متر و بشرح زیر به اجرا درآمد:

الف: ابتدا با کمک بیل مکانیکی شکل مناسب بستر که

بصورت دوزنقه‌ای به عرض کف ۱۳ متر و شیب جداره ۱/۵:۱ (۱) در قائم و ۱/۵ در افق) و عمق کلی ۳/۵ متر (شامل ۱ متر عمق آزاد) طراحی شده بود تنظیم گردید. در این راستا باتوجه به تغییرات ایجاد شده در مقطع کانال طی سالیان گذشته، لازم بود که در قسمت‌هایی از طول قطعه عملیات خاک کوبی نیز برای ایجاد

یافته شده است که لبه‌های خارجی آنها به یکدیگر دوخته شده و حالت یک کیسه بزرگ را به خود می‌گیرند. ابعاد هر یک از کیسه‌ها (پانلها) باتوجه به شرایط خاص کانال و مشخصات محصولات تولیدی کارخانه سازنده ۵ متر عرض و ۲۷ متر طول انتخاب گردید و در عمل ۵ کیسه در جهت طول به یکدیگر دوخته شدند بطوری که عرض نهایی هر قطعه پس از تزریق به ۲۵ متر رسید.

دو لایه ژئوتکستایل تشکیل دهنده سطوح فوقانی و تحتانی هر قطعه در رئوس یک شبکه به ابعاد ۱۰×۱۰ سانتیمتر توسط ریسمانهای عمودی مقاوم از جنس پلی‌آمید به طول ۸ سانتیمتر به یکدیگر متصل می‌گردند. به گونه‌ای که پس از تزریق بتن این ریسمانها مانع از دور شدن دو لایه تحتانی و فوقانی و نهایتاً افزایش ضخامت پانل می‌شود. ضخامت نهایی پوشش پس از تزریق بتن و کشیده شدن ریسمانهای عمودی در حدود ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.

ژئوتکستایل مورد استفاده متشکل از تارهای پلی‌آمید و پودهای پلی‌اتیلن ساخت کارخانه HUESKER آلمان می‌باشد که برخی از مشخصات فنی آن در جدول شماره ۲ داده شده است. شکل شماره ۳ تصویر شماتیک تشک ژئوتکستایل را نشان می‌دهد (۷).

بتن مورد مصرف برای پرکردن داخل تشکهای ژئوتکستایل

جدول شماره ۲ - برخی مشخصات فنی پوشش ژئوتکستایل

مشخصات فنی	ارقام ارائه شده توسط کارخانه سازنده
مقاومت کششی	تار ۲۵ kN/m بود ۲۵ kN/m
مقاومت به پارگی	تار ۲۵ kN/m بود ۲۰ kN/m
حداکثر تغییر طول	تار ۲۰ درصد بود ۲۰ درصد
نفوذپذیری	۲۰ Lit/Sec/m ²
قطر منافذ *O90	۳۰۰ میکرون
وزن مخصوص	۴۰۰ gr/m ²
مقاومت ریسمان عمودی	۴۰ daN

* فطری که ۹۰ درصد منافذ کوچکتر از آن میباشد.

جدول شماره ۳ - مشخصات مخلوط بتن تزریق شده در تشک ژئوتکستایل

نوع مصالح - مشخصه	کمیت و ارقام
حداکثر قطر شن (Dmax)	۱۲ میلیمتر
حداکثر قطر ماسه (Dmax)	۸ میلیمتر
مقدار شن در مخلوط	۴۰ درصد
مقدار ماسه در مخلوط	۶۰ درصد
نسبت آب به سیمان W/C	۰/۷
مقدار سیمان در مخلوط	۴۲۵ و ۴۵۰ کیلوگرم
مقدار ماده هوازا (Parsizal air)	۰/۲۱ لیتر در متر مکعب
حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه مجاز	۲۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
افت (Slump)	۲۰-۲۳ سانتیمتر

ایجاد شده در دو انتهای هر پانل وارد تشک شده و سر آنها توسط غواص به سوی وسط کف کانال هدایت گردید. در این عمل سعی شد تا موقعیت دهانه لوله تزریق بتن در وسط هر پانل ۵ متری استقرار یابد. سپس عملیات بتن ریزی با کمک پمپ بتن و با فشار ۱/۵ تا ۲/۵ متر ارتفاع آب انجام و با پر شدن تدریجی تشک، لوله بتن ریزی به سمت بیرون کشیده شد تا پانل تدریجاً و بطور کامل بتن ریزی شود. فشار بتن ریزی به گونه‌ای تنظیم گردید که حتی الامکان از پاره شدن ریسمانهای عمودی تشک و باد کردن آن و در نتیجه افزایش ضخامت تشک جلوگیری شود. پس از خاتمه بتن ریزی هر پانل، شکاف ایجاد شده جهت عبور لوله بتن ریزی توسط یک قطعه ژئوتکستایل به ابعاد ۳۰ x ۳۰ سانتیمتر و بادست وصله شد.

مقطع مورد نظر انجام شود. برای سهولت و دقت بیشتر در اجرای عملیات خاکی، زمان اجرای آن در فصلی که عمق آب در کانال حداقل بود (حدود ۱ متر) انتخاب گردید.

ب: پس از آماده شدن بستر مطابق با طرح مذکور در بند (الف)، پانلهای (تشکهای) ژئوتکستایل به عرض ۵ متر و طول ۲۷ متر به گونه‌ای در بستر خوابانیده شد که یک متر از تشکها در روی سطح افقی هر یک از دو ساحل کانال قرار گیرد. سپس با کوبیدن میله‌های فولادی به عمق ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر و به فواصل ۰/۵ تا ۱ متر لبه تشکها در روی خاکریز کانال تثبیت گردید. جهت کارگذاری پانلهای در جهت جریان آب بود.

ج: پس از استقرار تشکها، لوله‌های تزریق بتن از طریق شکاف

در این مرحله چگونگی پر شدن تشک از بتن در قسمتهای زیر سطح آب توسط غواص کنترل می گردید.

د: قبل از بتن ریزی هر پانل، پانل بعدی توسط یک دستگاه ماشین دوخت دستی به پانل قبلی دوخته می شد. به گونه ای که با اتمام بتن ریزی یک پانل، پانل بعدی آماده بتن ریزی باشد. به منظور جلوگیری از صدمه دیدن بتن تازه، پس از خاتمه بتن ریزی هر پانل، تا سه روز از تردد روی آن جلوگیری به عمل آمد. بدیهی است مراقبت از بتن (Curing) در قسمتهای زیر سطح آب ضروری نبود. اما بتن بالای سطح آب نیاز به عملیات مراقبت داشت که براساس استانداردهای متعارف اعمال گردید.

شکل شماره ۴ طرح شماتیک استقرار پوشش تشک بتنی را روی بستر کانال (مقطع عرضی) و اشکال ۵ الی ۸ چگونگی عملیات اجرایی این طرح را نشان می دهند.

نیروی کار و ماشین آلات مورد نیاز

از آنجا که چنین عملیاتی برای اولین بار و بدون تجربه قبلی در کشور صورت گرفت، لذا بخشی از زمان عملیات و نیروی کار و مصالح صرف کسب تجربه و برطرف کردن مشکلات و معایب کار گردید.

جدول شماره ۴، لیست نیروی کار و ماشین آلات مورد استفاده در انجام این عملیات را نشان می دهد.

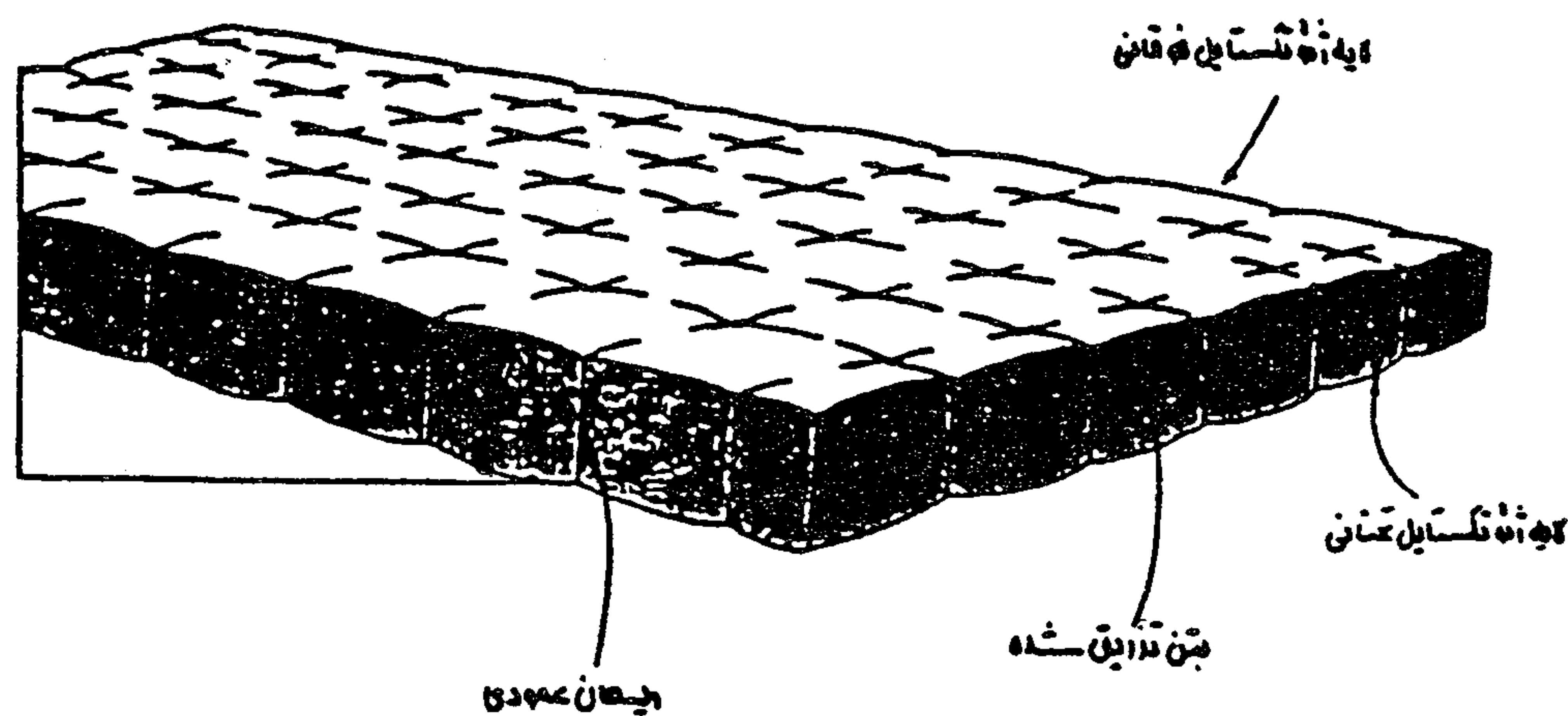
زمان اجرای پوشش

عملیات آماده سازی بستر در اسفند ماه ۷۵ و طی زمان حدود یک ماه انجام شد و متعاقب آن عملیات استقرار پانلها و بتن ریزی آنها طی زمانی حدود ۴ ماه (از اردیبهشت تا مرداد ۷۵) انجام گردید. بدیهی است که طی این عملیات به دلیل عدم وجود تجربه قبلی، مقدار قابل توجهی از وقت صرف رفع مشکلات موجود و به ویژه تهیه طرح مناسب مخلوط بتن گردید و در صورت مجرب بودن پیمانکار انجام این حجم از عملیات (در سطح ۲۲۶۸۰ مترمربع)، طی یک دوره زمانی دو ماهه نیز میسر است.

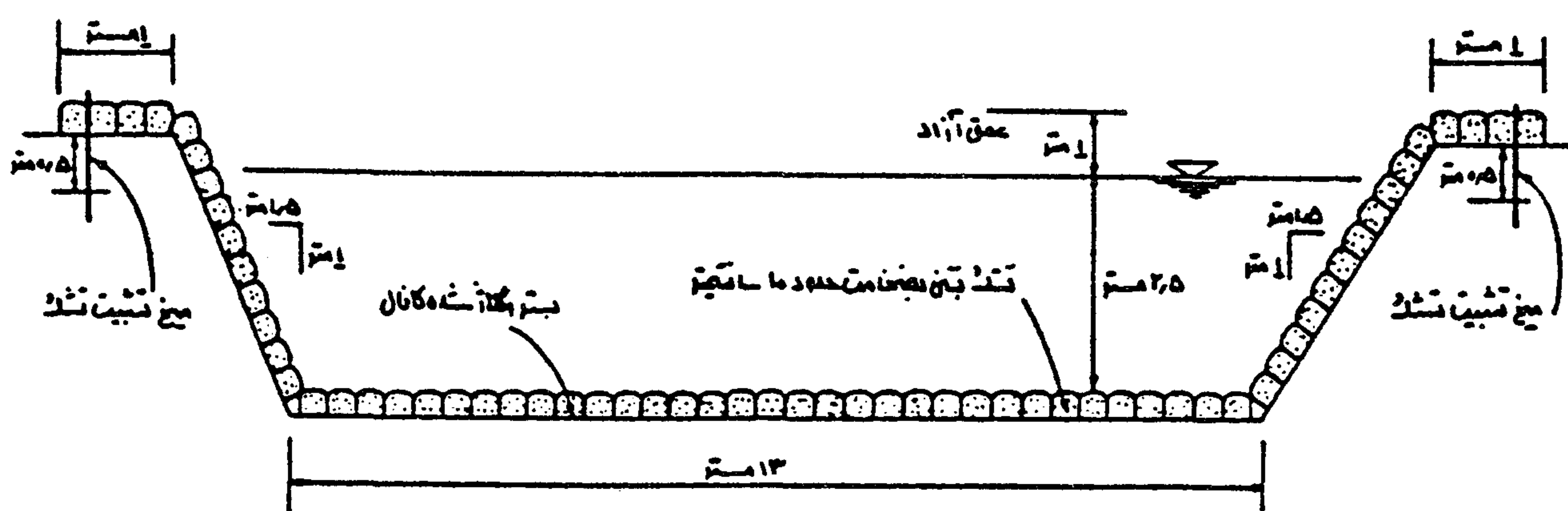
هزینه اجرای عملیات

براساس صورت وضعیت قطعی طرح، هزینه کل اجرای این

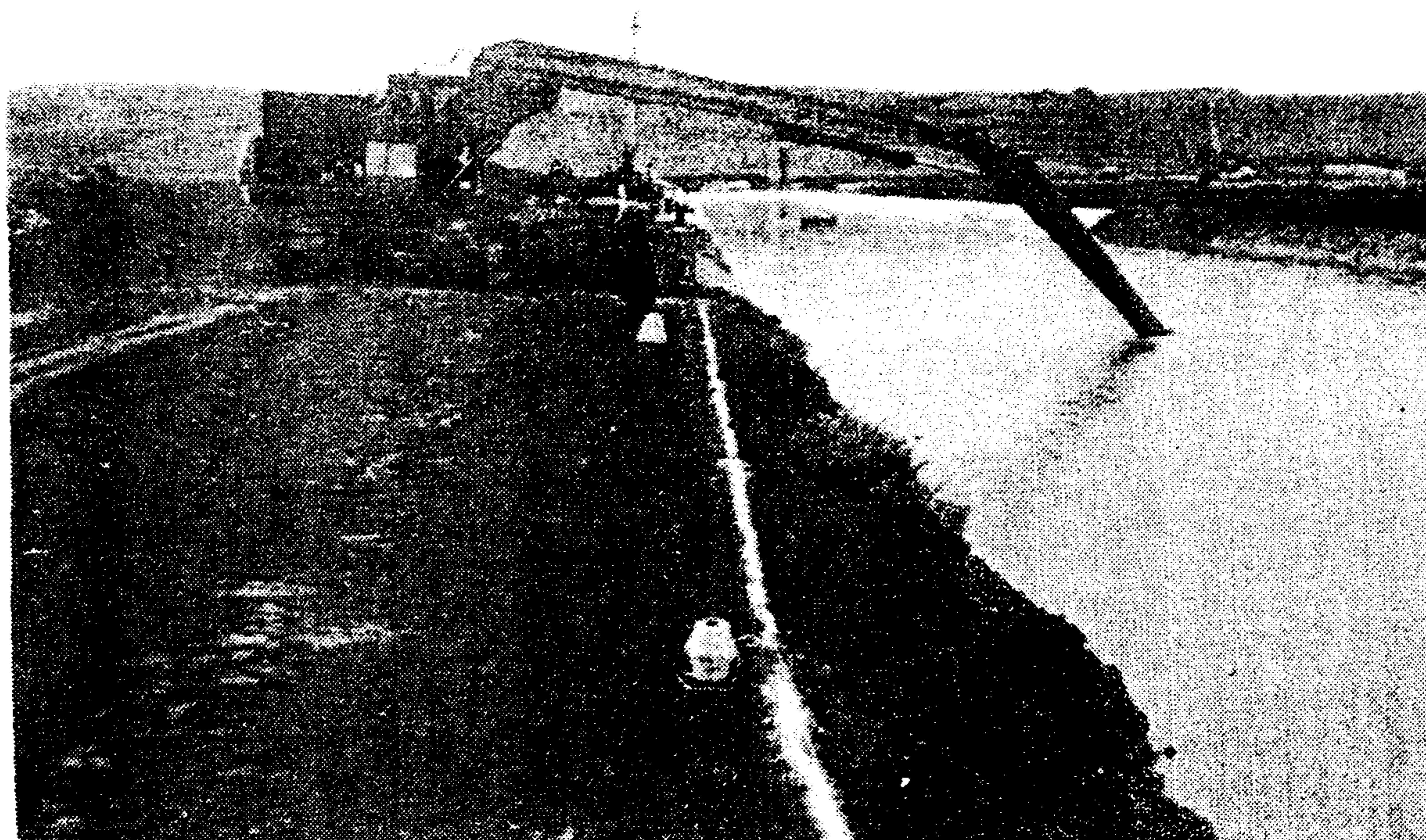
پوشش بر مبنای فهرست بهای ۱۳۷۳ برابر ۱،۰۲۳،۰۲۷،۶۰۷ ریال و با تعدیل مربوط حدود ۶۸۰ ریال ۱ میلیون ریال می باشد (جدول شماره ۵). با توجه به سطح پوشش شده کانال که برابر $۲۷ \times ۸۴۰ = ۲۲۶۸۰$ مترمربع می باشد، هزینه هر مترمربع پوشش در حدود



شکل ۳ - نمای شماتیک تشک ژئوتکستایل تزریق شده با بتن



شکل ۴ - نمای شماتیک استقرار تشک بتنی ژئوتکستایل در بستر کانال



شکل ۵ - عملیات رگلاژ کف و شیروانی کانال

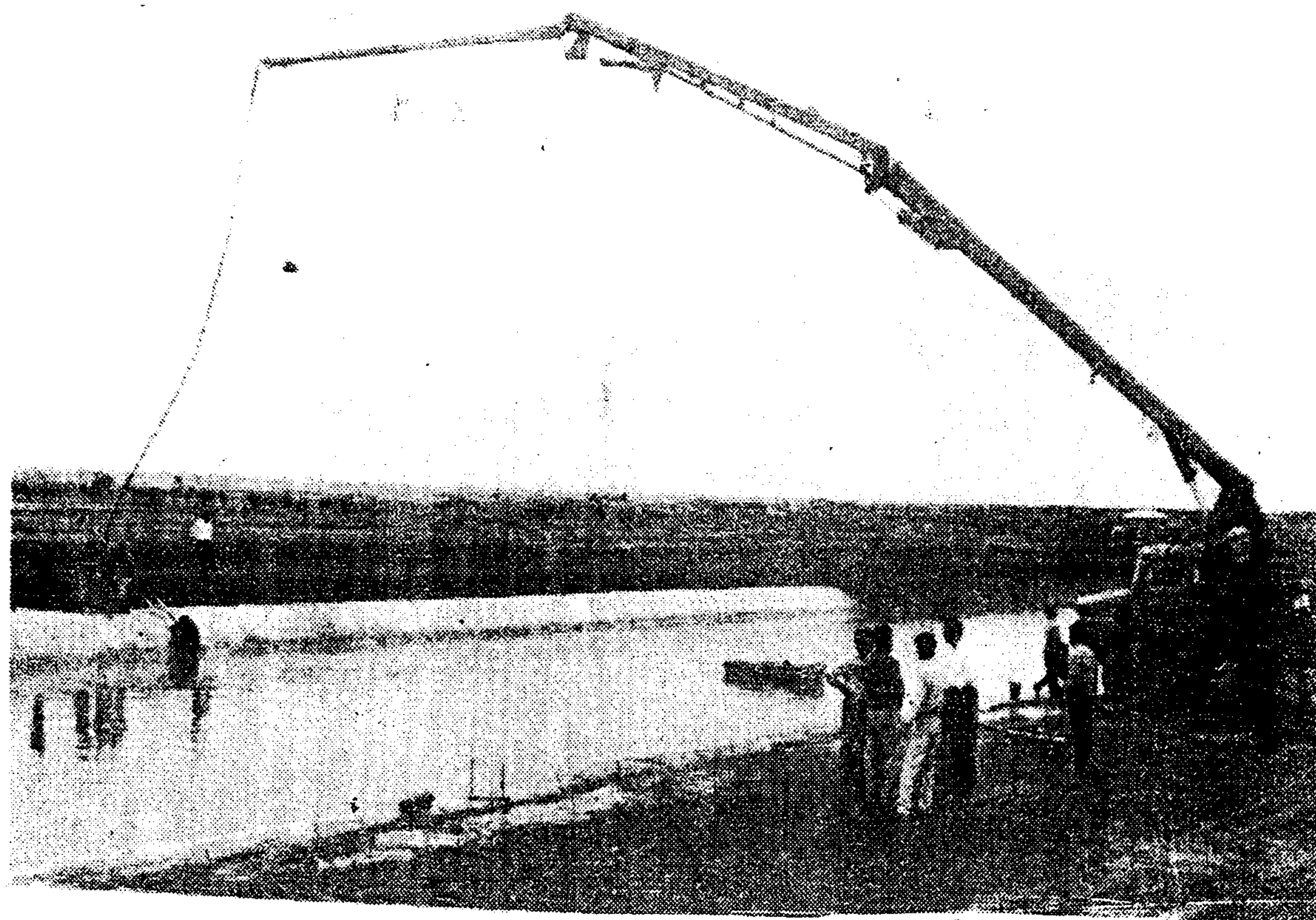


شکل ۶ - استقرار تشک ژئوتکستایل در کف شیروانی کانال

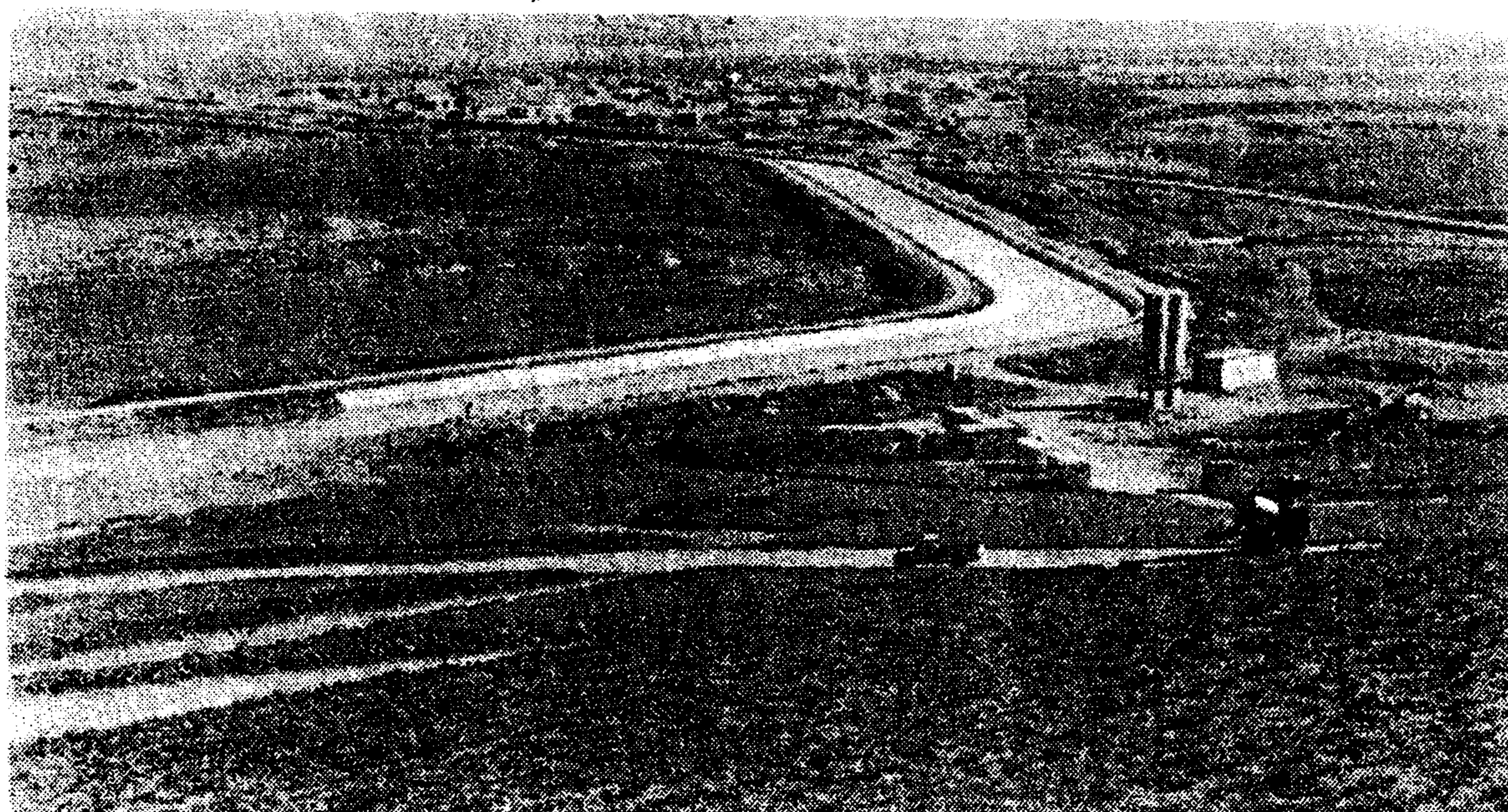
- برآورد میزان نشت از قسمت پوشش شده
 - ارزیابی چگونگی استقرار و اتصال پوشش روی بستر کانال
 - ارزیابی دوام و کیفیت مصالح

به منظور ارزیابی میزان نشت از قسمت پوشش شده کانال از دو روش اندازه‌گیری مقدار جریان در مقاطع مختلف در طول قطعه پوشش شده و نیز بررسی موقعیت خط نشت در اراضی مجاور کانال استفاده گردید. اندازه‌گیری مقدار جریان با کمک مولینه و در ۵ مقطع به فاصله ۵۰ متر قبل از شروع پوشش، ۵۰ متر پس از شروع

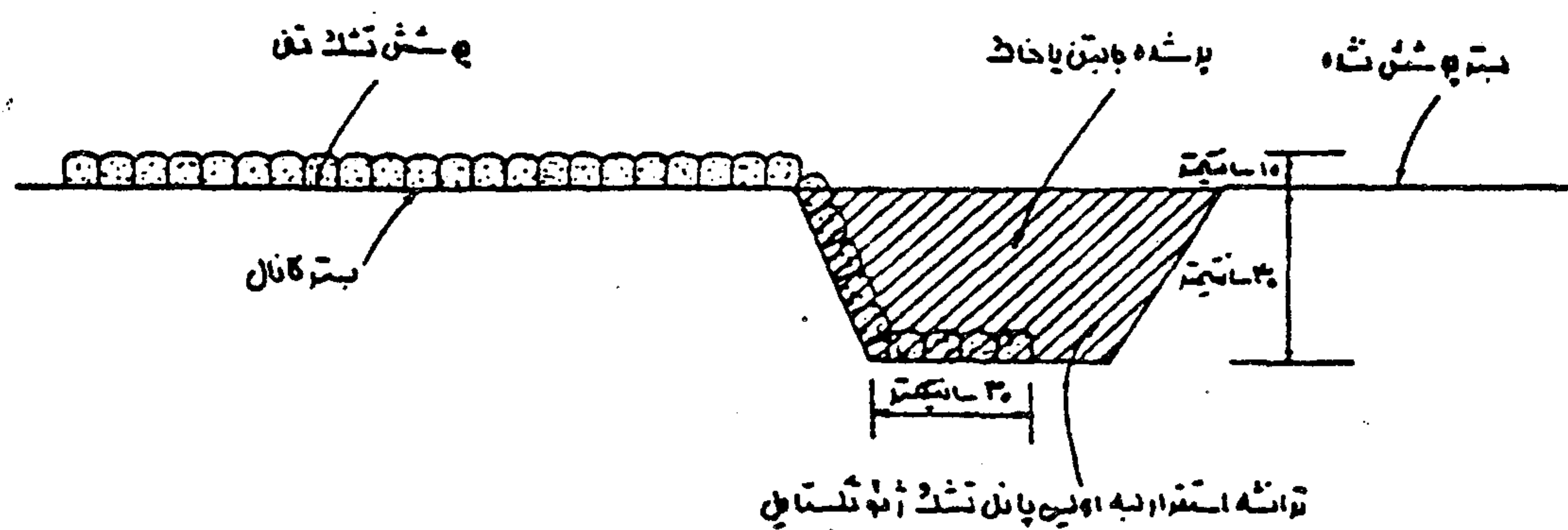
۴۷۰۰۰ ریال بوده است.
 لازم به ذکر است که در محاسبه معادل ریالی هزینه‌های ارزی، هر دلار برابر ۳۰۰۰ ریال فرض گردیده است.
 ارزیابی عملکرد پوشش
 پس از اتمام عملیات ترریق، بهره‌برداری متعارف از کانال ادامه پیدا کرد و نهایتاً پس از گذشت حدود ۵ ماه از خاتمه عملیات، ارزیابی عملکرد پوشش آغاز گردید. این قسمت از مطالعات با سه هدف زیر انجام شد:



شکل ۷ - بتن ریزی داخل تشک های ژئوتکستایل



شکل ۸ - نمای قسمت پوشش شده کانال ۵ ماه پس از خاتمه عملیات اجرایی



شکل ۹ - چگونگی استقرار لبه اولین پانل ژئوتکستایل در کف کانال

جدول ۴- لیست ماشین‌آلات و نیروی کار اجرای طرح

ماشین‌آلات		نیروی کار	
یکدستگاه	گریدر	۱	مهندس
دو دستگاه	غلظک ۱۰۰ تن و بیره	۱	نقشه‌بردار
پنج دستگاه	کمپرسی	۱	تکنسین
یکدستگاه	لودر	۱۲	کارگر
یکدستگاه	پمپ تزریق	۱	غواص
یکدستگاه	تراک میکسر		
دو دستگاه	بیل مکانیکی		
یکدستگاه به ظرفیت ۳۰ مترمکعب در ساعت	واحد بتن ساز		

جدول شماره ۵- شرح عملیات اجرائی و هزینه‌های مربوطه (فهرست بهای سال ۱۳۷۳)

هزینه اجرائی	شرح عملیات
۵۰،۱۱۸ هزار ریال	تهیه خاک، پروفیل کردن و کوبیدن
۵،۲۸۵ "	رگلاز سطوح کانال
۴۱،۱۰۰ "	کانال کنی در زمین لجنی و باتلاقی
۷۳،۴۸۳ "	هزینه تهیه بتن (۲۲۶۸ مترمکعب)
۱۴،۴۳۷ "	هزینه تهیه سیمان ضد سولفات
۲۰،۴۱۲ "	هزینه نصب (۲۲۶۸۰ مترمربع)
۴۷،۳۶۲ "	هزینه حمل مصالح
۲۵۰،۱۹۷ "	جمع ردیفهای فوق
۳۵۷،۷۸۲ "	با اعمال ضرایب ۱/۱ و ۱/۳
۱،۱۴۸ "	هزینه تهیه ماده هوازا
۴۰،۰۰۰ "	هزینه تجهیز کارگاه
۶۰۰،۰۰۰ "	هزینه تهیه ژئوتکستایل (۲۳۰۰۰ مترمربع)
۲۴،۰۹۸ "	هزینه حمل ژئوتکستایل
۱،۰۲۳،۰۲۸ "	هزینه کل عملیات

چاهکها در چهار محور (دو محور قبل از شروع پوشش و پس از خاتمه آن و دو محور در میانه طول قسمت پوشش شده) به کمک اوگر حفر گردیدند. در هر محور سه چاهک به فواصل ۲۰ متر از یکدیگر و به عمق حداکثر ۶ متر و قطر ۴ اینچ حفر شد. ضمناً دو چاهک دیگر به فواصل ۱۶۲ و ۲۱۴ متر در امتداد چاهکهای

پوشش، در وسط طول قطعه پوشش شده، ۵۰ متر قبل از پایان پوشش و ۵۰ متر پس از پایان پوشش صورت گرفته است. همچنین در هر یک از محورهای مذکور مقطع عرضی کانال نیز برداشت گردید. علاوه بر اندازه‌گیری مستقیم جریان سعی شد تا با حفر چاهکهای در کنار بستر کانال موقعیت خط نشن در مقاطع مختلف ثبت شود.

نتایج و بحث

براساس مجموع بررسیها و اندازه گیریهای به عمل آمده در رابطه با قسمت پوشش شده کانال اصلی مغان نتایج زیر حاصل شده است.

مقدار نشت

همانطور که قبلاً اشاره شد، به منظور تعیین مقدار واقعی نشت از قسمت پوشش کانال، از روش اندازه گیری جریان ورودی و خروجی با کمک مولینه استفاده گردید. این اندازه گیری ها در ۵ محور متفاوت انجام شد.

نتایج محاسبات به عمل آمده در رابطه با دبی های ورودی و خروجی در مقاطع اندازه گیری، مقدار کل نشت از این قسمت را برابر $0/155$ مترمکعب در مترمربع در روز نشان داده که علیرغم کاهش چشمگیر آن در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده نشت در شرایط قبل از پوشش، در مقایسه با ارقام پیش بینی شده در طرح زیاد می باشد که علت آن را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

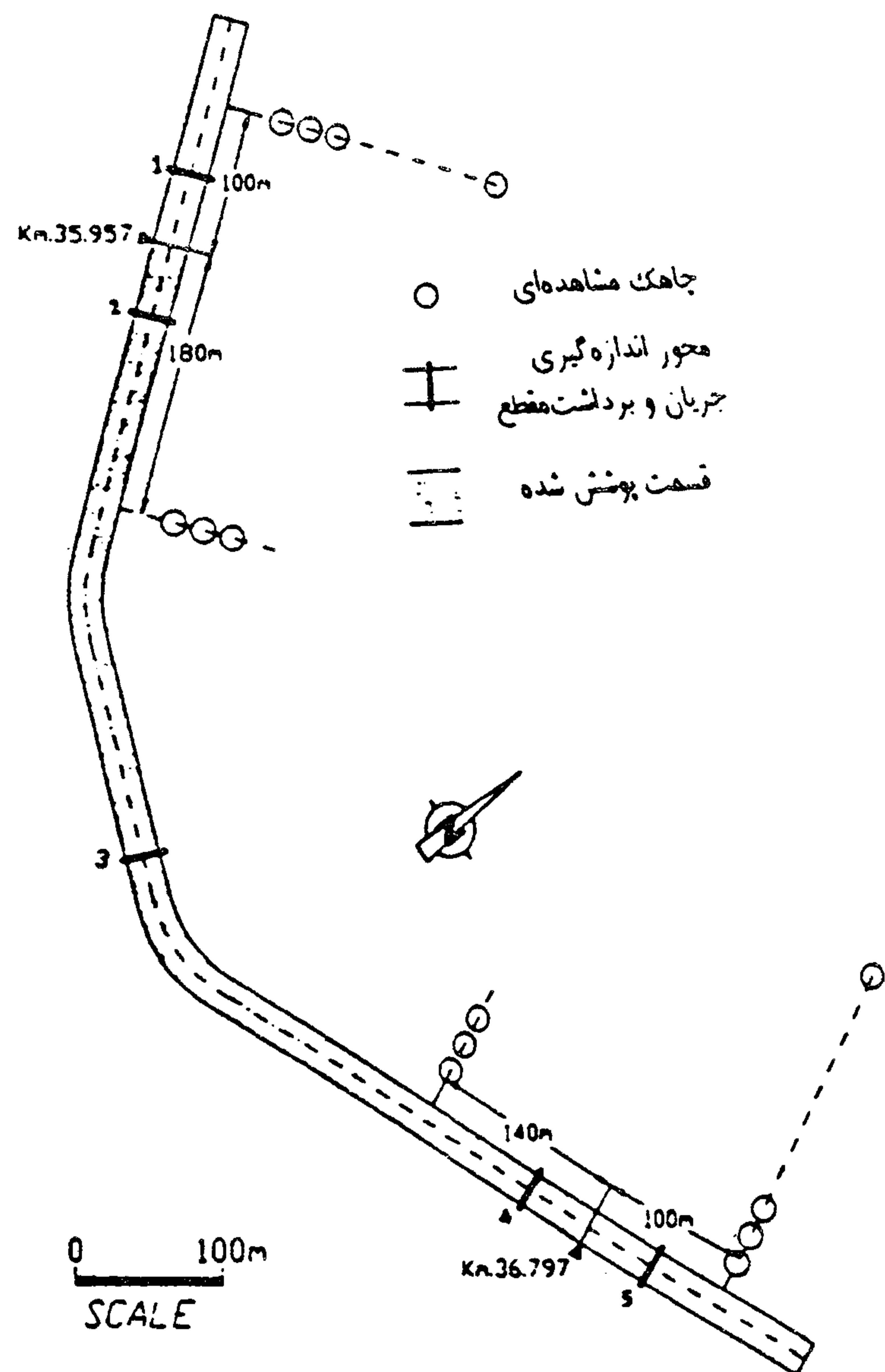
- وقوع مقداری نشت از محل اتصال لبه های پوشش در شروع و در محل اتصال به سازه های آبنگیر کناری کانال. متأسفانه در این ارتباط علیرغم پیش بینی روشهای مناسب در طرح (شکل شماره ۹) این تمهیدات به اجرا در نیامده است.

- نشت از قسمتهائی از تشک ژئوتکستایل که با بتن پر نشده است. این عمل به دلیل عدم دقت در بتن ریزی، نرسیدن سر لوله بتن ریز، یا کافی نبودن فشار پمپ ایجاد شده است.

- نشت از محل درزهای اتصال پانلهای ۲۵ متری بعلت پاره گی محل اتصال. این امر نیز می تواند به دلیل عدم دقت در نصب، عدم عملکرد مناسب ماشین دوخت و یا بیش از حد کشیده شدن پانلهای در حین نصب رخ داده باشد.

علاوه بر اندازه گیری مستقیم نشت، اندازه گیری نشت نیز توسط چاهکهای مشاهده ای در چهار محور (مطابق شکل ۱۰) انجام شد. نتیجه این اندازه گیری باتوجه به سطح آب در کانال در مجاورت هر ردیف چاهک در جدول شماره ۶ و در شکل شماره ۱۱ نشان داده شده است.

همانطور که از ارقام مندرج در جدول ۶ و شکل ۱۱ مشاهده می شود، علیرغم ثابت بودن تقریبی سطح آب در کانال، بین سطوح نشت در در اولین چاهک ردیفهای ۱ و ۲ در حدود یک متر افت



شکل ۱۰ - پلان قسمت پوشش شده کانال و موقعیت محورهای اندازه گیری

جریان و چاهکهای مشاهده ای

محورهای ۱ و ۴ حفر گردید. پس از خاتمه حفاری چاهکها و بررسی بافت لایه های خاک، سطح آب در چاهکها و کانال نیز با کمک دوربین نقشه برداری برداشت و ثبت گردید. موقعیت محورهای اندازه گیری جریان و چاهکهای مشاهده ای نسبت به پلان کانال در قسمت پوشش شده در شکل شماره ۱۰ نشان داده شده است.

همچنین برای ارزیابی چگونگی استقرار پوشش روی بستر و اتصال آن به بستر، کل مسیر پوشش شده در دو طرف مورد بازرسی عینی قرار گرفت. در قسمتهای زیر آب نیز اتصال تشک بتنی به بستر با کمک ضربات یک میله سنگین به سطح پوشش ارزیابی شد.

طی این بازرسی عینی یکنواختی پخش بتن در تشک، کیفیت اجرا، دوام پوشش ژئوتکستایل در سطح بتن و کیفیت ظاهری بتن مورد بررسی قرار گرفت که نتایج این قسمت از مطالعات در بخش بعد ارائه گردیده است.

جدول شماره ۶ - تراز سطح نشت در مجاورت کانال (رقوم محلی به متر)

شماره ردیف چاهک	تراز سطح آب در کانال	تراز آب در چاهک شماره ۱	تراز آب در چاهک شماره ۲	تراز آب در چاهک شماره ۳
۱	۹۷/۴۷	۹۴/۵۸	۹۴/۱۷	۹۴/۹۹
۲	۹۷/۴۶	۹۳/۶۱	۹۳/۵۷	۹۳/۵۴
۳	۹۷/۴۵	۹۳/۵۳	۹۳/۶۱	۹۳/۷۳
۴	۹۷/۴۴	۹۳/۳۰	۹۳/۲۰	۹۴/۱۸

مشاهده می‌شود که این مقدار افت به دلیل وجود پوشش در سطح بستر کانال حاصل شده در حالی که در ادامه مسیر بین سطح آب در محورهای شماره ۲ و ۳ اختلاف سطح نشت چندانی مشاهده نمی‌شود. این بررسی اثر بسیار مثبت پوشش اعمال شده را در ایجاد افت در سطح نشت و کاهش مقدار آن بخوبی نشان می‌دهد.

ارزیابی عمومی پوشش

بررسی عینی انجام شده در امتداد مسیر پوشش عوارض زیر را نشان می‌دهد:

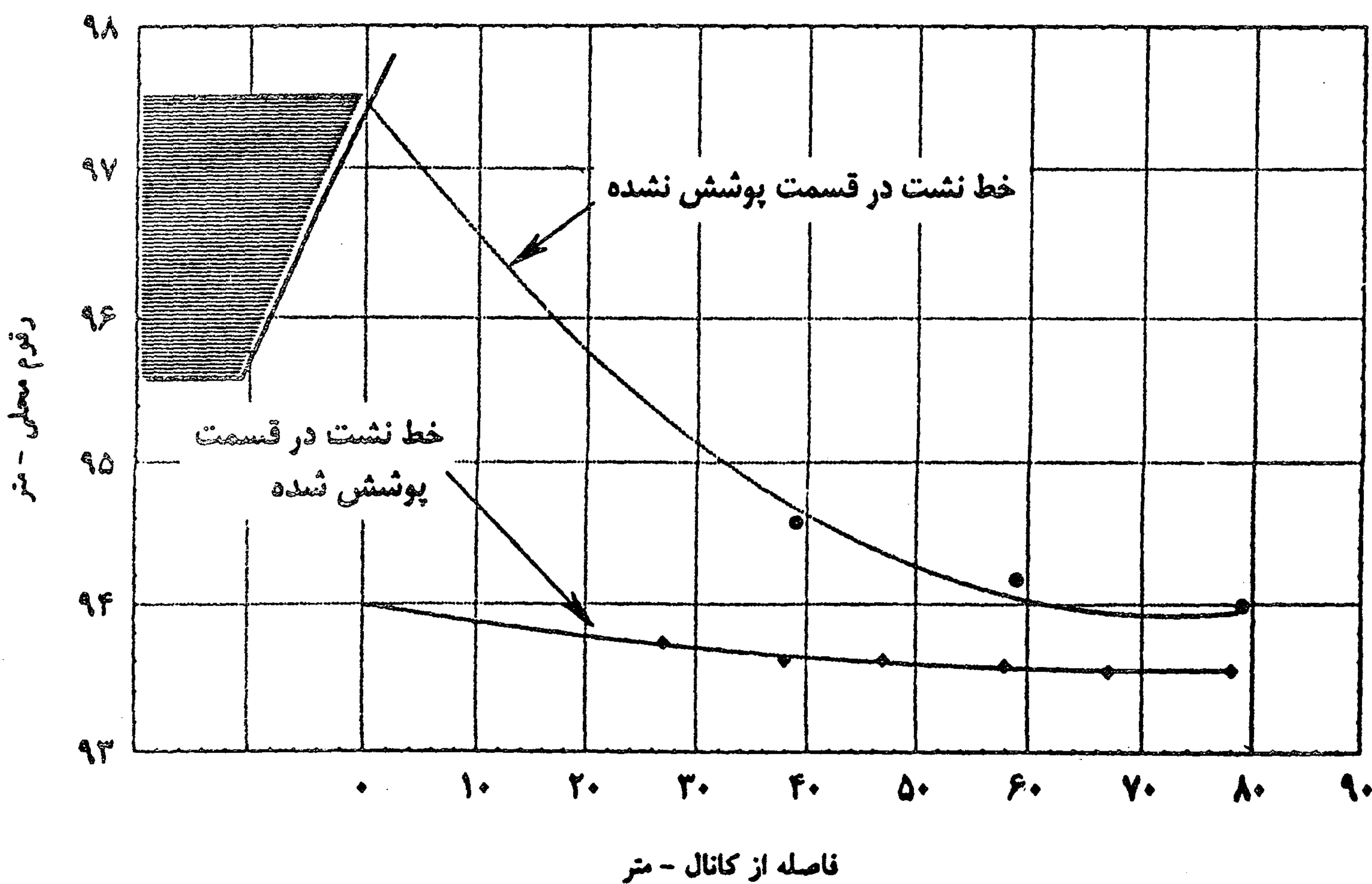
الف: برآمدگی سطح پوشش در برخی نقاط که به دلیل پاره شدن ریسمانهای عمودی و تزریق بیش از حد بتن بوده و موجب نامنظم

شدن سطح پوشش گردیده است.

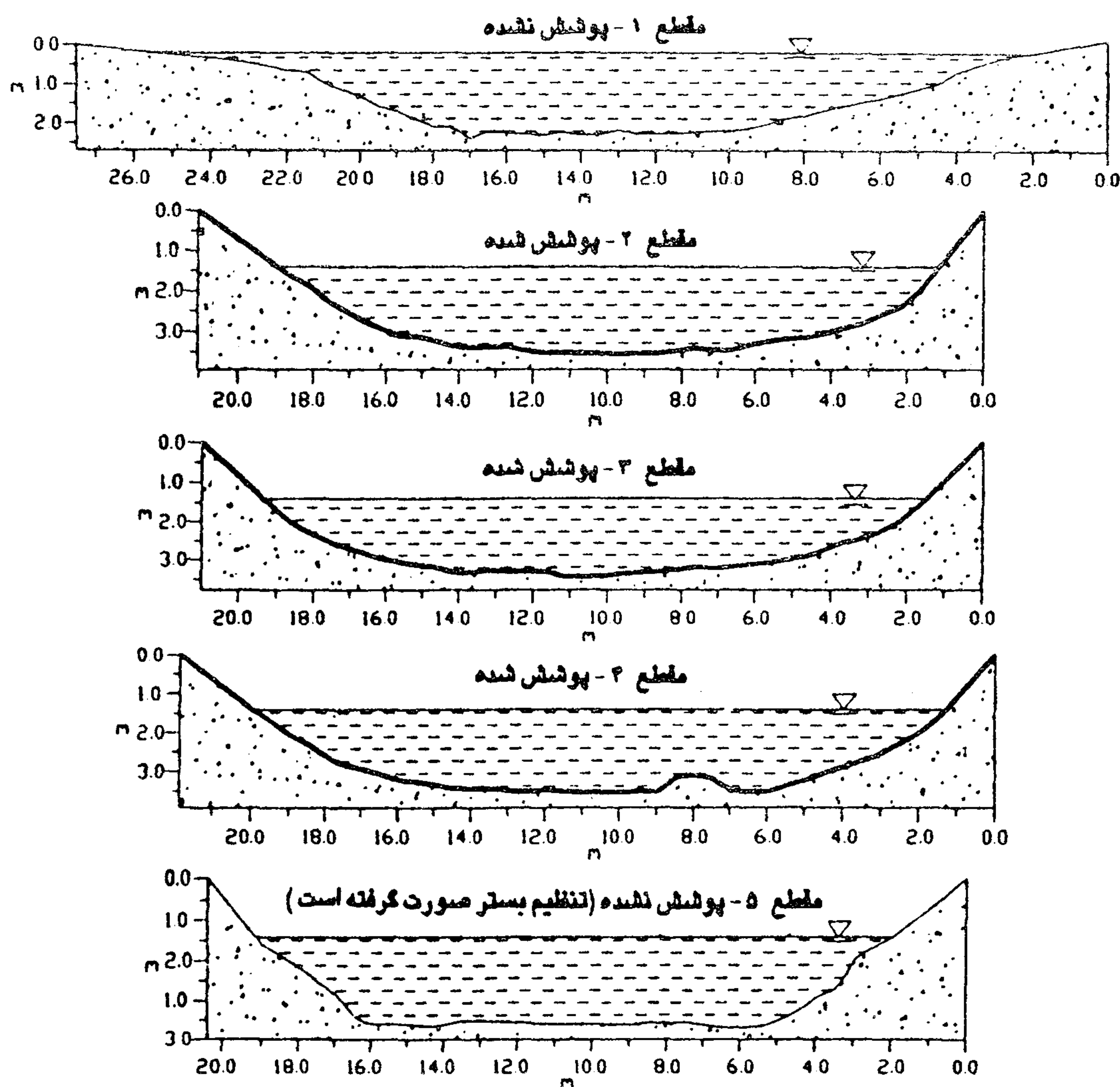
ب: پرنشیدن تشک ژئوتکستایل در بعضی از پانلهای که موجب نازک شدن ضخامت پوشش و در بعضی موارد خالی ماندن تشک گردیده است. این نقاط محللهای مناسبی برای نشت آب می‌باشند.

ج: عدم اتصال مناسب لبه پانلهای ابتدایی و انتهایی به بستر و همچنین در محل اتصال به سازه‌های آبگیر.

د: وجود پستی و بلندیهای متعدد در سطح پوشش که ناشی از رگلاژ نامناسب بستر در شروع کار و یا تراکم نبودن خاک بستر و تحکیم بعدی آن می‌باشد. این امر ضمن ناصاف جلوه دادن سطح پوشش باعث افزایش ضریب زبری II و ایجاد آشفستگی های موضعی



شکل ۱۱ - تاثیر پوشش تشک بتنی بر خط نشت



شکل ۱۲ - مقاطع عرضی کانال در محورهای اندازه گیری دبی

همانطور که ذکر شد پیوستگی و اتصال پوشش به بستر با وارد کردن ضربات روی بستر توسط یک میله فولادی سنگین در تمام طول کانال (در کف و شیروانی) مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسیها هیچگونه نشانه‌ای دال بر وجود حفره یا فاصله در پشت پوشش را که ناشی از فرسایش یا زیر فشار آب باشد، بروز نداد. این بررسی کیفیت روش بکار برده شده جهت استقرار پوشش در روی بستر را به اثبات می‌رساند.

بررسیها همچنین نشان داد که علیرغم عبور و مرور حیوانات سنگین در روی پوشش، هیچگونه عارضه یا خسارتی ایجاد نشده که این امر ناشی از مقاومت خوب بتن داخل پوشش می‌باشد. همچنین اثری از فرسایش ناشی از سرعت جریان یا بالا و پایین رفتن سطح آب در کانال مشاهده نگردید.

خلاصه

باتوجه به مجموعه نتایج و تجربیات حاصل از این مطالعات موارد زیر به عنوان جمع‌بندی و توصیه قابل ذکر می‌باشد:
الف: پوشش ژئوتکتایل بتنی به عنوان یکی از روشهای مناسب و سریع جهت پوشش نمودن کانالهای در حال بهره‌برداری قابل توصیه می‌باشد.

در جریان و نهایتاً کاهش سرعت و ظرفیت کانال می‌گردد.

شکل شماره ۱۲ مقاطع عرضی کانال در محورهای اندازه گیری دبی را نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل مشاهده می‌شود، مقاطع کانال در قسمت پوشش شده تقریباً فرم مورد نظر در طراحی را بخود گرفته و با مقاطع قسمتهای پوشش نشده کاملاً متفاوت است.

نکته قابل توجه در مقطع عرضی شماره ۴، وجود یک برجستگی مشخص در کف کانال است که این نوع برجستگی در قسمتهای دیگر کانال نیز در حین بازرسی های عینی مشاهده شد. علت ایجاد برجستگی ها پاره شدن ریسمانهای عمودی تشک و فاصله گرفتن دولایه ژئوتکتایل و در نتیجه تجمع بیش از حد بتن در این قسمتها می‌باشد. پاره شدن ریسمانهای عمودی می‌تواند ناشی از ضعف مقاومت ریسمانها، فشار بیش از حد پمپ تزریق و یا بی‌مبالاتی کارگران در مراحل نصب پانلها باشد که در هر صورت این امر به عنوان یک عارضه نامطلوب تلقی می‌شود. چرا که علاوه بر تلف شدن مقداری مصالح، موجب ناصاف شدن بستر پوشش شده، کاهش مقطع مؤثر، افزایش ضریب زبری بستر و نهایتاً برهم خوردن نظم هیدرولیکی جریان می‌گردد.

دانه‌بندی مطلوب، سیجان تازه و مناسب، پمپ بتن قوی و کارا، ماشین آلات مناسب و نیروی کار متخصص و با تجربه از ضروریات موفقیت در اجرای این نوع پوشش است.

- مهار کردن تشکک های ژئوتکستایل به خاکریز بدنه کانال باید با دقت و مطابق با توصیه‌های فنی استاندارد صورت گیرد.
- مراقبت از بتن ترریق شده در تشکک های ژئوتکستایل حداقل به مدت دو تا سه روز اول پس از اجرا ضروری است.

د: با توجه به انعطاف پذیری و استحکام ذاتی این نوع پوشش، دوام آن در مقابل شرایط اقلیمی، عوامل فرساینده مانند عبور و مرور حیوانات یا سرعت جریان آب و تغییر شکلهای بستر کانال کاملاً رضایت بخش است.

ه: هزینه‌های اجرائی این نوع پوشش علیرغم اجرای آن در سطح کم، صعوبت شرایط کار، عدم وجود تجربه کافی و اجرای طرح در سطح پیلوت و با توجه به هزینه ارزی خرید ورقه‌های ژئوتکستایل، در مقایسه با سایر پوششهای متعارف چندان زیاد نیست (۴۷۰۰۰ ریال در مترمربع) و پیش‌بینی می‌شود چنانچه امکان ساخت ورقه‌های ژئوتکستایل در داخل مملکت فراهم شده و پیمانکاران تجربه کافی کسب نمایند، هزینه آن به یک سوم این رقم نیز کاهش یابد.

سپاسگزاری

از آنجا که کلیه هزینه‌های مطالعاتی و تسهیلات مورد نیاز برای انجام این بررسی توسط شرکت مهندسین مشاور یکم-ا.سی.ای فراهم گردیده، مؤلفین وظیفه خود می‌دانند تا از مسئولین این شرکت علی‌الخصوص جناب آقای مهندس شنیطیا مدیر عامل محترم مهندسین مشاور یکم، که در تمامی مراحل ما را از نظرات کارشناسی خود بهره‌مند ساختند، تشکر و قدردانی نمایند.

ب: با توجه به افت سطح آب زیرزمینی، کاهش میزان نشت در قسمت پوشش شده در حد مطلوب می‌باشد.

ج: به منظور اجرای صحیح و عملکرد مناسب پوشش مورد بررسی رعایت نکات زیر ضروری است:

- تعیین نسبت اختلاط مطلوب برای بتن مورد استفاده به گونه‌ای که ضمن دارا بودن قابلیت پمپ شدن، بتواند به سهولت در فضاهای میان دو لایه ژئوتکستایل نفوذ نموده و آنها را پر نماید و پس از گیرش از مقاومت فشاری مطلوب در حد استانداردهای متعارف برخوردار باشد.
- طبق تجارب بدست آمده، جهت امکان کنترل بیشتر بر نحوه بتن ریزی و یکنواختی آن، عرض پانلها از ۵ متر به حدود ۲ تا ۳ متر تقلیل یافته و در صورت امکان در وسط هر پانل نیز (در جهت طول) دوخت انجام گیرد تا بتن ریزی در هر طرف کانال جداگانه تکمیل گردد.
- به منظور کاهش نشت از این پوشش لازم است کلیه ضوابط نصب، به ویژه چگونگی اتصال لبه‌های پوشش به بستر کانال در شروع و خاتمه پوشش و نیز در محل‌های آبنگیزی یا سایر سازه‌های جنبی کانال رعایت گردد.

- در هنگام دوختن پانلها به یکدیگر باید دقت کامل به عمل آید تا از پاره شدن لایه‌ها و یا کشیده شدن آنها و صدمه دیدن ریسمانهای عمودی جلوگیری شود.

- بستر کانال باید قبلاً براساس طرح مقطع عرضی رگلاژ و کلیه لایه‌ها و قسمتهای سست و تحکیم پذیر برداشته شده و با مصالح مرغوب پر و متراکم شود، به گونه‌ای که پس از خاتمه این عملیات ورقه‌های ژئوتکستایل در سطحی صاف و بدون عارضه مهم، در بستر کانال نشسته و فاصله یا حفره‌ای میان بستر و پوشش ایجاد نشود.

- در هنگام بتن ریزی باید سعی شود تا با کمک غواص یا عوامل فنی دیگر کلیه قسمتهای پانل‌های زیر آب بطور کامل از بتن پر گردد.

- استفاده از مصالح درشت دانه (شن و ماسه) مناسب با کیفیت و

مراجع مورد استفاده

- ۱- مهندسین مشاور یکم-ا.سی.ای "گزارش مطالعات تکمیلی کنترل نشت آب در کانال اصلی و A و کانالهای درجه ۲ شبکه آبیاری و زهکشی دشت مغان" جلد چهارم آبان ماه ۱۳۷۰
- ۲- مهندسین مشاور یکم-ا.سی.ای "گزارش طرح پوشش ترمیم شیروانی کانال اصلی و کانال A، شبکه آبیاری و زهکشی دشت مغان" جلد پنجم، اردیبهشت ماه ۱۳۷۰

1977

4. USBR, "Lining for irrigation canals", U.S. Bureau of Reclamation, Department of Interior, Washington, U.S.A , 1963
5. HUESKER Synthetic. "Construction system for slope and bed protection, Incomat", Germany, 1994.
6. HUESKER Synthetic, "Report on concrete mat method application for Gazandjik-Gizyletrek canal in Turkmenistan", Germany, 1995
7. HUESKER Synthetic, "Report on under water lining the Moghan canal using the Incomat standard lining system ",Germany, 1996

**Lining of Irrigation Canals During Operation Using Geotextile
Concrete Mattress (Case Study)**

H.RAHIMI AND SH.GHOTBI

**Associate Professor, and Former Graduate Student ,College of
Agriculture, University of Tehran.,Karaj, Iran.**

Accepted 2 July 1997

SUMMARY

Lining of irrigation canals during operation is always a major problem facing the operators of irrigation networks. The same problem has been faced in some of the Iranin irrigation networks, including Moghan project, where rising of ground water table and consequently water logging has been observed. To solve the Problem , several methods for lining of the canals during operation were proposed and finally use of geotextile concrete matters was favored for this purpose. A section of Moghan main canal of 840 m.lenght was chosen and lining operation was commenced in summer of 1996, when the canal was in use .Lining was made of thin sheets of woven geotextile , having 5m. Width and infinite length, which have been grouted by workable concrete when placed under water. The thickness of the concrete mattress was 10 cm. after setting of concrete. This paper presents the technical specifications of the material, its final shape and behavior as well as the costs of the project.The rate of seepage , effects of uplift under the lining and durability of the material have been also investigated. The results of investigation showed that after a 6 months period of operation , lining had been in a good condition and its performance was evaluated as perfect. If the geotextile sheets can be produced in the country , this type of lining is economically and technically recommendable.