۶۳۱/۶۲
۲۵۱۷
۰۹۱

وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعهٔ مقالات کارگاه فنی
مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی

۲۰ خرداد ماه ۱۳۷۸

شبکهٔ شماره ۲۳ ـ ۱۳۷۸

کتابخانه
کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
شماره ثبت ۵۹۵

مقدمه:

آمار نشان می‌دهد که ۱۵۰ تا ۱۷۰ میلیون هکتار از ۲۴۰ تا ۲۵۰ میلیون هکتار اراضی فاریاب جهان به طریق سطحی و یا زیرزمینی زه‌کشی می‌شود. مساحت زمینهایی که به زهکشهای زیرزمینی مجهز است به درستی معلوم نیست؛ اما پر واضح است که احداث زهکشهای زیرزمینی در جهان بطور فزاینده‌ای رو به گسترش است.

روند افزایش سطح اراضی فاریاب جهان به سرعت در حال توسعه است. مساحت اراضی تحت آبیاری گیتی از ۴۸ میلیون هکتار در سال ۱۹۰۰ به ۹۴ میلیون هکتار در سال ۱۹۵۰ و ۲۴۰ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۰ رسیده‌است. این مساحت تنها در فاصله سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۵ تقریباً ۲/۳ برابر شده‌است. علیرغم این توسعه، در حال حاضر سالانه ۲ تا ۴ میلیون هکتار از اراضی جهان در اثر شور شدن یا ماندابی شدن از دست می‌رود و این در حالی است که در اوایل هزاره سوم، خالص نرخ رشد اراضی تحت آبیاری برای تغذیه کافی باید ۲/۵ درصد در سال باشد.

ایران در دهه گذشته، سرمایه‌گذاری عظیمی را در امر توسعه آبیاری انجام داده است. در حال حاضر ساخت حدود ۵۰ سد کوچک و بزرگ و مطالعه ۷۰ سد دیگر در حال انجام است. در همین حال دولت اجرای ۲۴۴ طرح با اعتباری بالغ بر ۲۰۰۰ میلیارد ریال را در دست دارد. سطح کلی اراضی زیر شبکه‌های مدرن آبیاری به ۱/۲ میلیون هکتار بالغ می‌شود که با اجرای طرحهای جدید به ۱/۹ میلیون هکتار خواهد رسید. مقداری از این اراضی هم اکنون به علت پایین بودن راندمان آبیاری، ماندابی شده‌اند. شک نیست که در سالهای آتی نیز بعلت آبیاری بی‌رویه و تلفات بیش از حد ناشی از پایین بودن راندمان، همراه با استفاده از آبهای با کیفیت نه چندان مطلوب، مشکلات جدید زهکشی در این اراضی بروز خواهد کرد.

وزارت کشاورزی با عنایت به بررسیهای انجام شده در سال ۱۳۷۴ توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، مساحت اراضی متأثر از فرآیند شوری در ایران ۲۳/۵ میلیون هکتار برآورد نموده‌است که معادل ۱۴/۲ درصد کل سطح کشور و ۳۰ درصد مساحت اراضی دشتها و فلاتهای کم ارتفاع کشور است. از این میزان ۷/۷ میلیون هکتار آماده اجرای علمیات بهسازی دانسته شده است. ۸/۲ میلیون هکتار دیگر را خاکهای باتلاقی شور تشکیل می‌دهد که یقیناً اصلاح آنها نیازمند زهکشی است. این مطالعات همچنین نشان داده است که ۷/۶ میلیون هکتار دیگر اصولاً جهت اصلاح و بهسازی مناسب نیست. شک نیست که در فاصله مطالعات مذکور یعنی سال ۱۳۷۴ تاکنون، کیفیت خاکهای شور روندی به تخریب داشته است و به مساحت زمینهای نیازمند به بهسازی افزوده شده‌است.

در حال حاضر آمار دقیقی از وضعیت زهکشی اراضی زراعی کشور در دست نیست اما چنین به نظر

می‌رسد که اکثر قریب باتفاق زمینهایی که بطور سنتی آبیاری می‌شوند فاقد زهکشهای سطحی هستند. در عین حال می‌توان گفت که تقریباً کلیه اراضی تحت آبیاری مدرن از زهکشهای سطحی بهره می‌برند. مساحت اراضی با زهکشهای زیرزمینی در کشور در حدود یکصد و پنجاه‌هزار هکتار تخمین زده می‌شود.

نکته قابل توجه این است که شبکه آبیاری در قریب ۱/۲ میلیون هکتار از ۷/۲ میلیون هکتار اراضی آبی کشور و یا فقط ۱۷ درصد آن توسط دولت ساخته شده‌است در حالی که می‌توان گفت که تقریباً صد در صد شبکه‌های زهکشی بوسیله دولت بنا گردیده است. عدم آگاهی مردم از فنون زهکشی، نداشتن اطلاعات کافی در مورد شوری خاک، بالا بودن هزینه زهکشی زیرزمینی، در دسترس نبودن ماشین آلات، لوازم و دانش فنی، جملگی از عواملی هستند که زهکشی را در ایران به سوی دولتی شدن سوق داده‌اند.

عدم توجه کافی به تجارب منطقه‌ای و پایه‌گذاری بررسیها بر روی روشهای توصیه شده منابع علمی خارجی گاهی نتیجه مطلوبی را عاید نمی‌کند. شیوه‌های اروپایی معمولاً چارچوبی همه جانبه دارد و مطالعات، طراحی، اجرا و تأمین اعتبار همراه با برنامه‌های بهره‌برداری و نگهداری را در بر می‌گیرد. علاوه بر این معمولاً به تجارب محلی و منطقه‌ای بهای زیادی داده می‌شود. در ایران، متأسفانه به علل مختلف و از جمله مسائل مربوط به امکانات اجرایی و تأمین اعتبار، نارسایی در ارتباطهای فنی و تبادل‌نظرهای کارشناسی، سرعت پیشرفت کار در حدی مطلوب نیست و علاوه بر این معمولاً به بهره‌برداری و نگهداری بهایی در خور داده نمی‌شود. به نظر می‌رسد که چاره کار در افزایش تحقیقات کاربردی، آموزش و ترویج راه‌کارهای بهبود آبیاری و زهکشی، افزایش تبادل نظرهای کارشناسی، مشارکت مردمی، ارزیابی عملکرد شبکه‌های موجود، کاهش نقش دولت و اصلاح نظام بهره‌برداری و نگهداری نهفته باشد.

کارگاه آموزشی امروز که به همت گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی برگزار شده است، سعی دارد تا به منظور تبادل اطلاعات فنی در مجموعه کارشناسی، امکانات و محدودیتهای زهکشی را در ایران مشخص سازد. از این رو چند طرح مهم زهکشی ایران و از جمله طرحهای زهکشی مغان، بهبهان، سیستان و طرحهای توسعه نیشکر انتخاب شده و مسائل و مشکلات آنها مورد بحث قرار می‌گیرد. علاوه بر این وضعیت ماشین آلات و لوله‌های زهکشی در کشور ارزیابی می‌شود و علت‌های شکست یکی از طرحهای زهکشی بررسی می‌شود. یقین دارم که این اقدام کمیته ملی آبیاری و زهکشی برای دست‌اندرکاران مفید خواهد بود. از خدای بزرگ موفقیت این همایش را آرزو دارم.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مشکلات اجرایی زهکشهای زیرزمینی
درطرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی
تهیه کننده :محمدمداح

مقدمه

اجرای طرحهای زهکشی زیرزمینی در ایران در سطحی نسبتا" وسیع طی دهه پایانی سالهای ۱۳۳۰ و اوایل دهه ۱۳۴۰ با برنامه‌ریزی کشت نیشکر در هفت تپه خوزستان به وسعت حدود ده هزار هکتار با استفاده از تنبوشه‌های سفالی آغاز شد .متعاقب آن طی سالهای دهه ۱۳۵۰ در اراضی کشت و صنعت کارون که در آن نیز سطحی حدود ۲۰۰۰۰ هکتار به کشت نیشکر اختصاص داده شده بود سیستم زهکشی زیرزمینی پیاده شد. در دهه ۱۳۶۰ اجرای طرحهای زهکشی در اراضی کشت و صنعت مغان با بکارگیری لوله‌های PVC خرطومی درسطح حدود ۶۰۰۰ هکتار آغاز و با جایگزین ساختن زهکشهای کلکتور لوله‌ای به جای زهکشهای روباز، فصل نوینی در اجرای طرحهای زهکشی زیرزمینی درایران پدیدار گشت .

- اجرای سیستمهای زهکشی زیرزمینی مدرن در دهه ۱۳۷۰ و طی سالهای اخیر در اراضی واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی و کشت و صنعت میان آب که جمعا" وسعتی درحدود ۹۰۰۰۰ هکتار را تشکیل میدهند ، فرصت مناسبی را برای تجربه اندوزی در طراحی و اجرای سیستمهای زهکشی زیرزمینی برای مشاورین ، کارفرمایان و پیمانکاران و سایر علاقمندان این رشته فراهم آورد. استفاده از سیستم زهکشهای کلکتور لوله‌ای توام با ایستگاههای پمپاژ زهکشی نیز خود تجربه جدیدی در شرایط کارکرد درایران میباشد درحال حاضر بیشتر تجربیات بدست آمده دراین زمینه عمدتا" در بخش اجرایی عملیات مشهود بوده و نظر به اینکه طرحهای مذکور تا کنون به بهره‌برداری کامل نرسیده‌اند نقائص و ضعفهای عملکرد آنها بدرستی شناخته شده نیستند.

- آمار سطح زیر پوشش شبکه‌های مدرن آبیاری درایران که وسعت آن حدود ۱/۲ میلیون هکتار و سطح تحت پوشش سیستم زهکشی مدرن که رقم تقریبی آن کمتر از ۱۵۰/۰۰۰ هکتار میباشد و نشان دهنده این واقعیت است که در زمینه اجرای طرحهای زهکشی زیرزمینی و شناخت و بررسی مشکلات اجرایی و بویژه مسائل بهره‌برداری آنها هنوز

درآغاز راه قرار داریم .عدم وجود گزارشات مستند و مدون از مسائل اجرایی و بهره‌برداری از شبکه‌های زهکشی کشور و نارسائی های شدید زمینه انعکاس واقعی مسائل و مشکلات طرحها در زمینه‌های اجرایی و علی‌الخصوص در زمینه ارزیابی عملکرد بهره‌برداری طرحها ، موجب دور نگهداشتن طراحان پروژه و محققین علمی از واقعیت‌ها میگردد. بهمین مناسبت مشاورین طراح بناچار میبایست استناد به مراجع و مأخذی خارج از محیط اجرایی طرح نموده و با مشکلاتی در دوره اجرا مواجه شوند.

بهمین روال کارفرمایان نیز در دوره بهره‌برداری با مشکلاتی روبرو خواهند شد که منجر به افزایش هزینه‌های نگهداری طرحها میگردند.

- در مقاله حاضر ضمن تشریح مشخصات طرحهای زهکشی واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی برخی مسائل و مشکلاتی که در جریان اجرای زهکشهای لاترال و کلکتور بویژه در واحد سلمان فارسی که نگارنده مدیریت نظارت عالی آن را بعهده داشته است مطرح وراه کارهای پیشنهادی را در جهت ارتقاع کیفیت کار و سرعت بخشیدن به اجرای عملیات و بهره‌برداری اطمینان بخش تر ارائه می نماید.

۱- سیمای عمومی طرح توسعه نیشکر وصنایع جانبی

۱-۱- اهداف طرح

براساس مطالعات شناخت که توسط صندوق مطالعاتی توسعه نیشکر طی سالهای ۶۳-۶۵ با هدف خودکفایی و تأمین شکر مصرفی ۶۰ میلیون نفر در محدوده‌ای به وسعت ۸۰۰٫۰۰۰ هکتار از اراضی استان خوزستان صورت گرفته که نهایتا" منجر به پیشنهاد احداث ۷ واحد نیشکر و صنایع مربوطه در مساحتی به وسعت ۸۴۰۰۰ هکتار ازاراضی دشت خوزستان گردید که در سال ۶۵ به تصویب هیئت وزیران رسید. مصوبه دولت در سال ۱۳۶۸ در قالب قانون برنامه اول توسعه مورد تصویب مجلس شورای اسلامی قرار گرفت که نهایتا" با تأسیس شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در سال ۶۹، عملیات اجرایی طرح مذکور در آخر سال ۱۳۷۰ آغاز شد. هریک از واحدهای هفتگانه مذکور به وسعت خالص ۱۲۰۰۰ هکتار کشت نیشکر با تولید کلی ۷۰۰٫۰۰۰ تن شکر در سال و تولیدات صنایع جانبی سالانه شامل ۷۰۰٫۰۰۰ تن خوراک دام، ۳۵۰٫۰۰۰ تن کاغذ، ۱۰۰٫۰۰۰ تن تخته صنعتی و ۱۰٫۰۰۰ تن خمیر مایه خشک و ۲۴٫۰۰۰ تن الکل اتیلیک و سایر صنایع جنبی می‌باشد.

از واحدهای هفتگانه دو واحد شعیبیه و دهخدا در شمال اهواز، پنج واحد دعبل، فارابی، سلمان فارسی، امیرکبیر و میرزاکوچک خان در جنوب اهواز قراردارند.

اجرای طرحهای زهکشی زیرزمینی در واحدهای هفتگانه فوق دراواخر سال ۱۳۷۰ آغاز و درحال حاضر نیز ادامه دارد. طول زهکشهای لاترال در هریک از واحدها حدود ۲۰۰۰ الی ۲۴۰۰ کیلومتر و جمعا" حدود ۱۶۰۰۰ کیلومتر میباشد. اجرای زهکشهای کلکتور لوله‌ای با لوله‌های بتنی در تمامی واحدها بد جزء واحد دهخدا در طول ۸۲۰ کیلومتر بوده و طول زهکشهای روباز حدود ۴۳۹ کیلومتر با حدود ۱۵ میلیون‌مترمکعب

خاکبرداری میباشد. جزئیات بیشتر احجام و مقادیر عملیاتی سیستم زهکشی هریک از واحدهای هفتگانه در جدول شماره ۱- ارائه گردیده است.

۱-۲- معرفی طرح توسعه نیشکر واحد سلمان فارسی

۱-۲-۱- موقعیت پروژه و خصوصیات آن

- طرح توسعه نیشکر واحد سلمان فارسی (قبلا" نام واحد غزالی بوده است) یکی از واحدهای هفتگانه توسعه نیشکر در استان خوزستان و در حدود ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز و در شرق رودخانه کارون قرار دارد. محدوده اراضی طرح در غرب جاده آبادان اهواز در منطقه‌ای به وسعت ناخالص حدود ۱۴۴۰۰ هکتار میباشد. این اراضی به شکل یک محدوده مربع به ابعاد حدود ۱۲/۵ × ۱۱/۵ کیلومتر است که ضلع شرقی آن محدود به جاده آبادان - اهواز و ضلع غربی آن در فاصله‌ای بین ۲ الی ۵ کیلومتر از رودخانه کارون قرار گرفته است.

۱-۲-۲- نوع خاک، اقلیم و ویژگیهای طبیعی

منطقه طرح از نظر اقلیمی دارای اقلیم گرم و خشک و از مشخصه‌های بارز اقلیمی آن تابستانهای گرم و طولانی و زمستانهای ملایم و کوتاه‌مدت با بارندگیهای نسبتا" کم میباشد. میزان بارندگی سالانه از ۵۴ تا ۳۴۷ میلیمتر متغیر بوده و میانگین سی ساله آن ۲۱۲ میلیمتر میباشد که ریزش ۷۰ درصد آن در زمستان و بهار صورت میگیرد حداکثر بارندگی روزانه منطقه با احتمال وقوع ۸۰ درصد ۹۵ میلیمتر در روز میباشد. متوسط حداکثر دما در تیرماه ۳۶/۶ و سردترین دیماد ۱۲/۳ درجه سانتیگراد، حداقل مطلق ۶- و حداکثر مطلق آن ۵۲ درجه سانتیگراد و میانگین تبخیر سالانه ۳۲۲۳ با حداکثر

تبخیر در ماه تیرمعادل ۵۲۱ میلیمتر میباشد.

از نظر خاکشناسی، خاکهای منطقه تا عمق ۱/۵ متر منشاء آبرفتی دارد که در اثر رسوبگذاریهای متناوب ناشی از سیلابهای رودخانه‌های منطقه ریزدانه و بافت خاک SL, L, Sil, Sicl میباشد. خاکهای محدوده طرح در اطراف کارون از لوی کارون و خاکهای نزدیک به جاده آبادان خاکهای آبرفتی اطراف هورشادگان و مسیر بحره میباشد.

عمق آب زیرزمینی از ۱/۵ متر در جنوب و شرق اراضی و تا ۳/۰ متر در شمال غرب اراضی متغیر میباشد. علل زهدار بودن اراضی عدم وجود تخلیه‌گاه طبیعی برای خروج جریانهای زیرزمینی در وضعیت قبل از زهکشی بوده است. مجموعه آبهائی که بصورت جریانهای زیرزمینی از اراضی مجاور وارد منطقه میشود و یا آبهائی که در اثر نفوذ عمقی در اراضی تحت آبیاری به سفره سرازیر میشود بعلت فقدان امکانات تخلیه مناسب و کافی در محل خود باقی مانده و یا بصورت خیلی بطئی بطرف بخش شرقی و جنوب شرقی دشت جاری میشود: بهمین علت تحت شرایط فوق سفره در اراضی پست به سطح زمین نزدیک میگردد و بعلت وجود پتانسیل تبخیر شدید، از سفره خارج و املاح را در لایه‌های سطحی بجا میگذارد و در نتیجه اراضی شور میشود.

خصوصیات فیزیوگرافی منطقه به گونه‌ای است که اراضی از نظر توپوگرافی دارای چشم‌اندازی مسطح و با شیب بسیار کم میباشد، بزرگترین شیب منطقه در جهت شمال غرب به جنوب شرق و حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر در کیلومتر میباشد.

۱-۲-۳- مشخصات زهکشی و مبانی طراحی

۱-۲-۳-۱- اهداف زهکشی زیرزمینی

هدف از زهکشی زیرزمینی اساسا" کنترل عمق آب زیرزمینی جهت

ایجاد شرایط مناسب برای تهویه محیط ریشه، جلوگیری از شور شدن اراضی ناشی از تبخیر آب زیرزمینی و پایدار نگهداشتن میزان هدایت الکتریکی عصاره خاک متعاقب آبیاری اراضی و درحد قابل تحمل زراعت نیشکر و بالاخره فراهم آوردن استفاده از ماشین‌آلات برای انجام کارهای مزرعه است.

۱-۲-۳-۲- عمق کنترل آب زیرزمینی

برای کنترل عمق آب زیرزمینی حداکثر سطح آب کنترل شده اراضی میبایست از عمق توسعه ریشه‌های نیشکر خارج گردد. اساسا" نیشکر گیاهی با ریشه‌های افشان و نسبتا" کم عمق است. قسمت عمده ریشه‌های نیشکر در اعماق ۲۰-۴۰ سانتیمتر توسعه می‌یابد و به ندرت به اعماق بیشتر از ۶۰ سانتیمتر نفوذ میکند. ۸۵ درصد از حجم ریشه‌های نیشکر که بخش فعال آنرا تشکیل میدهد در اعماق کمتر از ۴۰ سانتیمتر از سطح زمین قرار میگیرد.

در طراحی عمق نصب زهکشهای لاترال، عمق آب زیرزمینی در دوره حداکثر آبیاری در فاصله بین دو خط زهکش در عمق ۱/۲ متری زمین فرض شده است.

۱-۲-۳-۳- عمق مناسب نصب زهکشهای لاترال

عمق نصب زهکشهای لاترال (زهکشهای مزرعه) از ۱/۸ تا ۲/۵ متر متغیر میباشد. حداکثر عمق نصب با توجه به محدودیت کارکرد ترنچرها و همچنین پرهیز از عمیق‌تر شدن سیستم زهکش‌های جمع‌کننده در نظر گرفته شده است. شیب زهکشهای لاترال برای خطوط ۵۰۰ متری عموما" ۱ در هزار و برای خطوط ۱/۰ کیلومتری حداقل شیب ۷ در هزار در نظر گرفته شده است. در واحد سلمان فارسی بیش از ۹۰ درصد زهکشها با

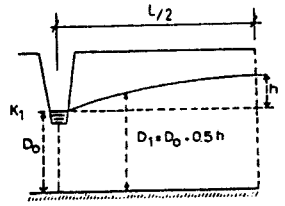
شیب ۱ درهزار طراحی شده‌اند.

۱-۲-۳-۴- فواصل نصب زهکشهای لاترال

محاسبه فواصل بین خطوط زهکشهای زیرزمینی با فرض وجود شرایط رژیم پایدار برای آب زیرزمینی استفاده شده است. در این وضعیت آب زیرزمینی در طول زمان معینی تقریبا" ثابت فرض میشود بطوریکه تغذیه بصورت تدریجی و مداوم و با میزان تخلیه شده درحالت تعادلی خواهد بود.

در زراعت نیشکر که دوره تیر، مرداد و شهریور منطبق به حداکثر نیاز آبی میباشد، فاصله بین دو آبیاری ۶ روزه خواهد بود و چون کلیه مزارع بصورت تک کشتی و با رژیم نسبتا" ثابت آبیاری میشوند تا حدود زیادی میتوان شرایط فرمولهای زهکشی درحالت ماندگار را در مورد آنها صادق دانست.

برای محاسبه فواصل زهکشی در شرایط ماندگار و روشهای متعددی وجود دارد که رایج‌ترین آنها فرمولهای ارنست، هوخهات و دونان است. کلیه روشهای فوق با تفاوتهای جزئی پاسخهای یکنواخت و قابل قبولی را برای تعیین فواصل زهکشی میدهد. در مطالعات واحد سلمان فارسی روش ارنست که در بین فرمولهای متداول بیشترین قابلیت را برای پذیرش لایه‌بندیهای متفاوت در پروفیل خاکهای منطقه داراست بکار برده شده است. بعنوان نمونه جهت تعیین فاصله زهکشهای لاترال در صورتی که خاک دارای یک لایه هموژن باشد از فرمول زیر استفاده شده است:



$$h = \frac{qL^2}{8K_1D_1} + \frac{qL}{\pi K_1} \ln \frac{D_o}{u}$$

در فرمول فوق :

h - ارتفاع سطح آب زیرزمینی نسبت به زهکش (Dd - Dw) - متر

Do. - خاک که در آن جریان شعاعی اتفاق می‌افتد. متر

Dv. - ضخامت خاک که در آن جریان عمودی رخ میدهد. متر

q. - ضریب زهکشی - متر در روز

V. - محیط خیس شده زهکش - متر

با استفاده از فرمول فوق فاصله زهکشهای لاترال در واحد سلمان فارسی در اراضی با ضریب K متفاوت معادل ۴۰، ۶۰ و ۸۵ متر بدست آمده که از نظر مساحت اراضی با فواصل مختلف، درصدهای هرکدام به شرح جدول زیر میباشد:

درصد از سطح منطقه	فاصله زهکشها به متر
۲۵	۴۰
۵۱	۶۰
۲۴	۸۵

۱-۲-۳-۵- ضریب زهکشی

برحسب تعریف ضریب زهکشی مقدار آبی است که بایستی بوسیله سیستم زهکشی جمع‌آوری و تخلیه گردد. این مقدار تابع شرایط تبادل رطوبت در خاک و ارتباط بین آبهای سطحی و زیرزمینی است. با توجه به مطالعات انجام شده در مورد پیلان آبهای زیرزمینی حجم جریانهای زیرزمینی از مقاطع خروجی منطقه بسیار کم و قابل صرفنظر کردن میباشد. در شرایط طرح توسعه نیشکر واحد سلمان فارسی، خصوصیات خاک و نفوذپذیری آن و اندازه قطعات و روش آبیاری، نفوذ عمقی آبیاری* در حدود ۲۵ درصد از آب مصرف شده در مزرعه در نظر گرفته شده است. این مقدار نفوذ عمقی خود از نظر احتیاجات آبشوئی املاح محلول در آب آبیاری نیز درحدود منطقی تلقی میشود.

*Deep percolation

با استفاده از فرمولهای نیاز آبیاری و مقدار مصرف نیشکر طی ماههای خرداد تا شهریور که حدود ۵ تا ۶ هزار مترمکعب در ماه است و دور آبیاری ۶ - ۵ روز و با فرض رژیم ماندگار*، ضریب زهکشی در دوره حداکثر مصرف حدود ۵ تا ۶ میلیمتردرروزخواهد بود.

۱-۲-۳-۶- معیارهای طراحی هیدرولیکی زهکش لاترال

ظرفیت عبور جریان در خطوط زهکشی

ظرفیت عبور جریان در خطوط زهکشی که مبنای تعیین قطر لوله‌های زهکش زیرزمینی است از روابط زیر محاسبه میشود (۱).

- برای شرایطی که لوله زهکش بالای‌لایه‌ناتراواست. $q=(2.\pi.K.yo.D)/s$
- برای شرایطی که لوله زهکش روی لایه ناتراواست. $q=(4.K.H2)/S$

در روابط فوق علایم دارای مفاهیم زیر هستند.

q - حداکثر آبدهی خط لوله برحسب مترمکعب در روز برای هر مترخط لوله زهکش

K - آبگذری لایه تراوا متر در روز

Y,H- حداکثر ارتفاع آب روی زهکش‌ها - متر

D - عمق لایه ناتراوا زیر خط زهکش‌ها - متر

S - فاصله بین خطوط زهکش - متر

مقادیر محاسبه شده برای هر یک از نقاط بررسی شده در شبکه لایه‌بندی براساس ضریب K اندازه‌گیری شده نمونه مندرج میباشد. برمبنای این مقادیر شکل شماره ۲ تهیه شده که نحوه توزیع آنرا در سطح منطقه نشان میدهد. بطوریکه ملاحظه میشود حداکثر مقدار

*Steady state

جریان وارد شده به لوله در بخشهای مختلف منطقه طرح بین ۲ تا ۸ لیتر در ثانیه و عمدتا" ۵ - ۴ لیتر بر ثانیه برای هر هزار مترطول لوله است.

- سرعت جریان در لوله

با توجه به وضعیت لایه‌بندی آبرفت‌ها و اینکه خطوط زهکشی عملا" میتوانند در طول مسیر خود از لایه‌های خاک با بافت‌های متغیر بگذرد، برای کاهش خطر رسوبگذاری مواد منتقله به درون لوله و براساس توصیه‌های متداول، حداقل سرعت جریان برابر ۰/۳۵ متر بر ثانیه برای محاسبات طراحی در نظر گرفته میشود.

- شیب لوله‌ها

شیب لوله‌ها از نظر طرح هیدرولیکی بایستی به گونه‌ای باشد که حداقل سرعت‌های جریان در آن تأمین شود. از این نقطه نظر، حداقل شیب خط برابر ۰/۵ در هزار میتواند مناسب باشد. از نظر اجرائی و عملیاتی، اجرای چنین شیبی برای خطوط زهکشی زیرزمینی میتواند مشکلاتی را در برداشته و سرعت اجرای کار را بشدت کاهش دهد. چنین شیب‌هائی فقط در صورتیکه ماشینهای ترنچر مجهز به سیستم کنترل شیب لیزری است میتواند قابل توصیه باشد. در غیر اینصورت حداقل شیب مجاز ۱ درهزار توصیه میگردد.

- زبری جدار لوله

لوله‌های مورداستفاده برای زهکشهای زیرزمینی مزرعه‌ازنوع پی- وی - سی خرطومی (Corrugate) با اقطار بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شده که در اینصورت مقدار زبری (n) برای استفاده در فرمول

ماینینگ برابر ۰/۰۱۵ - ۰/۰۱۴ توصیه شده است.

- قطر لوله‌ها

برای محاسبه قطر لوله‌ها برای خطوط زهکش زیرزمینی مزرعه از رابطه زیر استفاده میشود.

$$Q = 38.(d^{8/3}).(I^{1/2})$$

در رابطه فوق I = شیب خط زهکش

d = قطر لوله زهکش - برحسب متر

Q = حداکثر آبدهی در انتهای لوله با قطر d- لیتر بر ثانیه

با مشخص بودن Q که براساس حداکثر جریان ورودی به لوله و طول لوله محاسبه میگردد و نیز با در دست داشتن شیب. میتوان قطر مناسب لوله را بدست آورد. حل گرافیکی رابطه فوق در شکل ۳ داده شده است.

از آنجا که در طول زمان و در اثر انتقال ذرات خاک به داخل لوله که همراه جریان آب صورت میگیرد همواره این احتمال وجود دارد که قسمتی از مقطع لوله بوسیله رسوب اشغال شود. از این جهت بضرورت ایجاد ایمنی بیشتر در عملکرد سیستم زهکشی، قطر لوله‌ها به گونه‌ای انتخاب می‌شود که بتواند جریان طرح را با راندمانی معادل ۶۰ تا ۷۰ درصد از خود عبور دهد. بعبارت دیگر ظرفیت طراحی لوله معادل Q/E در نظر گرفته میشود که در آن E راندمان ظرفیت و Q ظرفیت طراحی خط لوله است.

در محاسبات تعیین قطر لوله. مقطع جریان در لوله. پردرنظر گرفته

میشود. همچنین براساس توصیه‌ها و استانداردهای رایج، حداقل قطر لوله‌های زهکشی معادل ۱۰۰ میلیمتر انتخاب میگردد.
با رعایت موارد فوق و فرض شیب خطوط زهکشی برابر ۰/۵ و ۱ در هزار، نحوه ترکیب قطر لوله‌ها برای خطوط ۵۰۰ متری و ۱۰۰۰ متری برای دبی‌های مختلف بشرح جدول ۲ خواهد بود.
در عمل و در مرحله اجرا جهت سهولت در هر خط ۵۰۰ متری از طول لاترال تنها دو قطر لوله استفاده شده و محل و تغییر قطر نیز در وسط لوله و محل تعبیه سه راهی شستشو میباشد.

۱-۲-۳-۷- معیارهای طراحی هیدرولیکی زهکشهای جمع‌کننده Collectors

- ظرفیت عبور جریان در زهکشهای جمع‌کننده

جریان زه آب از خطوط زهکش زیرزمینی مزرعه (Lateral) بوسیله زهکشهای جمع‌کننده (Collectors) جمع‌آوری و تخلیه میشود. ظرفیت عبور جریان در این زهکشها بستگی به مساحت تحت زهکشی و یا تعداد خطوط زهکش مزرعه‌ای دارد که به آن وارد میشود. در هر حال بعلت تعدد زهکشهای مزرعه و اختلاف زمانی که بین وقوع جریان حداکثر در هر کدام از لوله‌ها وجود دارد و تغییراتی که در شدت جریان آنها پیش می‌آید، ظرفیت جریان زهکش جمع‌کننده هموارد کمتر از مجموع ظرفیت زهکشهای مزرعه‌ای است که به آن تخلیه میگردد. فرمول عمومی برای محاسبه ظرفیت عبورجریان‌درزهکشهای جمع‌کننده بصورت زیر است.

$$Q = C.q.A/S$$

که درآن :

q = آبدهی هر متر لوله زهکش مزرعه - لیتر بر ثانیه

A = مساحت زهکشی شده - مترمربع

S = فاصله بین خطوط زهکشی - متر

C = ضریب اصلاح ظرفیت

مقدار ضریب C طبق توصیه‌های دفتر فنی عمران آمریکا (USBR) بشرح زیر است:

مقدار ضریب C برای محاسبه ظرفیت جمع‌کننده‌ها

مساحت زیر پوشش زهکشی (هکتار)	مقدار ضریب C
۲۰	۱/۰
۴۰	۰/۹۲
۶۰	۰/۸۷
۸۰	۰/۸۲
۱۰۰	۰/۷۹
۱۵۰	۰/۷۳
۲۰۰	۰/۶۸
۳۰۰	۰/۶۳

ضرایب مزبور یک دستورالعمل عمومی برای واحدهای زراعی که دارای ترکیب کشت چند محصولی است داده شده است و تا حدودی با شرایط مزارع تک محصولی نیشکر و برنامه آبیاری متراکم آن در تابستان ناهماهنگی دارد. بنظر میرسد این تصور که در دوره حداکثر مصرف آب (تیر و مرداد)، شدت جریان کلیه خطوط زهکشی مزرعه که به جمع‌کننده تخلیه میشود تقریبا" ثابت است بیشتر مقرون به واقعیت باشد (بویژه اگر خطوط زهکش مزرعه عمود بر جهت آبیاری استقرار

یابد). در اینصورت شدت جریان در مقاطع مختلف جمع‌کننده نیز فقط بستگی به تعداد خطوط زهکشی که به آن وارد میشود پیدا نموده و به تبع آن متأثر از مساحت زمینی است که بطور همزمان تحت آبیاری قرار میگیرد.

کارشناسان سازمان خوارو بار و کشاورزی جهانی (FAO) مقدار C را برحسب نسبت زمین‌هائی که بطور همزمان آبیاری میشود بین ۱ - ۰/۷ توصیه نموده‌اند که برای جمع‌کننده‌های بزرگ (با مساحت زیرپوشش ۱۰۰ هکتار و بیشتر) مقدار آن کمی بیش از مقادیر توصیه شده بوسیله دفتر عمران امریکا و برای کلکتورهای کوچکتر کمی کمتر است. در مطالعات این گزارش ارقام توصیه شده بوسیله FAO که با ترکیب کشت و برنامه آبیاری مزارع نیشکر انطباق بیشتری دارد و در عین حال متضمن ایمنی بیشتری برای شبکه جمع‌کننده‌ها است مورد استفاده قرار میگیرد.

- سرعتهای جریان و شیب مجاری زهکش جمع‌کننده

با در نظر گرفتن شرایط عمومی منطقه، حداقل سرعتهای مجاز برای شدت جریان طرح برای مجاری روباز ۰/۶ متر بر ثانیه و برای جمع‌کننده‌های لوله‌ای، ۰/۴۵ متر بر ثانیه مناسب میباشد. حداقل شیب مجاز برای لوله‌ها نیز طوری انتخاب میشود که حداقل سرعت‌های قابل قبول در آنها حاصل شود.

- زبری جدار

مقدار زبری جدار (n در فرمول مانینگ) بستگی به نوع مصالحی دارد که زه آبهای جمع‌آوری شده از آنها عبور می‌کند و برای حالات مختلف بشرح زیر بکار برده خواهد شد.

مقدار n در مجاری زهکشی

نوع مصالح	مقدار n
زهکش روباز خاکی	۰/۰۳۵
لوله سیمانی تهیه شده درمحل	۰/۰۱۳
لوله پلاستیکی خرطومی	۰/۰۲ - ۰/۰۱۴
لوله پلاستیکی خرطومی دوجداره	۰/۰۱۲

در طرح نیشکر واحد سلمان فارسی بعلت استفاده از لوله‌های بتنی با تولید کارخانه‌ای ضریب زبری n = ۰/۰۱۳ در طراحی در مد نظر قرارگرفته است.

- ابعاد و اندازه مقاطع زهکشهای جمع‌کننده

برحسب نوع زهکشهائی که برای جمع‌آوری زه آبهای جاری در زهکشهای زیرزمینی مزرعه بکار برده خواهد شد ابعاد و اندازه‌ها به قرار زیر تعیین خواهد گردید.

الف : جمع‌کننده‌های روباز: وقتی برای جمع‌آوری زه آبهای زیرزمینی از زهکش روباز استفاده شود این زهکشها با مقطع ذوزنقه، با عرض کف حداقل ۱/۰ متر و شیب بدنه (افقی به عمودی) برابر ۱:۳ - ۱:۲ (برحسب شرایط خاک مسیر زهکش) احداث میشود. از انجا که عرض کار بیل‌های مکانیکی که برای حفاری زهکشهای روباز بکار برده میشود معمولا" حدود ۰/۹ تا ۱ متر است. از این جهت حداقل عرض کف زهکش معادل "۱ متر" انتخاب مناسبی خواهد بود. عمق

زهکش به گونه‌ای طراحی میشود که در دبی طرح، سطح آب در زهکش حداقل ۰/۲ متر پائین‌تراز کف لوله‌های زهکش زیرزمینی مزرعه باشد. در مواردی که عمق زهکش از حدود ۳ متر تجاوز کند. جهت پایداری شیب بدنه و همچنین ایجاد سهولت در بهره‌برداری و نگهداری آن سکوئی (Berm) بعرض حداقل ۳/۵ متر ایجاد خواهد شد.

ب : جمع‌کننده لوله‌ای : در مواردی که برای جمع‌آوری زه ابها از لوله استفاده بعمل آید قطر لوله بوسیله فرمولهای زیر محاسبه خواهد شد.

a) Q = 33. (d^8/3).(I^1/2)

b) Q = 18. (d^8/3).(I^1/2)

فرمول (a) برای مواردی بکار برده میشود که خط لوله بعنوان جمع‌کننده جریان زهکشهای مزرعه عمل می‌کند و فرمول (b) برای حالاتی است که خط لوله بعنوان انتقال دهنده جریان بکار برده میشود. در هر دو حالت برای ایجاد ایمنی در عملکرد لوله‌ها، قطر آنها به گونه‌ای انتخاب میشود که بتواند ظرفیتی حدود ۱/۳۰ ظرفیت طرح را از خود عبور دهد. (Qd = Q/0.75)

۱-۲-۳-۸- جانمائی طرح زهکشی (Lay out)

با در نظر گرفتن طرح عمومی و آرایش شبکه آبیاری و توجه به شرایط توپوگرافی منطقه، شبکه زهکشی زیرزمینی نیز به تبعیت از شکل هندسی منظم واحد سلمان فارسی، دارای فرم منظم بوده و طولهای لاترال و کلکتور نیز تقریبا" از روند واحدی در قسمتهای مشابه یکدیگر برخوردار میباشند (شکل **شماره۴**)

در این جانمایی زهکشهای جمع‌کننده اصلی به صورت انهار خاکی روباز و در راستای شرقی غربی یکی در ۳ کیلومتری محدوده شمالی واحد (زهکش GMD-2) و یکی در سه کیلومتری جنوب واحد (زهکش GMD-3) طرح ریزی شده است. دو زهکش جمع‌کننده روباز مذکور زهکش اصلی شمالی جنوبی GMD-1 تخلیه میگردند. زهکش مذکور بطول کلی ۱۷ کیلومتر است که ۱۲ کیلومتر آن در محدوده شرقی واحد و ۵ کیلومتر آن تا محل تخلیه به کارون در خارج از واحد قرار دارد ظرفیت نهائی زهکش مذکور حدود ۳۶ مترمکعب در ثانیه که تخلیه کننده زه‌آب واحدهای دعبل خزاعی و فارابی نیز میباشد.

زهکش‌های جمع کننده درجه ۲ که همان زهکشهای کلکتور لوله‌ای میباشند در فواصل تقریبی ۱/۰ کیلومتری یکدیگر و در راستای شمالی وجنوبی و عمود بر زهکشهای جمع‌کننده روباز قرار میگیرند. طول زهکشهای مذکور به ظرفیت حدود ۳۰۰ تا ۶۰۰ لیتردرثانیه وبا سه پمپ از نوع مستغرق پیش‌بینی شده است.

- زهکشهای مزرعه (لاترال)

در طرح جانمائی کلی سیستم آبیاری و زهکشی واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی عموما" ابعاد قطعات زراعی ۲۵۰ متر در یک کیلومتر و وسعت مزارع حدود ۲۵ هکتار میباشد. در واحد سلمان فارسی که غالبا" طول زهکشهای لاترال حدود ۵۰۰ متر میباشد. زه آب جمع‌آوری شده هر مزرعه از طریق دو رشته کلکتور جمع‌آوری شده و نهایتا" به زهگش‌های روباز پمپاژ میشوند. در طرح زهکشهای لاترال چنانچه مزارع طرفین کلکتور دارای دونوع خاک و با فواصل مختلف از نظر نصب لاترال باشند، در جهت پرهیز از اضافه شدن تعداد منهول‌ها و لزوم روبرو قرار گرفتن لاترالها، فاصله کمتر لاترال در دو طرف کلکتور، ملاک طراحی در نقشه پلان خواهد بود.

۲- ماشین‌آلات موردنیاز و روشهای اجرائی

۲-۱- ماشین آلات اجرای زهکشهای لاترال

اجرای زهکشهای لاترال با ماشین‌آلات زیر انجام پذیر میباشد.

- بیل مکانیکی
- ترنچرهای حفار ولوله‌گذاری و فیلترریزی با دست
- ترنچرهای مجهز به مکانیسم حفاری، لوله‌گذاری و فیلترریزی
- ترنچرهای از نوع Trenchless (بدون حفر ترانشه)

۲-۱-۱- اجرا با بیل مکانیکی

اجرای لاترال با بیل مکانیکی که در آن حفر ترانشه توسط بیل مکانیکی وعملیات فیلترریزی نیز جداگانه توسط گروه دیگری صورت میگیرد. در این روش حداقل عرض بیلهای مکانیکی موجود (باکت ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر) موجب مصرف بیش از حدفیلتر شده و راندمان اجرای عملیات نیز حدود ۳۰ درصد ترنچرهای مجهز به سیستم لوله‌گذار می‌باشد. ضمنا" در روش اجرای لاترال با بیل مکانیکی بعلت عدم امکان کنترل ضخامت فیلتر ریزی و جابجاشدن لوله از مسیر مستقیم در جریان فیلترریزی، دقت لازم در عملیات نصب در مقایسه با ترنچر بدست نخواهد آمد. در روش اجرا با بیل مکانیکی تنظیم رقوم کف ترانشه نصب میبایست با فیلترریزی صورت گیرد که این امر نیز فیلتر مصرفی در مترطول را افزایش خواهد داد. لذا در مناطقی که فاصله حمل فیلتر قابل توجه میباشد این روش موجب افزایش هزینه اجرای لاترال خواهد گردید.

در مناطقی که اجرای زهکشهای لاترال در شرایط زیرتراز آب زیرزمینی صورت گیرد و جریان آب داخل ترانشه نمی‌تواند تخلیه شود، لوله شناور شده و نصب آن مشکلاتی را در پی خواهد داشت که در جهت

مقابله با آن پمپاژ آب‌های زیرزمینی در دوره اجرا اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. ضمنا" اجرای ترانشه با بیل مکانیکی در اراضی ریزشی (ماسه‌ای) نیز مشکلات عدیده‌ای را در پی خواهد داشت. بطور کلی اجرای لاترال با بیل مکانیکی بعلت عدم امکان رعایت دقیق مشخصات فنی و پائین‌بودن کیفیت اجرا توصیه نمیشود، مگر در مواردی که مقدار اجرای کار محدود بوده استفاده از ترنچر اقتصادی و عملی نباشد.

۲-۱-۲- اجرا با ترنچرهای حفار بدون لوله‌گذاری

نوعی از ترنچرها وجود دارند که تنها اقدام به حفر ترانشه و برگرداندن خاک در یکطرف مسیر حفاری میکنند. در این روش عملیات فیلتر‌ریزی و لوله‌گذاری عینا" مطابق روش کار با بیل مکانیکی میباشد.

روش اجرای مذکور نیز تقریبا" همان ایرادات و اشکالات اجرای کار با بیل مکانیکی را در بر دارد، منتهی سرعت پیشروی عملیات حفاری در مقایسه با بیل بیشتر است.

۲-۱-۳- ترنچرهای مجهز به سیستم لوله‌گذاری و فیلتر‌ریزی

این روش که در اجرای طرحهای توسعه نیشکر و صنایع جانبی بکار گرفته شده در مقایسه با سایر روشها از راندمان بالایی برخوردار بوده و دقت و کیفیت اجرای کار نیز مطلوبتر میباشد.

مجریان و مسئولین طرح توسعه نیشکر در جهت تسریع در اجرای کار و تأمین بخشی از ماشین‌آلات اجرای طرح در سال ۷۱ اقدام به ورود ۱۵ دستگاه ترنچر از نوع Trencor - Jetco و Interdrain نموده که تعدادی از آنها در اختیار پیمانکاران طرح قرار گرفت و تعدادی

نیز برای دوره عملیات بهره‌برداری واحدهای هفتگانه در نظر گرفته شده است.

علاوه بر ترنچرهای مذکور ترنچرهای Bart نیز در تعدادی از واحدها توسط پیمانکاران بکار گرفته شده است. نظر به اینکه ترنچرهای مورداستفاده عمدتا" از نوع Trencor - Jetco و Interdrain میباشد، لذا مشخصات و ویژگیهای ترنچرهای مذکور ذیلا" تشریح میگردد:

موتور ترنچر جتکو از نوع 3406B کاترپیلار با قدرت حدود ۴۰۰ اسب بوده و سیستم حفاری آن کلا" مکانیکی است. سیستم حرکت ترنچر هیدرولیکی میباشد که توسط دو پمپ هیدرولیکی قوی و یک هیدروموتور روی فاینال درایو (در هر سمت) کار میکند و سیستم حرکت آن همانند ماشینهای بیل مکانیکی است. سازنده دستگاه شرکت آمریکایی جتکو بوده است که سابقه ساخت دستگاههای حفار کانال و پوشش کانال را دارد. پمپ‌ها و ادوات هیدرولیکی دستگاه نیز ساخت کشور آلمان میباشد. مزیت عمده ترنچرهای مذکور بالابودن سرعت حفاری و سازش‌پذیری آن برای کار در اراضی ناهموار است، در حین اجرای کار محور دستگاه همواره عمود بر زمین بوده و اجرای عملیات درحد تولرانس‌های مجاز میباشد.

ترنچرهای مذکور در ابتدای عملیات حفاری در طرحهای توسعه نیشکر، به علت ضعیف‌بودن سیستم انتقال قدرت موتور به شنی انتقال حرکت (فاینال درایو) موجب شکستن چرخ دنده تقریبا" تمامی فاینال درایوها در ترنچرهای تحویلی به پیمانکاران واحدها گردید. بعدها با تعویض فاینال درایوهای از کار افتاده با فاینال درایو قویتر و اصلاح شده این نقص برطرف گردید.

ترنچرهای مذکور مجهز به زنجیر حفاری و ۵۶ تیغچه از نوع فولاد (ST. 67) بوده (۲۸ عدد در هرطرف زنجیر) که هرکدام یا دوپیچ به

زنجیر ترنچر وصل شده‌اند. تیغچه‌های فابریک بسته به نوع زمین حفاری تا ۴۵ کیلومتر قادر بکار است. تیغچه‌های مذکور توسط کارفرمای طرح با احتساب دلار معادل سه هزار ریال به قیمت ۸٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال در اختیار پیمانکار قرار میگرفت که احتمالا" با احتساب دلار واریزنامه‌ای معادل ۷۵۰۰ ریال قیمت یک سری کامل تیغچه حدود ۲۰٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال خواهد بود.

با توجه به گرانی تیغچه‌های ساخت خارج، پیمانکار اقدام به تهیه آن از بازار داخلی نمود که قیمت هر سری کامل آن درحال حاضر ۳۵۰٫۰۰۰ تومان با حدود ۲۰ کیلومتر کارکرد میباشد. تیغچه‌ها برروی زنجیر حفاری سوار می‌شوند که بازای هر ۳۰۰ کیلومتر کارکرد میبایست بصورت کامل همراه با ۱۱۲ بوشن و ۱۱۲ پین تعویض گردند، قیمت هر سری کامل زنجیر متعلقات آن نیز در صورت تهیه در ایران حدود ۱۳٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال میباشد.

از خصوصیات مثبت ترنچرهای مذکور سرعت حفاری و دقت عملیات نصب با سیستم لیزری میباشد. از معایب عمده این ترنچر مشکلات کارکرد در شرایط بالابودن آب زیرزمینی و عدم تخلیه خاک حفاری بعلت گل شدن آن و چسبیدن به تسمه نقاله انتقال خاک به بیرون ترانشه میباشد.

دیگر ترنچر مورد استفاده در طرحهای توسعه نیشکر، ترنچر Interdrain میباشد که موتور آن Volvo با قدرت حدود ۴۰۰ اسب است. سیستم حرکتی ترنچر مذکور کلا" سیستم هیدرولیکی است. در این ترنچر انتقال خاک از ترانشه به بیرون، از طریق سیستم حرکت حلزونی با تیغه فولادی میباشد. بهمین مناسبت این ترنچر در شرایط بالابودن آب زیرزمینی کارائی بهتری دارد. کارائی ترنچر مذکور در شرایط مطلوب و مشابه تقریبا" نصف ترنچر جتکو میباشد.

علاوه بر ترنچر یا بیل مکانیکی، گروه کار نصب لاترال به ماشین‌آلات دیگری نیاز دارند که ترکیب ماشین‌آلات و شرح کار آن برای یکدستگاه ترنچر مجهز به سیستم لوله‌گذار و فیلتر ریز عبارتند از:

نوع ماشین	شرح کار
یکدستگاه گریدر	- برای آماده‌سازی و تیغ‌زدن اولیه مسیر و برگردان خاک ترانشه پس از نصب
دودستگاه کامیون کمپرسی	- برای حمل فیلتر از محوطه اصلی کارگاه و دپو کردن در محل نصب
تراکتور مجهز به تریلی	- برای حمل کلافهای لوله زهکشی از انبار کارگاه تا محل نصب
یکدستگاه لودر	- جهت بارگیری فیلتر به گراول‌تریلر در محل نصب
سه دستگاه گراول‌تریلر	- جهت بارگیری فیلتر و حمل از محل دپوی مزرعه نصب تا تخلیه به جام ترنچر
تانکر حمل سوخت و روغن	- جهت سوخت‌رسانی و سرویس روزانه دوره‌ای
یکدستگاه سیستم مرکزی فرستنده لیزر	- به منظور تنظیم رقوم نصب لاترال

قابل ذکر است که تیم کاری فوق برای یکدستگاه ترنچر بوده و متشکل از ۱۳ الی ۱۶ نفر اپراتور دستگاه، راننده، نقشه‌بردار، تکنسین و کارگر ساده میباشد. ضمنا" در صورتیکه دو دستگاه ترنچر توأما" در یک مزرعه کار کنند به تیم مذکور تنها ۵ نفر اضافه شده و به جز یکدستگاه ترنچر اضافی تعداد سایر ماشین‌آلات تغییری نخواهد کرد. بهمین‌مناسبت در پروژه‌هائی که پیمانکار تنها با یک ترنچر کار میکند قیمت تمام شده نصب و هزینه‌های بالاسری پیمانکار به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت.

۲-۲- ماشین‌آلات اجرای کلکتور

اجرای زهکشهای کلکتور با لوله‌های بتنی بوسیله ماشین‌آلات زیر قابل انجام میباشد.

- ترنچر حفار مجهز به لوله‌گذار
- بیل مکانیکی

ترنچر حفار مجهز به لوله‌گذار تقریبا" مشابه ترنچرهای لاترال گذار بود و تنها تفاوت عمده آن موتور با قدرت بالا و جام بزرگتر جهت جای‌دادن لوله میباشد. در این ترنچرها عملیات لوله‌گذاری با لوله‌های بتنی به طول تا ۱/۵ متر و با عمق تاحدود ۳/۰ متر و قطر لوله تا ۵۰۰ میلیمتر عملی میباشد. اجرای کلکتوردر اعماق بیشتر و با اقطار بالاتر لوله نیاز به ماشین‌آلات ویژه داشته و در طرحهای نیشکر از این نوع ترنچرها استفاده نشده است.

اجرای زهکشهای کلکتور با لوله‌های بتنی در طرح توسعه نیشکر تماما" بوسیله بیل مکانیکی صورت گرفته است. حفر ترانشه برای اعماق بیش از ۲/۵ متر بصورت مقطع مرکب مطابق شکل ۲ انجام شده که حفر ترانشه عریض آن به عمق ۱/۰ تا ۲/۰ متر و بعرض حدود ۵/۵ متر با بولدوزر و حفر ترانشه باریک (ترانشه دوم) با' بیل مکانیکی به عمق ۲/۰ تا ۳/۵ متر انجام میگیرد. عرض ترانشه حفر شده با بیل مکانیکی بسته به قطر لوله از ۰/۸۰ الی ۲/۰ متر متغیر بوده است.

در این روش عملیات نصب کلکتور، عملیات حفر ترانشه دوم، برداشتن لوله از محل ریسه شده انتقال به داخل ترانشه و جایگذاری واتصال به لوله‌های نصب شده قبلی‌کلا" توسط بیل مکانیکی از نوع لیبهر ۹۱۲ یا کوماتسو PC-220 یا بیلهای مشابه انجام میگیرد.

سایرماشین‌آلات موردنیازبرای‌عملیات نصب کلکتوربه‌شرح‌زیر میباشند:

نوع ماشین	شرح کار
- یکدستگاه گریدر	- برای آماده‌سازی و تیغ‌زدن اولیه مسیر
- یکدستگاه بولدوزر D8	- برای‌حفرترانشه‌اول‌وانتقال‌خاک به‌خارج‌مقطع
- بیل مکانیکی	- جهت نصب‌وجایگذاری لوله(بجای‌جراثقال)
- یکدستگاه تراکتور مجهزبه‌تریلی یا کفی با جرثقیل ۵ تن	- برای حمل لوله و ریسه‌کردن درمسیرنصب
- ماشین‌آلات سوخت رسانی و سرویس	- برای حمل تدارکات و سوخت
- دودستگاه پمپ ۴ یا ۶ اینچ	- برای تخلیه آبهای زیرزمینی
- یکدستگاه کمپرسی	- برای حمل مصالح فیلتر و قلوه‌ریزی زیرلوله
	- برای بتن‌ریزی در بستر ومحل اتصالات لوله
یکدستگاه تراک میکسر	درصورت لزوم

گروه عملیات نصب کلکتور شامل اپراتور دستگاهها، رانندگان، کارگر ساده، بنا و کمک بنا و نقشه‌بردار برحسب مورد از ۱۲ تا ۱۸ نفر متغیر میباشد.

۳- مصالح ساختمانی و سازه‌ای

۳-۱- نوع لوله مصرفی لاترالها

نوع لوله مورد استفاده در اجرای زهکشهای زیرزمینی لاترال لوله‌های از نوع پی وی سی در اقطار ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلیمتر بوده که تولید آن راسا" در کارخانه‌ای که بهمین‌منظور توسط شرکت توسعه نیشکر تأسیس شده و درحدود ۲۰ کیلومتری جنوب جاده آبادان اهواز قرار دارد صورت میگیرد. لوله‌های مذکور تحت استاندارد دین ۱۱۸۷ میبایست تولید گردد.

۳-۲- فیلتر مصرفی لاترالها

فیلتر مصرفی جهت لاترالها با توجه به بافت ریزدانه خاکهای منطقه نصب، از مصالح شن و ماسه با محدودیت دانه‌بندی مطابق شکل ۵. میباشد. برطبق منحنی دانه‌بندی مذکور حداکثر قطر دانه‌ها یک اینچ و میزان عبوری از الک نمره ۴۰ نیز حداکثر۳۰ درصد میباشد. محل تأمین فیلتر معادن اطراف سبزآب اندیمشک و یا معدن گلال کهنک واقع در جاده دزفول - شوشتر بوده و فاصله حمل فیلتر جهت واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر از ۵۰ الی ۲۲۰ کیلومتر متغیر میباشد.

۳-۳- سازه مسیر لاترال

در مسیر لوله‌های لاترال به جز سه راهی شستشو که در میانه مسیر و در فاصله حدود ۲۵۰ متری کلکتور در نظر گرفته میشود. سازه دیگری وجود ندارد. سه‌راهی مذکور در زیرزمین بوده و برای ردیابی مسیر توسط فلزیاب جهت مشخص کردن شماره خط، در کنار آن، یک بلوک سیمانی به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتیمتر با ضخامت ۱۰ سانتیمتر که قطعاتی از آرماتور داخل آن قرار داده شده در نظر گرفته شده است.

۳-۴- لوله مصرفی جهت کلکتور زیرزمینی

لوله مورد استفاده جهت کلکتورهای زهکشهای زیرزمینی طرح توسعه نیشکر لوله‌های بتنی ساخت کارخانه‌های لوله‌سازی فارسیت و لوله‌سازی شرکت توسعه نیشکر میباشند. لوله‌های مذکور در اقطار ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ و ۶۰۰ میلیمتر بصورت غیرمسلح و در اقطار ۷۰۰، ۸۰۰، ۹۰۰ و ۱۰۰۰ میلیمتر بتنی مسلح با یک لایه آرماتور میباشند. طول لوله‌ها در اقطار ۳۰۰ میلیمتر ۱/۲۵ متر و برای سایر لوله‌ها در قطعات ۲/۵ متری بوده است. قابل ذکر است در پیمانهای اجرائی

پیمانکاران طرح توسعه نیشکر تولید لوله‌های بتنی بصورت کارگاهی، بدوا" جز عملیات پیمان آنان بوده که در اوایل اجرای آن بدلیل کیفیت نامرغوب تولید لوله‌های کارگاهی در قطعات یک متری و وجود نقاط لب‌پریده و خطر احتمال ورود گل و لای و خاکهای ریزدانه از محل اتصالات، اجرای آنها از برنامه کار پیمانکاران حذف و تأمین لوله‌های بتنی باکیفیت کارخانه‌ای توسط شرکت توسعه نیشکر انجام گرفت.

۳-۵- مصالح بسترسازی لوله‌های کلکتور

در شرایطی که مسیر اجرای کلکتور از اراضی ماسه‌ای عبور نموده و آب زیرزمینی بالاتر از تراز کف لوله باشد، بسترسازی لوله با مصالح قلوه‌سنگ، فیلتر، مصالح مخلوط و یا بتن‌ریزی در اطراف و زیر لوله موردنیاز خواهد بود. در یکی از روشهای آبندی محل اتصالات لوله‌های کلکتور استفاده از شفته آهک نیز تجربه شده است. نیز قابل ذکر است که در محل اتصال لوله‌های بتنی علاوه بر کاربرد حلقه‌های لاستیکی (اورینگ) ملات‌ریزی سیمانی محل اتصالات نیز پیش‌بینی شده است. اشکالات و تجربیات بدست آمده در نحوه بسترسازی لوله‌های کلکتور در مبحث مشکلات اجرائی در این مقاله تشریح خواهد گردید.

۳-۶- سازه‌های کلکتور زیرزمینی

عمده سازه‌های لوله‌های کلکتور عبارتند از ایستگاههای پمپاژ فرعی زهکشی در محل تخلیه به زهکش روباز، سازه منهول و چاهک شستشو در محل تخلیه زهکش لاترال به کلکتور. معمولا"درفواصل حدود ۲۵۰ متر، سازه چاهک آدم رو (منهول) با لوله بتنی به قطر ۸۰ تا ۱۰۰

سانتیمتر پیش‌بینی شده است. نمونه چاهکهای مذکورکه قسمت تحتانی آن از باکس بتنی پیش‌ساخته میباشد و در واحد سلمان فارسی به کار گرفته شده در شکل ۶ ارائه میشود. در فاصله بین دو منهول و در محل ورود سایر لاترالها به کلکتور چاهکهای شستشو به فواصل ۴۰ تا ۸۵ متر پیش‌بینی شده است (شکل ۶).

ایستگاههای پمپاژ فرعی زهکشی در واحدهای طرحهای توسعه نیشکر برای تخلیه زد آب جمع‌آوری شده دو رشته کلکتور بطول ۳/۰ الی ۳/۵ کیلومتر طراحی شده و هرکدام مجهز به دو تا چهاردستگاه‌پمپ مستغرق (Submersible) با ظرفیت ۱۰۰ تا ۴۰۰ لیتر در ثانیه میباشد.

سازه ایستگاه پمپاژ از نوع بتن مسلح بوده و بعلت عمق نسبتا" زیاد نصب کلکتورهای تخلیه شونده تا حدود ۶/۰ متر. بعضا" عمق محل پی‌کنی سازه‌های مذکور تا ۷/۵ متر میرسد، که بعلت کار در شرایط حدود ۵/۵ متر در زیر تراز آب و خاکهای ریزشی منطقه دارای صعوبت و مشکلات اجرائی خاصی میباشد. نمونه یکی ازایستگاه پمپاژ فرعی زهکشی در واحد سلمان در شکل **شماره۷**نشان داده شده است. در بعضی از واحدهای طرح توسعه نیشکر که لوله کلکتور مستقیما" و بدون استفاده از ایستگاه پمپاژ فرعی زهکشی وارد زهکش روباز میشود، ساختمان حفاظتی از پوشش بتن و یا سنگچین (Riprap) در نظر گرفته شده است.

۴- مشکلات اجرائی زهکشهای زیرزمینی

گرچه ممکنست در جریان نصب زهکشهای لاترال و کلتور در هریک از واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر مشکلات و مسائل استثنائی نیز بروز نموده باشد ولی اهم اشکالاتی که تقریبا" در تمامی واحدها وجود داشته و به طریقی موجب کاهش راندمان کار نصب، و یا عدم

کارکرد زهکشها می‌گردد به شرح زیر بدانها اشاره میشود. ضمنا" تذکر این نکته نیز ضروریست چون واحدهای طرح توسعه تاکنون به بهره‌برداری کامل نرسیده‌اند. مسائل و مشکلات ناشی از بهره‌برداری آنها هنوز بدرستی مشهود نبوده و مستلزم گذشت زمان بیشتری جهت قضاوت و ارزیابی آنها میباشد.

۴-۱- مشکلات اجرائی لاترالها

اهم مشکلاتی که موجب کندی راندمان کار نصب لاترال، خارج از رواداری شدن عملیات نصب و یا عدم کارکرد مطلوب سیستم گردد به شرح زیر میباشند:

- نامناسب بودن ماشین‌آلات مورداستفاده تحت شرایط خاکهای منطقه نصب که ممکنست بعلت پائین‌بودن قدرت حفاری خرابیهای مداوم در طول کار نمایان گردد. همچنین عدم تناسب ماشین‌ها با وضعیت آب زیرزمینی (عمق تراز آب)
- بکارگیری سرعت بیش ازحد ترنچر در حرکت موجب خط شده و طول نصب شده خارج از رواداری را افزایش داده و نصب به صورت سینوسی میشود.
- کارکرد در شرایط بارندگی و رطوبت بیش از حد فیلتر موجب چسبندگی ذرات فیلتر گردیده و فیلتر ریزی در قسمتهایی از لوله لاترال انجام نمیشود که این امر در آینده موجب انسداد لوله و ورود ذرات ریزدانه به داخل لوله لاترال میشود.
- وجود طوفان گردو خاک موجب عدم کارائی سیستم لیزری شده و خطای دستگاه را افزایش میدهد.
- کند شدن تیغچه‌های حفاری نیز یکی از دلایل افت راندمان کاری ترنچر بشمار میرود.
- کمبود لوازم یدکی و آماده نداشتن تیغچه‌های یدک و لوازم پرمصرف اضافی موجب توقف کار و نهایتا" کاهش راندمان کاری ماهانه خواهد شد.

- پرت فیلتربعلت‌خرابی‌گراول‌تریلروبارگیری‌آن‌بالودردر جام ترنچر و همچنین‌تلفات ناشی‌اضافه فیلترمصرفی‌درجریان بارگیری‌های متعدد در محدودهٔ کارگاه مزرعه محل نصب و همچنین در انتهای هر خط بعلت جابجائی ترنچر و بیرون ریختن آن از داخل جام ترنچر. تلفات فیلتر به ویژه درمناطقی که مسافت محل معدن تا محل مصرف طولانی میباشد از مشکلات عمده عملیات نصب لاترال میباشد. همچین بهم خوردن تنظیم‌دریچه فیلترریزی و عدم امکان حفظ دقیق ضخامت فیلتر ریزی درزیروروی لاترالها نیز منجر به پرت فیلتر مصرفی میگردد.
- طولانی شدن فاصله نصب لاترال تا زمان بهره‌برداری از سیستم و رسوب ذرات موجب انسداد لوله و کاهش کارآئی آن به میزان پیش بینی شده در طرح خواهد بود.
- استفاده از لوله‌های نامرغوب پی‌وی سی و یا لوله‌های دپو شده در فضای آزاد که بصورت شکنندد درآمده، بعلت لهیدگی در اثر فشار وارده خاک و همچنین بریدن لوله در محل شکافها و همچنین عدم دقت در نحوه اتصال کلافهای لوله به یکدیگر میتواند عاملی برای انسداد لوله و عدم کارکرد مطلوب آنها باشد.
- لزوم‌برگرداندن‌خاک حفاری وپرکردن سریع ترانشه‌ها بعد از عملیات نصب تاکید میگردد. به ویژه در فصولی از سال که احتمال رگبار و وقوع سیلاب در منطقه محتمل باشد.
- مسدود نگهداشتن انتهای لوله برای جلوگیری از ورود جانوران در زمانیکه خط بطور ناقص نصب میشود.
- کمبود فیلتر و لوله موردنیاز در اقطار مختلف خود نیز از عوامل کاهش راندمان اجرای عملیات میباشد. بهمین‌علت لزوم دپوی فیلتر و تدارک دیدن انبار سرپوشیده لوله‌های پی وی سی برای حداقل ۱۵ روز کار توصیه میشود.

۴-۲- مشکلات اجرائی زهکشهای کلکتور

در طرح توسعه نیشکر همانگونه که اشاره شد بدلیل آنکه اجرای زهکشهای کلکتور لوله‌ای با استفاده از بیل مکانیکی صورت گرفته که از نظر تأمین لوازم یدکی و تعمیرات آن مشکلی از این نظر وجود ندارد، لذا اشکالات حادث شده در جریان عملیات نصب کلکتور از بابت ماشین حفاری (بیل مکانیکی) مسئله حادی نبوده و در کوتاه مدت قابل رفع بوده است. اهم مسائلی که در اجرای لوله‌های جمع‌کننده در طرحهای در دست اجرا در واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر تاکنون بروز کرده است، صعوبت و مسائل ناشی از نصب لوله‌های بتنی در شرایط زیر تراز آب و همچنین نصب کلکتور در خاکهای روان و ریزدانه (ماسه بادی و سیلت) بوده است. به ویژه آنکه بعلت قیمت پائین عملیات نصب کلکتور در فهرست بها استفاده از شیوه‌های دیگر مانند جعبه محافظ [1] در جهت مقابله با مشکل مذکور تجربه نگردیده است. وجود خاک ریزدانه و نامناسب بودن اتصالات نرو مادگی لوله‌های بتنی و کیفیت نامطلوب تولید لوله در بعضی موارد، منجر به لب‌پریدگی محل اتصال لوله شده و علی‌رغم استفاده از حلقه لاستیکی (اورینگ) و ملات ریزی اطراف درز اتصال لوله‌ها بعلت آنکه در قسمتهای زیرین لوله این عمل امکان‌پذیر نمیباشد، ورود مصالح خاکی ریزدانه از این محل به داخل لوله مشکلاتی را بوجود آورده است.

در طرحهای توسعه نیشکر به ویژه در واحدهائی که تخلیه کلکتور لوله‌ای به زهکشهای اصلی از طریق ایستگاه پمپاژ فرعی صورت می‌گیرد، وجود بار هیدرولیکی پس از شروع پمپاژ که در قسمتهای

1- Trencher Box

انتهائی لوله جمع‌کننده و به خصوص نزدیک به ایستگاه پمپاژ این اختلاف بار هیدرولیکی سطح تا ۳/۰ متر نیز میرسد (اختلاف تراز آب در بیرون کلکتور و داخل کلکتور) در شرایطی که محل درز اتصال به خوبی آببند نباشد، در اثر نیروی مکش بوجود آمده، حجم زیادی از خاک اطراف لوله وارد کلکتور و در نهایت وارد ایستگاه پمپاژ میگردد. پی‌آمد این عمل فروکش کردن خاک اطراف لوله، جابجائی و نشست حوضچه‌های شستشو و منهول واستهلاک شدید پروانه پمپ‌ها و پرشدن زهکشهای روباز از رسوبات حاصله خواهد بود. بنابراین توجه به بسترسازی لوله، روشهای آببند نمودن محل اتصال لوله کلکتور و در صورت توجیه اقتصادی و فنی استفاده از لوله‌های پی وی سی و یا آزبست با اتصالات مانشونی و قابل اطمینان، از راه کارهای مناسب مقابله با این نقیصه بشمار میروند.

یکی از روشهائی که در واحد سلمان فارسی در جهت مقابله با ورود ماسه روان و خاکهای ریزدانه به کار گرفته شده، استفاده از بسترسازی با قلوه سنگ، بتن‌ریزی یا بتن لاغر در زیر لوله و اطراف محل اتصال لوله‌ها مطابق شکل**شماره۸** میباشد. این شیوه در کلیه مسیرهائی که عملیات نصب در شرایط زیرتراز آب صورت میگیرد توصیه میشود. همچنین در قسمتهائی از مسیر که در حال حاضر عملیات نصب در شرایط خشک انجام میشود، بعلت آنکه در آینده و با آغاز بهره‌برداری از طرح، با بالاآمدن تراز آب مواجه خواهد شد، بسترسازی با بتن لاغر و یا مصالح فیلتر به ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر پیشنهاد میشود. بدیهی است جهت موفق بودن اجرای عملیات بسترسازی، تدارک دیدن حداقل دو پمپ اماده بکار (۴ و ۶ اینچ) جهت پمپاژ و تخلیه آبهای زیرزمینی الزامی میباشد. از روشهای دیگری که در بسترسازی و آب بندی درزهای اتصال لوله

استفاده‌شده. کاربرد مصالح مخلوط رودخانه‌ای با شفته آهک در زیر و روی لوله بوده که بدلیل عدم استمرار پمپاژ آبهای زیرزمینی و کندگیربودن شفته آهکی، راه حل موفقی نبوده است.

از دیگر مواردی که در اجرای کلکتورها در اراضی ریزشی باید مدنظر قرار گیرد، نکات ایمنی برای کارگرانی است که در داخل ترانشه به بندکشی و یا میرگذاری برای کنترل رقوم کلکتور توسط نقشه‌بردار مشغول کارمیباشند. ریزش بدنه‌جدارترانشه‌وتلفات جانی‌کارگران در چند موردگوادخطرات ناشی‌ازعدم‌رعایت نکات ایمنی بوده است. در این راستا شیب زنی بدنه ترانشه‌دوم‌میتواندیکی‌ازاقدمات احتیاطی باشد.

در جهت اطمینان بیشتر از بهره‌برداری مطلوب کلکتورها و همچنین پرهیز از ورود گل و لای و رسوب قبل از بهره‌برداری، توصیه میشود از رهاکردن ترانشه‌های لوله‌گذاری شده برای مدت طولانی جدا خودداری شده و هرچه سریعتر اقدام به پرکردن آنها شود. ضمنا" در پایان کار روزانه روی چاهک منهولها و همچنین انتهای لوله‌های باز درپوش گذاشته شود. ضمنا" سعی شود که پس از نصب منهولها تمامی درپوشهای آن برای جلوگیری از ورود حیوانات و ورود سیلابهای احتمالی بداخل کلکتور گذاشته شود.

۴-۳۰ - مشکلات اجرائی سازه‌ها

از مهمترین سازه‌های مسیر کلکتورها، ایستگاههای پمپاژ فرعی در محل تخلیه سیستم جمع‌کننده به زهکش روباز میباشد. عملیات پی‌کنی عمیق تا حدود ۷/۰ متر از زمین طبیعی و کارکرد در زیر تراز آب به خصوص در اراضی ماسه‌ای جوشان و خاکهای ریزشی از اهم مشکلات سازه‌ای کلکتورها بوده است. عدم تجهیزات کافی و تدارکات لازم پیمانکاران در جریان اجرای عملیات بویژه کمبود پمپ و یا خرابی

پمپ‌ها در حین اجرای کار، مقرون به صرفه نبودن تدارک و سپرکوبی بعلت حجم کم عملیات بتنی (هر ایستگاه حدود ۶۰ - ۸۰ مترمکعب بتن‌ریزی) همگی موجب میگردند که محدوده گودبرداری شده سریعا" گسترش یافته و مهار ماسه جوشان و تثبیت بستر پی تقریبا" غیر ممکن گردد. مصادف شدن دوره اجرا با زمانهای بارندگی نیز از دیگر صعوبتهای اجرای ایستگاههای پمپاژ زهکشی میباشد. در جهت اطمینان بیشتر و موفق بودن عملیات اجرائی توصیه میشود قبل از پی کنی کامل اقدام به حفر چاله آزمایشی با بیل مکانیکی تا عمق موردنظر و پیش‌بینی کلیه تدارکات لازم از قبل از شروع عملیات شود. در صورت فراهم بودن امکانات موجود حفر چاههای آبکشی در بیرون گود توصیه میشود. استفاده از قطعات پیش‌ساخته نیز برای اجرای ایستگاه پمپاژ و گودبرداری تدریجی از درون قطعات بتنی یکی دیگر از روشهای مقابله با پی‌های ریزشی میباشد.

از دیگر مشکلات اجرائی سازه‌ها که ممکنست پس از بهره‌برداری آثار خرابی و یا نقص در کارکرد سیستم زهکشی آن نمایان گردد، نشست چاهکهای شستشوی بین منهولها میباشد.

نشست چاهکهای فوق که ممکنست بعلت عدم تراکم خاک زیرین و اطراف چاهکها و یا فروکش کردن خاک مسیر بداخل کلتورها پدیدار شود، بعضا" باعث قطع لوله‌های لاترال شده و تخلیه لاترالها را با اشکال مواجه میسازد. لذا توصیه میشود که علی‌رغم هزینه بیشتر منهولها، تمامی چاهکهای شستشوی میانی نیز به منهول تبدیل گردند. امتیاز قابل توجه دیگر منهول قابل رؤیت بودن کارکرد لاترال مربوطه و همچنین امکان نمونه‌برداری آب از خط لاترال مربوطه و سهولت ورود جهت فلاشینگ بداخل لاترال میباشد. ضمنا" برای مشاهده عملکرد صحیح کلکتورها، از طریق ترازیابی سطح آب در منهولها در

مسیر جریان کلکتور، می‌توان به کارکرد مطلوب آنها اطمینان حاصل کرد. بالابودن و اختلاف سطح زیاد آب بین منهولها حاکی از عملکرد نامناسب سیستم میباشد.

۵- برنامه‌ریزی اجرای عملیات

از آنجا که تمام شدن به موقع هر کار اجرائی قطعا" به نفع تمامی دست اندرکاران اعم از کارفرما، مشاور و پیمانکار طرح میباشد، شناخت دقیق از مسائل اجرائی و گره‌های کور کار و شناسائی عوامل کندکننده هر رشته از کار قبل از اجرای عملیات می‌تواند در برنامه‌ریزی دقیق اجرای عملیات و سازماندهی تشکیلات اجرای آن مؤثر واقع شود. ضمن آنکه اجرای صحیح و مطلوب عملیات با حداقل ماشین‌آلات مصرفی و کمترین نیروی انسانی بکار گرفته شده ضمن آنکه صرفه‌جوئی در قیمت تمام شده کار را فراهم میکند: پیمانکار را از خطر تطویل برنامه و بالارفتن هزینه‌های بالاسری نجات خواهد داد. در این راستا جهت برنامه‌ریزی بهینه عملیات ضمن توجه کامل به مسائل و مشکلات کاری اجرای عملیات که قبلا" نیز بدانها اشاره شده موارد زیر نیز بطور اجمالی یادآور میگردد:

الف - توجه به شرایط اقلیمی :

با توجه به زمانهای احتمالی بارندگی و توقف دستگاهها بویژه ترنچرها، تمرکز عملیات میبایست در دوره‌های خشک در مد نظر قرار گیرد.

ب - انتخاب ماشین‌آلات مناسب :

با توجه به بالابودن آب زیرزمینی، انتخاب ماشین‌آلات مناسب و در صورت وجود ماشین‌آلات از قبل، برنامه‌ریزی اجرای کار در زمانها و مکانهائی که تراز آب پائین‌است باید مورد توجه قرار گیرد.

ج - تدارکات مصالح و لوازم پر مصرف:

چنانچه برنامه زمانی اجرای عملیات متراکم و فشرده باشد میبایست مصالح کافی در محوطه کارگاه برای قطع احتمالی ورود مصالح موجود باشد که عمده آن فیلتر، لوله لترال و لوازم یدکی پرمصرف جهت ترنچر میباشد پیش‌بینی میزان مصالح انباری و ذخیره‌سازی بستگی به دوری محل تأمین مصالح و احتمال توقف کارخانجات تولید کننده لوله میباشد. ضمناً" در دپوی لوله ترجیحاً" طول بیشتری لوله با بزرگترین قطر در نظر گرفته شود. زیرا جایگزینی قطر بزرگتر لوله در مسیر عملی‌تر است.

د - تحویل به موقع اراضی مسیر:

یکی از عوامل که هموارد موجب تأخیرات بوجود آمده در اجرای عملیات بوده وجود معارضین در مسیرهای کار و عدم تحویل به موقع اراضی میباشد. کارفرمایان محترم میبایست ترتیبی اتخاذ نمایند که خریداری اراضی حتی‌المقدور قبل از ورود پیمانکاران به مناطق کاری باشد. عدم تحویل اراضی طبق برنامه از پیش تعیین شده موجب گستردگی کار و بالارفتن هزینه اجرای کار میگردد. به خصوص جابجائی مکرر دستگاه ترنچر با کفی راندمان کلی اجرای عملیات را کاهش میدهد.

۶- مسائل مالی

یکی از عواملی که بطور کلی در برنامه زمانی اجرای طرحهای عمرانی در سطح کشور و ازجمله طرحهای آب و خاک و اجرای زهکشهای زیرزمینی دخالت مستقیم داشته. تأثیر منابع مالی بر چگونگی اجرای طرحها و تاخیرات بوجود آمده در تحویل عملیات پیمان بوده است.

در اجرای به موقع طرحهای عمرانی تاکنون، گرچه روش مدیریت و تجارب قبلی پیمانکاران بویژه در زمینهٔ اجرای طرحهای آبیاری و زهکشی نقش اساسی داشته است ولی تجربه نشانداده که نقش تأمین به موقع اعتبارات و وجود نقدینگی در کارگاه بر سایر عوامل تأثیرگذار در روند اجرائی امور پیشی گرفته است. بطورکلی تأثیر مسائل مالی را در روند پیشرفت عملیات اجرائی و در نتیجه تطویل زمان اجرای طرحها میتوان به سه گروه کلی زیر تفکیک نمود:

- تأمین به موقع اعتبارات

در برخی از طرحهای عمرانی مشاهده میشود که بعلت عدم تخصیص و تأمین به موقع اعتبارات موردنیاز، پرداخت صورت‌وضعیتهای پیمانکار به تعویق افتاده و در نتیجه پیمانکار در مقابل تعهدات مالی خود چه در داخل کارگاه و یا پرداخت به طرفهای خارج کارگاه با مشکل مواجه میگردد. این امر در مورد پیمانکارانی که از بنیه مالی مناسب برخوردار نبوده و پشتوانه اعتباری کافی ندارند مشکلاتی را پدید می‌آورد و بعضاً موجب توقف کامل کار میگردد.

- شیوه انتخاب پیمانکاران

از آنجا که تاکنون عامل اصلی در انتخاب پیمانکاران طرحها در جریان تشریفات مناقصه، مبلغ پیشنهادی آنان و براساس پائین‌ترین قیمت بوده و سایر عوامل شامل تجربیات پیمانکار، توانایی وی از نظر داشتن امکانات ماشین‌آلاتی و اعتباری در انتخاب مذکور تقریباً بی‌تاثیر میباشند. لذا ملاحظه میشود، در عرصه رقابت پیمانکاران شرکت کنندده در مناقصه، هدف غالب شرکت کنندگان گرفتن کار بهر تقدیر و جبران کسر و کمبودها در

دورد اجرا و با مطرح کردن دعاوی مختلف و اتکاء به کمک کارفرمایان میباشد.

وجود شرکت‌های دولتی و نیادها در مناقصات که معمولا" با کمترین مبالغ پیشنهادی در این رقابت در کنار پیمانکاران بخش خصوصی ظاهر میشوند از عواملی است که موجبات ارائه پیشنهادات نامعقول در مناقصات شده و معمولا" قیمت واقعی اجرای کار تحت شرایطی محیطی و جغرافیائی محل و صعوبتهای آن نادیده گرفته میشود. بهمین دلیل در طول اجرای کار مشاهده میشود که قیمتهای پیمان پاسخگوی هزینه‌ها نبوده و در نتیجه عملیات پیمان به تأخیر و نزول کیفیت کار می‌انجامد.

- عدم تطبیق شاخص‌های تعدیل با میزان تورم

تجربیات اجرائی طرحها نشان داده است که پیمانکاران معمولا" در سال اول و تقریبا" در یک سوم مدت اولیه پیمان با دریافت اقساط اول و دوم پیش‌پرداخت. معمولا" کمتر تحت تأثیر مسائل مالی قرار میگیرند. بعد از دورد مذکور به خصوص در مواردیکه بدلایل مختلف امکان کارکرد براساس برنامه زمانی پیش‌بینی شده فراهم نشود و در نتیجه بازیافت مالی در صورت‌وضعیتها جوابگوی هزینه‌های جاری نباشد. فشار نقدینگی در کارگاه اثرات خود را در کاهش راندمان کارکرد نمایان می‌سازد. طبیعتا" وجود این پدیده به تطویل عملیات انجامیده و پیمانکار را بتدریج با تراز منفی فزاینده مواجه خواهد ساخت.

پاسخگو نبودن شاخصهای تعدیل سازمان برنامه در مقایسه با روند تورم و بالابودن هزینه‌های جاری کارگاه به ویژه هزینه تعمیرات ماشین‌آلات و تأمین لوازم یدکی. موجب از کارافتادن ماشین‌آلات و

یا خرابی و توقف‌های کاری مکرر آنان خواهد شد. بعنوان مثال در جریان عملیات نصب لاترال توسط ترنچر. هرگونه خرابی و یا نقص و توقف در کارکرد ترنچر. توقف کارکرد ۳ تا ۵ دستگاه ماشین‌آلات دیگر و نقصان کارکرد و یا توقف یک تیم شانزده نفره را در بردارد که تکرار آن در طول اجرای کار فشار مالی و ضرر و زیان بالائی را متوجه پیمانکار خواهد ساخت.

تکافو نکردن هزینه‌های جاری پیمانکار با مبالغ دریافتی از صورت‌وضعیتها. نهایتا" موجب تأخیر چند ماهه در پرداخت حقوق پرسنل کارگاهی خواهد شد. بینین ترتیب بروز مشکلات معیشتی پرسنل و کاهش راندمان کاری آنان در کارگاه تأخیر در پیشرفت کارها طبق برنامه‌های اولیه را بدنبال خواهد داشت.

بطورکلی با توضیحات ارائه شده فوق مشکلات مالی و سایر مسائل مطروحه تأثیرگذار در تطویل اجرای طرحها بوده ویژه طرحهای زهکشی که موجب بوجود آمدن فاصله زمانی بیش از حد از دوره اجرا تا شروع بهره‌برداری از طرح میباشد. بعضا" موجب رسوب‌گذاری در لوله‌های کلکتور و لاترال خواهد گردید. همچنین در زهکشهای روباز رشد شدید علف هرز مشکلاتی را در امر بهره‌برداری از طرح پدید آورده و هزینه آماده سازی مجدد آنها را جهت آغاز بهره‌برداری افزایش خواهد داد.

ج - تدارکات مصالح و لوازم پر مصرف:

چنانچه برنامه زمانی اجرای عملیات متراکم و فشرده باشد میبایست مصالح کافی در محوطه کارگاه برای قطع احتمالی ورود مصالح موجود باشد که عمده آن فیلتر، لوله لترال و لوازم یدکی پرمصرف جهت ترنچر میباشد پیش‌بینی میزان مصالح انباری و ذخیره‌سازی بستگی به دوری محل تأمین مصالح و احتمال توقف کارخانجات تولید کننده لوله میباشد، ضمنا" در دپوی لوله ترجیحا" طول بیشتری لوله با بزرگترین قطر در نظر گرفته شود. زیرا جایگزینی قطر بزرگتر لوله در مسیر عملی‌تر است.

د - تحویل به موقع اراضی مسیر :

یکی از عوامل که همواره موجب تأخیرات بوجود آمده در اجرای عملیات بوده وجود معارضین در مسیرهای کار و عدم تحویل به موقع اراضی میباشد. کارفرمایان محترم میبایست ترتیبی اتخاذ نمایند که خریداری اراضی حتی‌المقدور قبل از ورود پیمانکاران به مناطق کاری باشد. عدم تحویل اراضی طبق برنامه از پیش تعیین شده موجب گستردگی کار و بالارفتن هزینه اجرای کار میگردد. به خصوص جابجائی مکرر دستگاه ترنچر با کفی راندمان کلی اجرای عملیات را کاهش میدهد.

جدول شماره ۱ : مقادیر اصلی سیستم زهکشی واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی

شرح	واحد	شعیبیه	دهخدا	امیرکبیر	میرزا کوچک خان	دعبل خزاعی	سلمان فارسی	فارابی	جمع کل
۱- طول زهکش های لاترال	کیلومتر	۲۰۵۰	۲۳۱۰	۲۳۷۰	۲۴۵۰	۲۳۰۰	۲۱۲۰	۲۳۸۰	۱۵۹۸۰
۲- طول زهکش های کلکتور	کیلومتر	۵۹	-	۱۵۸	۱۸۰	۱۴۷	۱۴۰	۱۳۶/۵	۸۲۰/۵
۳- طول زهکش های روباز	کیلومتر	۹۰	۱۴۲	۴۵/۲	۳۱	۳۵	۴۳/۶	۵۲/۰	۴۳۸/۸
۴- حجم عملیات خاکی زهکش های روباز	مترمکعب	۴۲۴۰۰۰۰	۴۸۳۲۰۰۰	۷۱۵۰۰۰	۵۹۰۰۰۰	۷۲۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	۱۴۸۹۷۰۰۰
۵- تعداد ایستگاههای پمپاژ اصلی زهکشی	واحد	۱	۱	-	-	-	۱	-	۳
۶- تعداد ایستگاههای پمپاژ فرعی زهکشی	واحد	-	۱	۱۶	۱۹	۲۲	۲۴	۱۸	۱۰۰
۷- تعداد پمپ	واحد	۶	۱۰	۵۵	۵۷	۵۲	۷۲	۴۷	۲۹۹

L = 00 m i = 0.0005

q L/s	قطر خارجی لوله (mm)			
Line	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰
۱	۵۰۰	—	—	—
۲	۵۰۰	—	—	—
۳	۴۰۲	۹۸	—	—
۴	۳۰۲	۱۹۸	—	—
۵	۲۴۱	۲۱۱	۴۸	—
۶	۱۸۸	۱۶۴	۱۴۸	—
۷	۱۶۱	۱۴۱	۱۹۸	—
۸	۱۴۰	۱۲۴	۲۲۴	۱۲
۹	۱۲۵	۱۰۹	۱۹۹	۶۷
۱۰	۱۰۹	۹۶	۱۷۴	۱۲۱

L = 1000 m i = 0.0005

q L/s	قطر خارجی لوله (mm)			
Line	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰
۱	۱۰۰۰	-	-	-
۲	۶۰۳	۳۹۷	-	-
۳	۳۷۶	۳۲۸	۲۹۶	-
۴	۲۸۲	۲۴۶	۴۴۶	۲۶
۵	۲۱۹	۱۹۱	۳۴۷	۲۴۳
۶	۱۸۳	۱۵۸	۲۹۰	۳۶۹
۷	۱۵۷	۱۳۶	۲۴۷	۴۶۰
۸				
۹				
۱۰				

L = 1000 m i = 0.001

q L/s	قطر خارجی لوله (mm)			
Line	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰
۱	۱۰۰۰	-	-	-
۲	۱۰۰۰	-	-	-
۳	۵۷۲	۴۲۸	-	-
۴	۴۰۱	۳۴۱	۲۵۸	-
۵	۳۲۱	۲۷۳	۴۰۶	-
۶	۲۶۷	۲۲۸	۴۳۲	۷۳
۷	۲۲۹	۱۹۵	۳۷۰	۲۰۶
۸	۱۹۵	۱۶۵	۳۱۵	۳۲۵
۹	۱۷۳	۱۴۷	۲۸۰	۴۰۰
۱۰	۱۵۶	۱۳۲	۲۵۲	۴۶۰

L = 500 m i= 0.001

q L/s	قطر خارجی لوله (mm)			
Line	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰
۰/۵	۵۰۰	-	-	-
۱/۰	۵۰۰	-	-	-
۱/۵	۵۰۰	-	-	-
۲/۰	۵۰۰	-	-	-
۲/۵	۳۴۳	۱۵۷	-	-
۳/۰	۲۸۶	۲۱۴	-	-
۳/۵	۲۴۶	۲۰۸	۴۶	-
۴/۰	۲۰۱	۱۷۰	۱۲۹	-
۴/۵	۱۷۸	۱۵۲	۱۷۰	-
۵/۰	۱۶۰	۱۳۷	۲۰۲	-

طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی

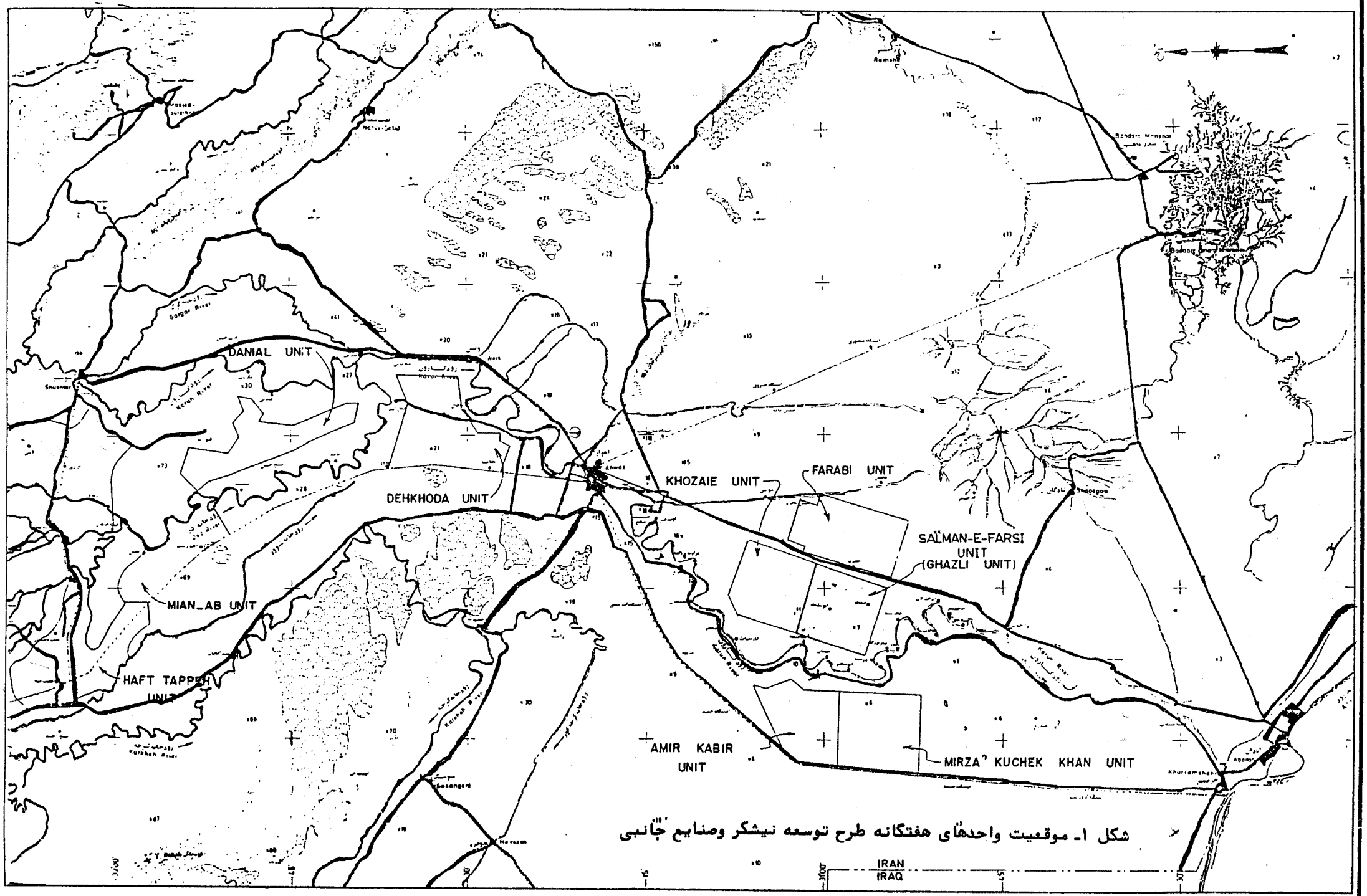
مطالعات زهکشی واحد غزالی

مهندسین مشاور پندام

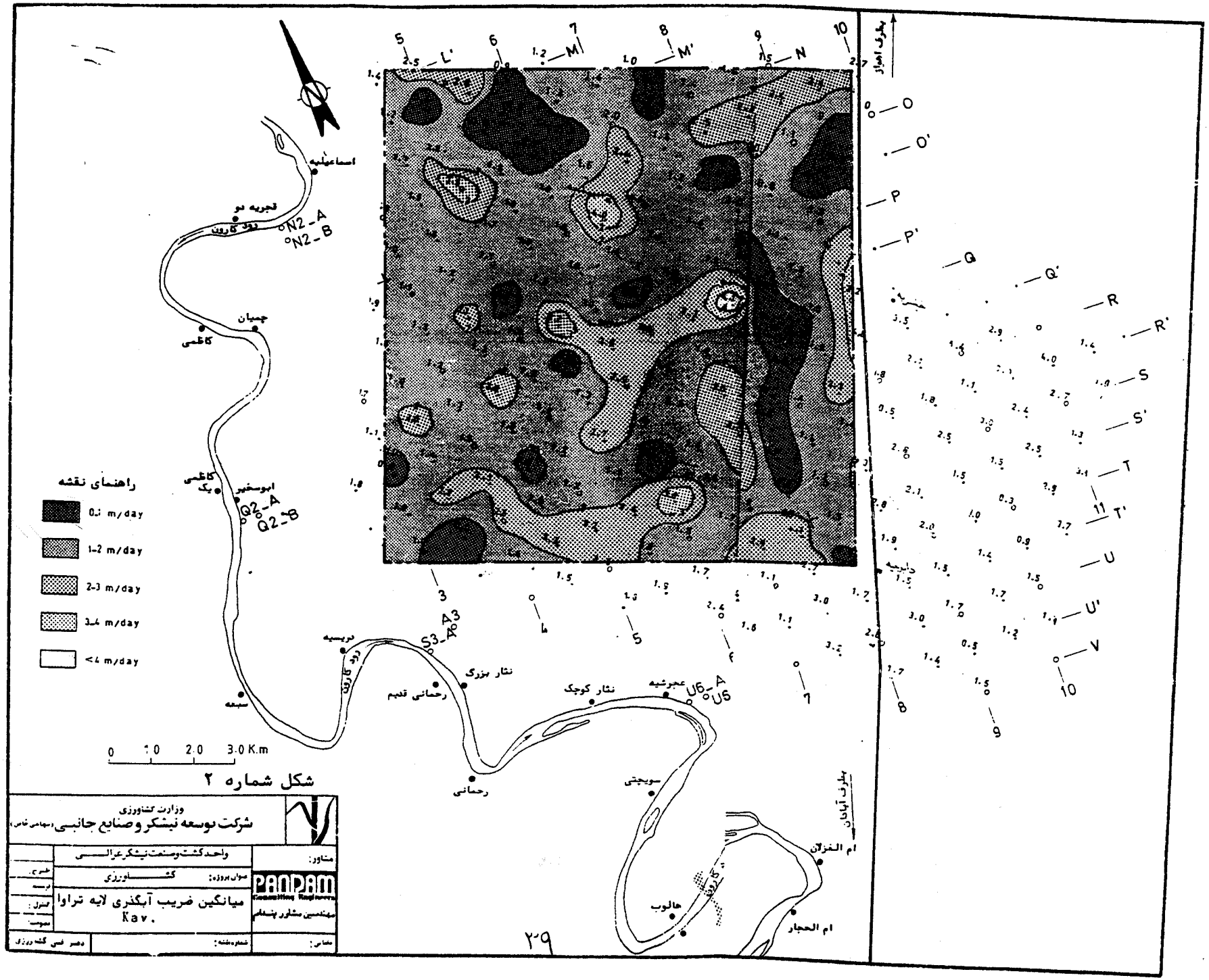
جدول شماره ۲

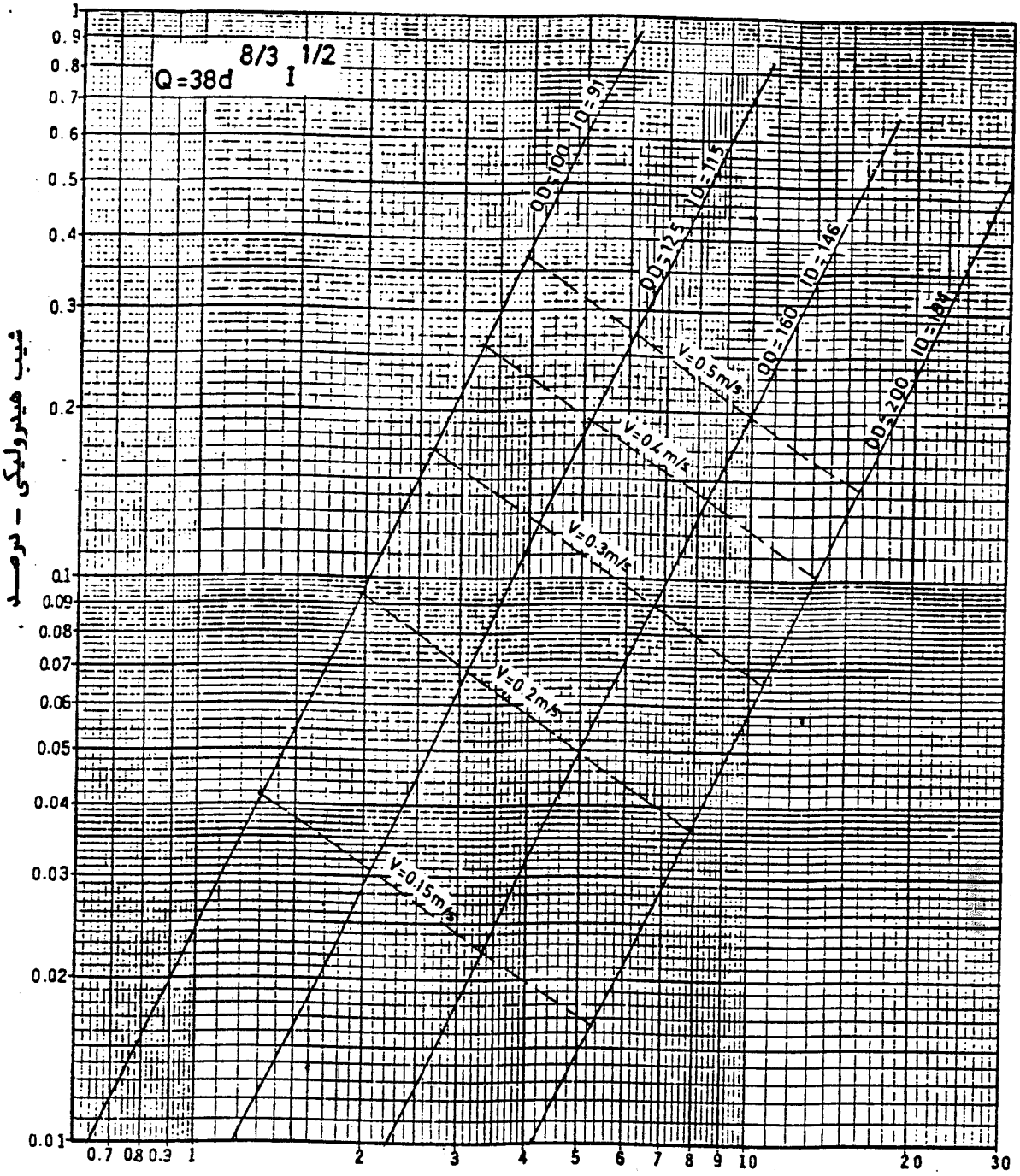
ترکیب قطر لوله ها برای شرایط مختلف

ازشیب ، طول و شدت جریان زهکش



شکل ۱ـ موقعیت واحدهای هفتگانه طرح توسعه نیشکر وصنایع جانبی


راهنمای نقشه
0.1 m/day
1-2 m/day
2-3 m/day
3-4 m/day
<4 m/day
0 1.0 2.0 3.0 K.m
اسماعیلیه
تجربه دو
رود کارون
N2_A
N2_B
چیبان
کاظمی
کاظمی یک
ابوسخیر
Q2_A
Q2_B
نریسیه
S3_A
S3_B
سیبه
رحمانی قدیم
نشار بزرگ
نشار کوچک
عجرشیه
U6_A
U6_B
رحمانی
سویجتی
هالوب
ام الحجار
ام الغزلان
پیلوف اهواز
پیلوف آبادان
شکل شماره ۲
وزارت کشاورزی
شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی
واحد کشت وصنعت نیشکر عراقی
عنوان پروژه: کشاورزی
میانگین ضریب آبگذری لایه تراوا
Kav.
PANPAM
مهندسین مشاور پندام
۲۰۹



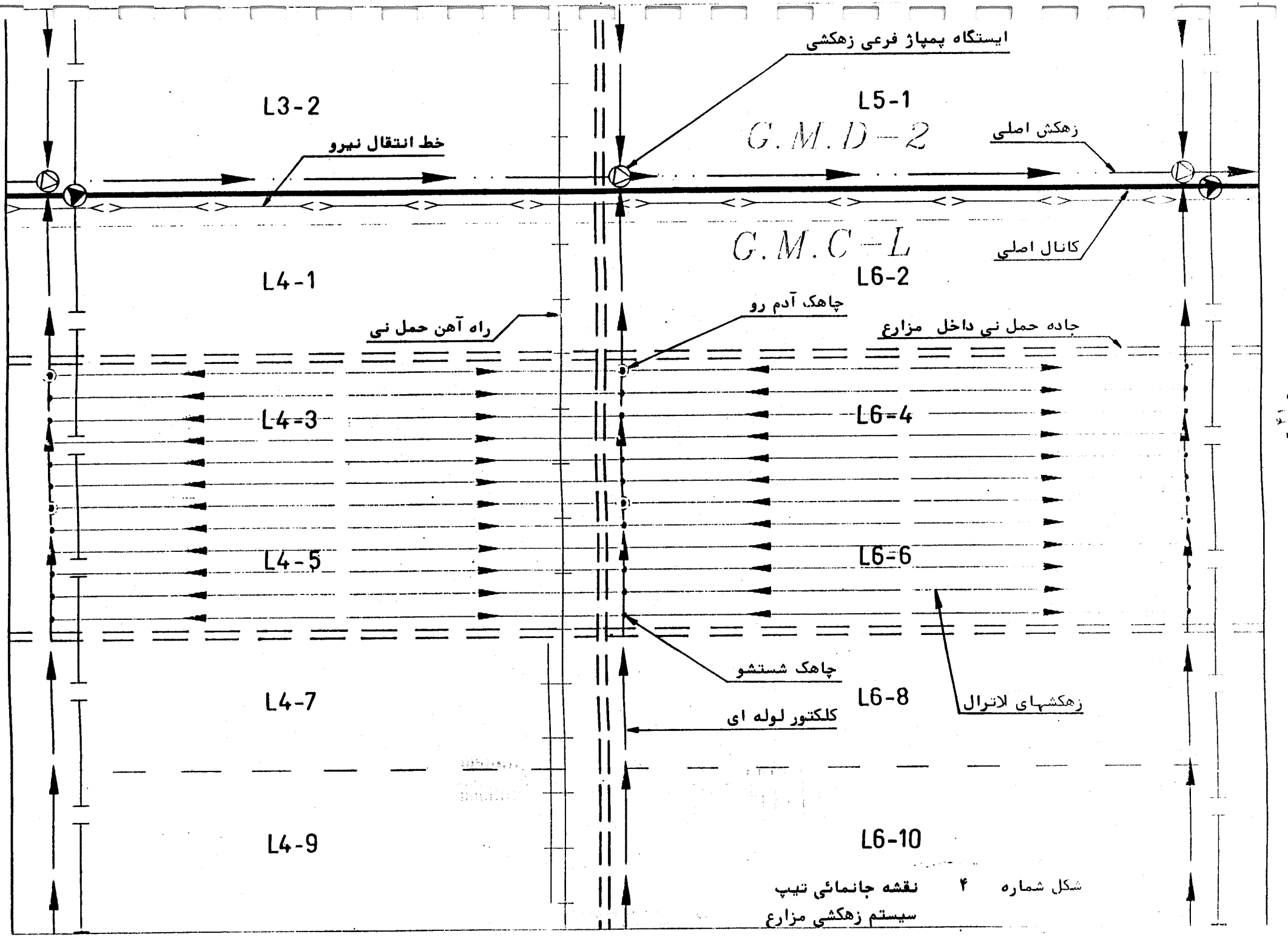
شکل شماره ۳

روابط هیدرولیکی در لوله های زهکشی

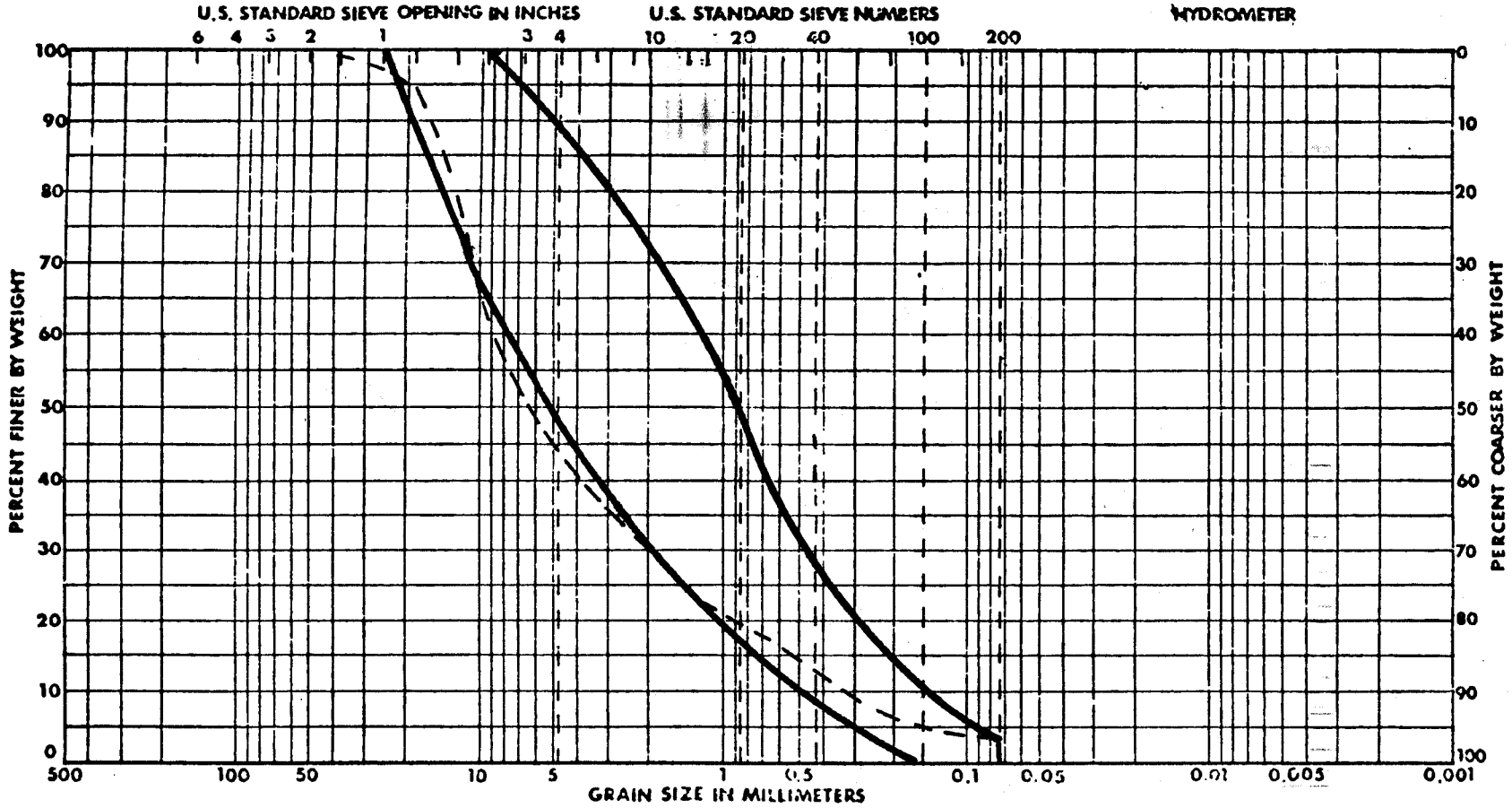
مطالعات مرحله اول طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی

واحد غزالی

مهندسین مشاور پندام



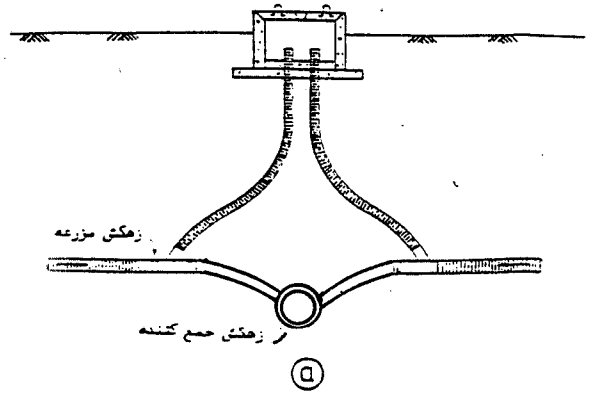
شکل شماره ۴ نقشه جانمائی تیپ
سیستم زهکشی مزارع

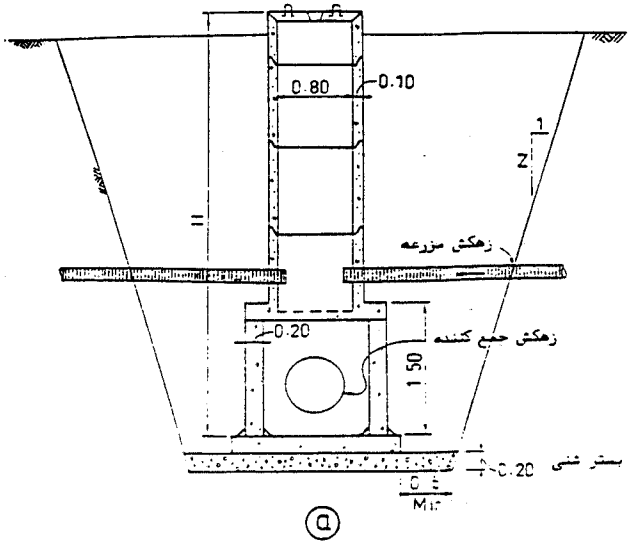


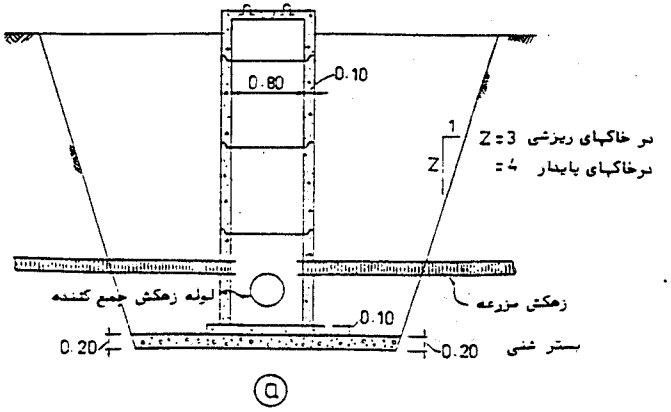
COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	COARSE	FINE	COARSE	MEDIUM	FINE	

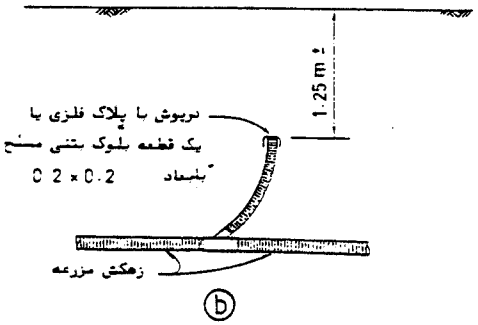
SYMBOL	SAMPLE LOCATION	SAMPLE DEPTH(M.)	C_c	C_u	LL	PL	PI	SOIL CLASSIFICATION

شکل شماره ۵ ـ منحنی دانه بندی فیلتر

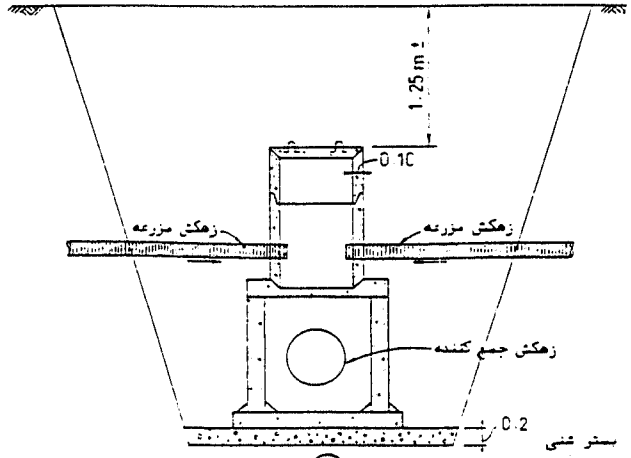




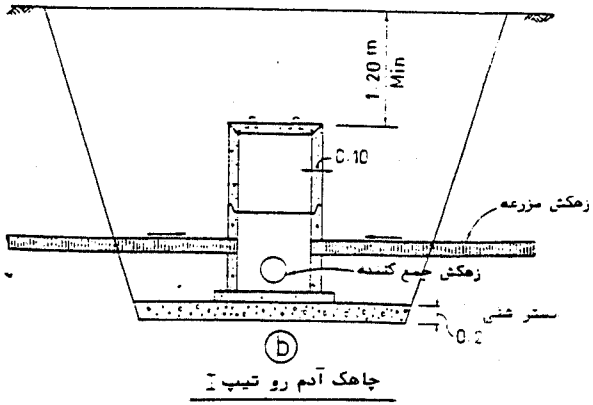




سه راهی لایروبی - تیپ III



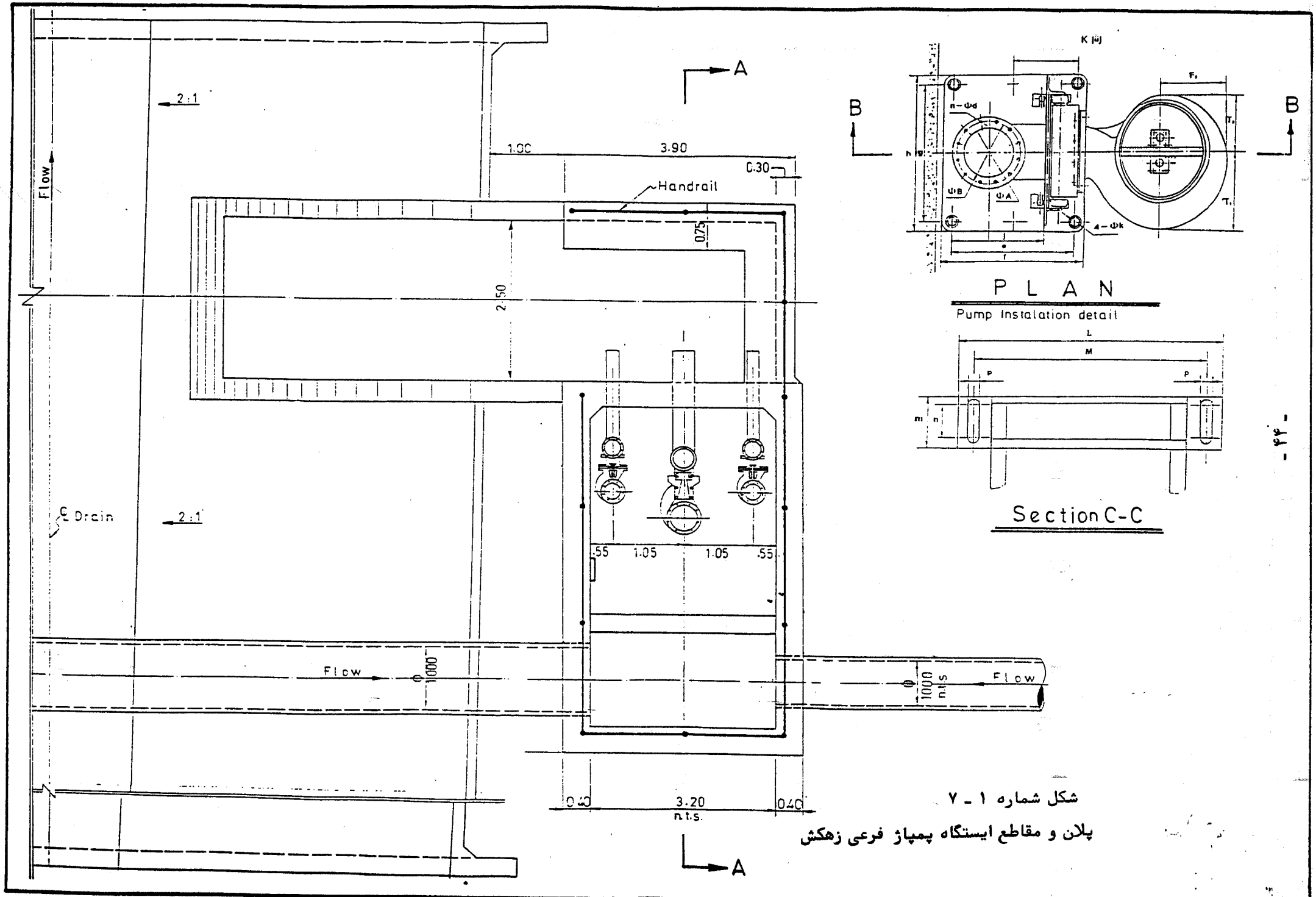
چاهک آدم رو تیپ II



چاهک آدم رو تیپ I

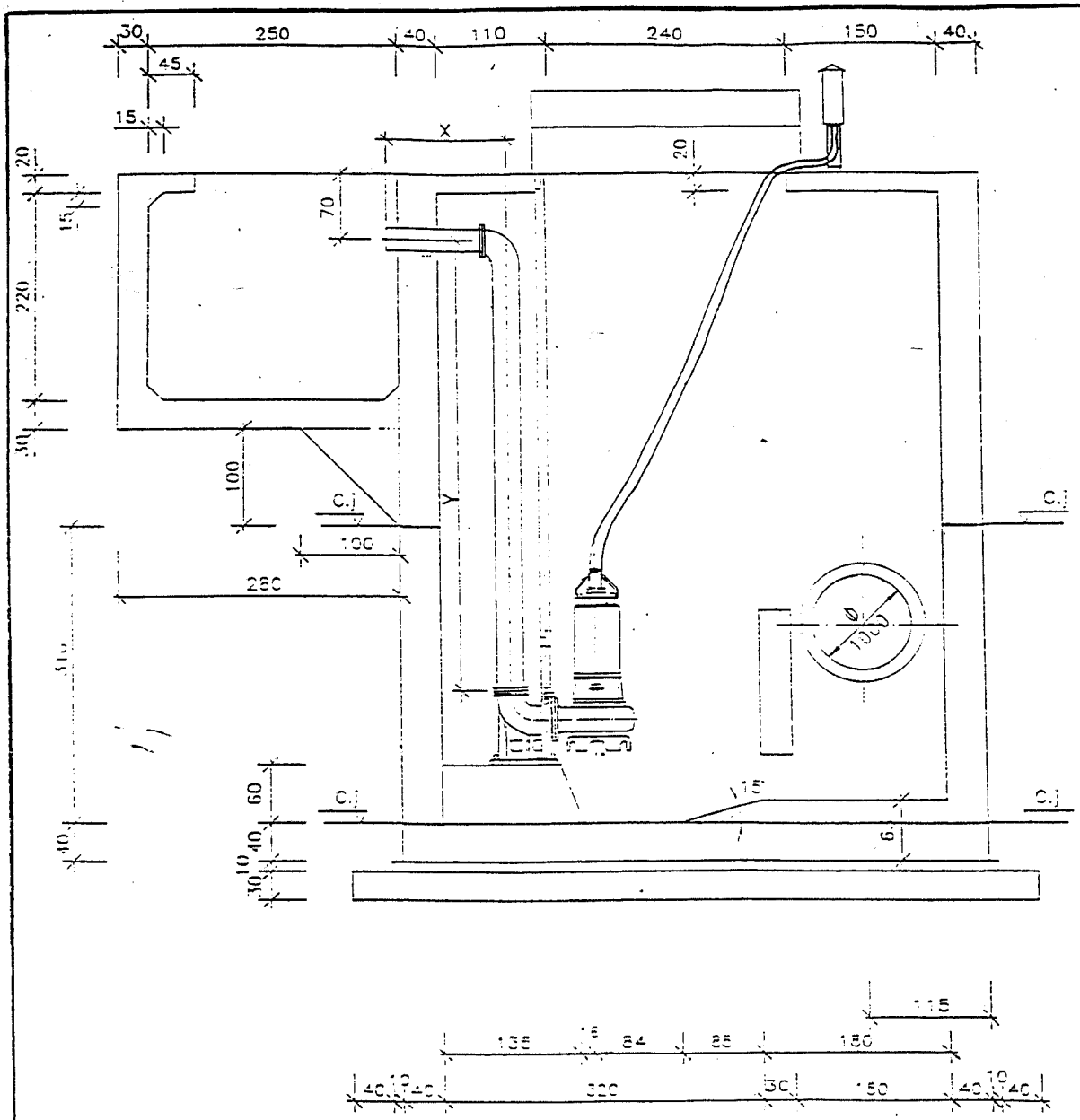
شکل شماره ۶ -
چاهکهای آدم رو و شستشو

وزارت کشاورزی		شماره طرح
شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در استان خوزستان		شماره پروژه
مهندسین مشاور پندام		ام و امضاء
مطالعات مرحله اول طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی در استان خوزستان واحد غزالی		طراح
طرح تیپ چاهکهای آدم رو		ترسیم
شکل شماره ۴ - ۵	شماره نقشه	کنترل
		تائید



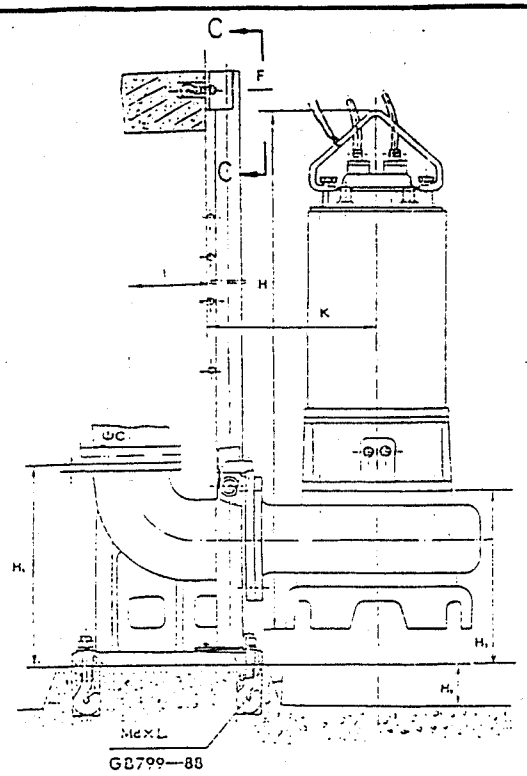
شکل شماره ۱ ـ ۷

پلان و مقاطع ایستگاه پمپاژ فرعی زهکش



Section A-A

Sci 1:50

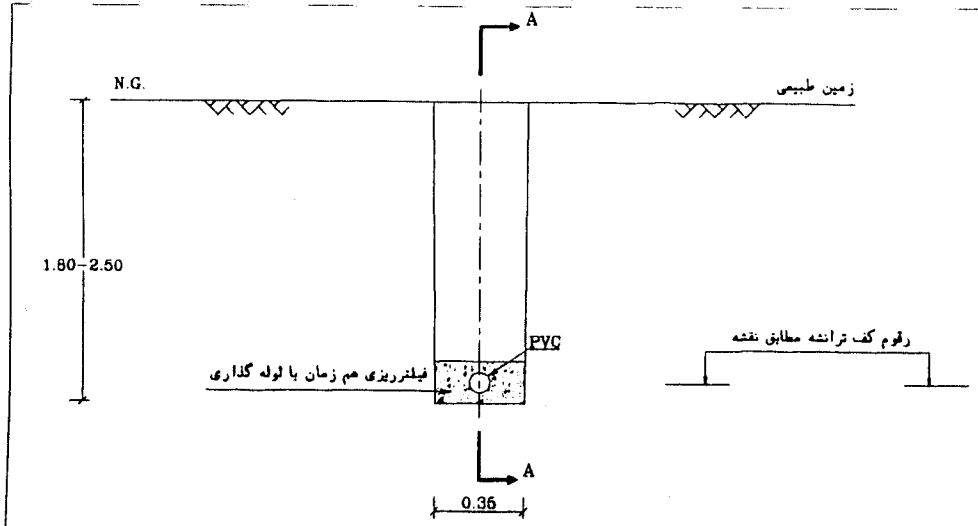


Section B - B

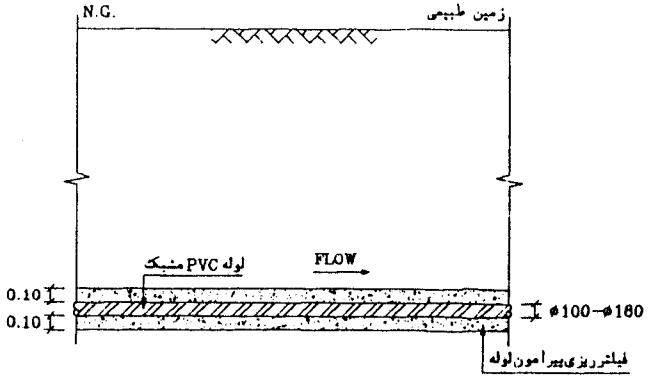
Pump instalation detail

شکل شماره ۲ ـ ۷

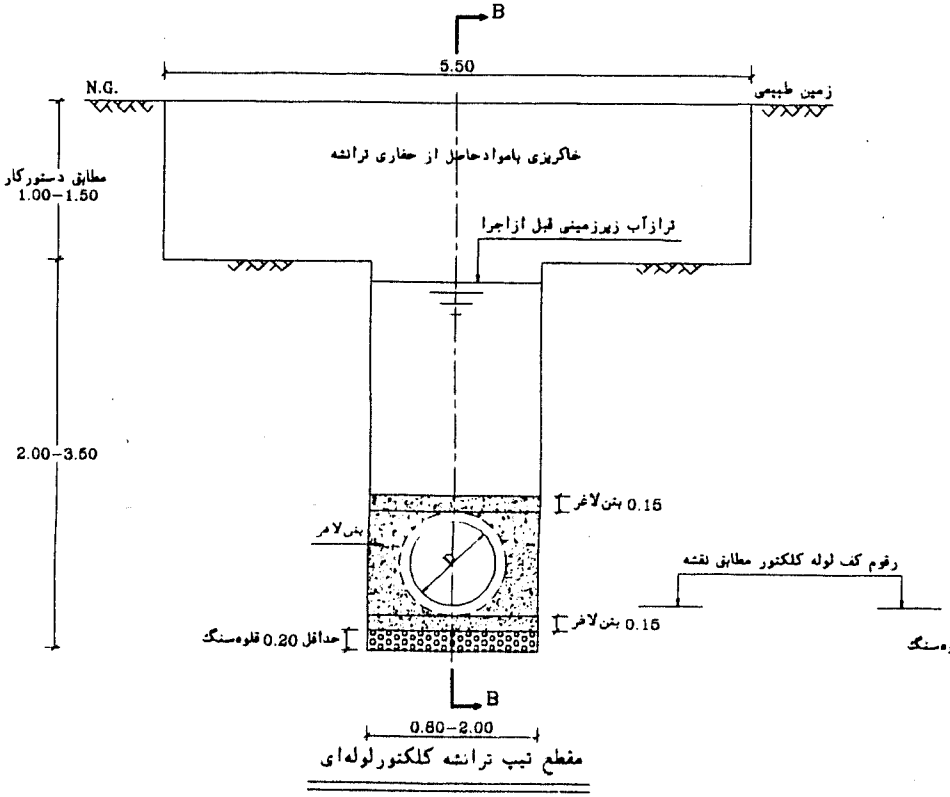
پلان مقاطع ایستگاه پمپاژ فرعی زهکش



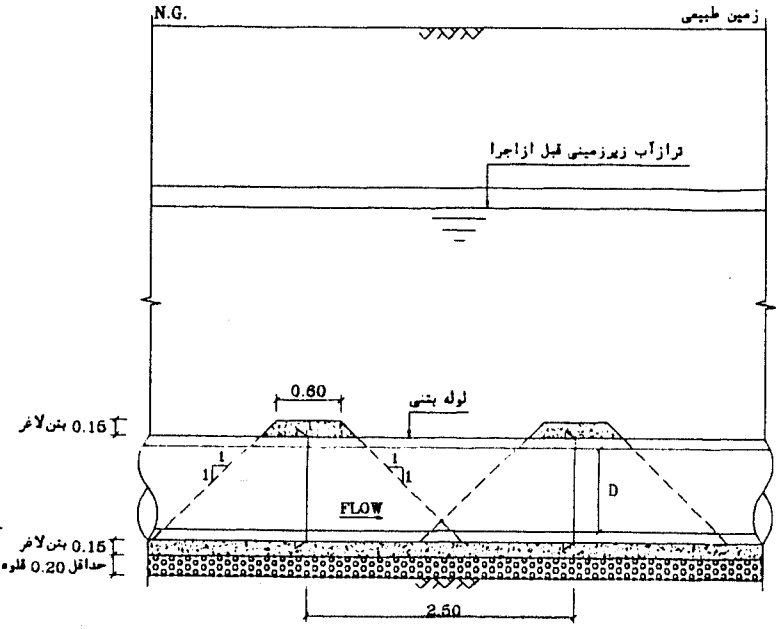
مقطع تیپ ترانشه لترال (اجراباترنجر)



SECTION A–A



مقطع تیپ ترانشه کلکتورلوله‌ای



SECTION B–B

شکل شماره ۸- مقطع تیپ ترانشه لانزال ونحوه بسترسازی آنها

اجرای شبکه زهکشی زیر زمینی در دشت بهبهان

برای ارائه در کارگاه فنی مسائل اجرایی زهکشی- خرداد ۱۳۷۸

احمد لطفی - مهندسین مشاور پندام

۱- معرفی پروژه:

توسعه آبیاری دشت بهبهان بعنوان بخشی از پروژه توسعه منابع رودخانه مارون از سالهای دهه ۱۳۵۰ مورد توجه سازمان آب و برق خوزستان قرار گرفت. مجموعه طرح شامل احداث سد مخزنی بر روی رودخانه مارون و احداث تاسیسات آبگیری و شبکه های آبیاری در دشت های بهبهان، جایزان، خلف آباد، و شادگان است (نقشه..).

در دشت بهبهان سد انحرافی شهدا و شبکه اصلی آبیاری و زهکشی در سال ۱۳۶۸ آماده بهره برداری شد و متعاقب آن کانالهای درجه سه آبیاری و زهکشی در مزارع احداث شد که هم اکنون مراحل پایانی تکمیل و رفع نقص را می گذراند. هم اکنون نیز برنامه تجهیز و تسطیح مزارع و زهکشی اراضی زهدار زیر پوشش شبکه ، در چارچوب همکاریهای بانک جهانی و دولت ایران در جریان است و امید میرود در سال ۱۳۷۸ تکمیل گردد.

احداث سد مخزنی مارون که عملیات اجرایی آن از سال ۱۳۶۸ آغاز شد، هم اکنون مراحل پایانی تکمیل را می گذراند و به قرار اطلاع به تازگی آب اندازی شده است. گنجایش مخزن سد ۱۲۰۰ میلیون متر مکعب است و آب مورد نیاز برای توسعه آبیاری در مساحت حدود ۵۰ هزار هکتار را تامین خواهد کرد. منطقه زیر پوشش شبکه در دشت بهبهان در حدود ۱۵۰۰۰ هکتار است که نزدیک به ۱۱۵۰۰ هکتار آن آبیاری و بهره برداری می شود.

میزان مصرف آب در حال حاضر و قبل از اینکه سد مخزنی آغاز به کار نماید بطور متوسط در حدود ۱۲۵ میلیون متر مکعب در سال است که بیش از ۶۵ در صد آن در چهار ماه از اواخر تیر تا اواخر مهر ماه برای کشتهای تابستانه (بطور عمده برنج) مصرف میشود. قبل از اینکه شبکه آبیاری احداث شود میزان آب تامین شده در منطقه بوسیله شبکه سنتی برابر ۸۵ میلیون متر مکعب در سال بوده است. در شرایط توسعه میزان مصرف آب به حدود ۲۷۰ میلیون متر مکعب در سال افزایش خواهد یافت، که بیش از ۶۰ در صد آن برای تولید محصولات تابستانه اختصاص می یابد.

منبع اصلی تامین آب آبیاری دشت بهبهان، رودخانه مارون است. جریان این رودخانه دارای مقدار قابل ملاحظه ای نمکهای محلول است، بطوریکه در فصول کم آبی هدایت الکتریکی آن از حدود ۲۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر تجاوز مینماید. در فصول پر آبی این مقدار به کمتر از ۱۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر کاهش مییابد. پیش بینی میشود پس از تنظیم جریان در دریاچه سد، شوری آب در حدود ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر باشد.

در طرح توسعه کشاورزی، برنامه کشت شامل گندم و جو بعنوان محصولات اصلی زمستانه و نیز باقلا، و علوفه (بطور عمده یونجه) ، سیب زمینی و پیاز و بذرک است. پیش بینی میشود که کشت سبزیجات زمستانه به ویژه محصولات جالیزی در آینده جای بیشتری در الگوی کشت بدست آورد. در صورتیکه نتایج تحقیقات کشت چغندر قند را توجیه پذیر نشان بدهد، و کارخانجات قند مناطق مجاور از توسعه کشت آن پشتبانی نمایند، یکی دیگر از محصولاتی است که کشت آن در منطقه ترویج خواهد شد. محصولات اصلی تابستانه شامل ذرت(دانه و علوفه) ، کنجد، برنج، علوفه(یونجه)، خواهد بود. توسعه کشت محصولاتی از قبیل سویا نیز با هدف اصلاح شرایط فیزیکی و حاصلخیزی خاک و بهبود تناوب زراعی مورد توجه است.

۲- مشخصات محدوده زهکشی

بر اساس مطالعاتی که در اوایل دهه ۱۳۶۰ انجام گرفت ، در بخشی از اراضی زیر پوشش شبکه آبیاری در دشت بهبهان ، در مساحتی در حدود ۳۵۰۰ هکتار، آب زیر زمینی در اعماق بین ۰/۵ تا ۲ متری از سطح زمین تغییر می نمود که این اراضی زهدار تلقی شده و در برنامه های توسعه برای آنها احداث زهکش زیر زمینی پیش بینی شده است. در دیگر اراضی دشت نیز هرچند آب زیر زمینی در اعماق بیش از ۲ متر تغییر می کند، اما در بخش قابل ملاحظه ای از آنها استعداد بالا آمدن آب زیر زمینی وجود دارد. در هر حال بر طبق برنامه توافق شده با کارفرما، فقط در آن بخش از اراضی که آب در بالای عمق دو متری تغییر می نماید، زهکش احداث می گردد.

مطالعات اولیه صحرایی برای تهیه طرح زهکشی در سالهای ۶۴ -۱۳۶۲ انجام گرفت. در این مطالعات تراکم نقاط برای بررسی خصوصیات خاک و اندازه گیریهای مربوطه برابر یک نقطه برای ۵۰ هکتار بود. در سال ۱۳۷۴ در مطالعات تکمیلی زهکشی، نقاط مشاهده ای به میزان ۱ نقطه برای ۲۵ هکتار افزایش داده شد.

منابع تغذیه سفره: منبع اصلی تغذیه آب زیر زمینی نفوذ آب آبیاری در مزارع و نیز نشت آب از کانالهای آبیاری است. مشاهدات نشان داده است که علیرغم پوشش بتونی کانالها، سهم آنها در تغذیه سفره آب زیر زمینی قابل ملاحظه است. شکستگی و از بین رفتن پوشش بتونی در جایجای مسیر کانالها که بر بستر های شنی عبور میکنند این پدیده را باعث شده است. اما در هر حال نفوذ آب در مزارع و نشت آن به مزارع مجاور اصلی ترین عامل تغذیه سفره و زهدار شدن زمینها است. در شرایط کنونی هر گاه در مزرعه ای اقدام به کشت برنج شود، در مزارع مجاور آن آب زیر زمینی بطور محسوس بالا می آید. این پدیده خود نشان می دهد که در این اراضی استعداد زهکشی طبیعی نسبتا محدود است. اندازه گیریهای انجا م شده نشان میدهد که حتی پس از خاتمه آبیاری، مدت زیادی طول میکشد تا آب زیر زمینی به اعماق حدود ۱ - ۰/۶ متری پایین رود.

هدایت هیدرولیکی : مطالعات نشان داد که خاکهای منطقه علیرغم بافت سنگین دارای آبگذری خوبی است. وجود ساختمان در خاکها، و نیز منافذ ناشی از بقایای ریشه ها ، وجود آهک در خاک ، و بالاخره ترکیب نمکهای محلول در آب آبیاری همگی در این پدیده موثر بوده است. هدایت هیدرولیکی بافتهای مختلف خاک که مبنای برآورد هدایت هیدرولیکی نیمرخ خاک بوده است بقرار زیر میباشد

بافت خاک	آبگذری(متر بر روز)
LfS, fS, SL	۲
L, Si L, fSL	۱/۵
CL, SiCL	۱/۲
SiC	۰/۸
C	۰/۴

با استفاده از معیارهای فوق مقادیر هدایت هیدرولیکی برای لایه هایی از خاک که در محاسبات فواصل زهکشی موثر بودند محاسبه و مورد استفاده قرار می گرفتند.

پتانسیل زهکشی طبیعی: استعداد زهکشی طبیعی منطقه زهدار هم از طریق روند تغییرات آب زیر زمینی و هم از طریق اندازه گیری جریان زهکشهای روباز موجود در منطقه به میزان ۱/۵ میلی متر در روز برآورد و در محاسبات وارد شده است.

۳- معیارهای محاسبه فواصل زهکشها

هدایت هیدرولیکی: در هر نقطه مشاهده ای در شبکه ۵۰۰ x ۵۰۰ متری، هدایت هیدرولیکی پروفیل خاک در تمامی ضخامتی که در ایجاد جریان موثر بوده است اندازه گیری (و یا برآورد) شده و بکار گرفته شد.

عمق لایه محدود کننده: در هر نقطه مشاهده ای، نیمرخ خاک و وضعیت لایه ها و هدایت هیدرولیکی آنها برای انتخاب عمق لایه محدود کننده تا عمق ۶ متری مورد بررسی قرار گرفت. در مواردی که در نیمرخ خاک هیچ لایه محدود کننده تشخیص داده نمی شد، عمق این لایه برابر ۶ متر فرض می گردید.

شدت تغذیه: برای زهکشی مزارع یونجه و ذرت (دو محصولی که اصلی ترین کشتهای تابستانه را در الگوی کشت تشکیل خواهند داد)، در شرایط زهکشی ماندگار (Steady state) میانگین شدت تغذیه در دو ماه اوج مصرف آب، برابر حدود ۴ میلیمتر در روز برآورد شده که پس از کسر پتانسیل زهکشی طبیعی به میزان ۱/۵ میلیمتر در روز ، شدت زهکشی طرح برابر ۲/۵ میلیمتر در روز مبنای محاسبات قرار گرفته است. نفوذ عمقی آب آبیاری که حتی در شرایط طرح نیز بیش از ۲۵٪ آب آبیاری خواهد بود، برای شستشوی املاح باقیمانده از آب آبیاری در شرایط طرح (پس از تنظیم جریان رودخانه در دریاچه ی سد مخزنی) کاملا کفایت دارد.

عمق کنترل آب زیر زمینی: با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی منطقه و نیز برای ایجاد شرایط مناسب برای انجام عملیات ماشینی، عمق کنترل آب زیر زمینی برای استفاده در فرمولهای زهکشی در شرایط ماندگار، برابر ۱ متر در نظر گرفته شده است.

عمق نصب زهکشها: با در نظر گرفتن قیمتهای مندرج در دفتر چه های فهرست بها، اقتصادی ترین عمق برای نصب زهکشها برابر ۲ متر به دست میاید که همین عمق نیز برای نصب زهکشها انتخاب شده است.

فرمول مورد استفاده: با توجه به متغییر بودن بافت در نیمرخ خاکهای منطقه، ترجیح داده شد تا از فرمول ارنست (برای خاکهای چند لایه) استفاده شود. محاسبات انجام شده با روش ارنست ، با فرمول گلاور-دام نیز وارسی میشدو در بیشتر موارد انطباق کافی بین دو روش وجود داشت.

۴- معیارهای طراحی شبکه زهکشهای زیر زمینی:

فواصل زهکشی: فواصل زهکشی برای کلیه نقاط مشاهده ای که دارای اطلاعات لازم برای محاسبه فواصل بودند محاسبه شد و سپس اراضی بر حسب فاصله گروه بندی شد. در هر گروه، فواصل زهکشی در محدوده ۱۰٪ بالا و یا پایین فاصله شاخص آن گروه انتخاب شد. بطور مثال وقتی شاخص فاصله زهکشی در یک گروه ۱۰۰ متر باشد، آن گروه فواصل زهکشی بین ۹۰ تا ۱۱۰ متر را در بر میگیرد. فواصل زهکشی در دشت بهبهان در سه گروه ۸۰ ، ۱۰۰ ، و ۱۲۰ متری انتخاب شده اند.

آرایش شبکه زهکشهای زیر زمینی مزرعه: با در نظر گرفتن شرایط مزارع که در آنها کانالهای درجه سه از قبل ساخته شده بودند و قطع آنها برای احداث زهکش میسر و یا موجه نبود، در درجه اول برای تامین شرایط مناسب تر برای انجام عملیات مزرعه و جلوگیری از مزاحمت هایی که وجود سازه هایی مانند آدم رو در وسط مزرعه بوجود می آورد، و در درجات بعدی با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و هم برای سهولت اجرا، زهکشهای مزرعه در جهت بیشترین شیب (معمولا به موازات کانالهای درجه سه) قرار داده شدند. این نوع آرایش شبکه در عین حال محدودیت هایی را برای کشت برنج بوجود خواهد آورد، که با توجه به سیاست های اعلام شده در برنامه توسعه (محدود ساختن سطح زیر کشت برنج) نا هماهنگ نیست.

• شیب زهکشها: برای احداث زهکشهای زیر زمینی مزرعه (Lateral)، استفاده از لوله های پی وی سی در نظر گرفته شده و براین اساس حد اقل شیب زهکشها برابر یک در هزار انتخاب شده است. حد بالایی شیب تا حدود ۵ در هزار نیز بکار گرفته شده است که نظیر سرعتی معادل حدود ۰٫۶ متر بر ثانیه جریان آب در لوله است .

طول زهکشها : در طراحی های انجام شده به لحاظ قرار گرفتن مسیر زهکش در جهت شیب طبیعی زمین، محدودیتی برای طول زهکش در نظر گرفته نشد. انتخاب مسیرهای طولانی هم از نظر کاهش سازه ها ی زهکشی که عموما دست و پا گیر و مزاحم عملیات مزرعه است ، و هم برای صرفه جویی در هزینه های اجرا، و بالاخره به لحاظ سهولت و سرعت عملیات اجرا مزیت داشت. بزرگترین طول زهکش مزرعه برابر ۱۱۰۰ متر بوده است.

سازه های زهکشی: سازه های زهکشی شامل آدم رو بتونی، رایزر ، دهانه تخلیه است. آدم رو ها در محل اتصال خطوط زهکشی مزرعه به جمع کننده ها و نیز در طول مسیر زهکشهای مزرعه قرار داده شدند. در طول مسیر زهکشها، آدم روها به فواصل ۴۰۰- ۵۰۰ متر از یکدیگر در محل تلاقی مسیر های زهکشی با نهرچه های زهکشی مزارع در مجاورت جاده بین قطعات قرار داده شد تا کمترین مزاحمت را برای عملیات مزرعه در بر داشته باشد. این خود البته در بر دارنده بیشترین ایمنی برای سازه است. در میانه فاصله بین دو آدم رو، یک رایزر پیش بینی شد . در موارد معدود که اتصال زهکشها در وسط زمین زراعی اجتناب ناپذیر میشد، سازه های بتونی زیر زمینی (بصورت مدفون) در نظر گرفته شد.

سازه های تخلیه انتهایی در پایاب جمع کننده های لوله ای برای حفاظت محل تخلیه جمع کننده های لوله ای به زهکشهای جمع کننده روباز طراحی شد. این سازه ها بصورت بتون مسلح احداث میشوند. همچنین پیش بینی شد تا دهانه های تخلیه جمع کننده ها برای جلوگیری از ورود سیلاب و خاشاک به درون لوله به دریچه های یکطرفه مجهز شود. با اتخاذ تمهیداتی این دریچه ها در کارگاههای محلی در شهر بهبهان ساخته شدند.

نوع و اندازه لوله های زهکشی: در طراحی شبکه زهکشی، لوله های پی وی سی خرطومی مشبک مورد نظر قرار داشتند. لوله های زهکشی در اندازه های ۱۰۰ ، ۱۲۵ و ۱۶۰ میلیمتر (قطر خارجی) انتخاب شد.

عمق نصب زهکشها: عمق نصب زهکشها در محدوده ۲- ۲/۲ متری انتخاب شد. در چند مورد محدودیت های موجود در محل تخلیه باعث میشد تا عمق نصب به حدود ۱/۷ متری بالا آورده شود. انتخاب عمق دو متری علاوه بر جنبه های اقتصادی بمنظور جلوگیری از تبخیر آب از سطح آب زیر زمینی در دوره آیش نیز مطلوب بود. بعلت پتانسیل تبخیر شدید در فصل تابستان و در زمینهای آیش، تبخیر از سفره های کم عمق باعث تجمع نمک در سطح خاک میشود.

فیلتر دور لوله: پیرامون لوله های زهکشی با قشری به ضخامت ۱۰ سانتیمتر مصالح شنی دانه بندی و شسته شده پوشش میشود.

۵- روش اجرای طرح زهکشی

پیمانکار : پیمانکار اجرای طرح شبکه زهکشی زیرزمینی دشت بهبهان شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور وابسته به وزارت کشاورزی است که در شرایط کنونی از نظر ماشین آلات زهکشی مجهز ترین سازمان پیمانکاری موجود در ایران است.

قرارداد: زمان شروع قرارداد از اول سال ۱۳۷۶ و مدت اجرای کار ۳۶ ماه بوده است. طول زهکشهای مزرعه در قرار داد ۱۹۰ کیلومتر و طول زهکشهای جمع کننده ۴۵ کیلومتر بوده است. به این ترتیب در هر سال

اجرای حدود ۶۰ کیلومتر زهکش برنامه ریزی شده است که میتواند حجم کار مناسبی برای یک دستگاه ماشین ترنچر باشد. هرچند عملا انجام کل کار در یک دوره یک ساله نیز دور از تصور نبود، اما این کار باعث میشد که مساحت زیادی از اراضی دشت از کاشت بیفتد. با این ملاحظه، ترجیح داده شد که زمان انجام کار طولانی انتخاب گردد. به دلایلی صرفا اداری، عملیات اجرایی پروژه با یکسال تاخیر در سال ۱۳۷۷ آغاز شد.

لوله های زهکشی مزرعه: زهکشهای مزرعه با استفاده از لوله پی وی سی احداث میشود . قطر لوله های پی وی سی از ۱۰۰ تا ۱۶۰ میلیمتر بکار برده شده است. لوله ها در کارخانه لوله سازی کرج متعلق به خود پیمانکار و تحت استاندارد DIN ۱۱۸۷ تولید و حمل میشود. علیرغم اینکه در اهواز کارخانه لوله سازی وجود دارد، پیمانکار ترجیح داده است که هزینه های حمل را تحمل نموده و نیاز کارگاه را از کرج تامین نماید. همچنین با توجه به اینکه کارخانه مزبور لوله های با قطر کمتر از ۱۲۵ میلیمتر نمیسازد، پیمانکار پذیرفته است که به هزینه خود از این لوله ها بجای لوله های ۱۰۰ میلیمتری استفاده نماید.

لوله های جمع کننده : در اصل لوله های مورد استفاده برای احداث جمع کننده ها لوله های بتونی بقطر داخلی ۳۰۰ و ۴۰۰ میلیمتر است. ولی در مواردی که لوله های پی وی سی بقطر ۲۰۰ برای جمع آوری زه آب زهکشها کفایت کند از آن استفاده شده است. لوله های بتونی در کارگاه پیمانکار بصورت دستی و با استفاده از قالب فلزی ساخته میشود. لب پریدگی های موردی در لوله ها بصورت موضعی در محل نصب ترمیم میشود.

ماشین آلات : برای احداث لاترال ها از یکدستگاه ترنچر زنجیری نسبتا نو (مدل هلند درین) با قدرت اسمی ۳۶۰ اسب بخار استفاده میشود که قادر است در شرایط مناسب و متعارف ترانشه های به عمق حد اکثر تا ۲/۵ متر و عرض ۳۵ سانتیمتر حفر نموده و لوله و فیلتر پیرامون آنرا بصورت همزمان کارگذاری کند. در چند ماه اولیه سال یک دستگاه ماشین ترنچر قدیمی در کارگاه مشغول بکار بود که بعلت کمبود لوازم یدکی مورد نیاز و توقفهای مکرر و دست و پا گیر از کارگاه بیرون برده شد. کارکرد ماشین نو در دوره کار از تیر ماه تا پایان آبانماه سال ۱۳۷۷ در مجموع برابر ۷۰ کیلومتر بوده است. مادام که ماشین از سلامت فنی بر خوردار است و به خوبی نگهداری و بهره برداری میشود ، میانگین کار کرد ۱۵ کیلومتر در ماه در فصل بدون بارندگی را میتوان با اطمینان انتظار داشت. کار کرد ماشین در خاکهای مختلف بین ۵۰ تا ۹۰ متر در ساعت و بطور میانگین ۶۰ متر در ساعت (کار پیوسته و بدون توقف) بوده است. سیستم کنترل عمق حفاری در ترنچر به وسیله لیزر هدایت میشود. عملکرد لیزر کاملا رضایت بخش بوده و لوله های زهکش در محدوده رواداری مجاز (±۵ سانتیمتر) نصب شده اند. ماشین آلات جنبی برای ترنچر شامل یکدستگاه گراول تریلر و یکدستگاه لودر برای بارگیری شن و ماسه فیلتر، که بطور پیوسته با ترنچر همراهی میکند و یکدستگاه بیل مکانیکی است که بصورت موردی و منقطع بکار گرفته میشود. هر چند با وجود سیستم کنترل لیزری، الزامی به هموار کردن مسیر حرکت ترنچر نیست، اما پیمانکار ترجیح میدهد که با هموار کردن مسیر، حرکت ماشین را آسانتر سازد. برای این منظور یک دستگاه گریدرکه بصورت منقطع کار میکند به هموار نمودن مسیر و نیز برگردان کردن خاک به ترانشه می پردازد. کامیون برای تامین شن و ماسه فیلتر و تریلر پشت بند تراکتور برای حمل لوله نیز مورد نیاز است. در بعضی موارد که خاک خیلی سنگین و یا عمق ترانشه زهکشی عمیق تر از حدود متعارف باشد، ابتدا به عمق حدود ۰/۵ تا ۱ متر و عرض حدود ۴ متر بالای ترانشه با بولدوزر حفر میشود و سپس ترنچر با قرار گرفتن در درون این ترانشه، زهکش را اجرا میکند. ترنچر های زنجیری در برخورد با لایه های شنی و سنگریزه ای به ویژه اگر سیمانته نیز شده باشند، با مشکل روبرو شده و خوب عمل نمی کنند. در چنین مواردی که تا حدودی از قبل قابل پیش بینی است ناگزیر بیل مکانیکی برای حفر ترانشه بکار گرفته شده و لوله و فیلتر بصورت دستی کارگذاری می گردد.

برای احداث کلکتور از بیل مکانیکی استفاده میشود. عرض ترانشه زهکش جمع کننده ۰,۷ متر اجرا و پرداخت میشود. در پروژه بهبهان با پیمانکار موافقت شده است که بجای شیبدار کردن دیواره ترانشه جمع کننده، ۰/۵ تا ۱ متر بالای ترانشه را با بولدزر بعرض ۴ متر حفاری کند و سپس ترانشه زهکش را به عمق ۱ متر با دیوار قائم حفر کند. این توافق بار مالی بسیار کمی را به پروژه تحمیل کرده است، اما در سرعت اجرا، دقت کارگذاری لوله ، کنترل کیفیت نصب و ایمنی کار تاثیر مثبت داشته است. قابل ذکر است که در پروژه بهبهان لوله های جمع کننده نیز بصورتی اجرا میشوند که میتوانند آبهای زیر زمینی پیرامون خود را جذب نمایند. همانطور که قبلا اشاره شد برای جمع کننده ها از لوله های بتونی به طول یک متر استفاده میشود. درز بین این لوله ها باز است و با مصالح فیلتر پوشش میشود و به این ترتیب امکان ورود و جذب آبرا فراهم میاورد. در بهبهان مواردی مشاهده شده است که در شرایطی که آب زیر زمینی بالا است، نصب تنها ۳۰۰ متر لوله جمع کننده در بستر خاک سنگین (Si CL) جریانی به اندازه ۲۴ لیتر در ثانیه را جذب و تخلیه مینمود. این اندازه گیری نشان داد که درز بین لوله ها به اندازه کافی امکان ورود آب به داخل لوله را فراهم می آورد.

مصالح صافی شنی: مصالح شنی برای پیرامون لوله ها از کارگاههای سنگ شکن تامین میشود. بعبارت دیگر همه مصالح ریز و درشت مورد نیاز از سنگ شکسته است. متاسفانه منبع کافی و مناسب برای تامین مصالح رودخانه ای وجود ندارد. سنگهای شکسته علیرغم اینکه شسته میشوند اما عاری از پودر سنگ نیستند. به علت شیب نسبتا تند لوله و سرعت خوب جریان در داخل لوله ها این پودر در همان مراحل اولیه کارگذاری بدون اینکه مشکلی بوجود آورد شسته شده و بوسیله جریان آب از محیط خارج میشود. دانه بندی شن و ماسه فیلتر بوسیله اختلاط مصالح مناسب به خوبی در محدوده مجاز پیش بینی شده قرار می گیرد.

۶- هزینه های احداث شبکه زهکشی

هزینه های احداث شبکه زهکشی زیر زمینی در دشت بهبهان شامل مخارج اجرای زهکشهای مزرعه و نیز جمع کننده ها و ابنیه مربوطه است.

زهکشهای زیر زمینی مزرعه (لترالها): بر اساس صورت وضعیتهای عمل شده تا کنون، اجرای هر متر لوله زهکشی زیر زمینی در مزرعه به وسیله ترنچر در حدود ۱۷۰۰۰ ریال هزینه در بر داشته است. در مواردیکه استفاده از ترنچر میسر نبوده و الزاما از بیل مکانیکی استفاده شده است، هزینه های اجرا به ۲۱۴۰۰ ریال برای هر متر طول افزایش یافته است. تفاوت اصلی در اضافه حجم خاکبرداری و نیز اضافه حجم مصرف فیلتر بوده است. در مجموع احداث هر متر زهکش مزرعه بالغ بر ۱۹۸۰۰ ریال هزینه در بر داشته است. این رقم شامل تهیه کلیه مصالح لوله و شن و ماسه فیلتر و نیز هزینه های حمل و نقل مصالح و بالاخره حفر ترانشه و نصب لوله ها میباشد. سهم هر یک از فعالیتها در هزینه نهایی به شرح زیر است:

تهیه لوله	۵۶,۷	درصد
حمل لوله	۲,۰	درصد
تهیه فیلتر	۱۱,۵	درصد
حمل فیلتر	۵,۳	درصد
حفر ترانشه و نصب	۲۴,۵	درصد
جمع	۱۰۰,۰	درصد

زهکشهای جمع کننده: بخشی از زهکشهای جمع کننده (۴۳ درصد) با استفاده از لوله های پی وی سی ۲۰۰ و بقیه با استفاده از لوله های بتونی ۳۰۰ و ۴۰۰ میلیمتر احداث شده است. کلیه زهکشهای جمع کننده با فیلتر حفاظت شده اند تا بتوانند در جذب آب زیر زمینی نیز به سیستم کمک کنند. در مجموع اجرای هر متر زهکش جمع کننده معادل ۴۷۰۰۰ ریال هزینه در بر داشته است. هر هکتار زمین زهکشی شده نیز در حدود ۱۲ متر زهکش جمع کننده زیر زمینی داشته است. تفکیک هزینه های اجرا به شرح زیر است

تهیه و حمل لوله	۴۲,۷	درصد
تهیه و حمل فیلتر	۲۰,۸	درصد
حفر ترانشه و نصب	۳۶,۵	درصد
جمع	۱۰۰,۰	درصد

سر جمع هزینه ها در هر هکتار: سر جمع هزینه های پرداخت شده برای احداث شبکه زهکشی در هر هکتار از اراضی زهدار دشت بهبهان شامل زهکشهای مزرعه و جمع کننده و ابنیه زهکشی ، در حدود ۲۴۰۰۰۰۰ ریال بوده است.

۷- کنترل عملکرد سیستم زهکشی

هرچند در هیچ یک از مزارعی که در آنها زهکش احداث شده هنوز شرایط لازم برای ارزیابی عملکرد سیستم در شرایط تحت آبیاری سنگین (مشابه به شرایط طرح) مهیا نشده است و این زمینها برای اولین بار امسال زیر کشت تابستانه قرار میگیرند، اما در موارد زیر کنترلها و مشاهدات لازم بعمل آمده است:

- جریان آب در زهکش ها در زمان تخلیه ی آب موجود در زمین؛ در مراحل اولیه احداث زهکش ها ، آب زیر زمینی ذخیره شده در لایه های خاک بار هیدرولیکی کافی و گاهی بیشتر از آنچه که در شرایط مزارع تحت آبیاری بوجود میاید ایجاد می کند. حجم آب موجود در این لایه ها نیز قابل ملاحظه است و زمان نسبتا زیادی طول می کشد تا این حجم خالی شود. این وضعیت امکان انجام مشاهدات اولیه را برای کنترل عملکرد زهکشها بوجود می آورد. در مزارع زهکشی شده، این مشاهدات که د رمحل چاهک های آدم رو صورت میگرفت موید عملکرد مطلوب خطوط زهکش بود. حجم کلی آب خروجی در محل تخلیه انتهایی نیز نشانه ای بر عملکرد قابل قبول سیستم حد اقل در مراحل اولیه پس از نصب بوده است.
- وضعیت رسوب دهی زهکشها در مراحل اولیه برقراری جریان در لوله ها؛ این پدیده نیز در ضمن عملیات نصب و بلافاصله پس از آن مورد مشاهده قرار میگرفت. رسوب دهی زهکشها به ویژه در مراحل اولیه پس از نصب میتواند نشانه نا مطلوبی از عملکرد نامناسب فیلتر و یا ناپایدار بودن خاک برگردان شده به ترانشه باشد. در دوره نصب، رنگ شیری آب خروجی از زهکش نشان دهنده شسته شدن پودر سنگ از توده فیلتر بود که در زمان کوتاهی پس از اتمام عملیات نصب پایان میگرفت و پس از آن جریان خروجی در تمامی خطوط زهکش احداث شده کاملا صاف و عاری از رسوب بود. طبیعتا سرعت نسبتا زیاد جریان در خطوط زهکش اجازه ته نشین شدن رسوبات را در درون لوله ها بوجود نمی آورد.

۸- تجربیات به دست آمده و مسایل موجود در عملیات اجرایی پروژه زهکشی دشت بهبهان

۱-تجربیات و مسایل مرتبط با ماشین آلات:

- برای زهکشی در شرایط خاکهای سنگین و با رطوبت های متغییر دشت بهبهان ترنچر با قدرت ۳۵۰-۳۶۰ اسب کارآیی مناسبی دارد. ترنچر با قدرت کمتر احتمالا نمیتواند بخوبی از عهده انجام حفاری تا عمق ۲/۲ بر آید.
- ترنچر های زنجیری با تیغه های رایج برای خاکهای ریز بافت، در بر خورد با لایه های شنی بخوبی عمل نمی کنند.
- سیستم کنترل عمق حفاری با لیزر میتواند عملکرد مطلوبی را بهمراه داشته باشد. در شرایط بادهای شدید و یا گرد وخاک، دقت کار سیستم کاهش می یابد. در هر دو حال توصیه میشود عملکرد لیزر همزمان با کار به وسیله نقشه برداری نیز کنترل شود. این کنترل با پرسنل و امکاناتی که الزاما باید در محل کارگاه حضور داشته باشند بدون تحمیل هزینه بیشتر امکان پذیر است.
- عبور و مرور ماشینهای زهکشی در سطح مزرعه بهیچ وجه مطلوب نیست و باعث کوبیدگی زمین مزرعه می گردد. به ویژه پس از بارندگی، زمین مرطوب به آسانی متراکم میشود. این امر بندرت به وسیله پیمانکاران و دستگاه نظارت مورد توجه جدی قرار می گیرد.

۲- مسایل مرتبط با قیمت و فهرست بهای فصل زهکشی دفترچه آحاد بها سازمان برنامه:

- در دفترچه قیمت سازمان برنامه هزینه حفر ترانشه برای هر عمقی تا ۲ متر دارای یک قیمت است و پس از آن به عملیات نصب در اعماق بیشتر اضافه بها تعلق میگیرد. با این ترتیب عمق بهینه نصب نیز الزاما در ۲ متری به دست می آید. و این در حالی است که بازده کار (بر حسب طول) ماشین ترنچر به شدت نسبت به عمق نصب حساس است. چه بسا اگر محدودیت رعایت قیمت دفترچه وجود نداشته باشد و بهینه یابی عمق نصب بر اساس هزینه تمام شده کار ماشین باشد، بهینه یابی عمق به نتایج دیگری جز دو متر برسد.
- در دفترچه فهرست بها اضافه بها برای حفر ترانشه و نصب لوله برای اعماق بیشتر از دو متر مبهم و قابل تفسیر است. علی القاعده اضافه بها باید فقط به مازاد عمق حفر شده در زیر ۲ متر تعلق می گیرد. مندرجات دفتر چه در حال حاضر میتواند به گونه ای دیگر برداشت و استنباط شود.

۳- مسایل مرتبط با تکنولوژی اجرای کار

استفاده از ترنچر و لوله های خرطومی بدون شک بزرگترین تحول فنی دو سه دهه گذشته در زمینه احداث شبکه زهکشی زیر زمینی مزارع بوده است. در شرایط کنونی این فن آوری برای احداث زهکشهای جمع کننده نیز توسعه یافته و بطور موفقیت آمیز بکار گرفته شده است. اما متاسفانه در تمامی پروژه های زهکشی در ایران هنوز روشهای قدیمی شامل بیل بکهو و لوله های بتونی مورد استفاده قرار میگیرد که متضمن صرف وقت و انرژی و هزینه بیشتر است. حفر ترانشه و نصب زهکشهای جمع کننده که هم عریض ترند و هم عمیقتر، به ترنچر های با قدرتهای بیش از ۵۵۰ اسب بخار نیاز دارد که تا کنون در ایران وجود نداشته است. هم چنین نیاز به امکانات ساخت لوله های خرطومی قطورتر هست که باید کورگیتور های مناسب نیز تدارک شود.

یکی دیگر از فن آوریهای جدید که در ایران مورد بی توجهی قرار گرفته است فیلتر های سنتتیک است. صنایع نخ ریسی ، پارچه بافی، قالی بافی و موکت بافی در ایران به اندازه کافی گسترده است و ضایعات آنها میتواند

برای تولید پوشش سنتتیک بکار رود. صنایع پتروشیمی نیز میتواند در تولید مواد اولیه مورد نیاز این فن کمک نماید. فن آوری تولید پوشش سنتتیک در حال حاضر به گونه ای است که میتوان متناسب با هر خاکی، فیلتر های مناسب را تولید نمود و با استفاده از آن هزینه های تهیه، حمل و بکاربری فیلتر های شنی را صرفه جویی کرد. کارخانجات و ماشین آلات مربوط به این کار نیز نسبتا ساده و بسیار شبیه تولید پوشال کولر های آبی است و با سرمایه گذاری نه چندان زیاد قابل تدارک است.

۴- مدیریت و نگهداری شبکه زهکشی

- زهکشهای جمع کننده زیر زمینی به طور معمول به زهکشهای اصلی و یا درجه دو روباز تخلیه میشوند و بنابراین ضروری است که این زهکشها بطور پیوسته در حالت کارآ نگهداشته شوند. زهکشهای روباز معمولا جریانهای برگشتی آبیاری و روانابهای ناشی از بارندگی را نیز جمع آوری میکنند که حاوی مقادیر قابل ملاحظه رسوبات هستند. متاسفانه این زهکشها در معرض رشد نی و انواع گیاهان دیگرو نیز تجمع رسوب و گل و لای است که به ویژه در نواحی جنوبی کشور مزاحمت های شدید بوجود می آورد. هم اکنون یکی از مشکلات جدی مدیریت های شبکه های آبیاری در جنوب کشور نگهداری شبکه های زهکشی است که بدلایل مختلف گاهی با مسامحه نیز رویرو میشود.

- یکی از مسائلی که به زودی و در مرحله بهره برداری بروز خواهد نمود مدیریت نگهداری شبکه زهکشی زیر زمینی است. هر چند به پیروی از سیاست ها و خط مشی های جدید، مقرر است که نگهداری شبکه های آبیاری و زهکشی در سطح مزرعه به کشاورزان بهره بردار واگذار شود ولی نه از جنبه های اداری، حقوقی و تدوین قوانین و نه از جنبه های فنی ، مالی و ترویجی در تدارک امکانات و مقدمات تلاش نشده و امادگی های لازم فراهم نشده است. شاید مهمترین نیاز برای فراهم کردن این آمادگی توجیه و آموزش کشاورزان نسبت به ضرورت های انجام عملیات نگهداری پیشگیرانه (انجام اصلاحات و ترمیم های ضروری قبل از وقوع خسارتهای شدید) و نیز الزام کشاورزان به قبول این مسئولیت ها است که طبیعتا هم وزارت کشاورزی و هم وزارت نیرو در این زمینه باید به شکل موثر تری اقدام نمایند. اجرای روشهای نگهداری پیشگیرانه در مورد شبکه های آبیاری موجود به وسیله مدیریت های دولتی خود بهترین آموزگار برای کشاورزان بهره بردار خواهد بود.

۵- در دسترس نبودن نقشه های مطابق اجرا (As built)

یکی از مسایل موجود در کار طراحی و اجرای شبکه زهکشی در دشت بهبهان در دسترس نبودن نقشه های مطابق اجرای شبکه زهکشی اصلی و درجه دو روباز بود که شبکه زهکشی زیر زمینی باید به آنها تخلیه میشد. به این خاطر طرحهای زهکشی زیر زمینی که بر مبنای مشخصات و رقومهای طراحی شده شبکه زهکشهای اصلی و درجه دو (مندرج در اسناد مناقصه) تهیه شدند. در عمل به علت تغییراتی که به هر دلیل در اجرای این زهکشها بوجود آمده بود، طرحهای زهکشی زیر زمینی نیز نیازمند تغییرات و طراحی مجدد شدند. در چند مورد بخاطر مسائلی که در محل تخلیه جمع کننده ها وجود داشت رقوم نصب زهکشها بجای ۲ متر تا ۱,۷ متر بالا کشیده شد. البته بخاطر وجود شیب طبیعی کافی در سطح زمین و قرار گرفتن لاترالها در جهت شیب تند، این تغییرات فقط نواری بعرض کمتر از ۱۰۰ متر از بخش پائین دست مزارع را تحت تاثیر قرار میداد و در بقیه سطح مزرعه زهکشها کماکان در عمق ۲ متری نصب میشدند.

۶- دایر و در حال بهره برداری بودن زمینها

در دشت بهبهان زمینها دایر و زیر کشت محصولات تابستانه و زمستانه است. علیرغم اینکه کشاورزان از احداث شبکه زهکشی در اراضی زهدار استقبال مینمودند ولی در مزارعی که عمق آب زیر زمینی در ۱ متری بود و شبکه زهکشی صرفا بخاطر پیش بینی گسترش مسایل در آینده احداث میشد، تمایل کمتری به همکاری داشتند. در هر حال با همکاری مسئولان کارفرما، عملیات زهکشی در منطقه بخاطر استحصال زمین با مشکل قابل ملاحظه ای روبرو نبوده است.

۷- محدودیت برای کشت برنج

یکی از محدودیت هایی که میتوان برای شبکه زهکشی زیر زمینی - به شکلی که در بهبهان اجرا شده است - قایل شد، مسائلی است که برای کشت برنج در اراضی زهکشی شده بوجود میاید. قرارگرفتن زهکش مزرعه در جهت شیب تند زمین و به شکلی که یک خط زهکش قطعات مزرعه را قطع میکند باعث میشود که زمین برنجزار نیز در دوره آبیاری بصورت پیوسته زهکشی شود که استثنائا این زهکشی برای کشت برنج مطلوب نیست و مصرف آب را افزایش خواهد داد. هرچند راه حلهای محدودی برای این مشکل وجود دارد و لی در هر حال آزادی عمل کشاورزان برای صرفه جویی در مصرف آب برنج محدود خواهد بود.

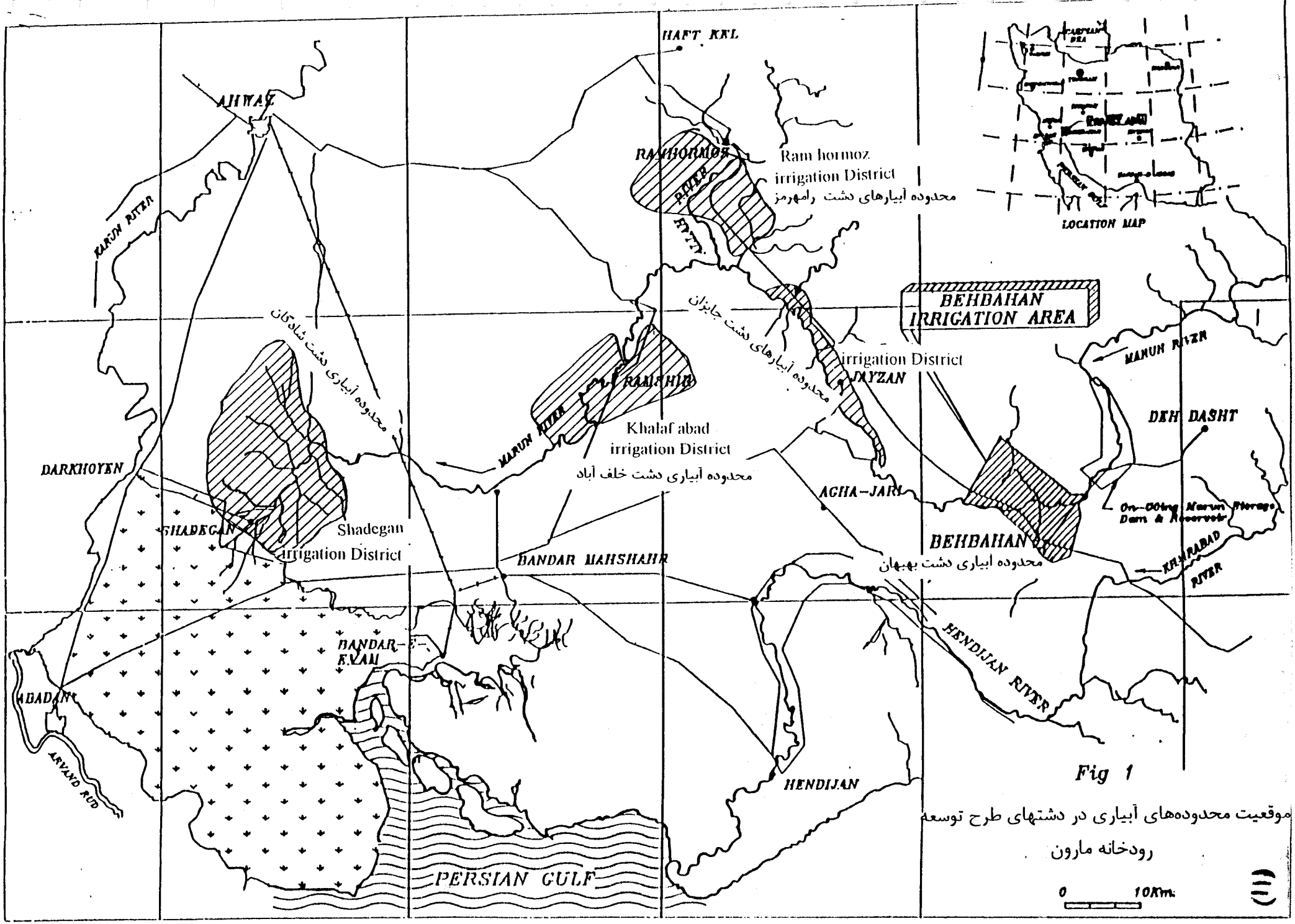
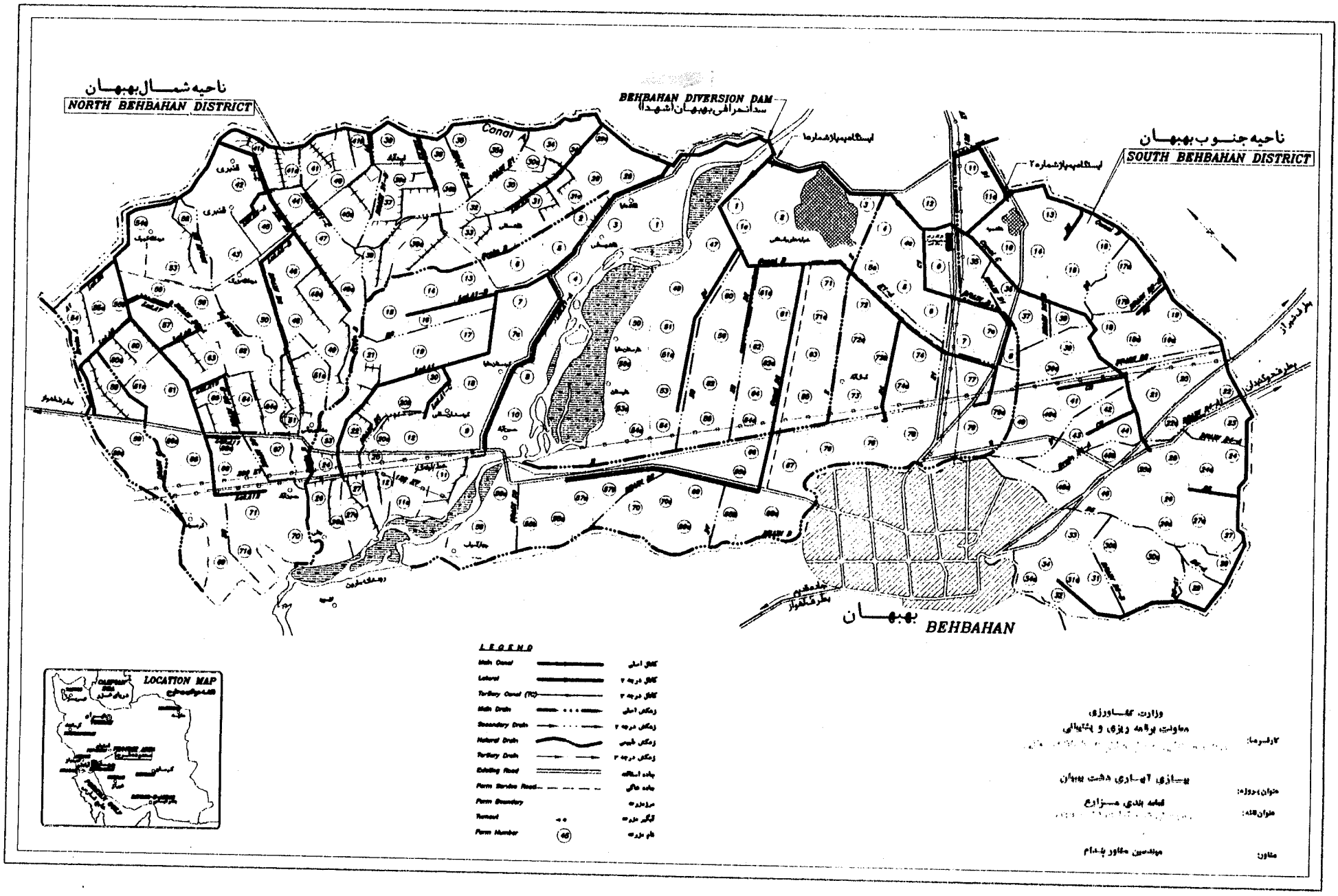
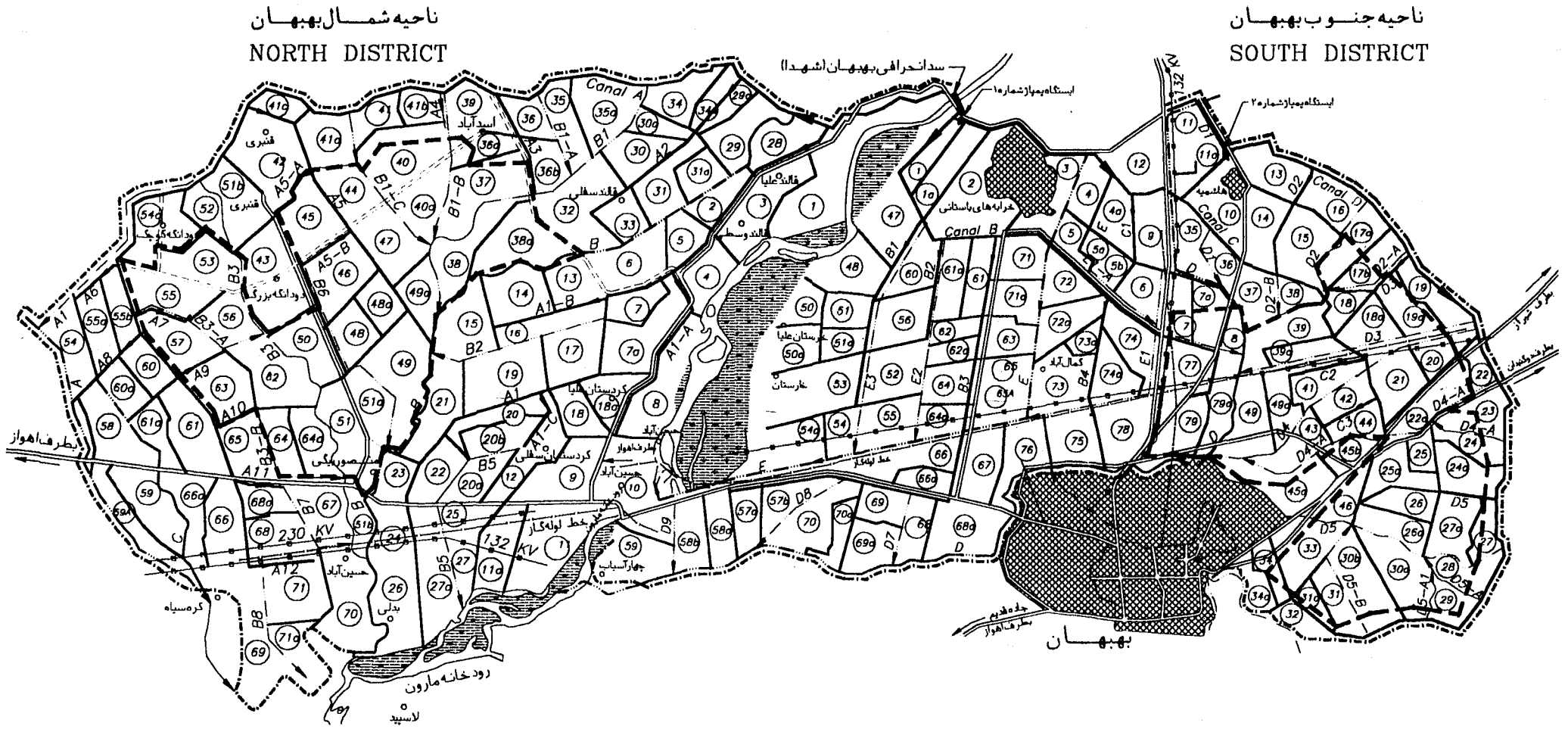


Fig 1

موقعیت محدوده‌های آبیاری در دشتهای طرح توسعه رودخانه مارون


ناحیه شمال بهبهان
NORTH BEHBAHAN DISTRICT
BEHBAHAN DIVERSION DAM
سدانحرافی بهبهان (شهدا)
Canal
ایستگاه پمپاژ شماره ۱
ایستگاه پمپاژ شماره ۲
ناحیه جنوب بهبهان
SOUTH BEHBAHAN DISTRICT
بهبهان
BEHBAHAN
LOCATION MAP
LEGEND
Main Canal
Lateral
Tertiary Canal (TC)
Main Drain
Secondary Drain
Natural Drain
Tertiary Drain
Existing Road
Farm Service Road
Farm Boundary
Turnout
Farm Number
کانال اصلی
کانال درجه ۲
کانال درجه ۳
زهکش اصلی
زهکش درجه ۲
زهکش طبیعی
زهکش درجه ۳
جاده اصلی
جاده خاکی
مرز مزرعه
آبگیر مزرعه
نام مزرعه
وزارت کشاورزی
معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی
کارفرما:
بازسازی آبیاری دشت بهبهان
عنوان پروژه:
لیمه بندی مزارع
عنوان نقشه:
مشاور:
مهندسین مشاور پندام

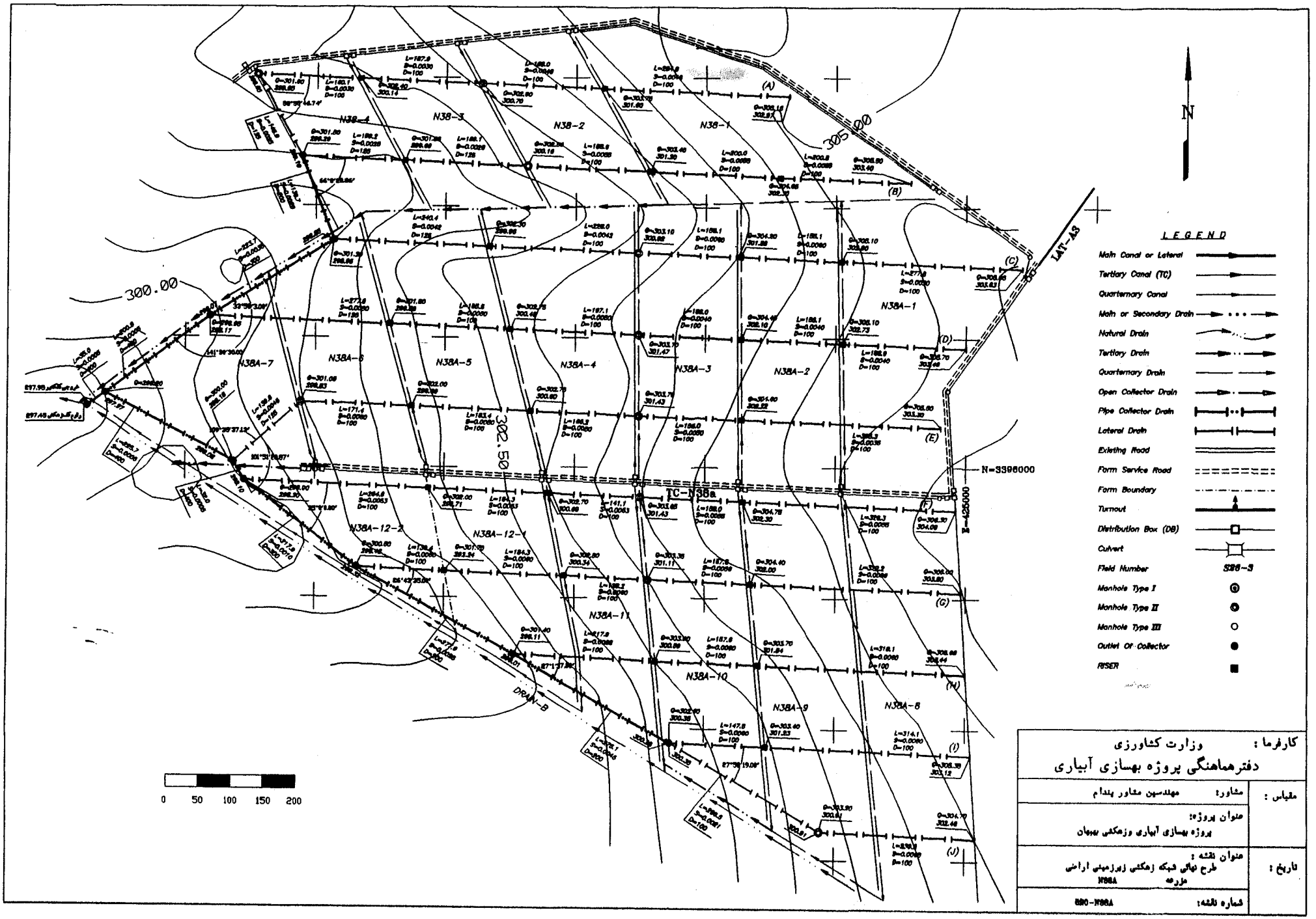


Boundary of Sub Surface Drainage Area — — — — — — محدوده اراضی زهکشی زیرزمینی

Behbahan Irrigation Improvement Projec
Boundary of Subsurface Drainage Area

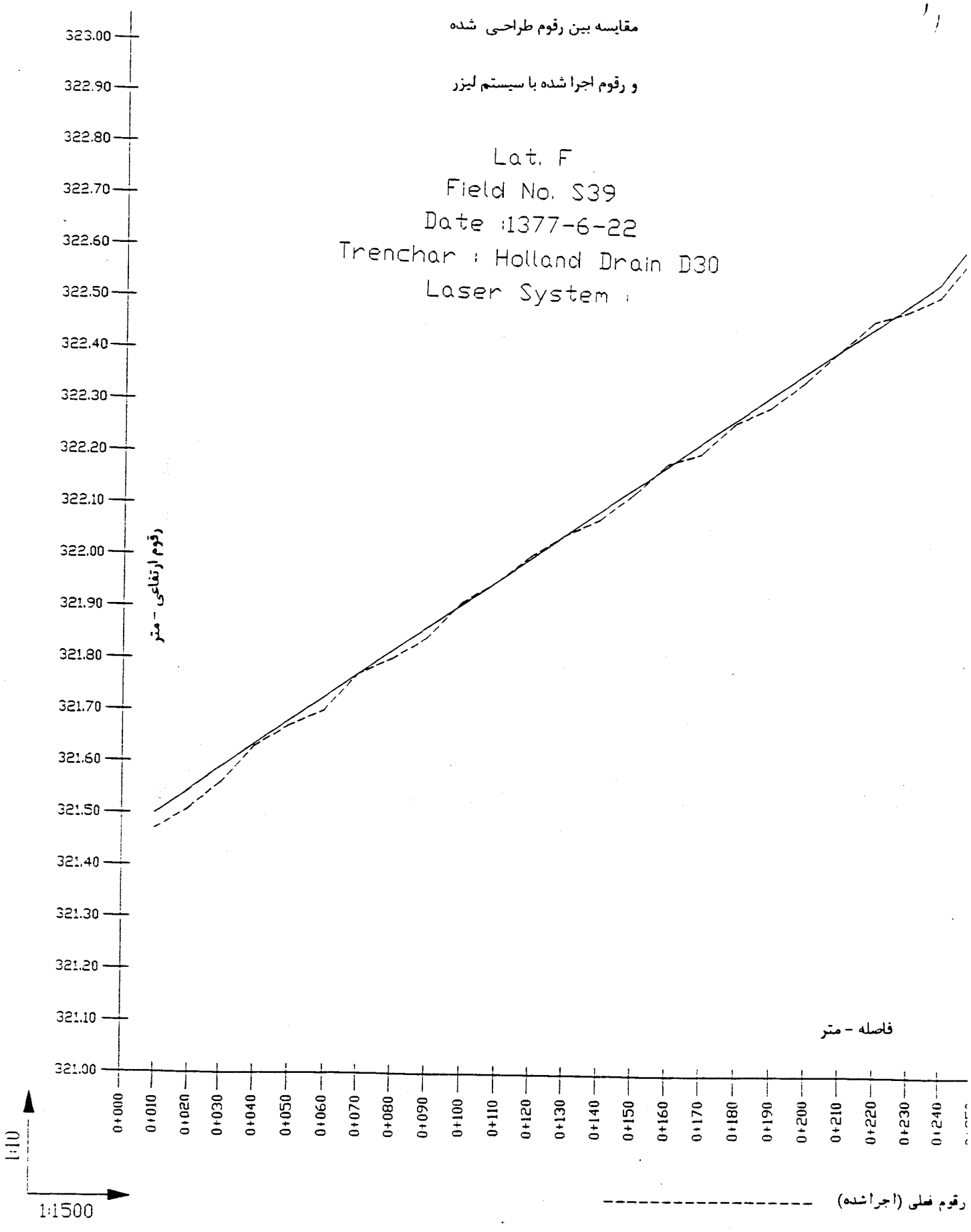
وزارت کشاورزی معاونت امور زیربنائی دفتر هماهنگی پروژه بهسازی آبیاری	کارفرما:
بهسازی آبیاری دشت بهبهان	عنوان پروژه:
محدوده اراضی تحت پوشش شبکه زهکشی زیرزمینی	عنوان نقشه:
مهندسین مشاور پندام	مشاور:

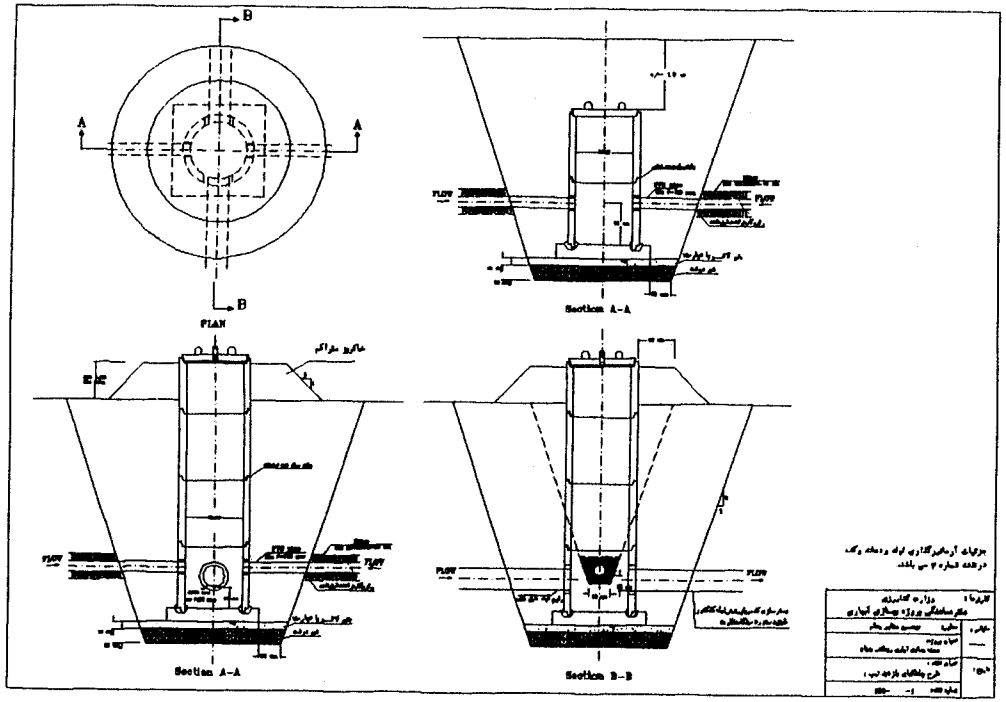
(۱۳)

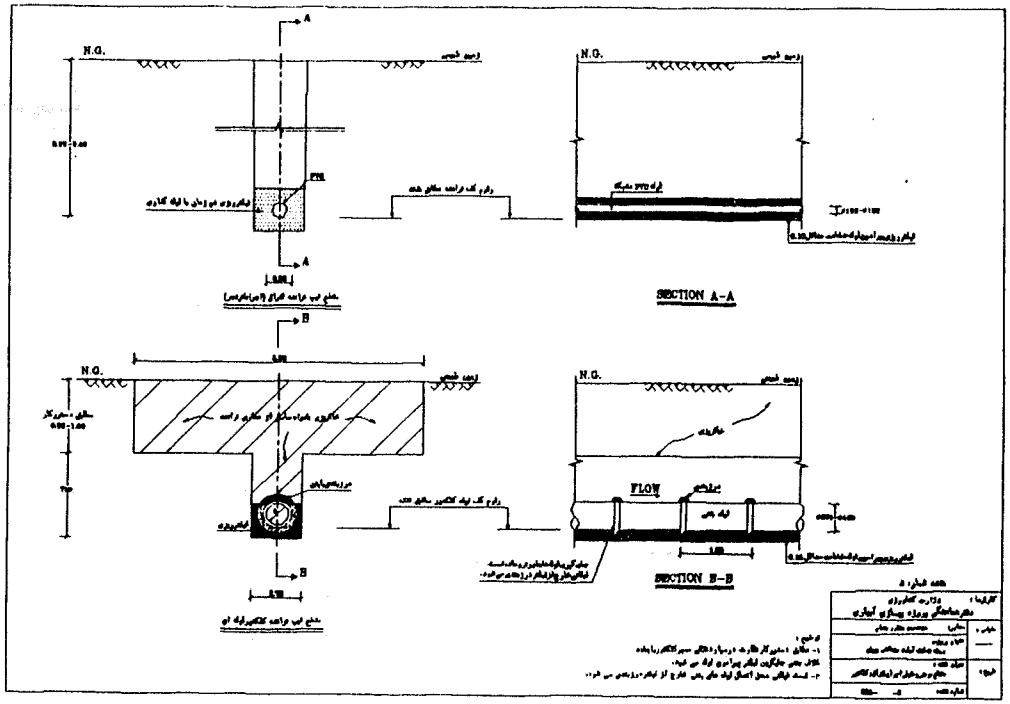

N
LEGEND
Main Canal or Lateral
Tertiary Canal (TC)
Quaternary Canal
Main or Secondary Drain
Natural Drain
Tertiary Drain
Quaternary Drain
Open Collector Drain
Pipe Collector Drain
Lateral Drain
Existing Road
Farm Service Road
Farm Boundary
Turnout
Distribution Box (DB)
Culvert
Field Number
Manhole Type I
Manhole Type II
Manhole Type III
Outlet Of Collector
RISER
LAT-A3
TC-N38a
N=3396000
E=425000
300.00
302.50
305.00
N38-1
N38-2
N38-3
N38-4
N38A-1
N38A-2
N38A-3
N38A-4
N38A-5
N38A-6
N38A-7
N38A-8
N38A-9
N38A-10
N38A-11
N38A-12-1
N38A-12-2
DRAIN-B
0 50 100 150 200
کارفرما : وزارت کشاورزی
دفترهماهنگی پروژه بهسازی آبیاری
مقیاس :
مشاور: مهندسین مشاور پندام
عنوان پروژه:
پروژه بهسازی آبیاری وزهکشی سیمان
تاریخ :
عنوان نقشه :
طرح نهائی شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی
N38A
شماره نقشه: N38A-S80

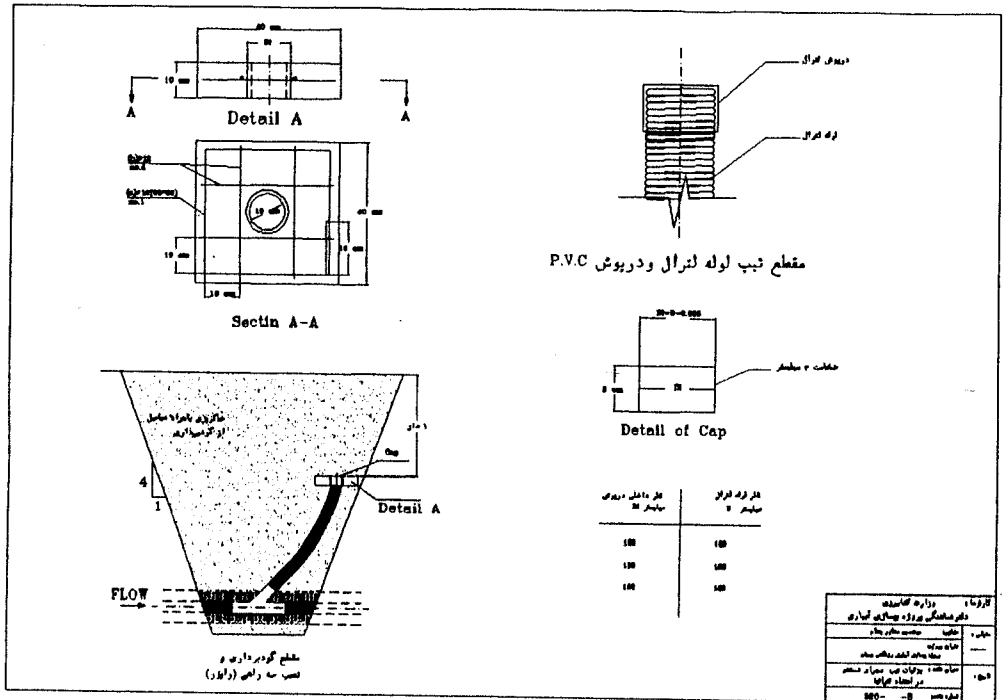
مقایسه بین رقوم طراحی شده

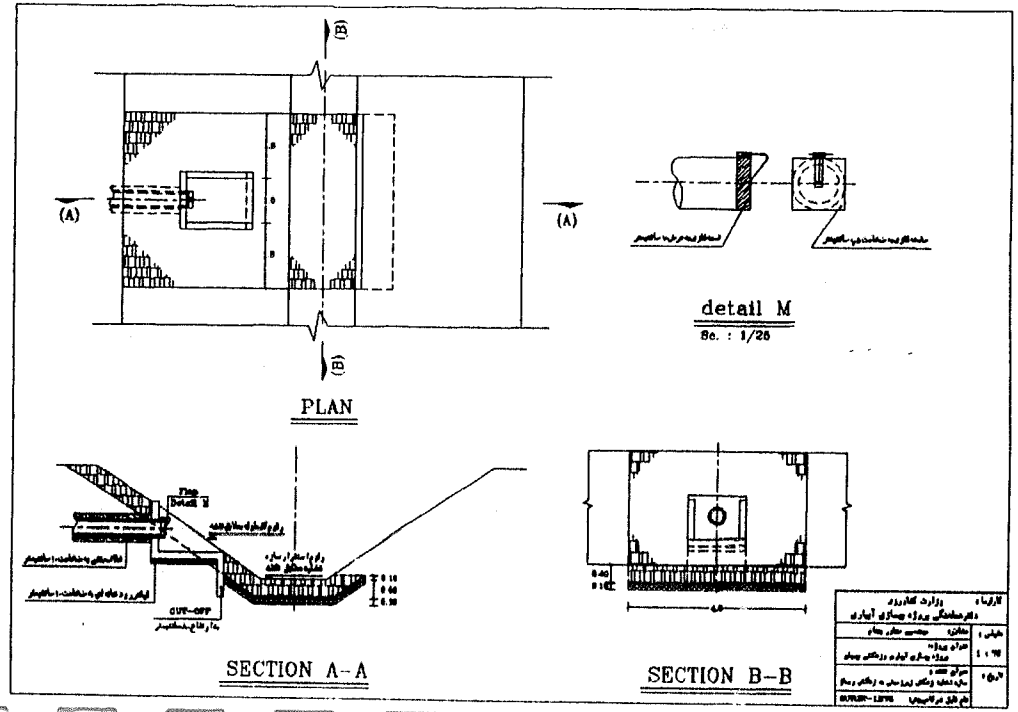
و رقوم اجرا شده با سیستم لیزر




PLAN
Section A-A
Section A-A
Section B-B


N.G.
SECTION A-A
N.G.
FLOW
SECTION B-B


Detail A
Sectin A-A
مقطع تیپ لوله لترال ودریوش P.V.C
Detail of Cap
Detail A
FLOW


PLAN
detail M
Sc. : 1/25
SECTION A-A
SECTION B-B

CONSULTING ENGINEERS

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

پروژه زهکشی بهبهان - منحنی‌های دانه‌بندی شن و ماسه فیلتر

ترنچرهای زهکشی در ایران

اردوان آذری *

گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار

اجرای زهکش‌های زیرزمینی شامل عملیات متفاوتی است که می‌تواند به ترتیب به شرح زیر دسته‌بندی شود:

- حفر ترانشه
- پخش فیلتر در کف ترانشه به عنوان بستر لوله‌های زهکشی
- کارگذاری لوله‌ها
- فیلترریزی در طرفین و روی لوله‌ها
- خاکریزی و پر کردن ترانشه

گرچه انجام عملیات فوق بادست و توسط نیروی کارگر نیز میسر می‌باشد، لیکن از نظر سرعت، دقت و کیفیت اجرا، استفاده از ماشین‌های مخصوص برای این منظور مزیت بلامنازعی داشته و به ویژه در شرایط لجنی و کار در زیر سطح ایستابی و خاک‌های ریزشی، این امر اجتناب‌ناپذیر است. اجرای ماشینی زهکش‌های زیرزمینی می‌تواند به کمک ماشین‌آلات مختلفی صورت گیرد که به طور کلی آنها را می‌توان به ۴ دسته تقسیم کرد:

- بیل‌های مکانیکی[1]
- ترنچرها[2]
- ترنچلس‌ها[3]
- ماشین‌های احداث زهکش‌های لانه‌موشی[4]

بیل‌های مکانیکی به طور متناوب حفاری می‌کنند و سایر عملیات از جمله بسترسازی کف ترانشه و نصب لوله و فیلترریزی باید با دست انجام گیرد. لیکن اجرای عملیات توسط سایر ماشین‌های ذکر شده به صورت پیوسته است.

---

* - عضو گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و مسئول بخش زهکشی و اصلاح اراضی مهندسین مشاور یکم

1- Hydraulic Backhoe

2- Trenchers

3- Trenchlesses

4- Moles

به جز بیل‌های مکانیکی که استفاده‌های دیگری نیز داشته و مختص اجرای زهکش‌های زیرزمینی نمی‌باشند، سایر ماشین‌های یاد شده برای مقاصد زهکشی به کار می‌روند و استفاده از هر کدام از آنها در شرایط معینی صورت می‌گیرد. در ایران برای اجرای زهکش‌های زیرزمینی از ترنچرها استفاده می‌شود و به‌کارگیری دو ماشین دیگر متداول نمی‌باشد.[1]

اولین ماشین ترنچر در اوایل دهه ۱۳۴۰ وارد کشور شده و از آن موقع تا به حال برای اجرای زهکش‌های زیرزمینی ترنچرهای مختلفی با توانایی‌ها و امکانات متفاوت وارد شده و به کار گرفته شده است. اطلاعات مربوط به تجارب حاصل از به کارگیری این ماشین‌ها از طریق انتشار پرسشنامه مخصوصی از سوی گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران جمع‌آوری گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این، به عنوان یک گام اولیه برای شناخت پتانسیل‌های اجرای شبکه زهکش‌های زیرزمینی در کشور و نقاط قوت و ضعف ماشین‌های موجود و همچنین وضعیت آنها از نظر مالکیت و محل استقرار وضع موجود آنها محسوب می‌شود. بی‌تردید این حرکت بایستی با گام‌های بعدی تکمیل گردد. به ویژه دسترسی به همه تجارب موجود در کشور و همه کسانی که به نحوی با ماشین‌های زهکشی سر و کار داشته‌اند، مقدور نبوده است. با این حال سعی شده است مجموعه‌ای از اطلاعات ارائه گردد که براساس آن، توان اجرایی زهکش‌های زیرزمینی در کشور شناسایی شده و موجبات جمع‌آوری و انتقال تجارب پراکنده در نواحی مختلف کشور، فراهم شود و تا ازاین طریق قدم‌های اولیه جهت تدوین استانداردهای مالی ماشین‌های زهکشی مناسب شرایط ایران برداشته شود.

گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ضمن تشکر و سپاسگزاری از کلیه شرکت‌ها، سازمان‌ها و کارشناسان محترم که اطلاعات و تجارب خود را جهت تهیه مدارک اولیه این تحقیق در اختیار این گروه گذاشته‌اند، انتظار دارد که در گام‌های بعدی این تحقیقات نیز هم‌چنان این گروه را از همکاری و یاری بی‌دریغ خود برخوردار سازند.

۱- سوابق استفاده از ماشین در زهکشی

استفاده از ماشین‌های مخصوص به منظور نصب زهکش‌های زیرزمینی از سال‌های دهه ۱۹۴۰ به بعد در جهان متداول گردیده است. [۱] در ابتدا کار این ماشین‌ها عمدتاً حفر ترانشه و بیرون آوردن خاک حاصله بود و عملیات مربوط به لوله‌گذاری، فیلتر ریزی و پر کردن ترانشه‌ها با دست و توسط نیروی کارگر صورت می‌گرفت (شکل شماره ۱). از اواسط دهه ۱۹۵۰ ماشین‌های مخصوص حفر ترانشه و کارگذاری لوله و فیلتر که کلیه

۱- استفاده از ترنچلس‌ها و ماشین‌های احداث زهکش‌های لانه موشی عمدتاً در خاک‌های تکامل یافته و دارای ساختمان خوب و در نواحی بدون مشکل شوری (نظیر سواحل دریای خزر) می‌تواند نتایج رضایتبخشی داشته باشد. انجام تحقیقات و آزمایش‌های موردنیاز در این زمینه می‌تواند در دستورکار مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور قرار گیرد.

عملیات مزبور را به صورت هم‌زمان انجام می‌داد به بازار عرضه شد.[۲] استفاده از این نوع ماشین‌ها به ویژه پس از تولید و عرضه لوله‌های پلاستیکی بیشتر رونق پیدا کرد. البته لوله‌های پلاستیکی ضخیم برای مقاصد زهکشی در سال‌های دهه ۱۹۴۰ عرضه شده بود، لیکن قیمت آنها قابلیت رقابت با لوله‌های سفالی را نداشت.[۱] با این حال در اوایل سال‌های ۱۹۶۰ لوله‌های پلاستیکی نازک (صاف و خرطومی) با قیمت پایین عرضه شد و به این ترتیب عصر جدیدی در روش‌های احداث زهکش‌ها آغاز شد.

از نظر مکانیسم سیستم حفار، در سال‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ ماشین‌های حفاری گردونه‌ای[1] متداول بود لیکن در دهه ۱۹۶۰ این ماشین‌ها جای خود را به ترنچرهای زنجیری دادند که به مثابه تکنولوژی جدیدتری محسوب می‌شدند. این ماشین‌ها قادر بودند ضمن حفر ترانشه به طور هم‌زمان لوله‌های زهکشی سفالی را کارگذاری کرده و روی آن را با خاک حاصل از حفاری بپوشانند. از حدود سال ۱۹۶۵ پس از تولید لوله‌های پلاستیکی نرم خرطومی[2]، ماشین‌های ترنچلس به عنوان یکی از مدرن‌ترین ابزار زهکشی به بازار عرضه شد. وسیله حفار این ماشین‌ها که قبلاً به صورت خیش‌های مخصوص به عنوان دنباله تراکتور چرخ زنجیری یا چرخ لاستیکی و یا حیوان استفاده می‌شد، با انجام تغییراتی، بر روی ماشین‌های قوی به کار گرفته شد به گونه‌ای که تنها با ایجاد یک شکاف باریک در خاک بدون بر هم زدن خاک اطراف، قادر به تعبیه هم‌زمان لوله در عمق خاک گردید[۱]. (شکل شماره ۲)

۲- ویژگی‌های ماشین‌های زهکشی

در حال حاضر ماشین‌هایی که برای اجرای عملیات زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند انواع متنوعی از ترنچرها و ترنچلس‌ها هستند [۷] که شرح مختصری بر ویژگی‌های هر کدام از آنها در زیر ارائه گردیده است.

۲-۱- ترنچرها

ترنچرها شامل ۳ قسمت عملیاتی هستند (شکل شماره ۳):

الف – تراکتور چرخ زنجیری

ب – ادوات حفاری

ج – دنباله مخصوص جهت حفاظت دیواره ترانشه و کارگذاری لوله و فیلتر

این ماشین‌ها از نظر توان کارکرد، متناسب با نیازهای اجرایی زهکشی از تراکتورهای کوچک با عمق حفاری حداکثر ۱ متر (با توان حدود ۱۰۰ اسب بخار) تا ماشین‌های سنگین برای نصب لوله‌های قطور جمع‌کننده در

---

1 - Bucket Wheel Excavator

2 - Corrugated

اعماق حدود ۳/۵ متر (با توان بیش از ۴۰۰ اسب بخار) ساخته و عرضه می‌شوند. به این ترتیب انتخاب ماشین می‌بایستی باتوجه به خصوصیات فنی کار و سازگاری آن با شرایط حفاری و همچنین در نظر گرفتن مسائل اقتصادی صورت گیرد.

ادوات حفاری ترنچرهای امروزی عموماً زنجیر پیوسته است که بر روی آن تیغه‌های حفار نصب شده‌اند. عمق و عرض ترانشه قابل حفر توسط ترنچرهای زنجیری، از طریق جابه‌جایی و تنظیم ادوات حفاری بر روی آن قابل تغییر است. عمق حداکثر حفاری، بسته به نوع ماشین از ۱ تا ۳/۵ متر می‌باشد. گواینکه در سال‌های اخیر ترنچرهای مخصوصی طراحی و عرضه شده‌اند که تا اعماق حدود ۸ متر نیز برای مقاصد خاصی قادر به حفاری هستند [۱۹]. در این ترنچرها زنجیر حفاری نسبت به سطح زمین به طور قائم قرار گرفته و با ادوات هیدرولیکی، عمود بر محور ماشین، حرکت می‌نماید (تقریباً شبیه لیفت تراک‌ها).

عرض ترانشه در ترنچرها معمولاً بین ۱۲ تا ۶۵ سانتی‌متر متغیر است عرض معمول برای نصب زهکش‌های زیرزمینی بین ۲۰ تا ۳۵ سانتی‌متر می‌باشد. توان موتور ترنچرها بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ اسب بخار، وزن آنها بین ۱۰ تا ۵۰ تن و فشار وارد بر خاک بین ۰/۲ تا ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد [۷].

پیش از به‌کارگیری تکنولوژی لیزر، تنظیم شیب و عمق نصب در ترنچرها توسط راننده و از طریق شاخص‌های مخصوصی صورت می‌گرفت. این روش در حال حاضر نیز به کار گرفته می‌شود. لیکن اغلب ترنچرهای جدید مجهز به سیستم کنترل لیزری شیب هستند و از این طریق سرعت کار افزایش و کارآیی نصب بیشتر شده است (شکلهای شماره ۴ و ۵).

لوله‌های پلاستیکی خرطومی برای زهکش‌های زیرزمینی یا به صورت کلاف روی قرقره‌های مخصوص ماشین سوار شده و از طریق ریل‌های مخصوصی به داخل ترانشه هدایت می‌گردند و یا قبلاً در کنار مسیر ترانشه مستقر شده و به هم متصل می‌گردند و سپس توسط ماشین، حین حرکت در امتداد ترانشه، از زمین بلند شده و به ترانشه انتقال یافته و کارگذاری می‌شود. لوله‌های خرطومی قطور (لوله‌های جمع‌کننده) لزوماً به روش اخیر کارگذاری می‌شوند.

ترنچرها می‌توانند برای کارگذاری لوله‌های سفالی و سیمانی نیز به کار روند در این صورت با استفاده از نیروی کارگر، لوله‌ها مرتباً در قیف مخصوص قرار داده می‌شود و با حرکت ماشین به جلو و حفر ترانشه، در کف ترانشه کارگذاری می‌شوند. هم‌چنین در این ماشین‌ها شن و ماسه فیلتری دور لوله‌های زهکشی از طریق یک مخزن ویژه که به یک یا دو قیف مربوط می‌شود، کارگذاری می‌گردد. این در صورتی است که از لوله‌های دارای فیلترهای مصنوعی [۱] استفاده نشود.

راندمان کار و پتانسیل عملکرد این ماشین‌ها به عوامل زیادی از جمله توان آنها و شرایط خاک بستگی دارد. علاوه‌بر آن مشخصات فنی طرح، ابعاد مزرعه، عمق نصب و بالاخره به سازمان‌دهی عملیات اجرایی بر آن

---

۱ - Synthetic

تأثیر دارند. در خاک‌های با بافت متوسط و عمق نصب ۱ تا ۱/۲ متر برای زهکش‌هایی به طول ۲۰۰ متر عملکرد معمولی ماشین حدود ۳۰۰ متر در ساعت است . این مقدار در خاکهای سنگین رسی به ۲۰۰ متر تقلیل پیدا می‌کند. برای ماشینهای بزرگ با عمق کار ۲/۵ تا ۳ متر عملکرد به مراتب کمتر از مقادیر فوق الذکر است [۸]. لازم به ذکر است که ارقام یاد شده عمدتاً برای خاکهای جنگلی و پیت اروپایی مصداق دارد. در شرایط خاک‌های سنگین در مناطق خشک (نظیر ایران) برای نصب زهکش‌ها در عمق حدود ۲ تا ۲/۵ متر، عملکرد ماشین حدود ۶۰ تا ۱۰۰ متر در ساعت است [۱].

معمولاً هر ترنچر به گروه کاری مرکب از ۵ نفر نیازمند است. این گروه عبارتند از اپراتور ماشین، کمک اپراتور (برای راهنمایی مسیر حرکت) و ۳ نفر کارگر که وظیفه آوردن لوله ریختن مواد فیلتری و سایر کارها را بر عهده دارند. به طور کلی نیروی انسانی مورد نیاز در این نوع ماشینها ۱۰ تا ۲۰ نفر - ساعت برای هر ۱۰۰۰ متر طول لوله است (در مقایسه با کار دست که برای همین میزان لوله‌گذاری به ۲۵۰ تا ۳۰۰ نفر - ساعت نیاز است) [۸].

از ابداعاتی که در سال‌های اخیر در ترنچرها به عمل آمده است از جمله افزودن یک تانکر آب متصل به نازل پاششی بر روی تیغه‌های زنجیر می‌باشد که برای ممانعت از چسبیدن خاک به تیغه‌ها در خاک‌های چسبنده به کار می‌رود و در مواردی نیز تیغه‌های خراش‌دهنده به دنباله زنجیرها اضافه می‌گردد و ارتفاع آن به گونه‌ای تنظیم می‌شود تا از لایه‌های مناسب موجود در دیواره ترانشه (اغلب لایه‌های سطحی دارای ساختمان) مقادیری جدا کرده و بر روی لوله‌ها بریزد. در این صورت بقیه ترانشه با خاک حاصل از حفاری پر می‌گردد.

به منظور آشنایی با برخی از انواع ترنچرهایی که در حال حاضر توسط سازنده‌های مختلفی در دنیا ساخته و عرضه می‌شوند، مشخصات فنی تعدادی از ترنچرهای ساخت کشورهای مختلف گردآوری و خلاصه‌ای از آنها در جدول شماره ۱ درج شده است. اطلاعات مندرج در این جدول از کاتالوگ‌های ارائه شده توسط سازنده‌ها اخذ شده است.

۲-۲- ترنچلس‌ها

تکنیک زهکشی با لوله‌های زیرزمینی بدون حفر ترانشه، تکامل فکر پوشش زهکش‌های لانه موشی بوده و قدمت آن به سال ۱۹۶۰ می‌رسد [۳].

ترنچلس‌ها بدون جابه‌جایی خاک و بیرون ریختن آن، به وسیله خیش مخصوصی زمین را شکافته و لوله را در زیر زمین کار می‌گذارند (شکل شماره ۲). این ماشین‌ها در انواع مختلفی ساخته شده و با آنها می‌توان لوله‌های به قطر ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر را نصب کرد[۱]. سرعت کار در این ماشین‌ها بیشتر از ترنچرها بوده (۲ تا ۳

برابر) و از آنها اقتصادی‌ترند. این ماشین‌ها برای کارگذاری لوله‌های پلاستیکی خرطومی به قطر ۶۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر ایده‌آل است. کار کردن در زمین‌های سنگلاخی راحت‌تر است و می‌توان هم‌زمان با کارگذاری لوله، انواع پوشش‌های مصنوعی و یا شن و ماسه‌ای را نیز پیرامون لوله نصب کرد. لیکن کاربرد پوشش‌های شن و ماسه‌ای با ترنچلس‌ها توصیه نمی‌شود چرا که کنترل کیفیت اجرای فیلترها به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد و احتمال مسدود شدن قیف و دشوار بودن تأمین شن و ماسه در سرعت‌های نسبتاً زیاد ماشینی وجود دارد [۸].

توان مورد نیاز این ماشین‌ها با افزایش عمق نصب به شدت افزایش می‌یابد. اما مقدار آن بستگی به نوع و شرایط خاک دارد. مثلاً برای نصب لوله در عمق ۱/۵ متر توان مورد نیاز ۲۰۰ اسب بخار است ، در حالیکه همین لوله اگر در عمق ۲ متری نصب شود به ماشینی با قدرت ۴۵۰ اسب بخار و ۲/۵ متری به ماشینی با قدرت ۷۰۰ اسب بخار نیاز دارد [۱]. امروزه خیش‌های دستگاه برای انطباق با شرایط خاک و عمق نصب زهکش به اشکال مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. خیش‌های L شکل برای خاک‌های پایدار، ماسه‌ای یا سنگریزه‌ای مناسب هستند. خیش‌های V یا ∇ شکل برای خاک‌های یکنواخت و با ساختمان حساس مناسب هستند این نوع خیش‌ها تقریباً هیچ فشاری به خاک تحمیل نمی‌کنند و تنها خاک را بریده و بلند می‌کنند. خیش Y شکل آخرین پدیده از این نوع است و برای احداث زهکش در عمق زیادتر از حدود متعارف به کار می‌رود و آن را می‌توان شکل تغییر یافته‌ای از خیش‌های V شکل محسوب نمود.

پدیده جدیدی که در ترنچلس‌ها در سال‌های اخیر ابداع شده است، به‌کارگیری تیغه‌های لرزان[1] است که از طریق ایجاد ارتعاش با دامنه کوتاه در تیغه خیش حالت سیال‌تری را به خاک می‌دهد و ماشین‌های باتوان کمتر را قادر می‌سازد که کار ماشین‌های بزرگتر را انجام دهد [۱].

1- Vibrating blades

جدول شماره ۱

مشخصات فنی تعدادی از ماشین‌آلات ساخت کشورهای مختلف براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های سازنده

کشور سازنده	کارخانه سازنده	نوع و مدل ماشین	وزن (ton)	مشخصات موتور			مشخصات حفاری			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	فشار وارد بر خاک (Kg/cm^2)
				نوع	قدرت اسمی (HP)	RPM	عرض ترانشه (m)	عمق ترانشه (m)	سرعت زنجیر (m/s)			
هلند	STEENBERGEN HOLBDDRAIN	BSS-375-super spetial	۴۳	مرسدس بنز	۴۴۶	۱۹۰۰	۰/۶۰	۲/۷-۳/۷	۴/۵	۵/۴	هیدرولیکی	
		BSS-300-HD	۳۵	مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۴	۳/۰	۴/۵	۵/۳	هیدرولیکی	
		BSS-300	۲۳/۵	مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۲۵	۲/۵	۰/۸-۴/۵	۵/۱	هیدرولیکی	
		GSS-Super	۲۲	مرسدس بنز	۲۶۵	۲۱۰۰	۰/۲۵-۰/۴	۲/۰-۳/۰	۰/۶۸-۴/۵۸	۵/۱	هیدرولیکی	
		GSS-300 W	۲۳	مرسدس بنز	۲۹۵	۲۳۰۰	۰/۲۴-۰/۴۰	۳/۰	۰/۹-۴/۹۰	۴/۸	هیدرولیکی	۰/۳۳
		BSS-350-TCW		مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۶۵	۲/۵-۳/۵	۱/۲۲-۴/۵	۴/۸	هیدرولیکی	
	STEENBERGEN KLAASWOOL	B-450	۲۵	DEUTZ	۱۶۵	۲۲۰۰	۰/۲۵-۰/۴۰	۳/۵	۰/۳۵-۳/۸	۴/۸	هیدرولیکی	
		B-500	۲۵	DEUTZ	۱۷۵	۲۰۰۰	۰/۲۵-۰/۳۰	۳/۵	۳/۸	۵۰۰	۵/۰	هیدرولیکی
		G/S-5-2555	۱۴	مرسدس بنز OM-355	۱۵۵	۲۰۰۰	۰/۲-۰/۵۰	۱/۸-۲/۵	۰/۶۶-۴/۵		۴/۵	هیدرولیکی
	BARTH HOLLAND	K-171	۱۳	DEUTZ	۲۰۳	۲۱۵۰	۰/۲۳-۰/۲۸	۱/۷۵	۵/۵	۵/۰	مکانیکی	
		K 200	۱۸	DAF			۰/۲۳-۰/۲۸	۲/۰	۴/۷	۴/۵	مکانیکی	۰/۳۴
		D30 HEAVY DUTY	۲۹	مرسدس بنز OM-4424	۳۶۳	۱۹۰۰	۰/۳-۰/۴	۳/۰		۳/۹	مکانیکی	۰/۴۲
		K 250	۲۱	DEUTZ	۲۵۵		۰/۲۶-۰/۵۰	۲/۵			مکانیکی	۰/۳۴

ادامه جدول شماره ۱

مشخصات فنی تعدادی از ماشین‌آلات ساخت کشورهای مختلف براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های سازنده

کشور سازنده	کارخانه سازنده	نوع و مدل ماشین	وزن (ton)	مشخصات موتور			مشخصات حفاری			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	فشار ورود بر خاک (Kg/cm^2)
				نوع	قدرت اسمی (HP)	RPM	عرض ترانشه (m)	عمق ترانشه (m)	سرعت زنجیر (m/s)			
هلند - انگلیس	MASTENBROEK	26/15 H	۱۶/۵	VOLVO TD-100G	۲۷۰		۰/۱۱-۰/۴	۱/۸	۶/۵	۲/۸-۵	هیدرولیکی	
		40/36	۴۲	Cummins KTA19-C	۵۲۵		۰/۳-۰/۸	۱/۸-۴/۰	۴/۲۵	۲/۴-۴/۱	هیدرولیکی	
		15/15 H	۱۲	Volvo TD61A	۱۶۵		۰/۱۱-۰/۴۰	۰/۱۵-۱/۶	۴/۵	۲/۸-۴/۵	هیدرولیکی	
		60/80	۴۸	Cummins	۷۰۰	۲۱۰۰	۰/۲۸	۲/۵-۸/۰		۲/۲-۴/۶	هیدرولیکی	
آمریکا-آلمان	VERMER	T-800A		GM6V-53	۱۹۳	۲۵۵۰	۰/۹۰	۲/۴-۳/۶			هیدرولیکی	
		T-800B	۲۱/۷	GM6V-53	۱۹۵		۰/۳۱-۰/۹۱	۲/۴۴-۳/۶۶		۷	مکانیکی هیدرولیکی	
آلمان	HOES	SD-130	۸/۹	Ford Tw-10	۱۲۷	۲۳۰۰	۰/۱۳	۱/۷۵	۰/۷۲-۴/۳۳		مکانیکی	۰/۲۹
		Gigant-685	۱۳/۴۵	DEUTZ	۲۲۴	۲۳۰۰	۰/۱۲۵-۰/۲۹	۰/۵-۲/۵	۱/۰۵-۵/۷۵	۵/۰	مکانیکی	۰/۲۶
		Super Gigant 522	۱۵/۵	DEUTZ	۲۶۷	۲۳۰۰	۰/۲۳-۰/۴۵	۱/۳-۳/۵	۱/۰۴-۵/۶۹	۴/۲	مکانیکی	۰/۳۴
		Super Gigant 525	۲۲	DEUTZ	۳۲۰	۲۱۰۰	۰/۲۶-۰/۶۰	۲/۸	۶			۰/۲۵
امریکا	TRENCOR-JETCO	1030-D	۲۲/۷	کارترپیلار 3406-B	۴۰۲	۲۱۰۰	۰/۳۵	۳			مکانیکی	۰/۳۲
هلند	INTER-DRAIN	3035-HT	۲۴	VOLVO TWD-1211P	۴۲۲	۱۹۰۰	۰/۱۳-۰/۵۵	۲/۱-۴/۵	۶	۶	هیدرولیکی	۰/۳۱
		3035-T	۲۴	VOLVO TWD-121G	۳۵۰	-	۰/۲-۰/۶	۲/۱-۳/۰	۶/۱۵	۶	مکانیکی	۰/۳۱
		2028-HT	۱۷	VOLVO TD-121G	۳۵۰	۲۱۰۰	۰/۱۳-۰/۵۰	۲/۰-۳/۶۰	۶	۶	هیدرولیکی	۰/۳۱

۳- سوابق استفاده از ماشین‌های زهکشی در ایران

احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی نوین، اولین بار در دهه‌ی ۱۳۱۰ در نواحی جنوبی کشور (بوشهر و خوزستان) صورت گرفته است. سوابق اولین کاربرد ماشین در احداث زهکش‌های روباز به حدود سال‌های ۱۳۳۵ در اراضی شاوور خوزستان بر می‌گردد که در چارچوب اصل چهار ترومن پس از جنگ جهانی دوم به انجام رسیده است. زهکشی زیرزمینی با استفاده از لوله‌های سفالی (تنبوشه)، ابتدا در مقیاس کوچک (حدود ۵۰۰ هکتار) در سال‌های ۴۲-۱۳۴۱ در اراضی باغ کشاورزی اهواز (محل فعلی دانشگاه جندی شاپور در ملاثانی) اجرا شد که در آن از نیروی کارگر استفاده به عمل آمد.

در حدود سال‌های ۱۳۴۰ به بعد یک دستگاه ترنچر (موسوم به ترنچ لاینر) با مارک بارت یا جان آلن برای مقاصد تحقیقاتی توسط مهندسی زراعی خوزستان وارد ایران شد. این دستگاه کوچک قادر به حفاری تا عمق حداکثر ۲ متر و عرض ۵۰ سانتی‌متر بود که در مزرعه نمونه مهندسی زراعی خوزستان مورد استفاده قرار گرفت.

اولین طرح زهکشی زیرزمینی به طور گسترده ابتدا در سطحی به وسعت ۲۵۰۰ هکتار از اراضی کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه خوزستان به انجام رسید. کار نصب زهکش‌ها با استفاده از ۳ دستگاه ترنچر با مارک "پارسونز"[1] ساخت امریکا انجام یافت (شکل شماره ۶). این ماشین‌ها از نوع ابتدایی ترنچرهای چرخ زنجیری بود که تنها کار حفر ترانشه و بیرون ریختن خاک از آن را انجام می‌داد. وسیله حفار این ماشین، زنجیری[2] و عمق حداکثر حفاری آن حدود ۳ متر و عرض ترانشه حاصله حدود ۸۰-۷۰ سانتی‌متر بود. نصب لوله‌های زهکشی (تنبوشه‌ها) از طریق نیروی کارگر و در داخل ترانشه حفاری شده صورت می‌گرفت و پس از ریختن شن و ماسه فیلتری در زیر و بالای لوله، ترانشه توسط گریدر پر می‌شد (شکل شماره ۷) وسعت اراضی که در طرح نیشکر هفت‌تپه تحت عملیات زهکشی قرار گرفت نهایتاً به ۱۱۰۰۰ هکتار بالغ گردید.

پس از طرح نیشکر هفت‌تپه، از سال ۱۳۵۵ عملیات زهکشی زیرزمینی در سطح گسترده در کشت و صنعت کارون انجام گرفت که ابتدا در ۶۰۰۰ هکتار با استفاده از ۱۳ دستگاه ترنچر با مارک Koering ساخت امریکا زهکش‌های زیرزمینی احداث گردیدند. بعدها ترنچرهای نوع Barth Holland نیز در این طرح بکار رفت. وسعت اراضی تحت زهکشی در این طرح تا سال ۱۳۶۸ به ۲۴۰۰۰ هکتار بالغ گردید. تا قبل از انقلاب اسلامی به جز دو طرح یاد شده، در سال‌های حدود ۵۴-۱۳۵۳ شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی آبخور سد وشمگیر و مزرعه نمونه ارتش در دشت گرگان با استفاده (Barth Holland) توسط پیمانکاران داخلی اجرا گردید.

1- PARRSONS

۲ - Lader Type

پس از انقلاب اسلامی، طرح‌های زهکشی در مناطق دشت‌های مغان و دالکی نیز به انجام رسیده است که در آنها هم از همان ماشین‌آلات ذکر شده استفاده به عمل آمده است و بالاخره در سال‌های اخیر در طرح‌های هفت‌گانه توسعه نیشکر و صنایع جانبی و طرح نیشکر میان‌آب در خوزستان و نیز طرح‌های زهکشی زابل و بهبهان و طرح اکالیپتوس در شمال خرمشهر از ماشین‌آلات زهکشی با مارک‌های مختلف به طور گسترده‌ای استفاده گردیده است.

به طورکلی بیشترین شبکه زهکشی زیرزمینی در ایران در حال حاضر در خوزستان اجرا شده است و وسعت آن بالغ بر ۱۰۰ هزار هکتار می‌گردد که بخش عظیمی از آن در سال‌های اخیر و در طرح توسعه نیشکر به انجام رسیده است و از این رو بیشتر ماشین‌آلات زهکشی نیز در آنجا به کار گرفته شده و در همان جا نیز مستقرند. همچنین در طرح‌های توسعه آینده کشور نیز انتظار می‌رود شبکه‌های گسترده زهکشی زیرزمینی هم‌چنان در استان خوزستان به انجام برسد و این استان حجم عظیمی از تجارب، ماشین‌آلات و مصالح زهکشی را به خود اختصاص دهد.

۴- جمع‌آوری اطلاعات ترنچرهای موجود در ایران

موضوع تهیه پرسشنامه و جمع‌آوری اطلاعات ترنچرهای موجود در ایران در سال ۱۳۷۴ در برنامه‌های گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران گنجانیده شد که طی آن به موازات برنامه تهیه شناسنامه شبکه‌های زهکشی احداث شده در کشور، اهدافی به شرح زیر تعقیب می‌شد:

- تهیه بانک اطلاعاتی ماشین‌آلات زهکشی به منظور اطلاع از پتانسیل‌های اجرایی موجود در کشور و مشخصات ماشین‌های موجود.
- جمع‌آوری تجارب و اطلاعات کاربران ماشین‌ها در زمینه عملکرد ترنچرها تحت شرایط گوناگون، شناخت نقاط قوت و ضعف آنها و در صورت امکان ارائه توصیه‌های لازم جهت انتخاب ماشین بهتر با مشخصات سازگار با شرایط اقلیمی و محیطی کشور ما
- اطلاع از توزیع جغرافیایی ترنچرها و نیز اطلاع از نوع مالکیت آنها (خصوصی و دولتی)
- اطلاع از آمادگی به کار ترنچرهای موجود در مقایسه با ترنچر نو و برآورد مجموع باقی‌مانده عمر مفید آنها
- جمع‌آوری، تدوین و انتقال هرگونه تجربه مفید از به‌کارگیری انواع ترنچرها در اجرای زهکش‌های زیرزمینی جهت بهبود روش‌های اجرا در چارچوب اهداف و وظایف کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر از سوی این گروه کار، پرسشنامه‌هایی تهیه و به کلیه ارگان‌ها، پیمانکاران و سازمان‌هایی که احتمال داده می‌شد که ماشین‌هایی از این نوع در اختیار داشته باشند ارسال گردید، تا پس از تکمیل اطلاعات مربوطه عودت گردد. در این پرسش‌نامه‌ها اطلاعاتی از قبیل مشخصات فنی و عمومی ماشین‌ها، عملکرد آنها در شرایط مختلف و عملیات موردنیاز سرویس و نگهداری آنها درخواست شده بود. گرچه گروه‌کار در نظر داشت برای کلیه ماشین‌های موجود در کشور، هریک، یک پرسش‌نامه به مثابه شناسنامه آن تهیه و ارسال گردد، ولی در این کار موفق نبود و تعدادی از پیمانکاران و شرکت‌های خصوصی و دولتی که ترنچر در اختیار دارند، فقط در مورد بعضی از این ماشین‌ها اطلاعاتی ارسال کردند.

در ادامه این کار به منظور تکمیل اطلاعات موردنیاز جدولی تهیه شد و مجدداً به کلیه شرکت‌ها و پیمانکاران دولتی و خصوصی ذیربط ارسال گردید که در آن اطلاعات خلاصه‌ای از ترنچرهای در اختیار آنها درج شود. ازجمله اطلاعات درخواستی نوع و مدل ماشین، سال ساخت، سال شروع به کار، میزان کارکرد، درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو، محل استقرار و هم‌چنین طرح‌های زهکشی استفاده شده بود.

با دریافت جداول تکمیل شده از شرکت‌ها و سازمان‌های مربوطه اطلاعاتی از نظر پتانسیل‌های موجود اجرای شبکه زهکشی زیرزمینی در کشور حاصل گردید که دستیابی به برخی از اهداف فوق‌الذکر را امکانپذیر ساخت.

۵- نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌هاو جداول ترنچرهای موجود در کشور

اطلاعات مندرج در پرسشنامه‌ها و جداول ترنچرها مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن بشرح زیر ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است که این بررسی شامل ترنچرهای موجود در شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه، کارون و میان‌آب نمی‌گردد چرا که ماشین‌های زهکشی موجود در این شرکت‌ها اختصاصاً برای‌عملیات اجرایی و ترمیمی در اراضی این شرکت‌ها استفاده می‌شود. هم‌چنین از نظر زمانی این بررسی مربوط به اول سال ۱۳۷۷ می‌باشد.

۵-۱- مشخصات عمومی ترنچرهای موجود در کشور و مالکیت آنها

جدول شماره ۲ بخشی از اطلاعات استخراج شده از پرسش‌نامه‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول اطلاعاتی از هر یک از ترنچرهای موجود در کشور و مالکیت آنها و نیز میزان آمادگی به کار و محل استقرار آن درج شده است.

اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که به طورکلی در اول سال ۱۳۷۷، ۴۱ دستگاه ترنچر در کشور موجود بوده است که آمادگی به کار آنها بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد گزارش گردیده است.

ایـن تـعداد تـرنچر از سـازندگان مـختلفی تـهیه شـده است کـه شـامل مـارک‌های Barth-D30 , Steebnergen-B.V, Holladdrain-GSS, Trencor Jetco 1030D, Inter Drain 3035-HT است. شکلهای شماره ۸ تا ۱۰ نمای ظاهری ترنچرهای موجود در کشور را نشان می‌دهد. بیشترین تعداد ترنچر را شرکت خدمات مهندسی آب و خاک به تعداد ۱۵ دستگاه با مـدل‌های مـختلف داشـته است. شـرکت‌های خصوصی شوسه، گسترش کارآب، عمران و راه‌سازی ایران، سلمان قدر، پانیر، لوزان و شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی (دولتی) نیز هریک ، ۳ تا ۵ دستگاه ترنچر در اختیار داشته‌اند. ماشین‌هایی که کارآیـی آنـها ۱۰۰٪ گزارش شده است، ماشین‌های نویی بوده‌اند که در زمان تهیه اطلاعات تازه وارد کشور شده بودند. البته میزان آمادگی به کار ماشین‌ها توسط خود شرکت‌های مالک ترنچر اعلام شده‌است. از نـظر سـال سـاخت، قدیمی‌ترین ماشین‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۵۱ (۱۹۷۳) و جدیدترین آنها مربوط بـه سـال ۱۳۷۵ (۱۹۹۷) می‌باشد.

بیشترین تعداد ماشین‌ها در خلال سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳ وارد کشور شده‌اند که عمدتاً توسط شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی تهیه و بیشتر آنها در اختیار پیمانکاران طرح نیشکر قرار گرفته و عملیات اجرایی این طرح توسط این ماشین‌ها به انـجام رسـیده است. بـر اسـاس اطـلاعات ارسـالی، ایـن شـرکت مـجموعاً ۲۵دستگاه ترنچر خریداری کرده است که ۱۰ دستگاه آن از Inter Drain و ۱۵ دستگاه Trencor - Jetco بوده است، از این ماشین‌ها ۲۰ دستگاه در اختیار پیمانکاران گذاشته شده و ۵ دستگاه در اختیار خود شرکت قرار داشته است.

از نظر محل استقرار ماشین‌ها در سال ۱۳۷۶، ۳۱ دستگاه در اهواز، ۲ دسـتگاه در زابـل، ۲ دسـتگاه در بهبهان، ۳ دستگاه در دالکی (بوشهر) ۱ دستگاه در شیراز و ۲ دستگاه در ساری مستقر بوده‌اند.

خلاصه‌ای از اطلاعات جدول شماره ۲ در جدول شماره ۳ درج شده است بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول بیشترین تعداد ترنچر موجود در کشور ترنچرهای Trencor - Jetco به تعداد ۲۵ دستگاه و پس از آن Inter Drain به تعداد ۱۳ دستگاه و سپس Barth Holland به تعداد ۱۱ دستگاه می‌باشد. از کمپانی‌های Holland drain و Steenbergen هرکدام یک دستگاه موجود بوده است.

در این جدول توزیع مالکیت هریک از این ماشین‌ها نیز درج شده است هم‌چنین از ۴۱ دستگاه موجود ۱۰ دستگاه در حد ۱۰۰ درصد و ۲۱ دستگاه در حد ۷۵ درصد و ۹ دستگاه تا ۵۰ درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو دارند. شایان ذکر است که تعیین درصد آمادگی به کار این ماشینها کاملاً نظری بوده و به منظور ارائه تصویر کلی از وضعیت فنی موجود این ترنچرها درج شده است.

جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در کشور و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷*

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به‌کار	میزان کارکرد (ساعت) ۱۳۷۶	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۵۵۰۰	طرح‌های زهکشی مغان و زابل	٪۶۰	زابل	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۵۰۰۰	طرح‌های زهکشی مغان و زابل	٪۶۰	زابل	هلند	
	Hollanddrain	۱۳۶۲	۱۳۶۴	۸۰۰۰	شهرک صنعتی رامجرد- شهر خاص و غیره	٪۴۰	فارس	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۶	-	صفر	بهبهان	٪۱۰۰	بهبهان	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۴۵۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۷۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۴۲۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۷۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	طرح نیشکر میان‌آب	٪۱۰۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	-	٪۱۰۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	-	٪۱۰۰	اهواز	هلند	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود درکشور و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور	Barth-D30	۱۳۷۵	-	-	-	٪۱۰۰	بهبهان	هلند	
	Trencor-Jetco 1030D	۱۳۷۱	۱۳۷۵	۸۰۰	طرح نیشکر میرزاکوچک‌خان	٪۸۵	اهواز		از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Trencor-Jetco 1030D	۱۳۷۱	۱۳۷۵	۸۵۰	طرح نیشکر میرزاکوچک‌خان	٪۸۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است.
شرکت ساختمانی شوسه	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت گرگان	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت گرگان و مزرعه نمونه ارتش	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت مغان	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت دالکی	٪۷۵	ساری	هلند	
	Steenbergen B.V.	۱۳۵۴	۱۳۵۵	-	طرح زهکشی دشت مغان	-	-	هلند	
شرکت گسترش کارآب	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات پیمان طرح نیشکر دعبل خزایی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان‌های موردنظر، در مالکیت شرکت کارآب قرار خواهد گرفت.
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در ایران و مشخصات آنها و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به‌کار	میزان کارکرد تا نیمه ۱۳۷۶ (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت عمران و راه‌سازی ایران	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	٪۷۰	اهواز	هلند	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح شعیبیه از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان‌های موردنظر در مالکیت شرکت عمران و راه‌سازی ایران قرار خواهد گرفت.
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	٪۷۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	٪۷۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	٪۷۰	اهواز	هلند	
شرکت سلمان قدر	Trencor-Jetco 1030	۱۳۷۲	۱۳۷۵	۲۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۹۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح شعیبیه از شرکت توسعه نیشکرو صنایع‌جانبی‌دریافت شده و پس ازخاتمه‌عملیات‌اجرایی‌پیمان‌های مورد نظر درمالکیت‌شرکت‌عمران‌وراه‌سازی‌ایران‌قرار خواهدگرفت.
	Trencor-Jetco 1030	۱۳۷۲	۱۳۷۵	۲۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۹۰	اهواز	امریکا	
شرکت پانیز	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	٪۸۰	اهواز	اهواز	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح سلمان فارسی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان موردنظر در مالکیت شرکت پانیز قرار خواهدگرفت.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	٪۸۰	اهواز	اهواز	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	٪۸۰	اهواز	اهواز	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	٪۸۰	اهواز	اهواز	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در ایران و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت لوزان	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح نیشکر فارابی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان موردنظر در مالکیت شرکت لوزان قرار خواهد گرفت.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-	فعلا استفاده‌ای از آنهانشده است	٪۱۰۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها در طرح‌های هفت‌گانه نیشکر و در مراحل اجرایی و بهره‌برداری مورد استفاده قرار خواهد گرفت. شرکت توسعه نیشکر ۲۵ دستگاه ترنچر خریداری کرده است (۱۰ دستگاه انیتردرین و ۱۵ دستگاه جنکو) که ۲۰ دستگاه از آن به شرح فوق در اختیار پیمانکاران طرح‌های نیشکر قرار داده شده و ۵ دستگاه هم‌چنان در اختیار شرکت است.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	

* درصد آمادگی به کار ترنچر بر اساس اعلام مالکین آنها درج شده است .

۵-۲- مشخصات فنی ترنچرهای موجود در کشور

اطلاعات مربوط به مشخصات فنی ترنچرهای موجود در کشور در جدول شماره ۴ ارائه گردیده است. این جدول طبق اظهار مدیران فنی شرکت‌های دارنده ماشین‌های مذکور و بر اساس اطلاعات سازنده‌های این ماشین‌ها از طریق پرسش‌نامه‌های یاد شده به دست آمده است.

در این جدول توان موتور، مشخصات هندسی و حفاری ترنچرها و نیز وزن، فشار وارد بر خاک و سیستم کنترل شیب آنها درج شده است. از نظر قدرت اسمی، بالاترین توان برای ماشینهای Inter Drain با ۴۲۲ اسب‌بخار اعلام شده است. این رقم در کاتالوگ این ماشین برای مدل 3035-HT ذکر شده است. مدل دیگری از همین سری به شماره 3035-T در کاتالوگها دارای توان اسمی ۳۵۰ اسب‌بخار است که در ایران موجود نمی‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی‌های موجود بروی ترنچرها در منابع علمی، ترنچرهای با قدرت بیش از ۴۲۰ اسب‌بخار در گروه IV و برای حفاری تا اعماق بیشتر از ۳/۵ متر طبقه‌بندی شده‌اند [۱]. در حالیکه در کشور ما عمق نصب زهکشها بندرت از ۲/۵ متر فراتر می‌رود و عموماً تا ۲/۲ متر می‌باشد. توان اسمی ترنچرهای Trencor Jetco مدل 1030-D (مدل موجود در ایران)، ۴۰۲ اسب‌بخار و ترنچرهای Barth-D30 (Heavy Duty) برابر با ۳۶۳ اسب بخار اعلام شده است. ترنچر Steenbergen -GSS با توان اسمی ۲۰۰ اسب‌بخار در پرسشنامه مربوطه ماشین ضعیفی عنوان شده‌است که قادر نیست بیش از ۱/۹ متر حفاری انجام دهد.

بجز ترنچر Steenbergen ، ۳ مدل ترنچر فوق‌الذکر ۳۹ دستگاه از ۴۱ دستگاه موجود در کشور (۹۵ درصد) را تشکیل می‌دهند که در نواحی مختلف کشور در طرحهای زهکشی از آنها استفاده شده‌است.

به نظر می‌رسد در حال حاضر برای اظهار نظر قاطعی در زمینه مناسبترین توان اسمی ترنچر برای شرایط خاکهای ایران و مشخصات فنی طرحهای زهکشی در کشور، تجارب مدون کافی وجود نداشته باشد، لیکن بر اساس تجارب موجود از عملکرد این ماشینها، حداقل توان اسمی این ۳ مدل (۳۶۰ اسب بخار) می‌تواند یک حداقل توان مورد نیاز برای ترنچرها در خاکهای ایران محسوب شود. در عین حال با توجه به قیمت زیاد ترنچرها (حدود ۳۵۰/۰۰۰ دلار) و افزایش آن متناسب با افزایش توان ماشین، برای تعیین توان بهینه مورد نیاز ترنچرها در شرایط کشور ما که ملاحظات فنی و اقتصادی را نیز شامل گردد، انجام تحقیق، بررسی و مقایسه بین ترنچرهای موجود و مدلهای مناسب متحمل دیگر می‌تواند بسیار سودمند بوده و با توجه به تنگناهای ارزی کشور و محدودیت توان مالی پیمانکاران بخش خصوصی، ضروری می‌باشد.

بر اساس مندرجات جدول شماره ۴، با توجه توان اسمی ترنچرهای موجود، می‌توان گفت که به طور نظری در حال حاضر در کشور پتانسیلی به میزان بیش از ۱۶/۰۰۰ اسب‌بخار (اسمی) موجود است که شامل ۴۱ دستگاه ترنچر با قدرت اسمی متوسط ۳۹۰ اسب‌بخار می‌گردد.

جدول شماره ۳

ترنچرهای موجود در ایران در اول سال ۱۳۷۷)

نوع ترنچر و مدل آن	جمع تعداد موجود در کشور (دستگاه)	نام مالک ماشین	تعداد موجود (دستگاه)	تعداد دستگاه‌ها با درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو**			
				٪۱۰۰	تا ٪۷۵	تا ٪۵۰	کمتر از ٪۵۰
Barth - D30	۱۱	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک کشور	۷	۲	-	۵	-
		شرکت ساختمانی شوسه	۴	-	۴	-	-
Interdrain - 3035 - HT	۱۳	شرکت‌خدمات‌مهندسی آب و خاک کشور	۵	۳	۲	-	-
		شرکت گسترش کارآب	۴	-	-	۴	-
		شرکت عمران و راهسازی ایران	۴	-	۴	-	-
Trencor - Jetco 1030D	۱۵	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک کشور	۲	-	۲	-	-
		شرکت سلمان قدر	۲	-	۲	-	-
		شرکت پانیر	۳	-	۳	-	-
		شرکت لوزان	۳	-	۳	-	-
		شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی	۵	۵	-	-	-
Hollanddrain - GSS	۱	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک‌کشور	۱	-	-	-	۱
Steenbergen B.V.	۱	شرکت ساختمانی شوسه	۱	-	۱	-	-
جمع			۴۱	۱۰	۲۱	۹	۱

* این جدول ترنچرهای در اختیار شرکتهای کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه، کارون و میان آب را شامل نمی‌گردد.

** بر اساس درصدهای اعلام شده توسط مالکین ترنچرها

۵-۳- عملکرد ترنچرهای زهکشی موجود در کشور

عملکرد خالص ترنچرها بستگی به عمق نصب زهکش‌ها، نوع خاک، ابعاد مزرعه، شرایط آب و هوایی و نهایتاً به مدیریت و سازماندهی عملیات دارد. به این ترتیب ارقام گزارش شده برای عملکرد دستگاه‌ها می‌بایستی باتوجه به شرایط گوناگون بهره‌برداری و آنچه که فوقاً ذکر شد، در نظر گرفته شود. جدول شماره ۵ خلاصه اطلاعات مربوط به عملکرد دستگاه‌ها در شرایط مورد نظر را نشان می‌دهد.

بر اساس ارقام مندرج در این جدول عملکرد ترنچرهای موجود برای حفاری تا به عمق ۲ تا ۲/۵ متر و باعرض ترانشه ۰/۳۳ تا ۰/۵ متر بسته به بافت خاکها بین ۴۰ تا ۱۶۰ متر در ساعت گزارش شده است. البته ارقام ارائه شده قطعی نیستند و مبتنی بر بررسی متمرکز کارگاهی نبوده و براساس اعلام‌نظر کاربران ثبت شده است. با این حال هم تجارب موجود از نقاط مختلف کشور و هم اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه‌های موردنظر نشان می‌دهد که در یک جمع‌بندی کلی می‌توان عملکرد ماشین‌های زهکشی با قدرت معمول حدود ۳۶۰اسب بخار را برای خاک‌های سبک، متوسط و سنگین برای کشور ما به طور میانگین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ متر در ساعت در نظر گرفت. البته ارقام ذکر شده، رقم خالص عملکرد بوده و در حین اجرا با توجه به افت‌های زمانی ناشی از مدیریت و برنامه‌ریزی اجرا، تعمیرات و مشخصات فنی طرح ، ارقام عملکرد ، کمتر از آنچه که در فوق ذکر شده ، می‌باشد.

جدول ۴- مشخصات فنی ترنچرهای موجود درکشور

ردیف	نوع و مدل دستگاه	تعدادموجود درکشور (دستگاه)	مشخصات موتور		شیوه تنظیم شیب کف ترانشه	وزن (تن)	فشار وارد بر خاک (Kg/cm^2)	مشخصات هندسی (متر)			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	سیستم حفاری	عرض حفاری-متر		عمق حفاری-متر	
			نوع	قدرت(اسمی) (HP) (RPM=2100)				عرض	طول	ارتفاع				حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱	Barth-D30 (Heavy Duty)	۱۱	مرسدس‌بنز OM-442A	۳۶۳	دستی (لیزر قابل نصب)	۲۹	۰/۴۲	۳	۱۷	۵/۵	۳/۹	مکانیکی	زنجیری	۰/۳	۰/۴	-	۳
۲	Inter Drain (3035-HT)	۱۳	Valvo TWD-1211P	۴۲۲	لیزری	۲۴	۰/۳۱	۲/۹۵	۱۱/۵	۳/۱۰	۶	هیدرولیکی	زنجیری	۰/۱۳	۰/۵۵	۱/۵	۲/۸
۳	Intercor-Jetco (1030-D)	۱۵	کاترپیلار مدل3406B	۴۰۲	لیزری	۲۲/۷	۰/۳۲					مکانیکی	زنجیری	-	۰/۳۵	-	۳
۴	Steenbergen Hollanddrian (GSS)	۱	مرسدس‌بنز	۲۰۰	دستی	۲۲/۵		۳/۵	۱۵	۳/۷		مکانیکی	زنجیری	۰/۳۵ ثابت	-	۱/۲	۱/۹
۵	Steenbergen Hollanddrain B.V	۱	مرسدس بنز	۳۲۹	لیزری	۲۴	-	۲/۶۰ (حمل‌ونقل) ۳/۹۰ (کار)	۹/۵	۲/۶۰	۵	هیدرولیکی	زنجیری	۰/۲۴	۰/۶	۲/۰	۳/۰

جدول ۵- عملکرد ماشین‌های زهکشی موجود در کشور در شرایط مختلف

مارک و مدل ترنچر	منطقه عملیاتی اجرایی زهکش‌ها(متر)	متوسط عمق کارگذاری	عرض ترانشه (متر)	عملکرد* (متر در ساعت)		
				خاک سبک	خاک متوسط	خاک سنگین
Inter Drain 3035-HT	زابل	۲	۰/۳۳	-	۱۵۰	۷۰
	خوزستان (جنوب اهواز)	۲	۰/۳۵	۱۲۰	۱۰۰	۶۰
Steenbergen Hollanddrain GSS	شیراز	۱/۹	۰/۳۵	۱۰۰	-	کارآیی ندارد
Steenbergen Hollanddrain BSS-STD	مغان	۲/۲	۰/۵۰	-	-	۵۰
Barth - D - 30	زابل	۲/۵	۰/۴	۱۶۰	۱۰۰	۶۰
	مغان	۲/۲	۰/۳۵	۸۰	-	۴۰
	خوزستان (جنوب اهواز)	۲/۴	۰/۴	۱۲۰	-	۹۰
	مغان	۲/۳	۰/۶	۵۰	۴۰	۳۵
Trencor - Jetco 1030 - D	خوزستان (جنوب اهواز)	۲	۰/۳۵	۱۲۰	۱۰۰	۸۰

* ارقام عملکرد بر اساس نظر کاربران ماشینها ثبت شده و مبتنی بر بررسی کارشناس کارگاهی نمی‌باشد.

۵-۴- پتانسیل اجرایی شبکه زهکشی در کشور

به منظور ارایه یک تصویر کلی از پتانسیلهای اجرای زهکشهای زیرزمینی در کشور، با استفاده از ماشینهای موجود فرضیات زیر بکار گرفته شده‌است.

چنان‌چه متوسط عملکرد ماشین‌های ترنچر را حدود ۸۰ متر در ساعت در نظر بگیریم و همواره ۶۰ درصد این ماشین‌ها را آماده به کار برای ۱۰ ساعت کار در روز منظور کنیم، در این صورت چنان‌چه کلیه پتانسیل کشور بسیج شده و برای اجرای پروژه‌های زهکشی زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرند، در هر روز معادل ۲۰ کیلومتر زهکش زیرزمینی احداث می‌شود. با در نظر گرفتن فواصل زهکش‌های زیرزمینی معادل ۸۰ متر، وسعت اراضی که می‌توانند تحت عملیات اجرای زهکش‌ها قرار گیرند به حدود ۱۶۰ هکتار در روز بالغ می‌گردد که با در نظر گرفتن ۲۱۰ روز کاری در هر سال میزان پتانسیل اجرای زهکش‌های زیرزمینی به‌طور سالانه معادل ۳۳۶۰۰ هکتار می‌گردد.

البته این رقم فرضی بوده و بدون اعمال عمر مفید دستگاه‌ها حاصل گردیده است. چنان‌چه عمر مفید یک دستگاه ترنچر نو معادل ۱۰۰۰۰ ساعت در نظر گرفته شود. باتوجه به درصد کارآیی ماشین‌های موجود در کشور مندرج در جدول شماره ۲ میزان ساعات کار باقی‌مانده از عمر مفید دستگاه‌های موجود به طور متوسط برای هر دستگاه برابر ۷۹۰۰ ساعت می‌باشد.

اگر ۲۰ درصد از ماشین‌های موجود به کارهای ترمیمی شبکه‌های موجود اختصاص یابد و بقیه برای احداث شبکه‌های جدید مورد استفاده قرار گیرد، در این صورت با ماشین‌های موجود در کشور تا استهلاک آنها می‌توان حدود ۱۲۵۰۰۰ هکتار از اراضی را زهکشی کرد و در صورتی که برنامه توسعه شبکه‌های زهکشی در کشور از نظر تأمین اعتبارات و اولویت‌های اجرایی سالانه زهکشی حدود ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی را شامل گردد، با ماشین‌آلات موجود می‌توان تا ۶ سال مبادرت به عملیات اجرایی نمود.

لازم به ذکر است که برآوردهای فوق‌الذکر تنها جنبه نظری داشته و به منظور ارائه تصویر تقریبی از پتانسیل‌های موجود اجرایی کشور در زمینه ماشین‌آلات زهکشی است. بدیهی است که باتوجه به محدودیت‌های منابع مالی پیمانکاران بخش خصوصی در کشور ما و روش‌های رایج استفاده از ماشین‌آلات، میزان ساعات استفاده از ماشین‌ها به بیش از ۱۰۰۰۰ ساعت رسیده و عموماً سال‌ها پس از پایان یافتن عمر مفید اقتصادی نیز هم‌چنان به کار گرفته می‌شوند. بنابراین توان اجرایی کشور عملاً بیش از آنچه که فوقاً ذکر شد بوده و به کارگیری این ماشین‌ها نیز از طریق اعمال تعمیرات و تعویض قطعات طولانی‌تر از عمر مفید آنها خواهد بود.

۶- کیفیت اجرای زهکش‌های زیرزمینی با ماشین‌های موجود

طراحی لوله‌های زهکشی براساس فرض یک عمق و شیب معین برای این لوله‌ها صورت می‌گیرد. لیکن در حین کارگذاری لوله‌ها، در اثر پاره‌ای عوامل، امکان نصب لوله‌ها با شیب موردنظر و در عمق طراحی فراهم نمی‌گردد. از جمله این عوامل، سرعت زیاد ماشین و لرزش‌های آن، ناهمواری سطح زمین، سهل‌انگاری و خستگی راننده ماشین یا عوامل اجرایی و بالاخره محدودیت‌های ابزار لیزری شیب می‌باشد.

عمق نصب و شیب لوله‌های زهکشی در شرایطی که ماشین‌ها فاقد تجهیزات کنترل لیزری است، به وسیله راننده تنظیم می‌شود. برای این منظور بر روی قسمت حفاری ماشین ابزار نشانه‌روی مخصوصی کارگذاری می‌شود که به کمک آنها و با نشانه‌روی بر روی علائم نصب شده بر روی زمین، مسیر حفاری و عمق نصب کنترل می‌شود. البته اغلب ماشین‌های زهکشی موجود درکشور در حال حاضر به سیستم لیزری کنترل شیب مجهز هستند از این رو کنترل شیب زهکش‌های نصب شده به طور اتوماتیک توسط این سیستم صورت می‌گیرد و با این حال استفاده از سیستم لیزری نیز لزوماً متضمن نصب زهکش‌ها در عمق مورد نیاز و با شیب موردنظر نبوده و عواملی از قبیل تأثیر وزش باد و تنظیم نبودن دستگاه مولد لیزر و نیز لق بودن اتصالات قسمت حفاری ماشین و تغییرات جنس خاک ، می‌تواند در کیفیت عملیات اجرایی تأثیرگذار باشد.

استانداردهای تدوین شده در زمینه دقت نصب لوله‌های زهکشی درکشورهای مختلف متفاوت است. در آلمان استاندارد DIN - 1185 عدول از عمق طراحی را به میزان ۲± سانتی‌متر مجاز می‌شمارد. این حد در استانداردهای لهستان و چک‌اسلواکی سابق و بلژیک نیز منظور شده است [۳]. البته نبایستی از نظر دور داشت که این استاندارد بیشتر با شرایط خاص خاک‌های اروپا و مبانی احداث زهکش‌ها در آن مطابقت دارد، مثلاً عمق نصب موردنظر در این استاندارد ۰/۸ تا ۱/۲ متر است. در عمل رعایت این تولرانس‌ها در طول تمامی خطوط زهکش حتی با استفاده از سیستم لیزری بسیار دشوار است لیکن این توافق عمومی وجود دارد که رقوم نصب زهکشی نباید به اندازه بیش از نصف قطر لوله از رقوم طراحی شده انحراف پیدا کند. حداکثر مجاز انحراف شیب نصب نیز از ۲۰٪ قطر داخلی لوله برای هر ۱۰۰ متر نباید تجاوز نماید.

نتایج یک بررسی در زمینه تأثیر باد و نیز فاصله ماشین از سیستم مولد لیزر نشان می‌دهد که در مناطق بادخیز لرزش‌های مولد لیزر مستقر بر روی سه پایه امکان نصب لوله‌ها با شیب یکنواخت را دشوار می‌سازد و تأثیر باد با افزایش فاصله ماشین از سیستم مولد لیزر افزایش می‌یابد [۳]. (نمودار شماره ۱).

دقت کارگذاری لوله‌های زهکشی در شبکه زهکشی طرح نیشکر (واحد میرزاکوچک‌خان) و طرح توسعه کشت اکالیپتوس (واقع در جنوب خوزستان) و نیز شبکه زهکشی دشت مغان مورد ارزیابی قرارگرفته و نتایج آن در نمودارهای شماره ۲ تا ۴ گردیده‌است [۸ و ۹].

ماشین‌های مورد استفاده در طرح نیشکر و مغان از نوع Inter Drain با کنترل شیب لیزری و در طرح اکالیپتوس ترنچر Barth Holland D3O با کنترل شیب مکانیکی (چشمی) بوده است.

این نمودارها نشان می‌دهند که در هر سه مورد با استفاده از هر دو ماشین با دو سیستم کنترل شیب متفاوت، علی‌رغم تغییرات ترازهای نصب لوله‌های زهکشی و اختلاف‌های موجود در فواصل کوتاه،

به‌طورکلی خطوط لوله در حدود تولرانس‌های مجاز نصب شده‌اند و عدول‌های بارزی به چشم نمی‌خورد. در این بررسی باتوجه به قطر لوله‌ها (۱۲۵ و ۱۶۰ میلی‌متر) و استفاده از فیلترهای شن و ماسه‌ای به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر در اطراف لوله‌ها، میزان تولرانس مجاز ۳± سانتی‌متر در نظر گرفته شده است.

در یک مورد (زهکش شماره MDI-11-26 طرح میرزا کوچک‌خان) در قسمت وسط لوله، شیب منفی قابل‌توجهی ایجاد شده است که این امر بر اساس مشاهدات کارگاهی، در محل نصب سه‌راهی شستشو واقع شده و علت آن بالا آوردن لوله برای نصب سه راهی و پر شدن زیر آن با شن ماسه فیلتری می‌باشد که قبل از پر کردن ترانشه مربوطه اصلاح گردیده است.

در نمودار مربوط به زهکش شماره 1-2R-1-21 دشت مغان (نمودار شماره۴) که به منظور آزمایش ترنچر صورت گرفته است، قسمت پایاب، (محل نصب لترال به کولکتور) عملاً با شیب زیادتری اجرا شده است که در جهت اطمینان می‌باشد و مشکلی ایجاد نمی‌گردد.

نتیجه اینکه گرچه ماشین‌آلات فاقد سیستم کنترل شیب لیزری، در صورتی که توسط اپراتورهای مجرب و تحت شرایط رفاهی مطلوب هدایت شود، می‌توانند دقت کاری تا حد دستگاه‌های مجهز به سیستم لیزری داشته باشند، با این حال برای اجرای عملیات زهکشی در سطح گسترده و در زمان‌های طولانی استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری اجتناب‌ناپذیر بوده و کارآیی بیشتری دارد، چه وقت کار ماشین‌های با کنترل شیب مکانیکی، متناسب با خستگی، کم بودن مهارت و عوامل رفاهی راننده کاهش می‌یابد و در این روش کارکرد طولانی‌مدت با دقت قابل‌قبول، تنها با استفاده از چند راننده امکان‌پذیر است. در حالی که در سیستم کنترل شیب لیزری چنان‌چه دستگاه به خوبی تنظیم شود، فشاری به راننده وارد نشده و امکان کار در زمان طولانی‌تر با دقت بیشتری فراهم می‌گردد. در هر صورت در حال حاضر استفاده از کنترل‌های لیزری روزبه‌روز رواج بیشتری می‌یافته و به تدریج جایگزین روش‌های مکانیکی می‌گردد.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

آنچه که در مورد ویژگی‌ها و توانایی‌های ماشین‌آلات زهکشی موجود در کشور بیان شد، جمع‌بندی پاسخ تعدادی از مسؤلین فنی و کاربران سازمان‌ها و شرکت‌های مالک ماشین زهکشی بوده و مسلماً دربرگیرنده نظرات و تجارب کلیه دست‌اندرکاران اجرای شبکه‌های و یا کسانی که مستقیماً با کار ترنچرهای موجود در کشور در ارتباط هستند، نمی‌باشد. از این رو لزوم ادامه این بررسی‌ها و جمع‌آوری کلیه تجارب و نقطه‌نظرات در سطح ملی هم‌چنان وجود دارد. با این حال چنانچه ویژگی‌های عمومی طرح‌های زهکشی کشور ما به شرح زیر مورد نظر قرار گیرد:

- عمق نصب ۱/۸ تا ۲/۵ متر
- عرض ترانشه ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر
- نوع فیلتر مصرفی شن و ماسه
- نوع خاک اراضی خاک‌های نواحی خشک و ساختمان متراکم

- نوع لوله مصرفی لوله‌های پلاستیکی تا قطر ۲۰۰ میلی‌متر

در این صورت یک ماشین مناسب اجرای زهکش‌های زیرزمینی در کشور ما می‌بایستی ویژگی‌هایی حداقل به شرح زیر داشته باشد:

۱- از نظر ابعاد ترانشه نصب زهکش‌ها، ماشین‌ها بایستی قادر باشند با راندمان قابل قبولی تا عمق ۲/۵ متر و به عرض تا ۵۰ سانتی‌متر را حفاری و لوله‌گذاری نمایند. این‌چنین ماشینی باتوجه به توصیه‌های سازندگان ماشین‌ها به قدرت اصلی موتور حدود ۳۵۰ اسب بخار یا بیشتر نیاز دارند. در عین حال بایستی توجه کرد که مقایسه عملکرد ترنچرهای موجود در کشور با توان اسمی موتور آنها، حاکی از فقدان رابطه مستقیم این دو پارامتر بوده و کار انجام شده به ازای هر واحد اسب بخار اسمی در ماشینهای مختلف متفاوت است. لذا بنظر می‌رسد در انتخاب توان مورد نیاز برای ترنچرها در شرایط کشور نبایستی صرفاً به توان اعلام شده توسط سازندگان اکتفا نمود.دراین زمینه انجام بررسیها و مقایسه‌های فنی درشرایط یکسان بین ماشین‌های مختلف،می تواند درانتخاب نوع وتوان ماشین مفیدباشد.

۲- باتوجه به کمبود مصالح فیلتری شن و ماسه و پرهزینه بودن تهیه و حمل آن جهت استفاده در ترانشه‌های زهکشی (مثل خوزستان که بخش اعظم شبکه‌های زهکشی زیرزمینی و نواحی دارای نیاز زهکشی در آن قرار دارند)، عرض ترانشه ماشین‌آلات می‌بایستی قابل تنظیم بوده و از این طریق میزان فیلتر مصرفی باتوجه به قطر لوله کاربردی و حداقل ضخامت قشر فیلتری در طرفین لوله‌ها، کاهش یابد. چنان‌چه حداقل قطر کاربردی لوله زهکش ۱۰۰ میلی‌متر و حداقل ضخامت قشر فیلتری در هر طرف از لوله معادل ۷/۵ سانتی‌متر (۳ اینچ) در نظر گرفته شود، زنجیر حفار و دنباله بند ترنچر می‌بایستی تا حداقل ۲۵ سانتی‌متر عرض ترانشه قابل تنظیم باشد.

۳- باتوجه به کمبود نیروی متخصص به ویژه در نواحی دورتر از مرکز کشور، نیازهای تعمیرات اساسی ماشین زهکشی بایستی کم بوده و تعمیرات جزئی نیز حتی‌المقدور به سادگی قابل انجام بوده تا از این طریق راندمان کار ماشین تأمین گردد.

۴- تأمین قطعات یدکی مهم است. قطعاتی که بیشتر در معرض آسیب‌دیدگی هستند بایستی به سهولت تأمین شده و همیشه در دسترس کاربران قرار داشته باشد (از قبیل قطعات مربوط به سیستم حفاری)

۵- اگرچه بیشتر اراضی زه‌دار یا در معرض زه‌دار شدن در کشور عموماً در دشت‌های مسطح قرار داشته و شیب آنها کم است، با این حال باتوجه به اینکه بعضی از طرح‌های زهکشی در اراضی تسطیح نشده به اجرا در می‌آیند. مجهز بودن دستگاه‌ها به جک‌های ترازکننده موجب توانایی ماشین در شرایط گوناگون اراضی و نیز تضمین کیفیت اجرای زهکش‌ها می‌باشد، در حال حاضر تعدادی از ماشین‌های زهکشی موجود مجهز به جک‌های ترازکننده هستند، و این از امتیازات مثبت آنها محسوب می‌گردد.

۶- گرچه کارخانجات سازنده ترنچرها در طراحی چرخ ترنچر محرکه ماشین امکان حرکت آنها در اراضی باتلاقی را نیز در نظر می‌گیرند (فشار وارد بر خاک حدود ۰/۲ تا ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) لیکن از آنجاکه در مواردی گزارشاتی از محدودیت حرکت بعضی از ماشین‌های موجود در اراضی باتلاقی و نرم وجود دارد، لازم است در سفارش ماشین‌های ترنچر به این امر نیز توجه شود و عندالزوم امکان

استفاده ماشین از کفشک‌های کمکی یا امکان تغییر در زنجیر محرکه، متناسب با شرایط خاک‌های اراضی منظور گردد.

۷- امروزه استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری در ماشین‌های زهکشی کاملاً متداول شده و اغلب ماشین‌های تولیدی مجهز به این سیستم هستند. گرچه بدون استفاده از سیستم لیزری هم برای مدت محدودی از زمان کار به شرط دقت و تجربه بسیار زیاد اپراتور ماشین، امکان نصب لوله‌های زهکشی در تولرانس‌های قابل قبول فراهم می‌باشد، لیکن در طرح‌های بزرگ و برای ساعات کار طولانی استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری اجتناب‌ناپذیر است. ضمن اینکه در استفاده از این سیستم به محدودیت‌های آن از جمله تأثیر باد و درجه حرارت زیاد و لق بودن بستهای قسمت حفار می‌بایستی توجه گردد.

۸- دوره گارانتی و وارنتی و نیز خدمات آموزشی اولیه در ماشین‌آلات زهکشی، باتوجه به اختصاصی بودن آنها واجد اهمیت است. معمولاً ۱۰۰۰ ساعت یا ۶ ماه تا یک سال از زمان تحویل دوره گارانتی ماشین‌ها محسوب می‌گردد. لیکن پس از آن کارخانه سازنده بایستی تأمین قطعات یدکی (وارنتی) را برای مدت زمانی کافی (عمر مفید اعلام شده در مدارک ماشین) تعهد نماید. در هر صورت در سفارش ماشین به این دو مسئله نیز بایستی توجه کافی مبذول گردد. ضمناً مدارک فنی ماشین و دستورالعمل‌های آن (به دو صورت مختصر صحرایی و مشروح) حتماً بایستی اخذ شده و ترجمه آن به همراه ماشین همیشه در اختیار کاربران آن قرار داشته باشد.

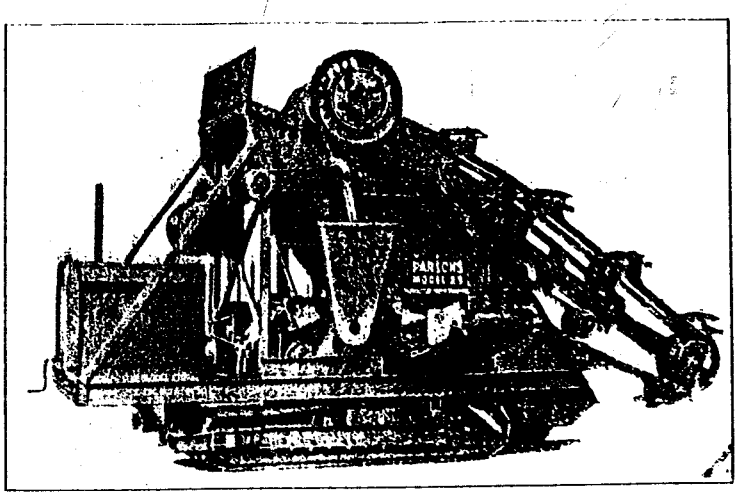
۹- خاک‌های حاصل از حفاری در بعضی از ماشین‌های موجود (Inter Drain) توسط حلزونی در دو طرف زنجیر حفار به کنار ترانشه رانده می‌شود و در بعضی دیگر (Jetco و Barth) این عمل به وسیله تسمه نقاله صورت گیرد. استفاده از تسمه نقاله این حسن را دارد که هم فاصله کنار ریختن خاک‌های حفاری قابل تنظیم است و هم جهت و سمت آن به انتخاب کاربران تنظیم می‌شود. از سوی دیگر از جمله ضعف‌های تسمه نقاله چسبیدن خاک به آن در شرایط حفاری زیر سطح ایستابی و خاکهای چسبنده است. سیستم حلزونی از این نظر بهتر از تسمه نقاله است. به هر صورت این امر نیز یکی از عوامل مؤثر در انتخاب ماشین است.

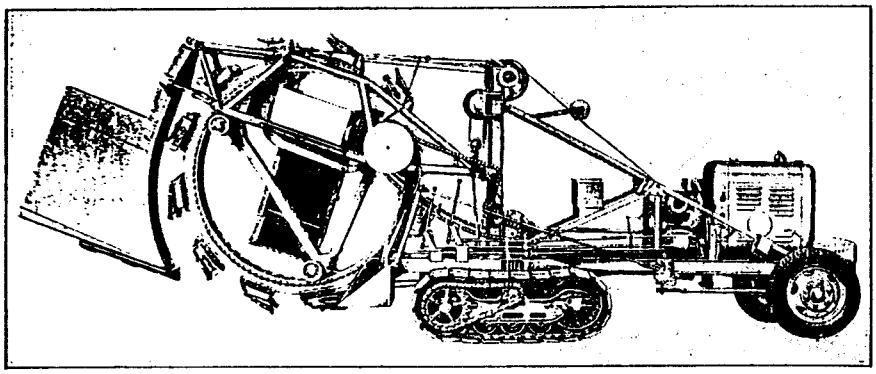
۱۰- جمع‌آوری تجارب پراکنده کاربران ماشین‌های موجود در نواحی مختلف کشور ضرورت دارد. همچنین انجام پاره‌ای آزمایشات و تحقیقات با استفاده از ماشین‌های موجود در نواحی مختلف کشور می‌تواند در تدوین استانداردهای ملی برای ویژگی‌های یک ماشین زهکشی مناسب برای کشور ما مفید باشد. هریک از مدل‌های ماشین‌های موجود در کشور ممکن است نقاط ضعفی داشته باشند که در جریان اجرای عملیات زهکشی مشخص گردد. مثلاً در یکی از مدل‌های ماشین‌های موجود (Trencor-Jetco) ضعف‌هایی در Final Drive آن مشاهده شد و موجب توقف کار در مدت قابل توجه گردید، که منجر به تعویض این قطعه در تمامی مدل‌ها شد. یا اینکه در یکی از مدل‌ها (Hallanddrain) بر اساس گزارشات موجود در حین کار سیستم کلاچ ایمنی آن خود به خود آزاد می‌شود و کار را متوقف می‌کند. شناخت نقاط ضعف این ماشین‌ها و لزوم انجام تغییر در پاره‌ای از

قطعات می‌تواند در سفارش‌های بعدی از سازنده درخواست شود. تا نیازمند انجام هزینه جهت تغییرات بعدی در آن نگردد.

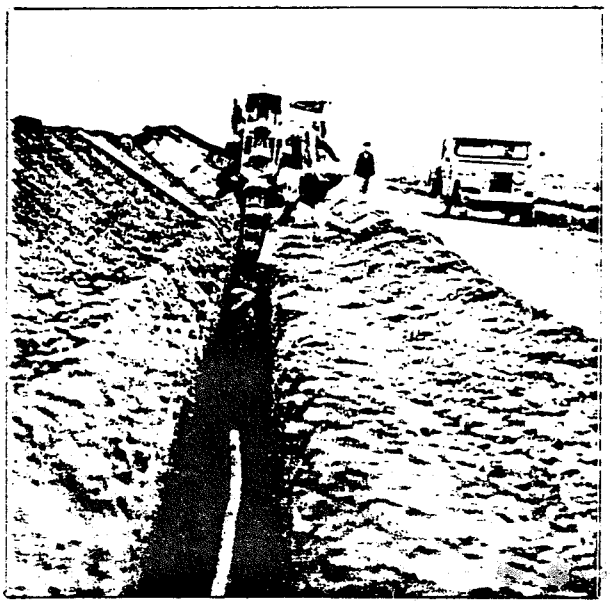
سپاسگزاری

از کلیه کارشناسان شرکتهای دولتی و خصوصی که در جمع‌آوری و تدوین مطالب این مقاله بطور مستقیم و غیر مستقیم همکاری داشته‌اند، همچنین از مهندسین مشاور یکم و آقای مهندس شایان قطبی به خاطر تهیه اسلایدهای مورد نیاز سپاسگزاری می‌گردد.



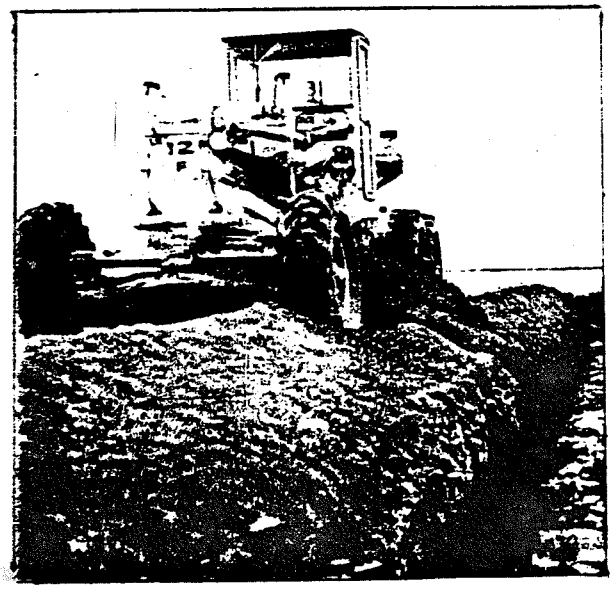


شکل شمارهٔ ۱- نمونه‌هایی از مدلهای اولیهٔ ترنچرهای زهکشی



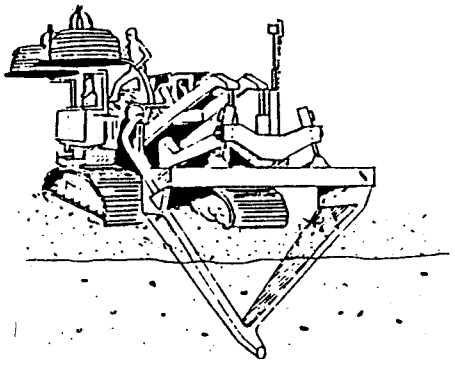
شکل شمارهٔ ۶

حفر ترانشه و نصب تنبوشه‌های زهکشی در طرح نیشکر هفت تپه (دههٔ ۱۳۴۰)

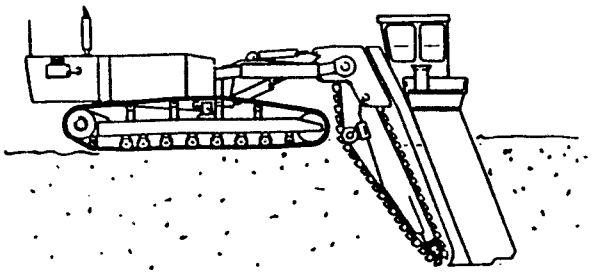


شکل شمارهٔ ۷

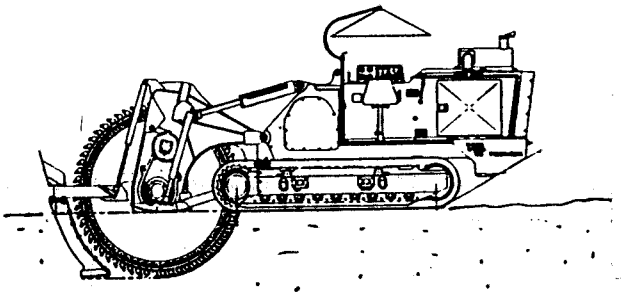
نحوهٔ پر کردن ترانشهٔ حاصله پس از نصب تنبوشه‌ها



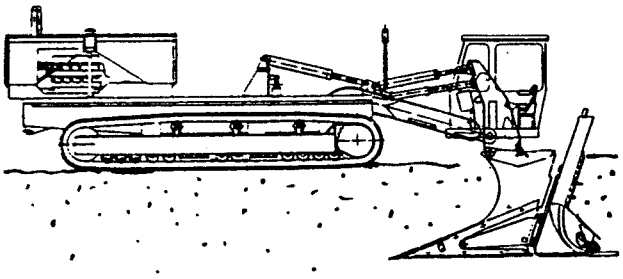
ماشین ترنچلس - تیغه V شکل



ماشین ترنچر - نوع زنجیری

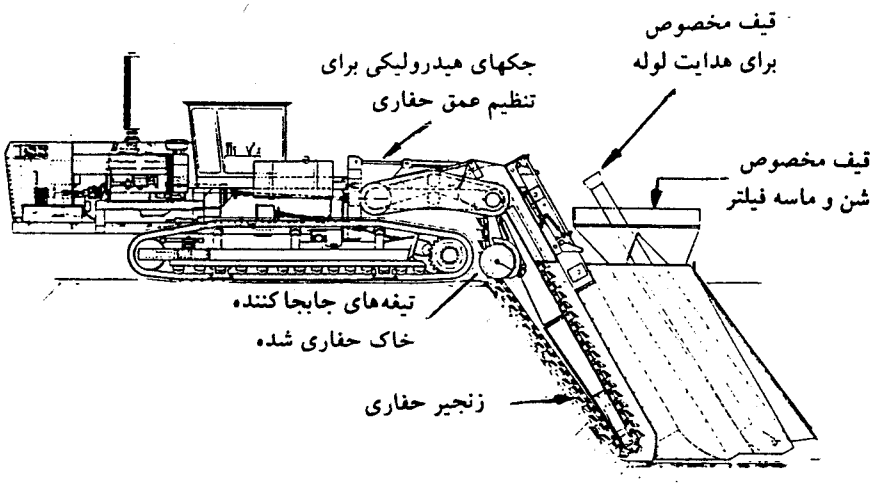


ماشین ترنچر - گردونه ای

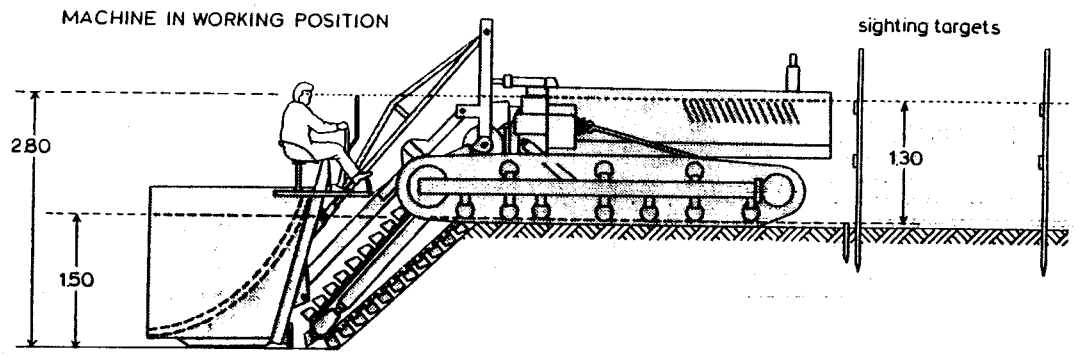


ماشین ترنچلس - تیغه L شکل

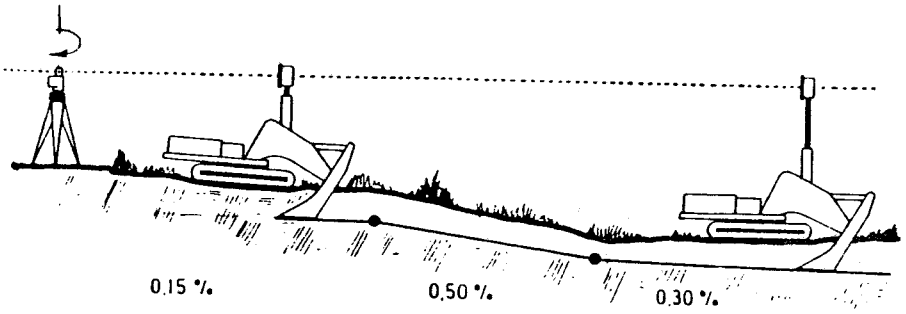
شکل شمارهٔ ۲- ماشینهای مدرن زهکشی



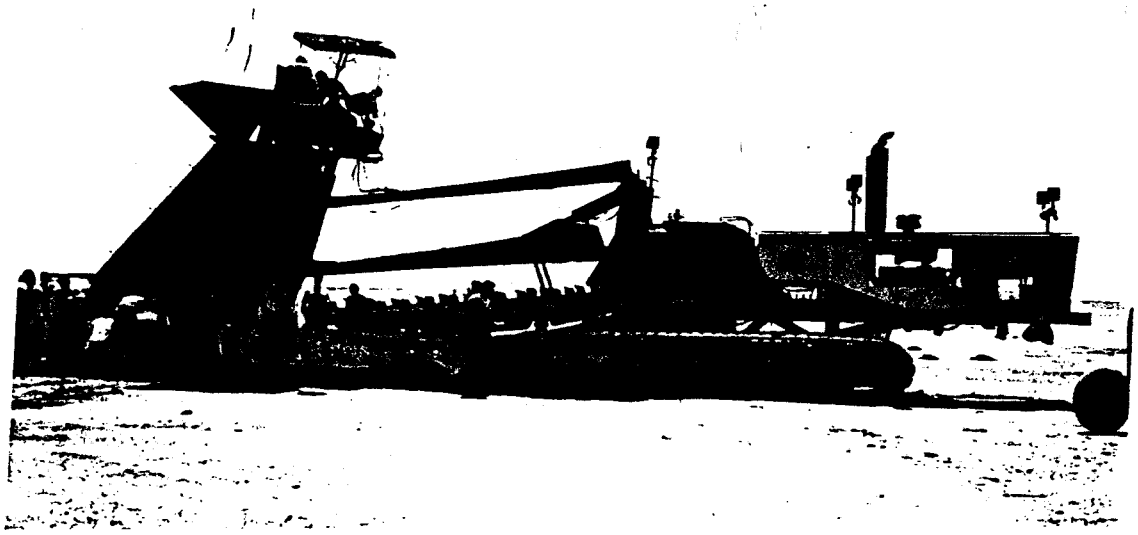
شکل شمارهٔ ۳- ماشین ترنچر نوع زنجیری



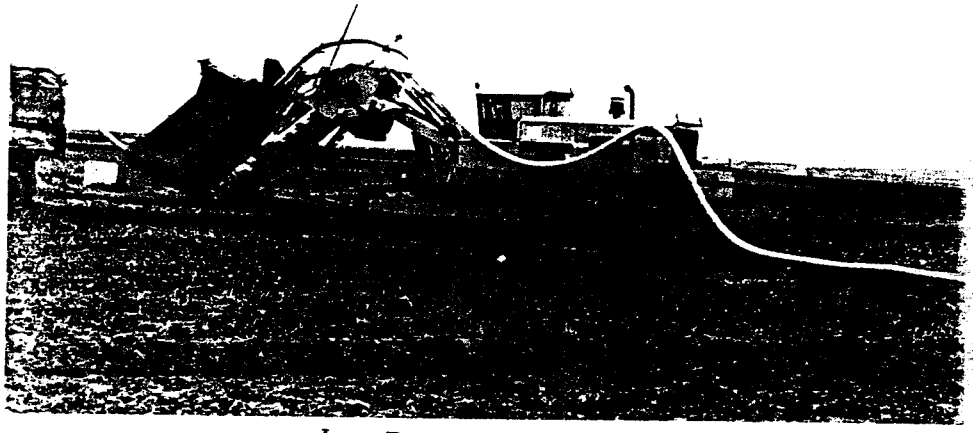
شکل شمارهٔ ۴- نحوهٔ کنترل عمق نصب و شیب زهکشها به طریقهٔ چشمی



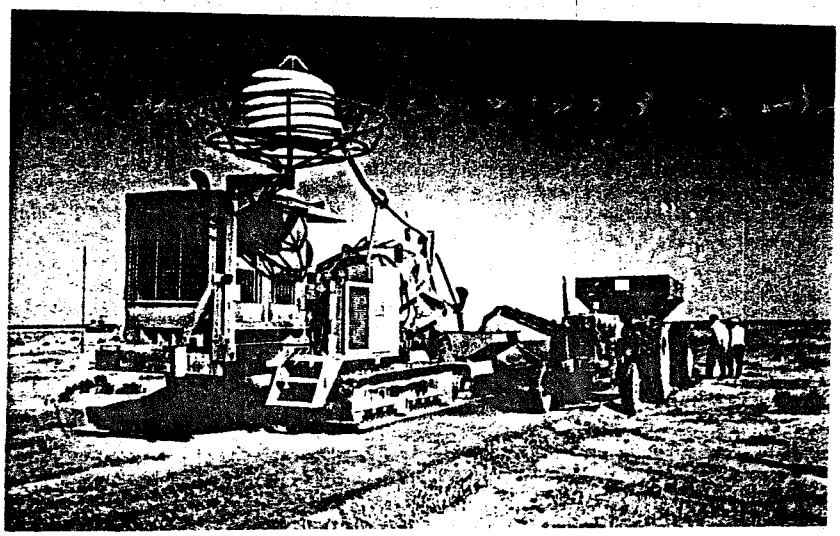
شکل شمارهٔ ۵- نحوهٔ کنترل عمق نصب و شیب زهکشها با استفاده از سیستم کنترل لیزری



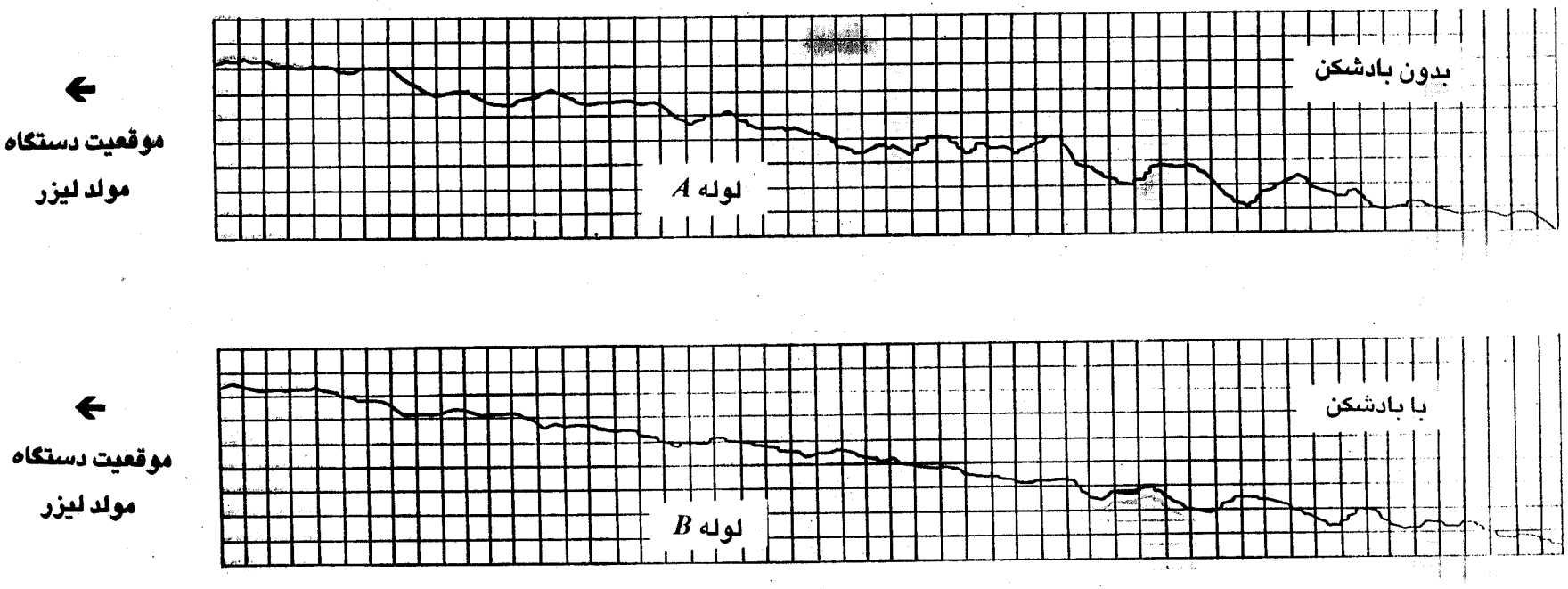
شکل شمارهٔ ۸- ترنچر Barth Holland - D30 (Heary-Duty)



شکل شمارهٔ ۹- ترنچر Inter-Drain 3035-HT

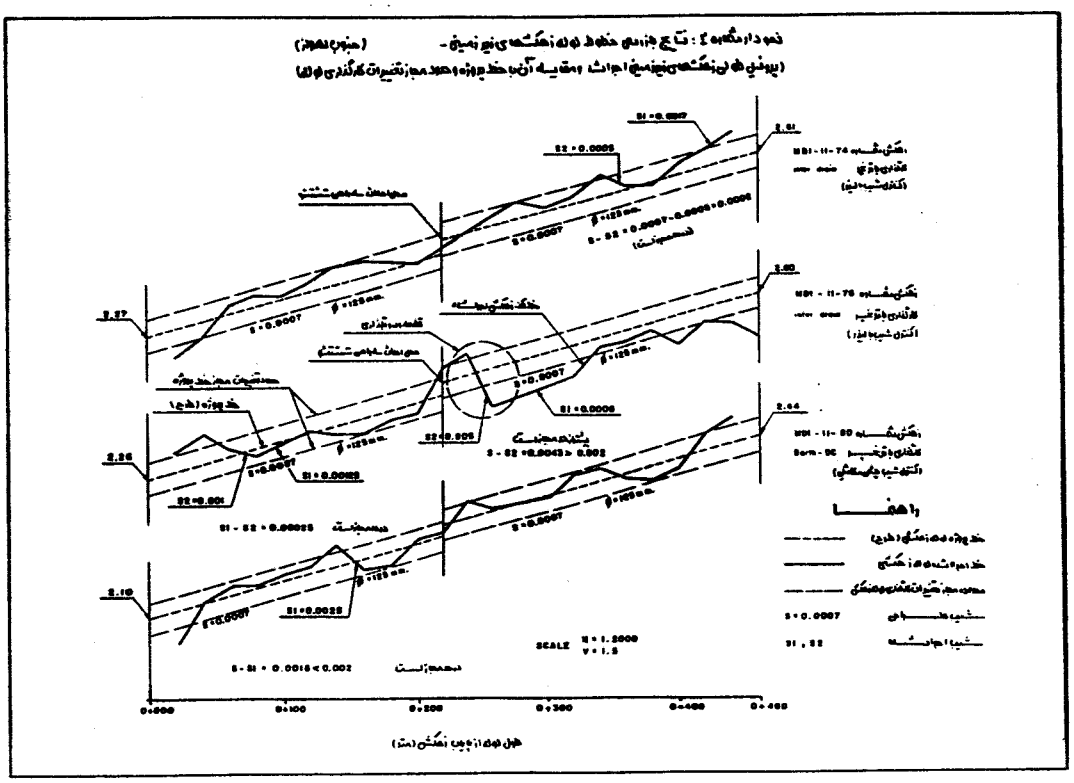


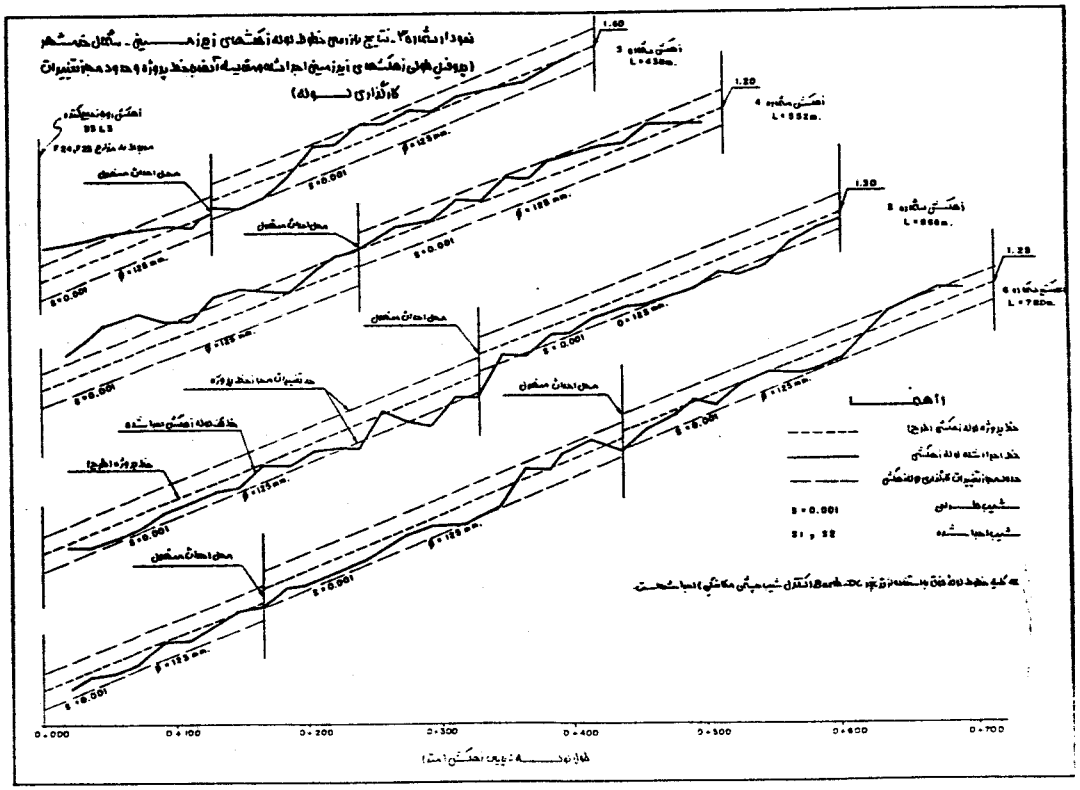
شکل شمارهٔ ۱۰- ترنچر Trencor Jetco 1030-D



نمودار شمارهٔ ۱- تأثیر باد روی دقت سیستم کنترل شیب لیزری

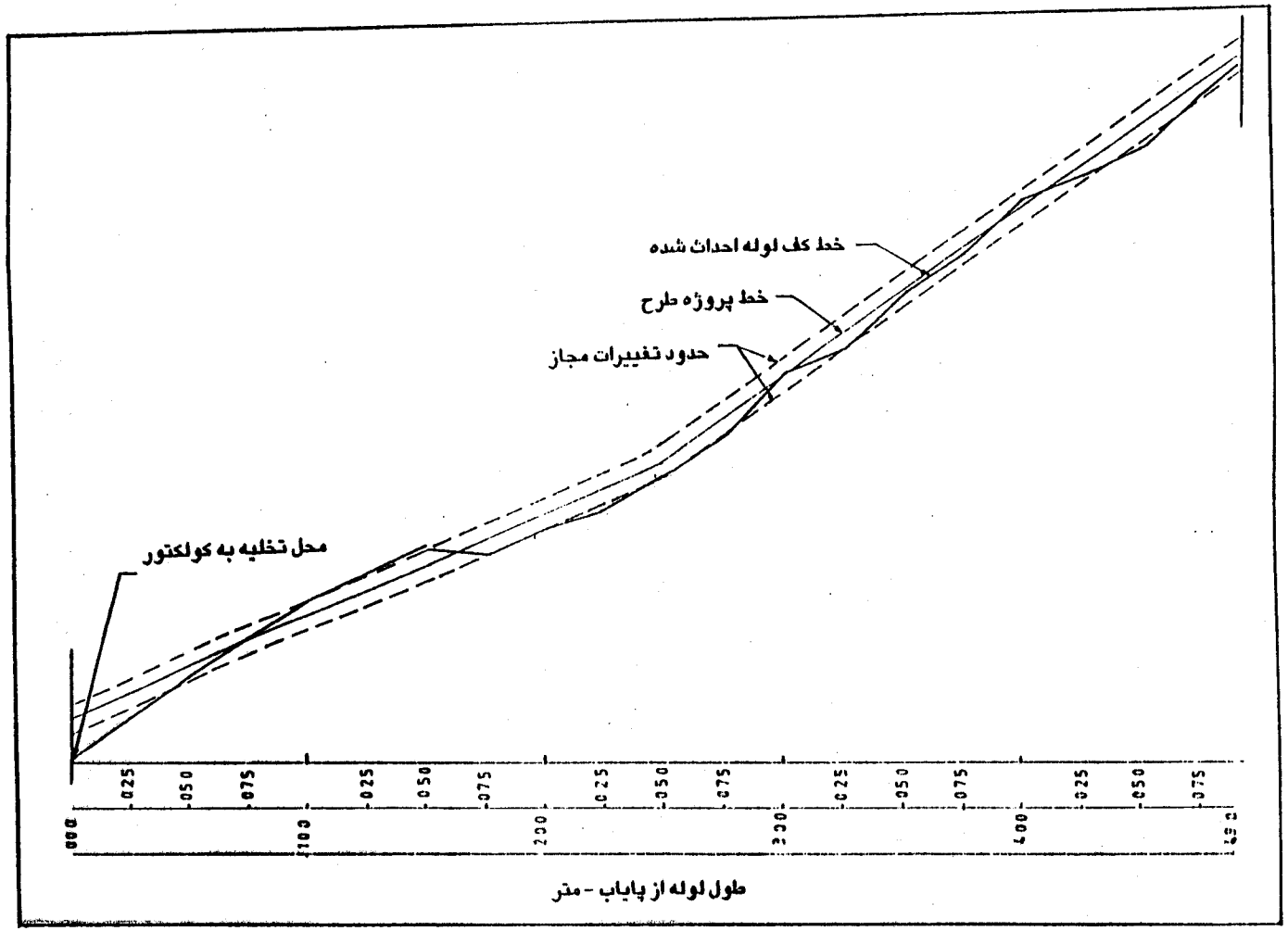
دقت سیستم با افزایش فاصلهٔ ماشین از مولد لیزر کاهش می‌یابد.





نمودار شماره۴ - نتایج بازرسی خط لوله زهکشهای زیرزمینی

شبکه زهکشی دشت مغان



ترنچرهای زهکشی در ایران

اردوان آذری *

گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار

اجرای زهکش‌های زیرزمینی شامل عملیات متفاوتی است که می‌تواند به ترتیب به شرح زیر دسته‌بندی شود:

- حفر ترانشه
- پخش فیلتر در کف ترانشه به عنوان بستر لوله‌های زهکشی
- کارگذاری لوله‌ها
- فیلترریزی در طرفین و روی لوله‌ها
- خاکریزی و پر کردن ترانشه

گرچه انجام عملیات فوق بادست و توسط نیروی کارگر نیز میسر می‌باشد، لیکن از نظر سرعت، دقت و کیفیت اجرا، استفاده از ماشین‌های مخصوص برای این منظور مزیت بلامنازعی داشته و به ویژه در شرایط لجنی و کار در زیر سطح ایستابی و خاک‌های ریزشی، این امر اجتناب‌ناپذیر است. اجرای ماشینی زهکش‌های زیرزمینی می‌تواند به کمک ماشین‌آلات مختلفی صورت گیرد که به طور کلی آنها را می‌توان به ۴ دسته تقسیم کرد:

- بیل‌های مکانیکی[1]
- ترنچرها[2]
- ترنچلس‌ها[3]
- ماشین‌های احداث زهکش‌های لانه‌موشی[4]

بیل‌های مکانیکی به طور متناوب حفاری می‌کنند و سایر عملیات از جمله بسترسازی کف ترانشه و نصب لوله و فیلترریزی باید با دست انجام گیرد. لیکن اجرای عملیات توسط سایر ماشین‌های ذکر شده به صورت پیوسته است.

---

* - عضو گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و مسئول بخش زهکشی و اصلاح اراضی مهندسین مشاور یکم

1- Hydraulic Backhoe

2- Trenchers

3- Trenchlesses

4- Moles

به جز بیل‌های مکانیکی که استفاده‌های دیگری نیز داشته و مختص اجرای زهکش‌های زیرزمینی نمی‌باشند، سایر ماشین‌های یاد شده برای مقاصد زهکشی به کار می‌روند و استفاده از هر کدام از آنها در شرایط معینی صورت می‌گیرد. در ایران برای اجرای زهکش‌های زیرزمینی از ترنچرها استفاده می‌شود و به‌کارگیری دو ماشین دیگر متداول نمی‌باشد.[1]

اولین ماشین ترنچر در اوایل دهه ۱۳۴۰ وارد کشور شده و از آن موقع تا به حال برای اجرای زهکش‌های زیرزمینی ترنچرهای مختلفی با توانایی‌ها و امکانات متفاوت وارد شده و به کار گرفته شده است. اطلاعات مربوط به تجارب حاصل از به کارگیری این ماشین‌ها از طریق انتشار پرسشنامه مخصوصی از سوی گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران جمع‌آوری گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این، به عنوان یک گام اولیه برای شناخت پتانسیل‌های اجرای شبکه زهکش‌های زیرزمینی در کشور و نقاط قوت و ضعف ماشین‌های موجود و همچنین وضعیت آنها از نظر مالکیت و محل استقرار وضع موجود آنها محسوب می‌شود. بی‌تردید این حرکت بایستی با گام‌های بعدی تکمیل گردد. به ویژه دسترسی به همه تجارب موجود در کشور و همه کسانی که به نحوی با ماشین‌های زهکشی سر و کار داشته‌اند، مقدور نبوده است. با این حال سعی شده است مجموعه‌ای از اطلاعات ارائه گردد که براساس آن، توان اجرایی زهکش‌های زیرزمینی در کشور شناسایی شده و موجبات جمع‌آوری و انتقال تجارب پراکنده در نواحی مختلف کشور، فراهم شود و تا ازاین طریق قدم‌های اولیه جهت تدوین استانداردهای مالی ماشین‌های زهکشی مناسب شرایط ایران برداشته شود.

گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ضمن تشکر و سپاسگزاری از کلیه شرکت‌ها، سازمان‌ها و کارشناسان محترم که اطلاعات و تجارب خود را جهت تهیه مدارک اولیه این تحقیق در اختیار این گروه گذاشته‌اند، انتظار دارد که در گام‌های بعدی این تحقیقات نیز هم‌چنان این گروه را از همکاری و یاری بی‌دریغ خود برخوردار سازند.

۱- سوابق استفاده از ماشین در زهکشی

استفاده از ماشین‌های مخصوص به منظور نصب زهکش‌های زیرزمینی از سال‌های دهه ۱۹۴۰ به بعد در جهان متداول گردیده است. [۱] در ابتدا کار این ماشین‌ها عمدتاً حفر ترانشه و بیرون آوردن خاک حاصله بود و عملیات مربوط به لوله‌گذاری، فیلتر‌ریزی و پر کردن ترانشه‌ها با دست و توسط نیروی کارگر صورت می‌گرفت (شکل شماره ۱). از اواسط دهه ۱۹۵۰ ماشین‌های مخصوص حفر ترانشه و کارگذاری لوله و فیلتر که کلیه

۱- استفاده از ترنچلس‌ها و ماشین‌های احداث زهکش‌های لانه موشی عمدتاً در خاک‌های تکامل یافته و دارای ساختمان خوب و در نواحی بدون مشکل شوری (نظیر سواحل دریای خزر) می‌تواند نتایج رضایتبخشی داشته باشد. انجام تحقیقات و آزمایش‌های موردنیاز در این زمینه می‌تواند در دستورکار مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور قرار گیرد.

عملیات مزبور را به صورت هم‌زمان انجام می‌داد به بازار عرضه شد.[۲] استفاده از این نوع ماشین‌ها به ویژه پس از تولید و عرضه لوله‌های پلاستیکی بیشتر رونق پیدا کرد. البته لوله‌های پلاستیکی ضخیم برای مقاصد زهکشی در سال‌های دهه ۱۹۴۰ عرضه شده بود، لیکن قیمت آنها قابلیت رقابت با لوله‌های سفالی را نداشت.[۱] با این حال در اوایل سال‌های ۱۹۶۰ لوله‌های پلاستیکی نازک (صاف و خرطومی) با قیمت پایین عرضه شد و به این ترتیب عصر جدیدی در روش‌های احداث زهکش‌ها آغاز شد.

از نظر مکانیسم سیستم حفار، در سال‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ ماشین‌های حفاری گردونه‌ای[1] متداول بود لیکن در دهه ۱۹۶۰ این ماشین‌ها جای خود را به ترنچرهای زنجیری دادند که به مثابه تکنولوژی جدیدتری محسوب می‌شدند. این ماشین‌ها قادر بودند ضمن حفر ترانشه به طور هم‌زمان لوله‌های زهکشی سفالی را کارگذاری کرده و روی آن را با خاک حاصل از حفاری بپوشانند. از حدود سال ۱۹۶۵ پس از تولید لوله‌های پلاستیکی نرم خرطومی[2]، ماشین‌های ترنچلس به عنوان یکی از مدرن‌ترین ابزار زهکشی به بازار عرضه شد. وسیله حفار این ماشین‌ها که قبلاً به صورت خیش‌های مخصوص به عنوان دنباله تراکتور چرخ زنجیری یا چرخ لاستیکی و یا حیوان استفاده می‌شد، با انجام تغییراتی، بر روی ماشین‌های قوی به کار گرفته شد به گونه‌ای که تنها با ایجاد یک شکاف باریک در خاک بدون بر هم زدن خاک اطراف، قادر به تعبیه هم‌زمان لوله در عمق خاک گردید[۱]. (شکل شماره ۲)

۲- ویژگی‌های ماشین‌های زهکشی

در حال حاضر ماشین‌هایی که برای اجرای عملیات زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند انواع متنوعی از ترنچرها و ترنچلس‌ها هستند [۷] که شرح مختصری بر ویژگی‌های هر کدام از آنها در زیر ارائه گردیده است.

۲-۱- ترنچرها

ترنچرها شامل ۳ قسمت عملیاتی هستند (شکل شماره ۳):

الف - تراکتور چرخ زنجیری

ب - ادوات حفاری

ج - دنباله مخصوص جهت حفاظت دیواره ترانشه و کارگذاری لوله و فیلتر

این ماشین‌ها از نظر توان کارکرد، متناسب با نیازهای اجرایی زهکشی از تراکتورهای کوچک با عمق حفاری حداکثر ۱ متر (با توان حدود ۱۰۰ اسب بخار) تا ماشین‌های سنگین برای نصب لوله‌های قطور جمع‌کننده در

---

1 - Bucket Wheel Excavator

2 - Corrugated

اعماق حدود ۳/۵ متر (با توان بیش از ۴۰۰ اسب بخار) ساخته و عرضه می‌شوند. به این ترتیب انتخاب ماشین می‌بایستی باتوجه به خصوصیات فنی کار و سازگاری آن با شرایط حفاری و همچنین در نظر گرفتن مسائل اقتصادی صورت گیرد.

ادوات حفاری ترنچرهای امروزی عموماً زنجیر پیوسته است که بر روی آن تیغه‌های حفار نصب شده‌اند. عمق و عرض ترانشه قابل حفر توسط ترنچرهای زنجیری، از طریق جابه‌جایی و تنظیم ادوات حفاری بر روی آن قابل تغییر است. عمق حداکثر حفاری، بسته به نوع ماشین از ۱ تا ۳/۵ متر می‌باشد. گواینکه در سال‌های اخیر ترنچرهای مخصوصی طراحی و عرضه شده‌اند که تا اعماق حدود ۸ متر نیز برای مقاصد خاصی قادر به حفاری هستند [۱۹]. در این ترنچرها زنجیر حفاری نسبت به سطح زمین به طور قائم قرار گرفته و با ادوات هیدرولیکی، عمود بر محور ماشین، حرکت می‌نماید (تقریباً شبیه لیفت تراک‌ها).

عرض ترانشه در ترنچرها معمولاً بین ۱۲ تا ۶۵ سانتی‌متر متغیر است عرض معمول برای نصب زهکش‌های زیرزمینی بین ۲۰ تا ۳۵ سانتی‌متر می‌باشد. توان موتور ترنچرها بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ اسب بخار، وزن آنها بین ۱۰ تا ۵۰ تن و فشار وارد بر خاک بین ۰/۲ تا ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد [۷].

پیش از به‌کارگیری تکنولوژی لیزر، تنظیم شیب و عمق نصب در ترنچرها توسط راننده و از طریق شاخص‌های مخصوصی صورت می‌گرفت. این روش در حال حاضر نیز به کار گرفته می‌شود. لیکن اغلب ترنچرهای جدید مجهز به سیستم کنترل لیزری شیب هستند و از این طریق سرعت کار افزایش و کارآیی نصب بیشتر شده است (شکلهای شماره ۴ و ۵).

لوله‌های پلاستیکی خرطومی برای زهکش‌های زیرزمینی یا به صورت کلاف روی قرقره‌های مخصوص ماشین سوار شده و از طریق ریل‌های مخصوصی به داخل ترانشه هدایت می‌گردند و یا قبلاً در کنار مسیر ترانشه مستقر شده و به هم متصل می‌گردند و سپس توسط ماشین، حین حرکت در امتداد ترانشه، از زمین بلند شده و به ترانشه انتقال یافته و کارگذاری می‌شود. لوله‌های خرطومی قطور (لوله‌های جمع‌کننده) لزوماً به روش اخیر کارگذاری می‌شوند.

ترنچرها می‌توانند برای کارگذاری لوله‌های سفالی و سیمانی نیز به کار روند در این صورت با استفاده از نیروی کارگر، لوله‌ها مرتباً در قیف مخصوص قرار داده می‌شود و با حرکت ماشین به جلو و حفر ترانشه، در کف ترانشه کارگذاری می‌شوند. هم‌چنین در این ماشین‌ها شن و ماسه فیلتری دور لوله‌های زهکشی از طریق یک مخزن ویژه که به یک یا دو قیف مربوط می‌شود، کارگذاری می‌گردد. این در صورتی است که از لوله‌های دارای فیلترهای مصنوعی[۱] استفاده نشود.

راندمان کار و پتانسیل عملکرد این ماشین‌ها به عوامل زیادی از جمله توان آنها و شرایط خاک بستگی دارد. علاوه‌بر آن مشخصات فنی طرح، ابعاد مزرعه، عمق نصب و بالاخره به سازمان‌دهی عملیات اجرایی بر آن

---

۱ - Synthetic

تأثیر دارند. در خاک‌های با بافت متوسط و عمق نصب ۱ تا ۱/۲ متر برای زهکش‌هایی بطول ۲۰۰ متر عملکرد معمولی ماشین حدود ۳۰۰ متر در ساعت است . این مقدار در خاکهای سنگین رسی به ۲۰۰ متر تقلیل پیدا می‌کند. برای ماشینهای بزرگ با عمق کار ۲/۵ تا ۳ متر عملکرد به مراتب کمتر از مقادیر فوق الذکر است [۸]. لازم به ذکر است که ارقام یاد شده عمدتاً برای خاکهای جنگلی و پیت اروپایی مصداق دارد. در شرایط خاک‌های سنگین در مناطق خشک (نظیر ایران) برای نصب زهکش‌ها در عمق حدود ۲ تا ۲/۵ متر، عملکرد ماشین حدود ۶۰ تا ۱۰۰ متر در ساعت است [۱].

معمولاً هر ترنچر به گروه کاری مرکب از ۵ نفر نیازمند است. این گروه عبارتند از اپراتور ماشین، کمک اپراتور (برای راهنمایی مسیر حرکت) و ۳ نفر کارگر که وظیفه آوردن لوله ریختن مواد فیلتری و سایر کارها را بر عهده دارند. به طور کلی نیروی انسانی مورد نیاز در این نوع ماشینها ۱۰ تا ۲۰ نفر - ساعت برای هر ۱۰۰۰ متر طول لوله است (در مقایسه با کار دست که برای همین میزان لوله‌گذاری به ۲۵۰ تا ۳۰۰ نفر - ساعت نیاز است) [۸].

از ابداعاتی که در سال‌های اخیر در ترنچرها به عمل آمده است از جمله افزودن یک تانکر آب متصل به نازل پاششی بر روی تیغه‌های زنجیر می‌باشد که برای ممانعت از چسبیدن خاک به تیغه‌ها در خاک‌های چسبنده به کار می‌رود و در مواردی نیز تیغه‌های خراش‌دهنده به دنباله زنجیرها اضافه می‌گردد و ارتفاع آن به گونه‌ای تنظیم می‌شود تا از لایه‌های مناسب موجود در دیواره ترانشه (اغلب لایه‌های سطحی دارای ساختمان) مقادیری جدا کرده و بر روی لوله‌ها بریزد. در این صورت بقیه ترانشه با خاک حاصل از حفاری پر می‌گردد.

به منظور آشنایی با برخی از انواع ترنچرهایی که در حال حاضر توسط سازنده‌های مختلفی در دنیا ساخته و عرضه می‌شوند، مشخصات فنی تعدادی از ترنچرهای ساخت کشورهای مختلف گردآوری و خلاصه‌ای از آنها در جدول شماره ۱ درج شده است. اطلاعات مندرج در این جدول از کاتالوگ‌های ارائه شده توسط سازنده‌ها اخذ شده است.

۲-۲- ترنچلس‌ها

تکنیک زهکشی با لوله‌های زیرزمینی بدون حفر ترانشه، تکامل فکر پوشش زهکش‌های لانه موشی بوده و قدمت آن به سال ۱۹۶۰ می‌رسد [۳].

ترنچلس‌ها بدون جابه‌جایی خاک و بیرون ریختن آن، به وسیله خیش مخصوصی زمین را شکافته و لوله را در زیر زمین کار می‌گذارند (شکل شماره ۲). این ماشین‌ها در انواع مختلفی ساخته شده و با آنها می‌توان لوله‌های به قطر ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر را نصب کرد[۱]. سرعت کار در این ماشین‌ها بیشتر از ترنچرها بوده (۲ تا ۳

برابر) و از آنها اقتصادی‌ترند. این ماشین‌ها برای کارگذاری لوله‌های پلاستیکی خرطومی به قطر ۶۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر ایده‌آل است. کار کردن در زمین‌های سنگلاخی راحت‌تر است و می‌توان هم‌زمان با کارگذاری لوله، انواع پوشش‌های مصنوعی و یا شن و ماسه‌ای را نیز پیرامون لوله نصب کرد. لیکن کاربرد پوشش‌های شن و ماسه‌ای با ترنچلس‌ها توصیه نمی‌شود چرا که کنترل کیفیت اجرای فیلترها به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد و احتمال مسدود شدن قیف و دشوار بودن تأمین شن و ماسه در سرعت‌های نسبتاً زیاد ماشینی وجود دارد [۸].

توان مورد نیاز این ماشین‌ها با افزایش عمق نصب به شدت افزایش می‌یابد. اما مقدار آن بستگی به نوع و شرایط خاک دارد. مثلاً برای نصب لوله در عمق ۱/۵ متر توان مورد نیاز ۲۰۰ اسب بخار است ، در حالیکه همین لوله اگر در عمق ۲ متری نصب شود به ماشینی با قدرت ۴۵۰ اسب بخار و ۲/۵ متری به ماشینی با قدرت ۷۰۰ اسب بخار نیاز دارد [۱]. امروزه خیش‌های دستگاه برای انطباق با شرایط خاک و عمق نصب زهکش به اشکال مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. خیش‌های L شکل برای خاک‌های پایدار، ماسه‌ای یا سنگریزه‌ای مناسب هستند. خیش‌های V یا ∇ شکل برای خاک‌های یکنواخت و با ساختمان حساس مناسب هستند این نوع خیش‌ها تقریباً هیچ فشاری به خاک تحمیل نمی‌کنند و تنها خاک را بریده و بلند می‌کنند. خیش Y شکل آخرین پدیده از این نوع است و برای احداث زهکش در عمق زیادتر از حدود متعارف به کار می‌رود و آن را می‌توان شکل تغییر یافته‌ای از خیش‌های V شکل محسوب نمود.

پدیده جدیدی که در ترنچلس‌ها در سال‌های اخیر ابداع شده است، به‌کارگیری تیغه‌های لرزان[1] است که از طریق ایجاد ارتعاش با دامنه کوتاه در تیغه خیش حالت سیال‌تری را به خاک می‌دهد و ماشین‌های باتوان کمتر را قادر می‌سازد که کار ماشین‌های بزرگتر را انجام دهد [۱].

1- Vibrating blades

جدول شماره ۱

مشخصات فنی تعدادی از ماشین‌آلات ساخت کشورهای مختلف براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های سازنده

کشور سازنده	کارخانه سازنده	نوع و مدل ماشین	وزن (ton)	مشخصات موتور			مشخصات حفاری			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	فشار وارد بر خاک (Kg/cm^2)
				نوع	قدرت اسمی (HP)	RPM	عرض ترانشه (m)	عمق ترانشه (m)	سرعت زنجیر (m/s)			
هلند	STEENBERGEN HOLBDDRAIN	BSS-375-super spetial	۴۳	مرسدس بنز	۴۴۶	۱۹۰۰	۰/۶۰	۲/۷-۳/۷	۴/۵	۵/۴	هیدرولیکی	
		BSS-300-HD	۳۵	مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۴	۳/۰	۴/۵	۵/۳	هیدرولیکی	
		BSS-300	۲۳/۵	مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۲۵	۲/۵	۰/۸-۴/۵	۵/۱	هیدرولیکی	
		GSS-Super	۲۲	مرسدس بنز	۲۶۵	۲۱۰۰	۰/۲۵-۰/۴	۲/۰-۳/۰	۰/۶۸-۴/۵۸	۵/۱	هیدرولیکی	
		GSS-300 W	۲۳	مرسدس بنز	۲۹۵	۲۳۰۰	۰/۲۴-۰/۴۰	۳/۰	۰/۹-۴/۹۰	۴/۸	هیدرولیکی	۰/۳۳
		BSS-350-TCW		مرسدس بنز	۳۲۹	۲۱۰۰	۰/۶۵	۲/۵-۳/۵	۱/۲۲-۴/۵	۴/۸	هیدرولیکی	
	STEENBERGEN KLAASWOOL	B-450	۲۵	DEUTZ	۱۶۵	۲۲۰۰	۰/۲۵-۰/۴۰	۳/۵	۰/۳۵-۳/۸	۴/۸	هیدرولیکی	
		B-500	۲۵	DEUTZ	۱۷۵	۲۰۰۰	۰/۲۵-۰/۳۰	۳/۵	۳/۸	۵۰۰	۵/۰	هیدرولیکی
		G/S-5-2555	۱۴	مرسدس بنز OM-355	۱۵۵	۲۰۰۰	۰/۲-۰/۵۰	۱/۸-۲/۵	۰/۶۶-۴/۵		۴/۵	هیدرولیکی
	BARTH HOLLAND	K-171	۱۳	DEUTZ	۲۰۳	۲۱۵۰	۰/۲۳-۰/۲۸	۱/۷۵	۵/۵	۵/۰	مکانیکی	
		K 200	۱۸	DAF			۰/۲۳-۰/۲۸	۲/۰	۴/۷	۴/۵	مکانیکی	۰/۳۴
		D30 HEAVY DUTY	۲۹	مرسدس بنز OM-4424	۳۶۳	۱۹۰۰	۰/۳-۰/۴	۳/۰		۳/۹	مکانیکی	۰/۴۲
		K 250	۲۱	DEUTZ	۲۵۵		۰/۲۶-۰/۵۰	۲/۵			مکانیکی	۰/۳۴

ادامه جدول شماره ۱

مشخصات فنی تعدادی از ماشین‌آلات ساخت کشورهای مختلف براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های سازنده

کشور سازنده	کارخانه سازنده	نوع و مدل ماشین	وزن (ton)	مشخصات موتور			مشخصات حفاری			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	فشار ورود بر خاک (Kg/cm^2)
				نوع	قدرت اسمی (HP)	RPM	عرض ترانشه (m)	عمق ترانشه (m)	سرعت زنجیر (m/s)			
هلند - انگلیس	MASTENBROEK	26/15 H	۱۶/۵	VOLVO TD-100G	۲۷۰		۰/۱۱-۰/۴	۱/۸	۶/۵	۲/۸-۵	هیدرولیکی	
		40/36	۴۲	Cummins KTA19-C	۵۲۵		۰/۳-۰/۸	۱/۸-۴/۰	۴/۲۵	۲/۴-۴/۱	هیدرولیکی	
		15/15 H	۱۲	Volvo TD61A	۱۶۵		۰/۱۱-۰/۴۰	۰/۱۵-۱/۶	۴/۵	۲/۸-۴/۵	هیدرولیکی	
		60/80	۴۸	Cummins	۷۰۰	۲۱۰۰	۰/۲۸	۲/۵-۸/۰		۲/۲-۴/۶	هیدرولیکی	
آمریکا-آلمان	VERMER	T-800A		GM6V-53	۱۹۳	۲۵۵۰	۰/۹۰	۲/۴-۳/۶			هیدرولیکی	
		T-800B	۲۱/۷	GM6V-53	۱۹۵		۰/۳۱-۰/۹۱	۲/۴۴-۳/۶۶		۷	مکانیکی هیدرولیکی	
آلمان	HOES	SD-130	۸/۹	Ford Tw-10	۱۲۷	۲۳۰۰	۰/۱۳	۱/۷۵	۰/۷۲-۴/۳۳		مکانیکی	۰/۲۹
		Gigant-685	۱۳/۴۵	DEUTZ	۲۲۴	۲۳۰۰	۰/۱۲۵-۰/۲۹	۰/۵-۲/۵	۱/۰۵-۵/۷۵	۵/۰	مکانیکی	۰/۲۶
		Super Gigant 522	۱۵/۵	DEUTZ	۲۶۷	۲۳۰۰	۰/۲۳-۰/۴۵	۱/۳-۳/۵	۱/۰۴-۵/۶۹	۴/۲	مکانیکی	۰/۳۴
		Super Gigant 525	۲۲	DEUTZ	۳۲۰	۲۱۰۰	۰/۲۶-۰/۶۰	۲/۸	۶			۰/۲۵
امریکا	TRENCOR-JETCO	1030-D	۲۲/۷	کارترپیلار 3406-B	۴۰۲	۲۱۰۰	۰/۳۵	۳			مکانیکی	۰/۳۲
هلند	INTER-DRAIN	3035-HT	۲۴	VOLVO TWD-1211P	۴۲۲	۱۹۰۰	۰/۱۳-۰/۵۵	۲/۱-۴/۵	۶	۶	هیدرولیکی	۰/۳۱
		3035-T	۲۴	VOLVO TWD-121G	۳۵۰		۰/۲-۰/۶	۲/۱-۳/۰	۶/۱۵	۶	مکانیکی	۰/۳۱
		2028-HT	۱۷	VOLVO TD-121G	۳۵۰	۲۱۰۰	۰/۱۳-۰/۵۰	۲/۰-۳/۶۰	۶	۶	هیدرولیکی	۰/۳۱

۳- سوابق استفاده از ماشین‌های زهکشی در ایران

احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی نوین، اولین بار در دهه‌ی ۱۳۱۰ در نواحی جنوبی کشور (بوشهر و خوزستان) صورت گرفته است. سوابق اولین کاربرد ماشین در احداث زهکش‌های روباز به حدود سال‌های ۱۳۳۵ در اراضی شاوور خوزستان بر می‌گردد که در چارچوب اصل چهار ترومن پس از جنگ جهانی دوم به انجام رسیده است. زهکشی زیرزمینی با استفاده از لوله‌های سفالی (تنبوشه)، ابتدا در مقیاس کوچک (حدود ۵۰۰ هکتار) در سال‌های ۴۲-۱۳۴۱ در اراضی باغ کشاورزی اهواز (محل فعلی دانشگاه جندی شاپور در ملاثانی) اجرا شد که در آن از نیروی کارگر استفاده به عمل آمد.

در حدود سال‌های ۱۳۴۰ به بعد یک دستگاه ترنچر (موسوم به ترنچ لاینر) با مارک بارت یا جان آلن برای مقاصد تحقیقاتی توسط مهندسی زراعی خوزستان وارد ایران شد. این دستگاه کوچک قادر به حفاری تا عمق حداکثر ۲ متر و عرض ۵۰ سانتی‌متر بود که در مزرعه نمونه مهندسی زراعی خوزستان مورد استفاده قرار گرفت.

اولین طرح زهکشی زیرزمینی به طور گسترده ابتدا در سطحی به وسعت ۲۵۰۰ هکتار از اراضی کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه خوزستان به انجام رسید. کار نصب زهکش‌ها با استفاده از ۳ دستگاه ترنچر با مارک "پارسونز"[1] ساخت امریکا انجام یافت (شکل شماره ۶). این ماشین‌ها از نوع ابتدایی ترنچرهای چرخ زنجیری بود که تنها کار حفر ترانشه و بیرون ریختن خاک از آن را انجام می‌داد. وسیله حفار این ماشین، زنجیری[2] و عمق حداکثر حفاری آن حدود ۳ متر و عرض ترانشه حاصله حدود ۸۰-۷۰ سانتی‌متر بود. نصب لوله‌های زهکشی (تنبوشه‌ها) از طریق نیروی کارگر و در داخل ترانشه حفاری شده صورت می‌گرفت و پس از ریختن شن و ماسه فیلتری در زیر و بالای لوله، ترانشه توسط گریدر پر می‌شد (شکل شماره ۷) وسعت اراضی که در طرح نیشکر هفت‌تپه تحت عملیات زهکشی قرار گرفت نهایتاً به ۱۱۰۰۰ هکتار بالغ گردید.

پس از طرح نیشکر هفت‌تپه، از سال ۱۳۵۵ عملیات زهکشی زیرزمینی در سطح گسترده در کشت و صنعت کارون انجام گرفت که ابتدا در ۶۰۰۰ هکتار با استفاده از ۱۳ دستگاه ترنچر با مارک Koering ساخت امریکا زهکش‌های زیرزمینی احداث گردیدند. بعدها ترنچرهای نوع Barth Holland نیز در این طرح بکار رفت. وسعت اراضی تحت زهکشی در این طرح تا سال ۱۳۶۸ به ۲۴۰۰۰ هکتار بالغ گردید. تا قبل از انقلاب اسلامی به جز دو طرح یاد شده، در سال‌های حدود ۵۴-۱۳۵۳ شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی آبخور سد وشمگیر و مزرعه نمونه ارتش در دشت گرگان با استفاده (Barth Holland) توسط پیمانکاران داخلی اجرا گردید.

1- PARRSONS

۲ - Lader Type

پس از انقلاب اسلامی، طرح‌های زهکشی در مناطق دشت‌های مغان و دالکی نیز به انجام رسیده است که در آنها هم از همان ماشین‌آلات ذکر شده استفاده به عمل آمده است و بالاخره در سال‌های اخیر در طرح‌های هفت‌گانه توسعه نیشکر و صنایع جانبی و طرح نیشکر میان‌آب در خوزستان و نیز طرح‌های زهکشی زابل و بهبهان و طرح اکالیپتوس در شمال خرمشهر از ماشین‌آلات زهکشی با مارک‌های مختلف به طور گسترده‌ای استفاده گردیده است.

به طورکلی بیشترین شبکه زهکشی زیرزمینی در ایران در حال حاضر در خوزستان اجرا شده است و وسعت آن بالغ بر ۱۰۰ هزار هکتار می‌گردد که بخش عظیمی از آن در سال‌های اخیر و در طرح توسعه نیشکر به انجام رسیده است و از این رو بیشتر ماشین‌آلات زهکشی نیز در آنجا به کار گرفته شده و در همان جا نیز مستقرند. همچنین در طرح‌های توسعه آینده کشور نیز انتظار می‌رود شبکه‌های گسترده زهکشی زیرزمینی هم‌چنان در استان خوزستان به انجام برسد و این استان حجم عظیمی از تجارب، ماشین‌آلات و مصالح زهکشی را به خود اختصاص دهد.

۴- جمع‌آوری اطلاعات ترنچرهای موجود در ایران

موضوع تهیه پرسشنامه و جمع‌آوری اطلاعات ترنچرهای موجود در ایران در سال ۱۳۷۴ در برنامه‌های گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران گنجانیده شد که طی آن به موازات برنامه تهیه شناسنامه شبکه‌های زهکشی احداث شده در کشور، اهدافی به شرح زیر تعقیب می‌شد:

- تهیه بانک اطلاعاتی ماشین‌آلات زهکشی به منظور اطلاع از پتانسیل‌های اجرایی موجود در کشور و مشخصات ماشین‌های موجود.
- جمع‌آوری تجارب و اطلاعات کاربران ماشین‌ها در زمینه عملکرد ترنچرها تحت شرایط گوناگون، شناخت نقاط قوت و ضعف آنها و در صورت امکان ارائه توصیه‌های لازم جهت انتخاب ماشین بهتر با مشخصات سازگار با شرایط اقلیمی و محیطی کشور ما
- اطلاع از توزیع جغرافیایی ترنچرها و نیز اطلاع از نوع مالکیت آنها (خصوصی و دولتی)
- اطلاع از آمادگی به کار ترنچرهای موجود در مقایسه با ترنچر نو و برآورد مجموع باقی‌مانده عمر مفید آنها
- جمع‌آوری، تدوین و انتقال هرگونه تجربه مفید از به‌کارگیری انواع ترنچرها در اجرای زهکش‌های زیرزمینی جهت بهبود روش‌های اجرا در چارچوب اهداف و وظایف کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر از سوی این گروه کار، پرسشنامه‌هایی تهیه و به کلیه ارگان‌ها، پیمانکاران و سازمان‌هایی که احتمال داده می‌شد که ماشین‌هایی از این نوع در اختیار داشته باشند ارسال گردید، تا پس از تکمیل اطلاعات مربوطه عودت گردد. در این پرسش‌نامه‌ها اطلاعاتی از قبیل مشخصات فنی و عمومی ماشین‌ها، عملکرد آنها در شرایط مختلف و عملیات موردنیاز سرویس و نگهداری آنها درخواست شده بود. گرچه گروه‌کار در نظر داشت برای کلیه ماشین‌های موجود در کشور، هریک، یک پرسش‌نامه به مثابه شناسنامه آن تهیه و ارسال گردد، ولی در این کار موفق نبود و تعدادی از پیمانکاران و شرکت‌های خصوصی و دولتی که ترنچر در اختیار دارند، فقط در مورد بعضی از این ماشین‌ها اطلاعاتی ارسال کردند.

در ادامه این کار به منظور تکمیل اطلاعات موردنیاز جدولی تهیه شد و مجدداً به کلیه شرکت‌ها و پیمانکاران دولتی و خصوصی ذیربط ارسال گردید که در آن اطلاعات خلاصه‌ای از ترنچرهای در اختیار آنها درج شود. ازجمله اطلاعات درخواستی نوع و مدل ماشین، سال ساخت، سال شروع به کار، میزان کارکرد، درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو، محل استقرار و هم‌چنین طرح‌های زهکشی استفاده شده بود.

با دریافت جداول تکمیل شده از شرکت‌ها و سازمان‌های مربوطه اطلاعاتی از نظر پتانسیل‌های موجود اجرای شبکه زهکشی زیرزمینی در کشور حاصل گردید که دستیابی به برخی از اهداف فوق‌الذکر را امکانپذیر ساخت.

۵- نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌هاو جداول ترنچرهای موجود در کشور

اطلاعات مندرج در پرسشنامه‌ها و جداول ترنچرها مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن بشرح زیر ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است که این بررسی شامل ترنچرهای موجود در شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه، کارون و میان‌آب نمی‌گردد چراکه ماشین‌های زهکشی موجود در این شرکت‌ها اختصاصاً برای‌عملیات اجرایی و ترمیمی در اراضی این شرکت‌ها استفاده می‌شود. هم‌چنین از نظر زمانی این بررسی مربوط به اول سال ۱۳۷۷ می‌باشد.

۵-۱- مشخصات عمومی ترنچرهای موجود در کشور و مالکیت آنها

جدول شماره ۲ بخشی از اطلاعات استخراج شده از پرسش‌نامه‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول اطلاعاتی از هر یک از ترنچرهای موجود در کشور و مالکیت آنها و نیز میزان آمادگی به کار و محل استقرار آن درج شده است.

اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که به طورکلی در اول سال ۱۳۷۷، ۴۱ دستگاه ترنچر در کشور موجود بوده است که آمادگی به کار آنها بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد گزارش گردیده است.

این تعداد ترنچر از سازندگان مختلفی تهیه شده است که شامل مارک‌های Barth-D30 , Steebnergen-B.V, Holladdrain-GSS, Trencor Jetco 1030D, Inter Drain 3035-HT است. شکلهای شماره ۸ تا ۱۰ نمای ظاهری ترنچرهای موجود در کشور را نشان می‌دهد. بیشترین تعداد ترنچر را شرکت خدمات مهندسی آب و خاک به تعداد ۱۵ دستگاه با مدل‌های مختلف داشته است. شرکت‌های خصوصی شوسه، گسترش کارآب، عمران و راه‌سازی ایران، سلمان قدر، پانیر، لوزان و شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی (دولتی) نیز هریک ، ۳ تا ۵ دستگاه ترنچر در اختیار داشته‌اند. ماشین‌هایی که کارآیی آنها ۱۰۰٪ گزارش شده است، ماشین‌های نویی بوده‌اند که در زمان تهیه اطلاعات تازه وارد کشور شده بودند. البته میزان آمادگی به کار ماشین‌ها توسط خود شرکت‌های مالک ترنچر اعلام شده‌است. از نظر سال ساخت، قدیمی‌ترین ماشین‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۵۱ (۱۹۷۳) و جدیدترین آنها مربوط به سال ۱۳۷۵ (۱۹۹۷) می‌باشد.

بیشترین تعداد ماشین‌ها در خلال سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳ وارد کشور شده‌اند که عمدتاً توسط شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی تهیه و بیشتر آنها در اختیار پیمانکاران طرح نیشکر قرار گرفته و عملیات اجرایی این طرح توسط این ماشین‌ها به انجام رسیده است. بر اساس اطلاعات ارسالی، این شرکت مجموعاً ۲۵دستگاه ترنچر خریداری کرده است که ۱۰ دستگاه آن از Inter Drain و ۱۵ دستگاه Trencor - Jetco بوده است، از این ماشین‌ها ۲۰ دستگاه در اختیار پیمانکاران گذاشته شده و ۵ دستگاه در اختیار خود شرکت قرار داشته است.

از نظر محل استقرار ماشین‌ها در سال ۱۳۷۶، ۳۱ دستگاه در اهواز، ۲ دستگاه در زابل، ۲ دستگاه در بهبهان، ۳ دستگاه در دالکی (بوشهر) ۱ دستگاه در شیراز و ۲ دستگاه در ساری مستقر بوده‌اند.

خلاصه‌ای از اطلاعات جدول شماره ۲ در جدول شماره ۳ درج شده است بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول بیشترین تعداد ترنچر موجود در کشور ترنچرهای Trencor - Jetco به تعداد ۲۵ دستگاه و پس از آن Inter Drain به تعداد ۱۳ دستگاه و سپس Barth Holland به تعداد ۱۱ دستگاه می‌باشد. از کمپانی‌های Holland drain و Steenbergen هرکدام یک دستگاه موجود بوده است.

در این جدول توزیع مالکیت هریک از این ماشین‌ها نیز درج شده است هم‌چنین از ۴۱ دستگاه موجود ۱۰ دستگاه در حد ۱۰۰ درصد و ۲۱ دستگاه در حد ۷۵ درصد و ۹ دستگاه تا ۵۰ درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو دارند. شایان ذکر است که تعیین درصد آمادگی به کار این ماشینها کاملاً نظری بوده و به منظور ارائه تصویر کلی از وضعیت فنی موجود این ترنچرها درج شده است.

جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در کشور و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷*

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت) ۱۳۷۶	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۶۰۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۶۰	اهواز	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۵۵۰۰	طرح‌های زهکشی مغان و زابل	٪۶۰	زابل	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۵۰۰۰	طرح‌های زهکشی مغان و زابل	٪۶۰	زابل	هلند	
	Hollanddrain	۱۳۶۲	۱۳۶۴	۸۰۰۰	شهرک صنعتی رامجرد- شهر خاص و غیره	٪۴۰	فارس	هلند	
	Barth-D30	۱۳۷۶	-	صفر	بهبهان	٪۱۰۰	بهبهان	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۴۵۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۷۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۴۲۰۰	طرح‌های نیشکر امیرکبیر و میرزاکوچک‌خان	٪۷۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	طرح نیشکر میان‌آب	٪۱۰۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	-	٪۱۰۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۵	-	صفر	-	٪۱۰۰	اهواز	هلند	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در کشور و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور	Barth-D30	۱۳۷۵	-	-	-	٪۱۰۰	بهبهان	هلند	
	Trencor-Jetco 1030D	۱۳۷۱	۱۳۷۵	۸۰۰	طرح نیشکر میرزاکوچک‌خان	٪۸۵	اهواز		از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است
	Trencor-Jetco 1030D	۱۳۷۱	۱۳۷۵	۸۵۰	طرح نیشکر میرزاکوچک‌خان	٪۸۵	اهواز	هلند	از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است.
شرکت ساختمانی شوسه	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت گرگان	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت گرگان و مزرعه نمونه ارتش	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت مغان	٪۷۵	دالکی	هلند	
	Barth-D30	۱۳۵۱	۱۳۵۲	-	طرح زهکشی دشت دالکی	٪۷۵	ساری	هلند	
	Steenbergen B.V.	۱۳۵۴	۱۳۵۵	-	طرح زهکشی دشت مغان	-	-	هلند	
شرکت گسترش کارآب	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات پیمان طرح نیشکر دعبل خزایی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان‌های موردنظر، در مالکیت شرکت کارآب قرار خواهد گرفت.
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۷۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	٪۵۰	اهواز	هلند	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در ایران و مشخصات آنها و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به‌کار	میزان کارکرد تا نیمه ۱۳۷۶ (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت عمران و راه‌سازی ایران	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	%۷۰	اهواز	هلند	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح شعیبیه از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان‌های موردنظر در مالکیت شرکت عمران و راه‌سازی ایران قرار خواهد گرفت.
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	%۷۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	%۷۰	اهواز	هلند	
	Inter Drain 3035-HT	۱۳۷۱	۱۳۷۳	۵۰۰۰	طرح نیشکر شعیبیه	%۷۰	اهواز	هلند	
شرکت سلمان قدر	Trencor-Jetco 1030	۱۳۷۲	۱۳۷۵	۲۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	%۹۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح شعیبیه از شرکت توسعه نیشکرو صنایع جانبی دریافت شده و پس ازخاتمه عملیات اجرایی پیمان‌های مورد نظر درمالکیت شرکت عمران وراه‌سازی ایران قرار خواهدگرفت.
	Trencor-Jetco 1030	۱۳۷۲	۱۳۷۵	۲۰۰۰	طرح نیشکر دعبل خزایی	%۹۰	اهواز	امریکا	
شرکت پانیز	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	%۸۰	اهواز	اهواز	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح سلمان فارسی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان موردنظر در مالکیت شرکت پانیز قرار خواهدگرفت.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	%۸۰	اهواز	اهواز	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	%۸۰	اهواز	اهواز	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر سلمان‌فارسی	%۸۰	اهواز	اهواز	

ادامه جدول شماره ۲

ترنچرهای موجود در ایران و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان / شرکت صاحب ترنچر	نوع ترنچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت)	طرح‌های زهکشی که از این ماشین استفاده شده است	درصد آمادگی به کار درمقایسه باماشین‌نو	محل استقرار ماشین	کشور سازنده ماشین	توضیح
شرکت لوزان	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها به عنوان بخشی از تسهیلات ارزی پیمان طرح نیشکر فارابی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و پس از خاتمه عملیات اجرایی پیمان موردنظر در مالکیت شرکت لوزان قرار خواهد گرفت.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۳۵۰۰	طرح نیشکر فارابی	٪۸۰	اهواز	امریکا	
شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-	فعلا استفاده‌ای از آنهانشده است	٪۱۰۰	اهواز	امریکا	این ترنچرها در طرح‌های هفت‌گانه نیشکر و در مراحل اجرایی و بهره‌برداری مورد استفاده قرار خواهد گرفت. شرکت توسعه نیشکر ۲۵ دستگاه ترنچر خریداری کرده است (۱۰ دستگاه انبتردرین و ۱۵ دستگاه جتکو) که ۲۰ دستگاه از آن به شرح فوق در اختیار پیمانکاران طرح‌های نیشکر قرار داده شده و ۵ دستگاه هم‌چنان در اختیار شرکت است.
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	
	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	-	-		٪۱۰۰	اهواز	امریکا	

* درصد آمادگی به کار ترنچر بر اساس اعلام مالکین آنها درج شده است .

۵-۲- مشخصات فنی ترنچرهای موجود در کشور

اطلاعات مربوط به مشخصات فنی ترنچرهای موجود در کشور در جدول شماره ۴ ارائه گردیده است. این جدول طبق اظهار مدیران فنی شرکت‌های دارنده ماشین‌های مذکور و بر اساس اطلاعات سازنده‌های این ماشین‌ها از طریق پرسش‌نامه‌های یاد شده به دست آمده است.

در این جدول توان موتور، مشخصات هندسی و حفاری ترنچرها و نیز وزن، فشار وارد بر خاک و سیستم کنترل شیب آنها درج شده است. از نظر قدرت اسمی، بالاترین توان برای ماشینهای Inter Drain با ۴۲۲ اسب‌بخار اعلام شده است. این رقم در کاتالوگ این ماشین برای مدل 3035-HT ذکر شده است. مدل دیگری از همین سری به شماره 3035-T در کاتالوگها دارای توان اسمی ۳۵۰ اسب‌بخار است که در ایران موجود نمی‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی‌های موجود بروی ترنچرها در منابع علمی، ترنچرهای با قدرت بیش از ۴۲۰ اسب‌بخار در گروه IV و برای حفاری تا اعماق بیشتر از ۳/۵ متر طبقه‌بندی شده‌اند [۱]. در حالیکه در کشور ما عمق نصب زهکشها بندرت از ۲/۵ متر فراتر می‌رود و عموماً تا ۲/۲ متر می‌باشد. توان اسمی ترنچرهای Trencor Jetco مدل 1030-D (مدل موجود در ایران)، ۴۰۲ اسب‌بخار و ترنچرهای Barth-D30 (Heavy Duty) برابر با ۳۶۳ اسب بخار اعلام شده است. ترنچر Steenbergen -GSS با توان اسمی ۲۰۰ اسب‌بخار در پرسشنامه مربوطه ماشین ضعیفی عنوان شده‌است که قادر نیست بیش از ۱/۹ متر حفاری انجام دهد.

بجز ترنچر Steenbergen ، ۳ مدل ترنچر فوق‌الذکر ۳۹ دستگاه از ۴۱ دستگاه موجود در کشور (۹۵ درصد) را تشکیل می‌دهند که در نواحی مختلف کشور در طرحهای زهکشی از آنها استفاده شده‌است.

به نظر می‌رسد در حال حاضر برای اظهار نظر قاطعی در زمینه مناسبترین توان اسمی ترنچر برای شرایط خاکهای ایران و مشخصات فنی طرحهای زهکشی در کشور، تجارب مدون کافی وجود نداشته باشد، لیکن بر اساس تجارب موجود از عملکرد این ماشینها، حداقل توان اسمی این ۳ مدل (۳۶۰ اسب بخار) می‌تواند یک حداقل توان مورد نیاز برای ترنچرها در خاکهای ایران محسوب شود. در عین حال با توجه به قیمت زیاد ترنچرها (حدود ۳۵۰/۰۰۰ دلار) و افزایش آن متناسب با افزایش توان ماشین، برای تعیین توان بهینه مورد نیاز ترنچرها در شرایط کشور ما که ملاحظات فنی و اقتصادی را نیز شامل گردد، انجام تحقیق، بررسی و مقایسه بین ترنچرهای موجود و مدلهای مناسب متحمل دیگر می‌تواند بسیار سودمند بوده و با توجه به تنگناهای ارزی کشور و محدودیت توان مالی پیمانکاران بخش خصوصی، ضروری می‌باشد.

بر اساس مندرجات جدول شماره ۴، با توجه توان اسمی ترنچرهای موجود، می‌توان گفت که به طور نظری در حال حاضر در کشور پتانسیلی به میزان بیش از ۱۶/۰۰۰ اسب‌بخار (اسمی) موجود است که شامل ۴۱ دستگاه ترنچر با قدرت اسمی متوسط ۳۹۰ اسب‌بخار می‌گردد.

جدول شماره ۳

ترنچرهای موجود در ایران در اول سال ۱۳۷۷)

نوع ترنچر و مدل آن	جمع تعداد موجود در کشور (دستگاه)	نام مالک ماشین	تعداد موجود (دستگاه)	تعداد دستگاه‌ها با درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو**			
				٪۱۰۰	تا ٪۷۵	تا ٪۵۰	کمتر از ٪۵۰
Barth - D30	۱۱	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک کشور	۷	۲	-	۵	-
		شرکت ساختمانی شوسه	۴	-	۴	-	-
Interdrain - 3035 - HT	۱۳	شرکت‌خدمات‌مهندسی آب و خاک کشور	۵	۳	۲	-	-
		شرکت گسترش کارآب	۴	-	-	۴	-
		شرکت عمران و راهسازی ایران	۴	-	۴	-	-
Trencor - Jetco 1030D	۱۵	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک کشور	۲	-	۲	-	-
		شرکت سلمان قدر	۲	-	۲	-	-
		شرکت پانیر	۳	-	۳	-	-
		شرکت لوزان	۳	-	۳	-	-
		شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی	۵	۵	-	-	-
Hollanddrain - GSS	۱	شرکت‌خدمات مهندسی‌آب و خاک‌کشور	۱	-	-	-	۱
Steenbergen B.V.	۱	شرکت ساختمانی شوسه	۱	-	۱	-	-
جمع			۴۱	۱۰	۲۱	۹	۱

* این جدول ترنچرهای در اختیار شرکتهای کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه، کارون و میان آب را شامل نمی‌گردد.

** بر اساس درصدهای اعلام شده توسط مالکین ترنچرها

۵-۳- عملکرد ترنچرهای زهکشی موجود در کشور

عملکرد خالص ترنچرها بستگی به عمق نصب زهکش‌ها، نوع خاک، ابعاد مزرعه، شرایط آب و هوایی و نهایتاً به مدیریت و سازماندهی عملیات دارد. به این ترتیب ارقام گزارش شده برای عملکرد دستگاه‌ها می‌بایستی باتوجه به شرایط گوناگون بهره‌برداری و آنچه که فوقاً ذکر شد، در نظر گرفته شود. جدول شماره ۵ خلاصه اطلاعات مربوط به عملکرد دستگاه‌ها در شرایط مورد نظر را نشان می‌دهد.

بر اساس ارقام مندرج در این جدول عملکرد ترنچرهای موجود برای حفاری تا به عمق ۲ تا ۲/۵ متر و باعرض ترانشه ۰/۳۳ تا ۰/۵ متر بسته به بافت خاکها بین ۴۰ تا ۱۶۰ متر در ساعت گزارش شده است. البته ارقام ارائه شده قطعی نیستند و مبتنی بر بررسی متمرکز کارگاهی نبوده و براساس اعلام‌نظر کاربران ثبت شده است. با این حال هم تجارب موجود از نقاط مختلف کشور و هم اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه‌های موردنظر نشان می‌دهد که در یک جمع‌بندی کلی می‌توان عملکرد ماشین‌های زهکشی با قدرت معمول حدود ۳۶۰اسب بخار را برای خاک‌های سبک، متوسط و سنگین برای کشور ما به طور میانگین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ متر در ساعت در نظر گرفت. البته ارقام ذکر شده، رقم خالص عملکرد بوده و در حین اجرا با توجه به افت‌های زمانی ناشی از مدیریت و برنامه‌ریزی اجرا، تعمیرات و مشخصات فنی طرح ، ارقام عملکرد ، کمتر از آنچه که در فوق ذکر شده ، می‌باشد.

جدول ۴- مشخصات فنی ترنچرهای موجود در کشور

ردیف	نوع و مدل دستگاه	تعدادموجود در کشور (دستگاه)	مشخصات موتور		شیوه تنظیم شیب کف ترانشه	وزن (تن)	فشار وارد بر خاک (Kg/cm^2)	مشخصات هندسی (متر)			سرعت حرکت (Km/h)	سیستم‌انتقال نیرو	سیستم حفاری	عرض حفاری-متر		عمق حفاری-متر	
			نوع	قدرت(اسمی) (HP) (RPM=2100)				عرض	طول	ارتفاع				حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱	Barth-D30 (Heavy Duty)	۱۱	مرسدس‌بنز OM-442A	۳۶۳	دستی (لیزر قابل نصب)	۲۹	۰/۴۲	۳	۱۷	۵/۵	۳/۹	مکانیکی	زنجیری	۰/۳	۰/۴	-	۳
۲	Inter Drain (3035-HT)	۱۳	Valvo TWD-1211P	۴۲۲	لیزری	۲۴	۰/۳۱	۲/۹۵	۱۱/۵	۳/۱۰	۶	هیدرولیکی	زنجیری	۰/۱۳	۰/۵۵	۱/۵	۲/۸
۳	Intercor-Jetco (1030-D)	۱۵	کاترپیلار مدل3406B	۴۰۲	لیزری	۲۲/۷	۰/۳۲					مکانیکی	زنجیری	-	۰/۳۵	-	۳
۴	Steenbergen Hollanddrian (GSS)	۱	مرسدس‌بنز	۲۰۰	دستی	۲۲/۵		۳/۵	۱۵	۳/۷		مکانیکی	زنجیری	۰/۳۵ ثابت	-	۱/۲	۱/۹
۵	Steenbergen Hollanddrain B.V	۱	مرسدس بنز	۳۲۹	لیزری	۲۴	-	۲/۶۰ (حمل‌ونقل) ۳/۹۰ (کار)	۹/۵	۲/۶۰	۵	هیدرولیکی	زنجیری	۰/۲۴	۰/۶	۲/۰	۳/۰

جدول ۵- عملکرد ماشین‌های زهکشی موجود در کشور در شرایط مختلف

مارک و مدل ترنچر	منطقه عملیاتی اجرایی زهکش‌ها(متر)	متوسط عمق کارگذاری	عرض ترانشه (متر)	عملکرد* (متر در ساعت)		
				خاک سبک	خاک متوسط	خاک سنگین
Inter Drain 3035-HT	زابل	۲	۰/۳۳	–	۱۵۰	۷۰
	خوزستان (جنوب اهواز)	۲	۰/۳۵	۱۲۰	۱۰۰	۶۰
Steenbergen Hollanddrain GSS	شیراز	۱/۹	۰/۳۵	۱۰۰	–	کارآیی ندارد
Steenbergen Hollanddrain BSS-STD	مغان	۲/۲	۰/۵۰	–	–	۵۰
Barth - D - 30	زابل	۲/۵	۰/۴	۱۶۰	۱۰۰	۶۰
	مغان	۲/۲	۰/۳۵	۸۰	–	۴۰
	خوزستان (جنوب اهواز)	۲/۴	۰/۴	۱۲۰	–	۹۰
	مغان	۲/۳	۰/۶	۵۰	۴۰	۳۵
Trencor - Jetco 1030 - D	خوزستان (جنوب اهواز)	۲	۰/۳۵	۱۲۰	۱۰۰	۸۰

* ارقام عملکرد بر اساس نظر کاربران ماشینها ثبت شده و مبتنی بر بررسی کارشناس کارگاهی نمی‌باشد.

۵-۴- پتانسیل اجرایی شبکه زهکشی در کشور

به منظور ارایه یک تصویر کلی از پتانسیلهای اجرای زهکشهای زیرزمینی در کشور، با استفاده از ماشینهای موجود فرضیات زیر بکار گرفته شده‌است.

چنان‌چه متوسط عملکرد ماشین‌های ترنچر را حدود ۸۰ متر در ساعت در نظر بگیریم و همواره ۶۰ درصد این ماشین‌ها را آماده به کار برای ۱۰ ساعت کار در روز منظور کنیم، در این صورت چنان‌چه کلیه پتانسیل کشور بسیج شده و برای اجرای پروژه‌های زهکشی زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرند، در هر روز معادل ۲۰ کیلومتر زهکش زیرزمینی احداث می‌شود. با در نظر گرفتن فواصل زهکش‌های زیرزمینی معادل ۸۰ متر، وسعت اراضی که می‌توانند تحت عملیات اجرای زهکش‌ها قرار گیرند به حدود ۱۶۰ هکتار در روز بالغ می‌گردد که با در نظر گرفتن ۲۱۰ روز کاری در هر سال میزان پتانسیل اجرای زهکش‌های زیرزمینی به‌طور سالانه معادل ۳۳۶۰۰ هکتار می‌گردد.

البته این رقم فرضی بوده و بدون اعمال عمر مفید دستگاه‌ها حاصل گردیده است. چنان‌چه عمر مفید یک دستگاه ترنچر نو معادل ۱۰۰۰۰ ساعت در نظر گرفته شود. باتوجه به درصد کارآیی ماشین‌های موجود در کشور مندرج در جدول شماره ۲ میزان ساعات کار باقی‌مانده از عمر مفید دستگاه‌های موجود به طور متوسط برای هر دستگاه برابر ۷۹۰۰ ساعت می‌باشد.

اگر ۲۰ درصد از ماشین‌های موجود به کارهای ترمیمی شبکه‌های موجود اختصاص یابد و بقیه برای احداث شبکه‌های جدید مورد استفاده قرار گیرد، در این صورت با ماشین‌های موجود در کشور تا استهلاک آنها می‌توان حدود ۱۲۵۰۰۰ هکتار از اراضی را زهکشی کرد و در صورتی که برنامه توسعه شبکه‌های زهکشی در کشور از نظر تأمین اعتبارات و اولویت‌های اجرایی سالانه زهکشی حدود ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی را شامل گردد، با ماشین‌آلات موجود می‌توان تا ۶ سال مبادرت به عملیات اجرایی نمود.

لازم به ذکر است که برآوردهای فوق‌الذکر تنها جنبه نظری داشته و به منظور ارائه تصویر تقریبی از پتانسیل‌های موجود اجرایی کشور در زمینه ماشین‌آلات زهکشی است. بدیهی است که باتوجه به محدودیت‌های منابع مالی پیمانکاران بخش خصوصی در کشور ما و روش‌های رایج استفاده از ماشین‌آلات، میزان ساعات استفاده از ماشین‌ها به بیش از ۱۰۰۰۰ ساعت رسیده و عموماً سال‌ها پس از پایان یافتن عمر مفید اقتصادی نیز هم‌چنان به کار گرفته می‌شوند. بنابراین توان اجرایی کشور عملاً بیش از آنچه که فوقاً ذکر شد بوده و به‌کارگیری این ماشین‌ها نیز از طریق اعمال تعمیرات و تعویض قطعات طولانی‌تر از عمر مفید آنها خواهد بود.

۶-کیفیت اجرای زهکش‌های زیرزمینی با ماشین‌های موجود

طراحی لوله‌های زهکشی براساس فرض یک عمق و شیب معین برای این لوله‌ها صورت می‌گیرد. لیکن در حین کارگذاری لوله‌ها، در اثر پاره‌ای عوامل، امکان نصب لوله‌ها با شیب موردنظر و در عمق طراحی فراهم نمی‌گردد. از جمله این عوامل، سرعت زیاد ماشین و لرزش‌های آن، ناهمواری سطح زمین، سهل‌انگاری و خستگی راننده ماشین یا عوامل اجرایی و بالاخره محدودیت‌های ابزار لیزری شیب می‌باشد.

عمق نصب و شیب لوله‌های زهکشی در شرایطی که ماشین‌ها فاقد تجهیزات کنترل لیزری است، به وسیله راننده تنظیم می‌شود. برای این منظور بر روی قسمت حفاری ماشین ابزار نشانه‌روی مخصوصی کارگذاری می‌شود که به کمک آنها و با نشانه‌روی بر روی علائم نصب شده بر روی زمین، مسیر حفاری و عمق نصب کنترل می‌شود. البته اغلب ماشین‌های زهکشی موجود درکشور در حال حاضر به سیستم لیزری کنترل شیب مجهز هستند از این رو کنترل شیب زهکش‌های نصب شده به طور اتوماتیک توسط این سیستم صورت می‌گیرد و با این حال استفاده از سیستم لیزری نیز لزوماً متضمن نصب زهکش‌ها در عمق مورد نیاز و با شیب موردنظر نبوده و عواملی از قبیل تأثیر وزش باد و تنظیم نبودن دستگاه مولد لیزر و نیز لق بودن اتصالات قسمت حفاری ماشین و تغییرات جنس خاک ، می‌تواند در کیفیت عملیات اجرایی تأثیرگذار باشد.

استانداردهای تدوین شده در زمینه دقت نصب لوله‌های زهکشی درکشورهای مختلف متفاوت است. در آلمان استاندارد DIN - 1185 عدول از عمق طراحی را به میزان ۲± سانتی‌متر مجاز می‌شمارد. این حد در استانداردهای لهستان و چک‌اسلواکی سابق و بلژیک نیز منظور شده است [۳]. البته نبایستی از نظر دور داشت که این استاندارد بیشتر با شرایط خاص خاک‌های اروپا و مبانی احداث زهکش‌ها در آن مطابقت دارد، مثلاً عمق نصب موردنظر در این استاندارد ۰/۸ تا ۱/۲ متر است. در عمل رعایت این تولرانس‌ها در طول تمامی خطوط زهکش حتی با استفاده از سیستم لیزری بسیار دشوار است لیکن این توافق عمومی وجود دارد که رقوم نصب زهکشی نباید به اندازه بیش از نصف قطر لوله از رقوم طراحی شده انحراف پیدا کند. حداکثر مجاز انحراف شیب نصب نیز از ۲۰٪ قطر داخلی لوله برای هر ۱۰۰ متر نباید تجاوز نماید.

نتایج یک بررسی در زمینه تأثیر باد و نیز فاصله ماشین از سیستم مولد لیزر نشان می‌دهد که در مناطق بادخیز لرزش‌های مولد لیزر مستقر بر روی سه پایه امکان نصب لوله‌ها با شیب یکنواخت را دشوار می‌سازد و تأثیر باد با افزایش فاصله ماشین از سیستم مولد لیزر افزایش می‌یابد [۳]. (نمودار شماره ۱).

دقت کارگذاری لوله‌های زهکشی در شبکه زهکشی طرح نیشکر (واحد میرزاکوچک‌خان) و طرح توسعه کشت اکالیپتوس (واقع در جنوب خوزستان) و نیز شبکه زهکشی دشت مغان مورد ارزیابی قرارگرفته و نتایج آن در نمودارهای شماره ۲ تا ۴ گردیده‌است [۸ و ۹].

ماشین‌های مورد استفاده در طرح نیشکر و مغان از نوع Inter Drain با کنترل شیب لیزری و در طرح اکالیپتوس ترنچر Barth Holland D3O با کنترل شیب مکانیکی (چشمی) بوده است.

این نمودارها نشان می‌دهند که در هر سه مورد با استفاده از هر دو ماشین با دو سیستم کنترل شیب متفاوت، علی‌رغم تغییرات ترازهای نصب لوله‌های زهکشی و اختلاف‌های موجود در فواصل کوتاه،

به‌طورکلی خطوط لوله در حدود تولرانس‌های مجاز نصب شده‌اند و عدول‌های بارزی به چشم نمی‌خورد. در این بررسی باتوجه به قطر لوله‌ها (۱۲۵ و ۱۶۰ میلی‌متر) و استفاده از فیلترهای شن و ماسه‌ای به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر در اطراف لوله‌ها، میزان تولرانس مجاز ۳± سانتی‌متر در نظر گرفته شده است.

در یک مورد (زهکش شماره MDI-11-26 طرح میرزا کوچک‌خان) در قسمت وسط لوله، شیب منفی قابل‌توجهی ایجاد شده است که این امر بر اساس مشاهدات کارگاهی، در محل نصب سه‌راهی شستشو واقع شده و علت آن بالا آوردن لوله برای نصب سه راهی و پر شدن زیر آن با شن ماسه فیلتری می‌باشد که قبل از پر کردن ترانشه مربوطه اصلاح گردیده است.

در نمودار مربوط به زهکش شماره 1-2R-1-21 دشت مغان (نمودار شماره۴) که به منظور آزمایش ترنچر صورت گرفته است، قسمت پایاب، (محل نصب لترال به کولکتور) عملاً با شیب زیادتری اجرا شده است که در جهت اطمینان می‌باشد و مشکلی ایجاد نمی‌گردد.

نتیجه اینکه گرچه ماشین‌آلات فاقد سیستم کنترل شیب لیزری، در صورتی که توسط اپراتورهای مجرب و تحت شرایط رفاهی مطلوب هدایت شود، می‌توانند دقت کاری تا حد دستگاه‌های مجهز به سیستم لیزری داشته باشند، با این حال برای اجرای عملیات زهکشی در سطح گسترده و در زمان‌های طولانی استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری اجتناب‌ناپذیر بوده و کارآیی بیشتری دارد، چه وقت کار ماشین‌های با کنترل شیب مکانیکی، متناسب با خستگی، کم بودن مهارت و عوامل رفاهی راننده کاهش می‌یابد و در این روش کارکرد طولانی‌مدت با دقت قابل‌قبول، تنها با استفاده از چند راننده امکان‌پذیر است. در حالی که در سیستم کنترل شیب لیزری چنان‌چه دستگاه به خوبی تنظیم شود، فشاری به راننده وارد نشده و امکان کار در زمان طولانی‌تر با دقت بیشتری فراهم می‌گردد. در هر صورت در حال حاضر استفاده از کنترل‌های لیزری روزبه‌روز رواج بیشتری می‌یافته و به تدریج جایگزین روش‌های مکانیکی می‌گردد.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

آنچه که در مورد ویژگی‌ها و توانایی‌های ماشین‌آلات زهکشی موجود در کشور بیان شد، جمع‌بندی پاسخ تعدادی از مسؤلین فنی و کاربران سازمان‌ها و شرکت‌های مالک ماشین زهکشی بوده و مسلماً دربرگیرنده نظرات و تجارب کلیه دست‌اندرکاران اجرای شبکه‌های و یا کسانی که مستقیماً با کار ترنچرهای موجود در کشور در ارتباط هستند، نمی‌باشد. از این رو لزوم ادامه این بررسی‌ها و جمع‌آوری کلیه تجارب و نقطه‌نظرات در سطح ملی هم‌چنان وجود دارد. با این حال چنانچه ویژگی‌های عمومی طرح‌های زهکشی کشور ما به شرح زیر مورد نظر قرار گیرد:

- عمق نصب ۱/۸ تا ۲/۵ متر
- عرض ترانشه ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر
- نوع فیلتر مصرفی شن و ماسه
- نوع خاک اراضی خاک‌های نواحی خشک و ساختمان متراکم

- نوع لوله مصرفی لوله‌های پلاستیکی تا قطر ۲۰۰ میلی‌متر

در این صورت یک ماشین مناسب اجرای زهکش‌های زیرزمینی در کشور ما می‌بایستی ویژگی‌هایی حداقل به شرح زیر داشته باشد:

۱- از نظر ابعاد ترانشه نصب زهکش‌ها، ماشین‌ها بایستی قادر باشند با راندمان قابل قبولی تا عمق ۲/۵ متر و به عرض تا ۵۰ سانتی‌متر را حفاری و لوله‌گذاری نمایند. این‌چنین ماشینی باتوجه به توصیه‌های سازندگان ماشین‌ها به قدرت اصلی موتور حدود ۳۵۰ اسب بخار یا بیشتر نیاز دارند. در عین حال بایستی توجه کرد که مقایسه عملکرد ترنچرهای موجود در کشور با توان اسمی موتور آنها، حاکی از فقدان رابطه مستقیم این دو پارامتر بوده و کار انجام شده به ازای هر واحد اسب بخار اسمی در ماشینهای مختلف متفاوت است. لذا بنظر می‌رسد در انتخاب توان مورد نیاز برای ترنچرها در شرایط کشور نبایستی صرفاً به توان اعلام شده توسط سازندگان اکتفا نمود.دراین زمینه انجام بررسیها و مقایسه‌های‌فنی‌درشرایط‌یکسان‌بین‌ماشین‌های‌مختلف،می‌تواند‌درانتخاب نوع وتوان‌ماشین مفیدباشد.

۲- باتوجه به کمبود مصالح فیلتری شن و ماسه و پرهزینه بودن تهیه و حمل آن جهت استفاده در ترانشه‌های زهکشی (مثل خوزستان که بخش اعظم شبکه‌های زهکشی زیرزمینی و نواحی دارای نیاز زهکشی در آن قرار دارند)، عرض ترانشه ماشین‌آلات می‌بایستی قابل تنظیم بوده و از این طریق میزان فیلتر مصرفی باتوجه به قطر لوله کاربردی و حداقل ضخامت قشر فیلتری در طرفین لوله‌ها، کاهش یابد. چنان‌چه حداقل قطر کاربردی لوله زهکش ۱۰۰ میلی‌متر و حداقل ضخامت قشر فیلتری در هر طرف از لوله معادل ۷/۵ سانتی‌متر (۳ اینچ) در نظر گرفته شود، زنجیر حفار و دنباله بند ترنچر می‌بایستی تا حداقل ۲۵ سانتی‌متر عرض ترانشه قابل تنظیم باشد.

۳- باتوجه به کمبود نیروی متخصص به ویژه در نواحی دورتر از مرکز کشور، نیازهای تعمیرات اساسی ماشین زهکشی بایستی کم بوده و تعمیرات جزئی نیز حتی‌المقدور به سادگی قابل انجام بوده تا از این طریق راندمان کار ماشین تأمین گردد.

۴- تأمین قطعات یدکی مهم است. قطعاتی که بیشتر در معرض آسیب‌دیدگی هستند بایستی به سهولت تأمین شده و همیشه در دسترس کاربران قرار داشته باشد (از قبیل قطعات مربوط به سیستم حفاری)

۵- اگرچه بیشتر اراضی زه‌دار یا در معرض زه‌دار شدن در کشور عموماً در دشت‌های مسطح قرار داشته و شیب آنها کم است، با این حال باتوجه به اینکه بعضی از طرح‌های زهکشی در اراضی تسطیح نشده به اجرا در می‌آیند. مجهز بودن دستگاه‌ها به جک‌های تراز کننده موجب توانایی ماشین در شرایط گوناگون اراضی و نیز تضمین کیفیت اجرای زهکش‌ها می‌باشد، در حال حاضر تعدادی از ماشین‌های زهکشی موجود مجهز به جک‌های ترازکننده هستند، و این از امتیازات مثبت آنها محسوب می‌گردد.

۶- گرچه کارخانجات سازنده ترنچرها در طراحی چرخ ترنچر محرکه ماشین امکان حرکت آنها در اراضی باتلاقی را نیز در نظر می‌گیرند (فشار وارد بر خاک حدود ۰/۲ تا ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) لیکن از آنجاکه در مواردی گزارشاتی از محدودیت حرکت بعضی از ماشین‌های موجود در اراضی باتلاقی و نرم وجود دارد، لازم است در سفارش ماشین‌های ترنچر به این امر نیز توجه شود و عندالزوم امکان

استفاده ماشین از کفشک‌های کمکی یا امکان تغییر در زنجیر محرکه، متناسب با شرایط خاک‌های اراضی منظور گردد.

۷- امروزه استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری در ماشین‌های زهکشی کاملاً متداول شده و اغلب ماشین‌های تولیدی مجهز به این سیستم هستند. گرچه بدون استفاده از سیستم لیزری هم برای مدت محدودی از زمان کار به شرط دقت و تجربه بسیار زیاد اپراتور ماشین، امکان نصب لوله‌های زهکشی در تولرانس‌های قابل قبول فراهم می‌باشد، لیکن در طرح‌های بزرگ و برای ساعات کار طولانی استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری اجتناب‌ناپذیر است. ضمن اینکه در استفاده از این سیستم به محدودیت‌های آن از جمله تأثیر باد و درجه حرارت زیاد و لق بودن بستهای قسمت حفار می‌بایستی توجه گردد.

۸- دوره گارانتی و وارنتی و نیز خدمات آموزشی اولیه در ماشین‌آلات زهکشی، باتوجه به اختصاصی بودن آنها واجد اهمیت است. معمولاً ۱۰۰۰ ساعت یا ۶ ماه تا یک سال از زمان تحویل دوره گارانتی ماشین‌ها محسوب می‌گردد. لیکن پس از آن کارخانه سازنده بایستی تأمین قطعات یدکی (وارنتی) را برای مدت زمانی کافی (عمر مفید اعلام شده در مدارک ماشین) تعهد نماید. در هر صورت در سفارش ماشین به این دو مسئله نیز بایستی توجه کافی مبذول گردد. ضمناً مدارک فنی ماشین و دستورالعمل‌های آن (به دو صورت مختصر صحرایی و مشروح) حتماً بایستی اخذ شده و ترجمه آن به همراه ماشین همیشه در اختیار کاربران آن قرار داشته باشد.

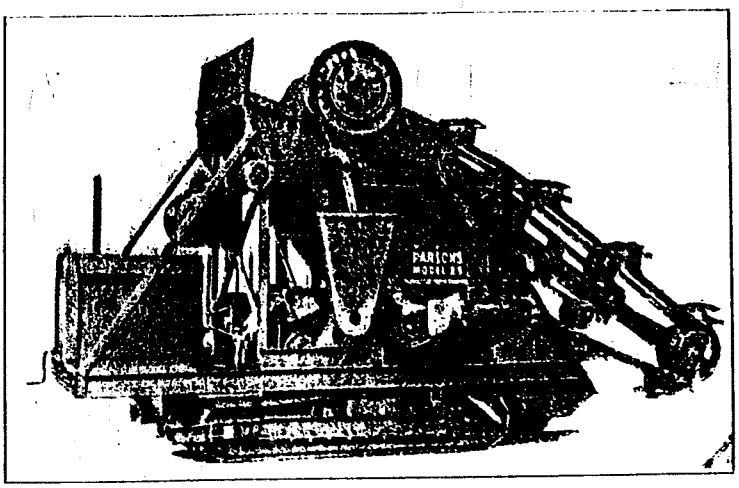
۹- خاک‌های حاصل از حفاری در بعضی از ماشین‌های موجود (Inter Drain) توسط حلزونی در دو طرف زنجیر حفار به کنار ترانشه رانده می‌شود و در بعضی دیگر (Jetco و Barth) این عمل به وسیله تسمه نقاله صورت گیرد. استفاده از تسمه نقاله این حسن را دارد که هم فاصله کنار ریختن خاک‌های حفاری قابل تنظیم است و هم جهت و سمت آن به انتخاب کاربران تنظیم می‌شود. از سوی دیگر از جمله ضعف‌های تسمه نقاله چسبیدن خاک به آن در شرایط حفاری زیر سطح ایستابی و خاکهای چسبنده است. سیستم حلزونی از این نظر بهتر از تسمه نقاله است. به هر صورت این امر نیز یکی از عوامل مؤثر در انتخاب ماشین است.

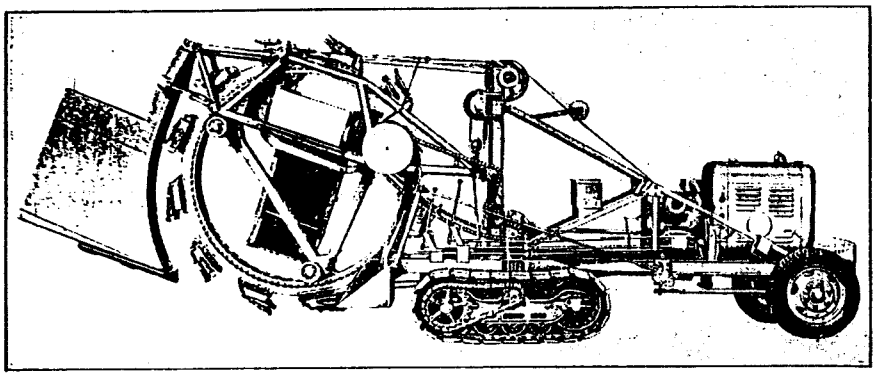
۱۰- جمع‌آوری تجارب پراکنده کاربران ماشین‌های موجود در نواحی مختلف کشور ضرورت دارد. همچنین انجام پاره‌ای آزمایشات و تحقیقات با استفاده از ماشین‌های موجود در نواحی مختلف کشور می‌تواند در تدوین استانداردهای ملی برای ویژگی‌های یک ماشین زهکشی مناسب برای کشور ما مفید باشد. هریک از مدل‌های ماشین‌های موجود در کشور ممکن است نقاط ضعفی داشته باشند که در جریان اجرای عملیات زهکشی مشخص گردد. مثلاً در یکی از مدل‌های ماشین‌های موجود (Trencor-Jetco) ضعف‌هایی در Final Drive آن مشاهده شد و موجب توقف کار در مدت قابل توجه گردید، که منجر به تعویض این قطعه در تمامی مدل‌ها شد. یا اینکه در یکی از مدل‌ها (Hallanddrain) بر اساس گزارشات موجود در حین کار سیستم کلاچ ایمنی آن خود به خود آزاد می‌شود و کار را متوقف می‌کند. شناخت نقاط ضعف این ماشین‌ها و لزوم انجام تغییر در پاره‌ای از

قطعات می‌تواند در سفارش‌های بعدی از سازنده درخواست شود. تا نیازمند انجام هزینه جهت تغییرات بعدی در آن نگردد.

سپاسگزاری

از کلیه کارشناسان شرکتهای دولتی و خصوصی که در جمع‌آوری و تدوین مطالب این مقاله بطور مستقیم و غیر مستقیم همکاری داشته‌اند، همچنین از مهندسین مشاور یکم و آقای مهندس شایان قطبی به خاطر تهیه اسلایدهای مورد نیاز سپاسگزاری می‌گردد.

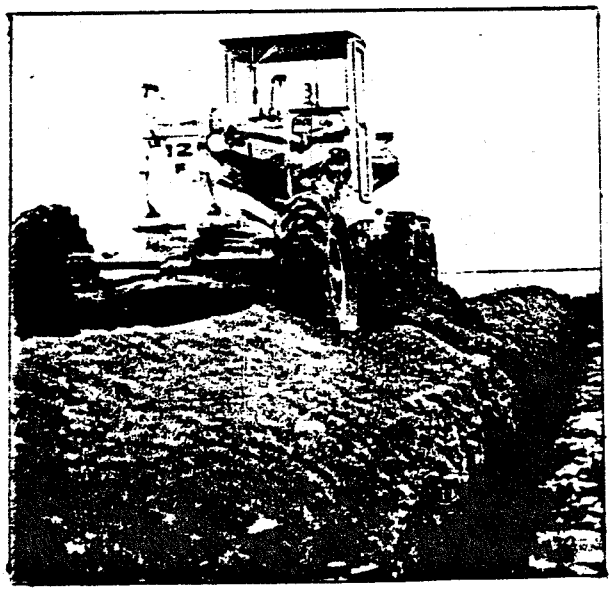




شکل شمارهٔ ۱- نمونه‌هایی از مدلهای اولیهٔ ترنچرهای زهکشی

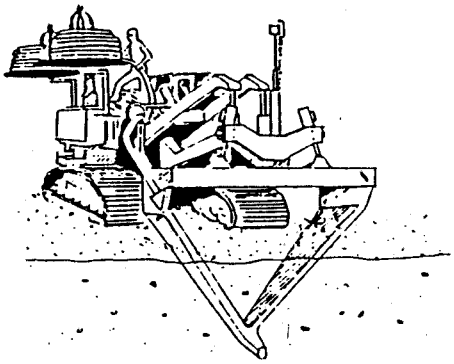
شکل شمارهٔ ۶

حفر ترانشه و نصب تنبوشه‌های زهکشی در طرح نیشکر هفت تپه (دههٔ ۱۳۴۰)

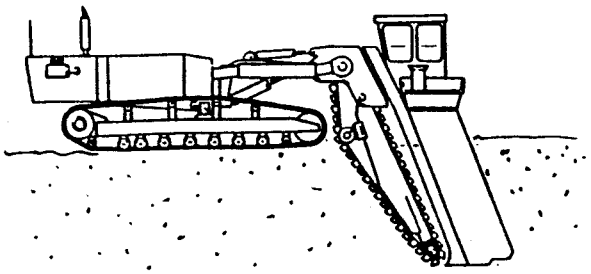


شکل شمارهٔ ۷

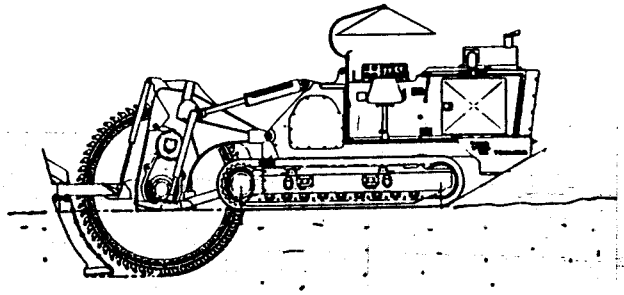
نحوهٔ پر کردن ترانشهٔ حاصله پس از نصب تنبوشه‌ها



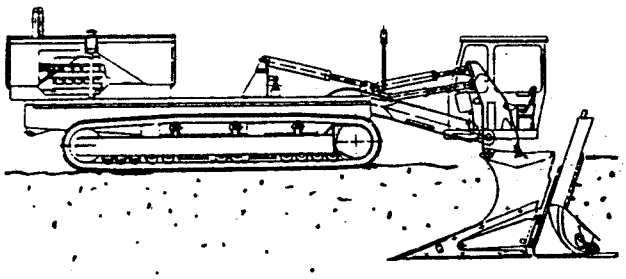
ماشین ترنچلس - تیغه V شکل



ماشین ترنچر - نوع زنجیری

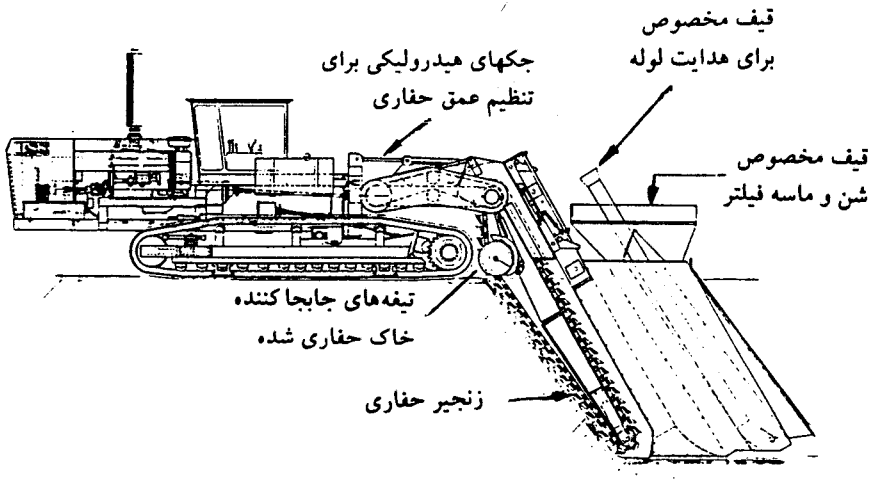


ماشین ترنچر - گردونه ای

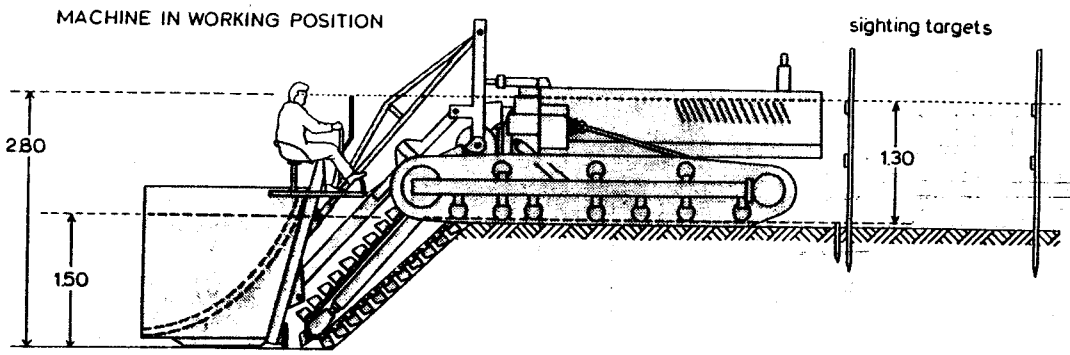


ماشین ترنچلس - تیغه L شکل

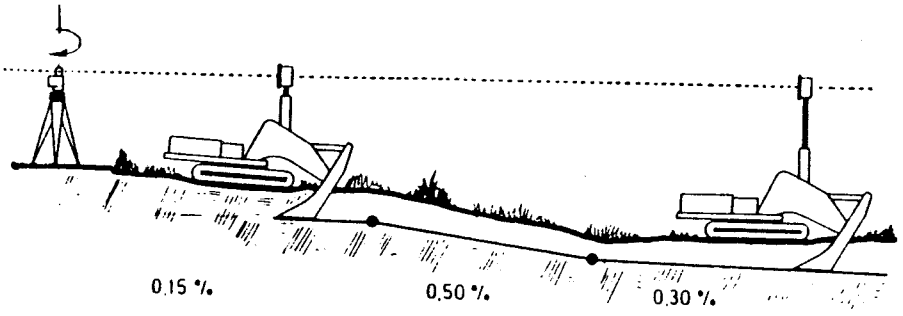
شکل شمارهٔ ۲- ماشینهای مدرن زهکشی



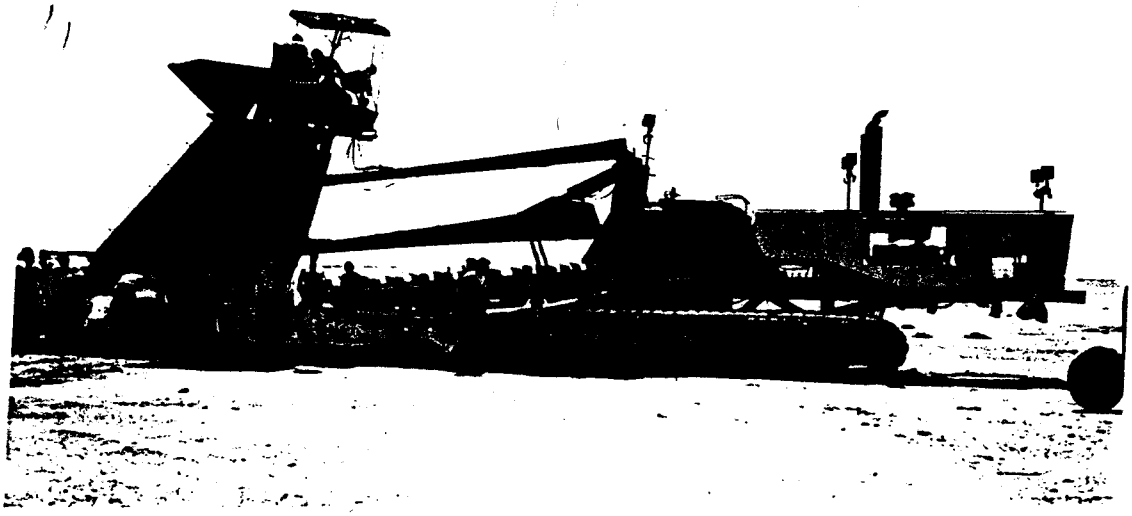
شکل شمارهٔ ۳- ماشین ترنچر نوع زنجیری



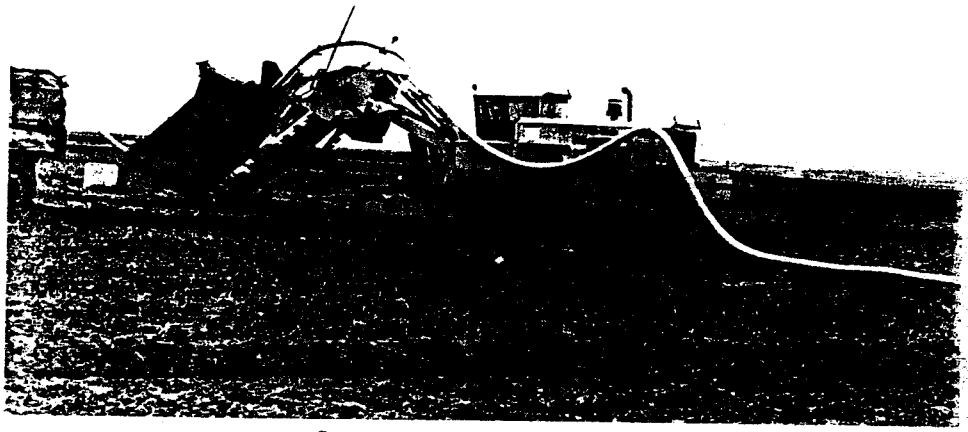
شکل شمارهٔ ۴- نحوهٔ کنترل عمق نصب و شیب زهکشها به طریقهٔ چشمی



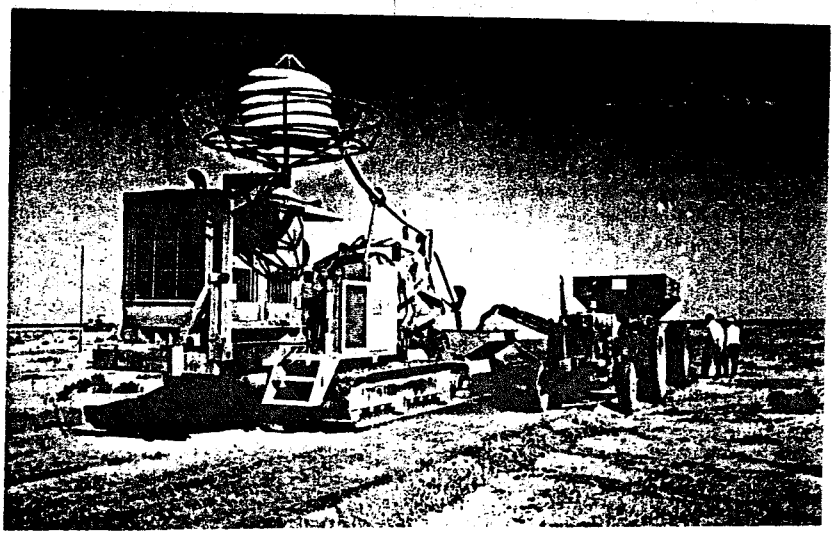
شکل شمارهٔ ۵- نحوهٔ کنترل عمق نصب و شیب زهکشها با استفاده از سیستم کنترل لیزری



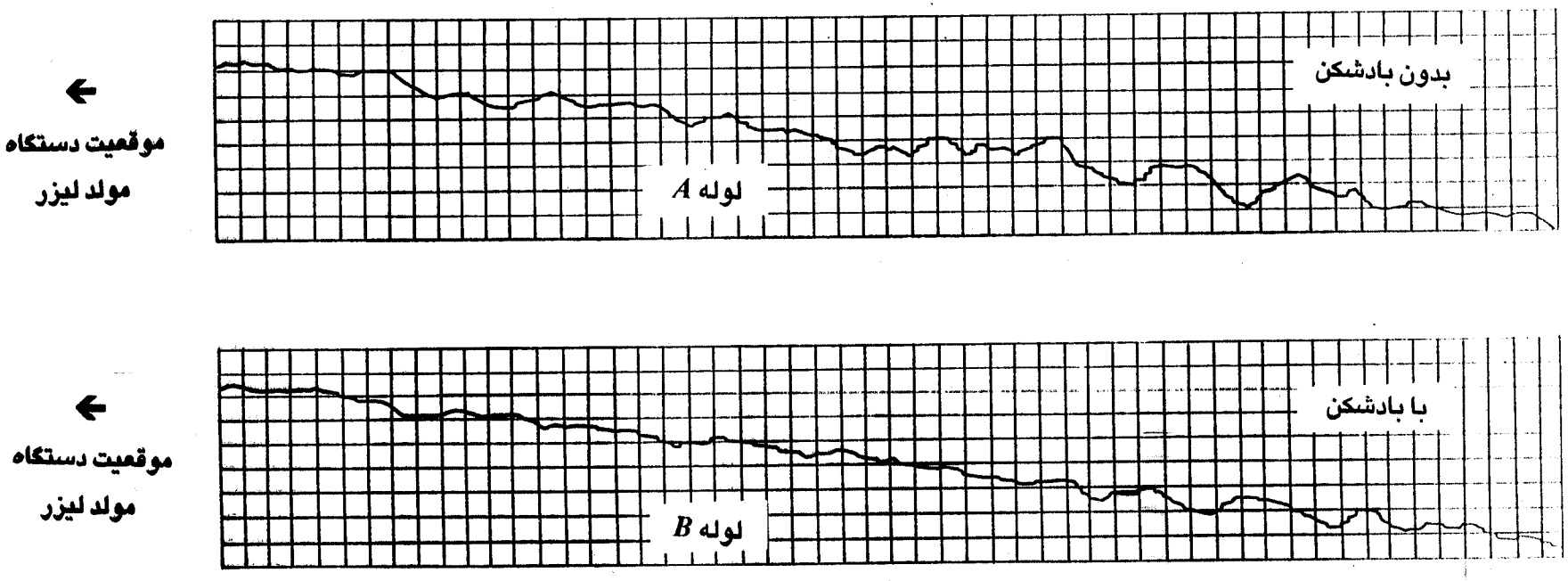
شکل شمارهٔ ۸- ترنچر Barth Holland - D30 (Heary-Duty)



شکل شمارهٔ ۹- ترنچر Inter-Drain 3035-HT

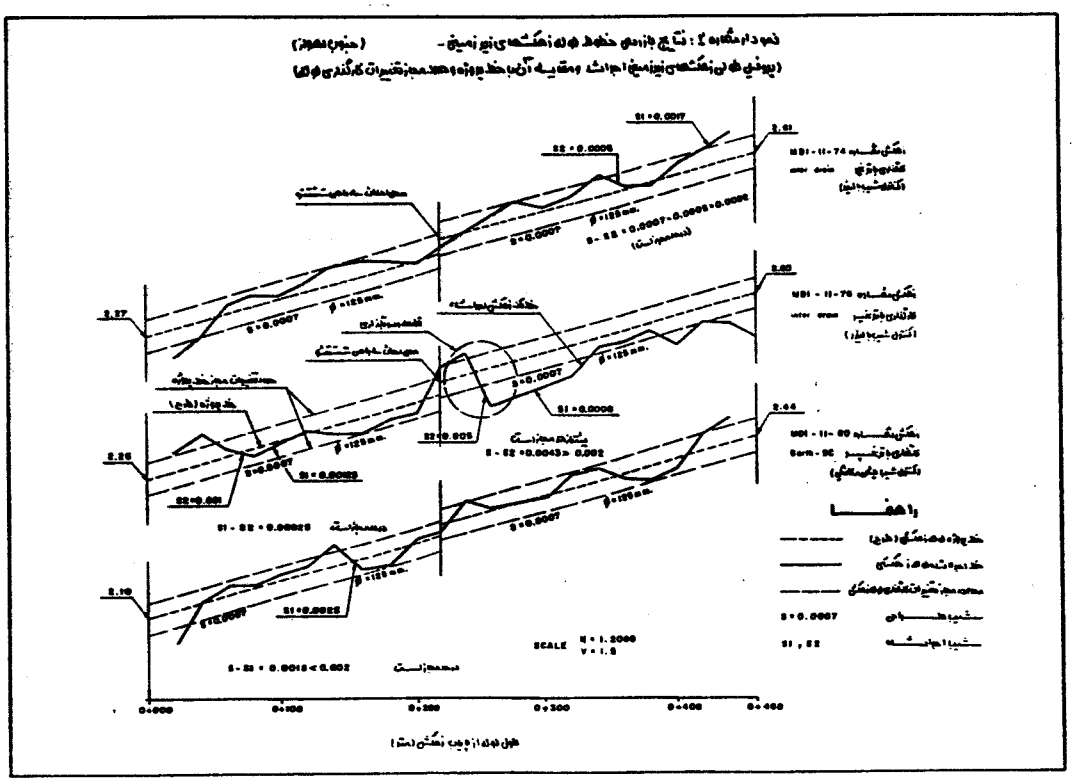


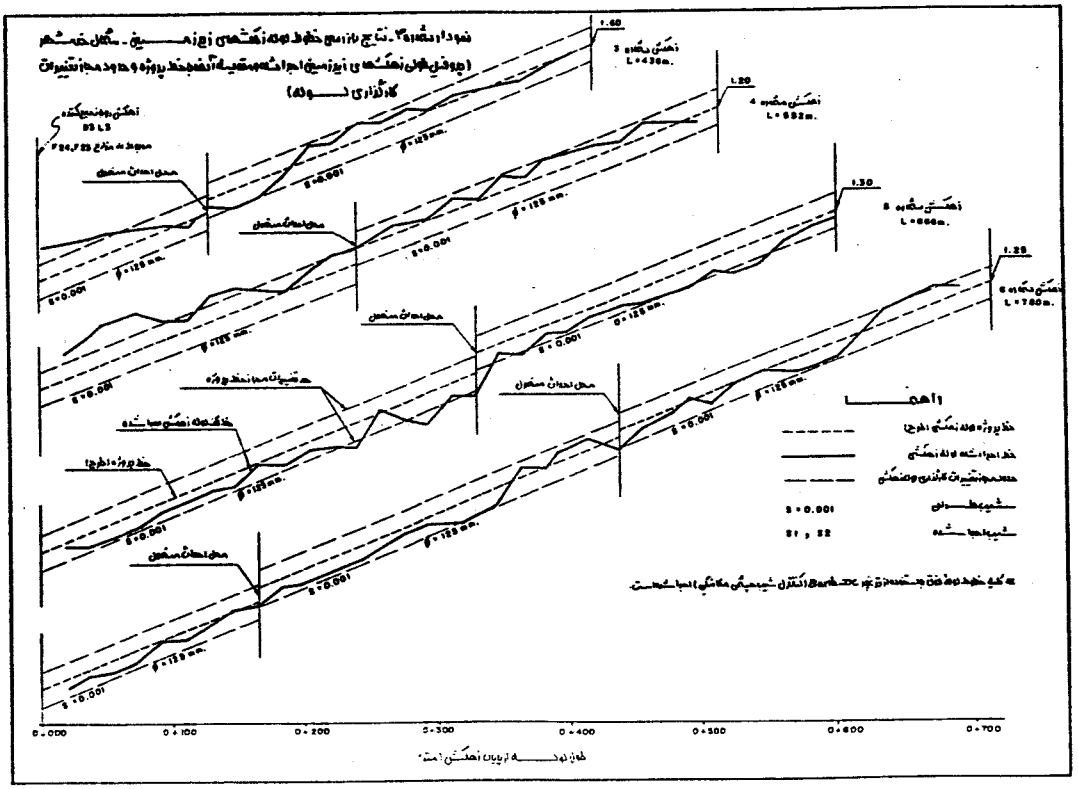
شکل شمارهٔ ۱۰- ترنچر Trencor Jetco 1030-D



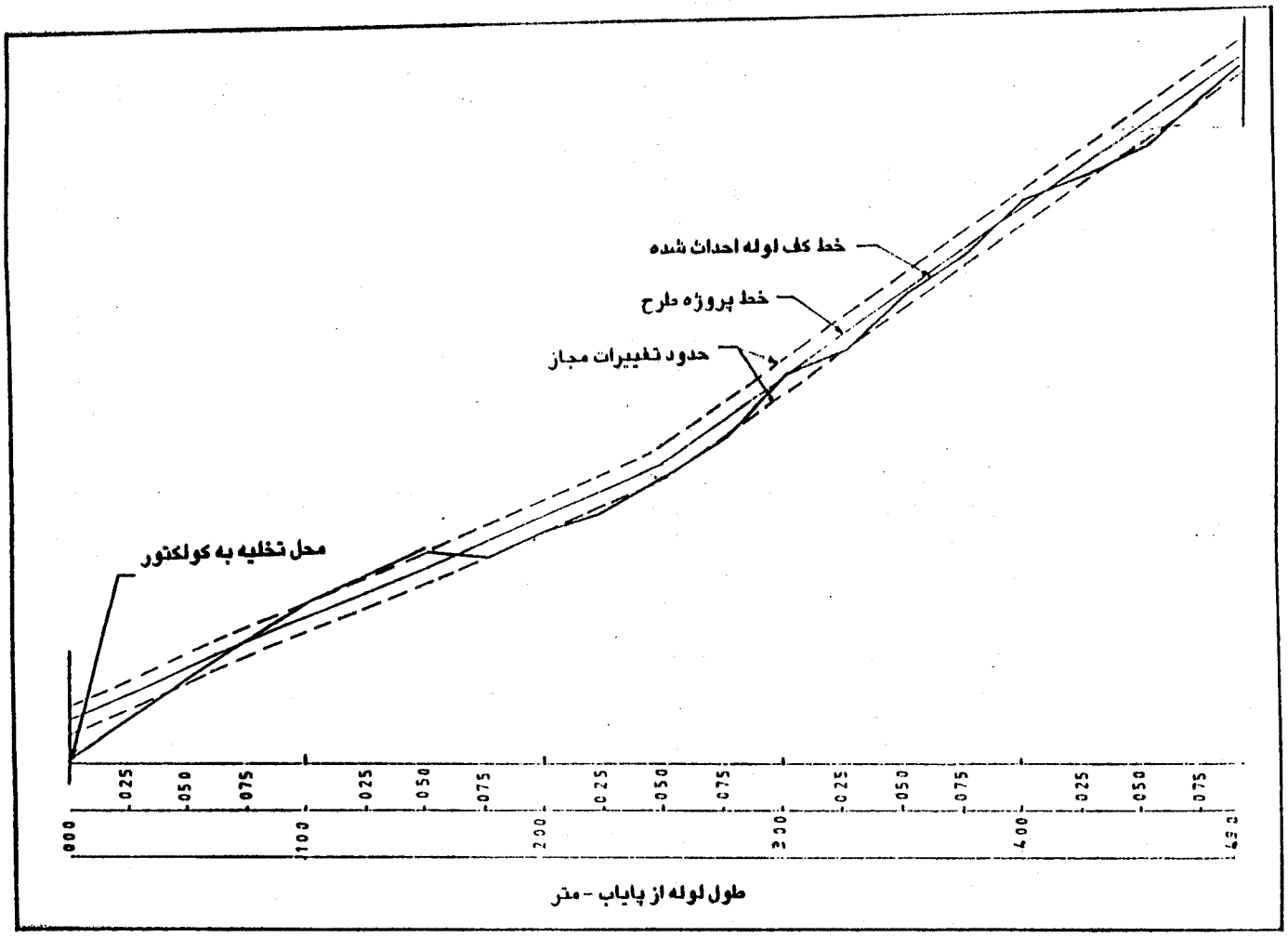
نمودار شمارهٔ ۱ - تأثیر باد روی دقت سیستم کنترل شیب لیزری

دقت سیستم با افزایش فاصلهٔ ماشین از مولد لیزر کاهش می‌یابد.





نمودار شمارهٔ ۴ - نتایج بازرسی خط لوله زهکشهای زیرزمینی
شبکه زهکشی دشت مغان



وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

کارگاه فنی مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی

موضوع بحث :

"مروری بر نارسائیهای فنی شبکه زهکشی عمقی وشمگیر گرگان"

توسط : محمد پرهامی

۲۰ خرداد ۱۳۷۸

بسمه تعالی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
- مقدمه	۱
۱- موقعیت	۲
۲- تاریخچه مطالعات و ساخت	۲-۴
۳- محصولات کشاورزی و چگونگی وضعیت آبیاری	۴-۹
۳-۱- الگوی کشت و تناوب زراعی	۴-۶
۳-۲- روش و نحوه آبیاری محصولات زراعی	۶-۹
۴- منابع خاک	۱۰-۱۲
۵- منابع آب	۱۳-۱۴
۶- ارزیابی عملکرد زهکشهای عمقی	۱۵-۳۰
۶-۱- متدولوژی بررسیها	۱۵
۶-۲- نتایج حاصل از ارزیابی کار مطالعات و طراحی مشاوران	۱۶
۶-۳- نتایج حاصل از ارزیابی صحرائی	۱۶-۲۷
۶-۴- بحث و نتیجه‌گیری	۲۷-۳۰
۶-۴-۱- در عوامل مربوط به مطالعات و طراحی‌ها	۲۷
۶-۴-۲- در عوامل مربوط به امور اجرائی	۲۷-۲۹
۶-۴-۳- در عوامل بهره‌برداری و نگهداری	۲۹-۳۰
۷- پیشنهادات	۳۱-۳۲
پیوست مقاله	

مقدمه :

هر چند که علم و هنر مطالعه و طراحی طرحهای توسعه کشاورزی از طریق تأمین آب و احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی مزارع در حال حاضر در کشور ما باصطلاح جا افتاده و اینکار با کیفیت مقبول توسط مهندسین مشاور حقیقی و حقوقی ایرانی انجام میشود، لکن کمتر از ربع قرن قبل این امور توسط مهندسین مشاور خارجی صورت می‌گیرفت. گستردگی عرصه مطالعات، تعدد عوامل ذی‌مدخل و از آن مهمتر روابط و عکس‌العملهای متقابل این عوامل که عمدتاً طبیعی و متغیر هستند، لزوم رعایت دقت و تکیه بر دست‌آوردهای تجربی را املاً می‌کند، تجربه‌ای که اکثر مهندسین مشاور خارجی با ارائه خدمات مهندسی خود در اقصی نقاط دنیا به کسب، کاربرد و توسعه آن نایل آمده‌اند. در عین حال اینگونه مهندسین مشاور با تجربه و نام‌آور نیز بعضاً در مطالعات و طراحی‌های خود با غفلت از منظور نمودن عامل یا عوامل به ظاهر کوچک و کم اهمیت، طرح را در اجرا یا بهره‌برداری مواجه با مصائب و مشکلات بزرگی نموده‌اند که خسارات زیادی ببار آورده است.

شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور ما نیز چه آنها که توسط مشاورین خارجی مطالعه و طراحی شده‌اند و چه آنها که توسط مشاورین ایرانی آماده اجرا شده‌اند، هر یک به گونه‌ای دارای کاستی‌هائی هستند که بر عهده مسئولین وزارتخانه‌های نیرو و کشاورزیست که با استعانت از مؤسسات و سازمانهای ذیصلاح در مقاطع چهارگانه مطالعه، طراحی، اجرا و بهره‌برداری به ارزیابی آنها پرداخته و در رفع نواقص احتمالی آنها بکوشند.

شبکه آبیاری و زهکشی سد وشمگیر گرگان از شبکه‌های بزرگ، قدیمی و مهم کشور است که بوسیله مهندسین مشاور خارجی مطالعه و طراحی و توسط پیمانکاران ایرانی ساخته شده است. وجود نارسائیهای متعدد در امور مطالعاتی، طراحی و اجرائی و بهره‌برداری فعلی این شبکه، موجب عدم بهره‌مندی کافی از امکانات سد و این شبکه شده است.

مقاله حاضر با اتکأ به بررسیهای دفتری و صحرائی مهندسین مشاور راماب که در سال ۱۳۶۹-۱۳۷۱ در حاشیه کار اصلی مطالعات مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی مزارع اراضی وشمگیر، عملکرد زهکشهای عمقی این شبکه را ارزیابی نموده، به جمعبندی و ارائه نظر در این مورد پرداخته است.

۱- موقعیت :

سد وشمگیر روی رودخانه گرگان در ۶۰ کیلومتری شهرستان گرگان احداث شده است. اراضی آبخور این سد در طرفین رودخانه گرگان و قره‌سو واقع شده و رویهم یک شبکه۲۵ هزار هکتاری آبیاری و زهکشی را تشکیل میدهد. از این مساحت ۷۰۰۰ هکتار خالص مربوط به مزرعه نمونه ارتش است که اصطلاحاً به آن اراضی خارج شبکه اتلاق میشود و در ساحل راست گرگان‌رود قرار دارد. از مجموع ۱۸۰۰۰ هکتار اراضی خالص شبکه وشمگیر نیز، ۱۰۰۰۰ هکتار ناخالص در سمت راست و ۹۰۰۰ هکتار ناخالص در سمت چپ گرگان‌رود واقع شده است. شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر بطور متوسط ۵۰ کیلومتر تا گرگان فاصله دارد.

۲- تاریخچه مطالعات و ساخت :

هدف اصلی مطالعات انجام شده‌ایکه منجر به احداث سد و شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر گردید، استفاده توام از جریان رودخانه گرگان و آبهای زیرزمینی قابل بهره‌برداری به منظور ارتقأ فعالیتهای کشاورزی و توسعه اقتصادی منطقه بوده است.

مطالعه و طراحی سد وشمگیر توسط مهندسین مشاور افر-اتکو انجام شده و بهره‌برداری از مخزن اصلی و ذخیره شماره یک آن از سال۵۰-۱۳۴۹ صورت گرفته است. همزمان با این اقدامات، مطالعه نحوه بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی نیز صورت گرفته و موقعیت تعدادی چاه مشخص گردیده است متعاقباً نیز در سالهای ۱۳۶۲ و۱۳۶۷ به ترتیب بهره‌برداری از مخزن ذخیره دوم و سوم سد آغاز شده است.. در جدول شماره یک مشخصات سد و پتانسیلهای آن ملاحظه میشود..

مهندسین مشاور گید-استاکاد فرانسوی گزارشات مطالعات مرحله شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر را در سال ۱۳۴۹ به تصویب سازمان آب و برق منطقه شمال رسانیدند و در سال ۱۳۵۰ گزارش نهائی طرح را تسلیم آن سازمان نموده است.

کار ساختمانی شبکه وشمگیر با استفاده از پیمانکار ایرانی از سال ۱۳۵۱ آغاز و در سال ۱۳۵۵ تقریباً به پایان رسیده است.

لازم به یادآوریست که انجام مطالعات مقدماتی شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی مزارع در اراضی ۷۰۰۰ هکتاری مزرعه نمونه ارتش توسط یک گروه ۶ نفره از مهندسین مشاور اگروبر مجارستانی و در سال ۱۳۵۱ بصورت مطالعات مرحله اول توسط مهندسین مشاور مزوبر از همان کشور به کارفرمائی وزارت کشاورزی انجام و گزارشات

جدول شماره (۱)، مشخصات و پتانسیلهای سد وشمگیر گرگان

مشخصات سد مخزنی خاکی وشمگیر	
حداکثر ارتفاع پی	۲۲ متر
طول تاج سد	۴۳۰ متر
عرض تاج سد	۱۰ متر
تراز بستر به محاذات سد	۱۰۹ متر
مشخصات سیلاب و سرریزها	
حجم سیلاب سالانه	۶۱/۵ میلیون متر مکعب
ارتفاع استهلاک سیلاب	۱/۲ متر
ظرفیت تخلیه سرریز اصلی	۹۳۵ متر مکعب در ثانیه
ظرفیت تخلیه کننده‌های عمقی	۲۴۰ متر مکعب در ثانیه
ظرفیت‌تخلیه‌سرریز اظطراری روی بدنه سد	۳۲۵ متر مکعب در ثانیه
جمع کل ظرفیت تخلیه سیلاب	۱۵۰۰ متر مکعب در ثانیه

مشخصات مخزن سد			
نام مخزن	حجم به میلیون مترمکعب	سطح مخزن به هکتار	مسائل بهره‌برداری
مخزن اصلی	۵۹/۸	۱۱۶۰	۱۳۴۹
ذخیره اول	۱۶/۲	۶۳۰	۱۳۴۹
ذخیره دوم	۱۱/۵	۴۲۰	۱۳۶۲
ذخیره سوم	۴/۵	۱۵۰	۱۳۶۷
جمـــــع	۹۲	۲۳۶۰	-

مربوطه به تصویب رسیده است. متعاقباً مهندسین مشاور گروه به کارفرمائی وزارت نیرو در سال ۱۳۵۲ نسبت به انجام مطالعات مرحله دوم و تهیه و ارائه طرحهای اجرائی اقدام نموده است.

احداث شبکه اصلی (کانالهای درجه یک و دو) آبیاری بعهده شرکت ب.ن.آ و شبکه فرعی آبیاری (کانالهای درجه سه) و زهکشهای عمقی داخل مزارع بعهده شرکت شوسه و خود وزارت نیرو(امانی) بوده است که کار زهکشی تا اوایل سال ۱۳۵۹ بطول انجامیده است. عملیات تکمیل شبکه کانالهای این شبکه نیز تا سال ۱۳۶۶ ادامه داشته است.

در سال ۱۳۶۹ اداره کل مهندسی زراعی بعلت وجود مشکلات و نارسائیهای موجود در شبکه آبیاری داخل مزارع و همچنین عدم کارائی زهکشهای عمقی آن، انجام خدمات مهندسی مطالعات مرحله اول این شبکه را به مهندسین مشاور راماب واگذار نمود. مشاور یاد شده در سال ۱۳۷۱ گزارشات مربوطه را تهیه و به کارفرما ارائه نمود. در گزارشات مهندسین مشاور راماب مشکلات و نارسائیهای شبکه آبیاری و زهکشی سطحی همچنین شبکه زهکشی عمقی مورد شناسائی و بررسی قرار گرفته و راهکارهای اصلاح و بهبود آنها داده شده است.

گفتنی است که سازمان کشاورزی گرگان نیز از سال ۱۳۶۸ طی چند سال فعالیت اجرائی مستمر خود در امر تجهیز و نوسازی تعدادی از مزارع این شبکه، از طریق اصلاح و مرمت زهکشهای عمقی روباز، اصلاح تعدادی از کانالهای درجه ۳ و انجام عملیات تسطیح فنی اراضی، گامهای مختصر ولی مؤثری برداشته است، اما در حال حاضر نارسائیهای انتقال و بخصوص توزیع آب در کانالهای آبیاری شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر، همچنان وجود دارد و تقریباً کل شبکه زهکشی عمقی آن از حیز انتفاع خارج شده است.

۳- محصولات کشاورزی و چگونگی وضعیت آبیاری

۳-۱- الگوی کشت و تناوب زراعی :

بررسی انجام شده روی اسناد و مدارک مطالعاتی مشاورین خارجی این شبکه آبیاری و زهکشی نشان می‌دهد که در انتخاب و توصیه محصولات کشاورزی بطور کلی به شرایط اقلیمی، اجتماعی و کم و بیش دیگر عوامل ذی‌مدخل توجه شده است. در این ارتباط هر دو گروه مشاورین فرانسوی و مجارستانی مقدمتاً الگوهای کشت متفاوتی را ارائه و از میان آنها بهترین را توصیه کرده‌اند. حاصل کار آنها در شبکه آبیاری و زهکشی سازمان

آب و شبکه آبیاری و زهکشی مزرعه نمونه [illegible] جدول شماره ۲ و ۳ ملاحظه میشود.

لازم به ذکر است که مشاورین مجارستانی ضمن توجیه [illegible] واحدهای دامپروری در ترکیب کشت ارائه شده،کشت علوفه را نیز منظور نموده‌اند.

جدول شماره (۲)، الگو و تناوب کشت محصولات زراعی در شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر براساس مطالعات اولیه

تناوب ۱-۸	تناوب ۱-۸ مکرر	تناوب ۸-۸	تناوب ۸-۸
۱/۳ پنبه	۱/۴ پنبه	۱/۴ جو	۱۶ پنبه
۱/۳ سویا یا آفتابگردان	۱/۴ آفتابگردان	۱/۴ پنبه	۱۶ گندم
۱/۳ گندم	۱:۴ گندم	۱/۴ گندم و شبدر	۱۶ ذرت‌خوشه‌ای
۱/۴ ماشک‌وجو(علوفه)	۱:۴ ماشک‌وجو(علوفه)	۱:۴ ماشک و جو	۱۶ شبدر
–	–	–	۱۶ گندم
–	–	–	۱۶شبدر+ماشک‌وجو

جدول شماره (۳)، الگو و تناوب کشت محصولات زراعی در شبکه مزرعه نمونه ارتش بر اساس مطالعات اولیه

تناوب زراعی فرم I مساحت هر فاز ۲۰۰ هکتار	تناوب زراعی فرم II مساحت هر فاز ۳۰۰ هکتار	تناوب زراعی فرم III مساحت هر فاز ۲۰۰ هکتار
پونجه ۲۰۰ هکتار	پونجه ۳۰۰ هکتار	پونجه ۲۰۰ هکتار
گندم ۴۰۰ هکتار	گندم ۶۰۰ هکتار	جو ۲۰۰ هکتار
پنبه ۲۰۰ هکتار	پنبه ۳۰۰ هکتار	گندم ۲۰۰ هکتار
ذرت علوفه‌ای ۲۰۰ هکتار	ذرت دانه‌ای ۳۰۰ هکتار	ذرت علوفه‌ای ۲۰۰ هکتار پنبه ۲۰۰ هکتار
جمع ۱۰۰۰ هکتار	جمع ۱۵۰۰ هکتار	جمع ۱۰۰۰ هکتار

اما نکته حائز اهمیت اینست که علی‌رغم فراهم بودن شرایط اقلیمی مناسب، بعلت محدودیت آب و متعاقباً عدم کارآئی زهکشهای عمقی و پیدایش شرایط ماندابی و شوری خاک، در هر دو شبکه آبیاری و زهکشی از الگوهای کشت مطالعه و توصیه شده تبعیت نشده است. بطوریکه از جدول شماره ۴ استنتاج میشود در سال زراعی ۷۱-۱۳۷۰ در شبکه سازمان آب ۱۰۰ درصد و در مزرعه نمونه ارتش ۶ ۹۶ درصد کشت را پنبه و

و گندم و جو تشکیل می‌داده است. (کشت محصولات دیگر در مساحتهای محدود بخصوص در شبکه مزرعه نمونه ارتش که در آن بیشتر و وضعیت بهتر زهکشهای عمقی بوده کماکان انجام می‌شده).

جدول شماره (۴)، سطح زیر کشت و ترکیب کشت محصولات زراعی در سال زراعی ۷۱-۱۳۷۰، شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر

(هکتار)

نوع محصول	ساحل راست		ساحل چپ		مزرعه نمونه	ارتش
گندم و جو	۴۹۱۰	۵۳/۱	۴۱۳۱	۶۲/۳	۳۵۰۰	۷۹/۶
پنبه	۴۳۴۰	۴۶/۹	۲۴۹۷	۳۷/۷	۷۵۰	۱۷/۰
ذرت‌علوفه‌ای	–	–	–	–	۵۰	۱/۱
یونجه	–	–	–	–	۱۰۰	۲/۳
جمع	۹۲۵۰	۱۰۰	۶۶۲۸	۱۰۰	۴۴۰۰	۱۰۰

در انجام مطالعات و بررسیهای مهندسین مشاور راماب روی طرح مقدماتی شبکه زهکشهای عمقی شبکه وشمگیر هنگام تهیه بیلان نمک در مزرعه به عینه ملاحظه گردید که رویکرد کشاورزان به کشت انحصاراً پنبه و گندم و جو و صرفه نظر نمودن از دیگر محصولات که بصورت تجربه به آن رسیده‌اند، با مبانی علمی کاملاً مطابقت دارد. با این توضیح که صرف نظر از مطابقت داشتن شرایط کشت این محصولات با شرایط اقلیمی و وضعیت آب در منطقه، این محصولات در مقابل شوری کمتر از دیگر محصولات پیش‌بینی شده در الگوی کشت مشاور، کاهش عملکرد داشته‌اند.

علی‌ایحال کشت گندم و جو بعنوان دو محصول شتوی با پنبه بعنوان صیفی، ترکیب خوب و مناسبی را از نظر مسائل زراعی فراهم می‌آورد.

از آنجائیکه وضعیت آبیاری محصولات گندم و جو و پنبه که توسط کشاورزان شبکه آبیاری وشمگیر اعمال میشود از یک سو، در حقیقت تجربه شکل گرفته و تعادلی معقول (اجباری) بین عوامل طبیعی آب، خاک، نمک و ... و شرایط آب و هوائیست و از سوی دیگر نکته بسیار ظریفی در آن نهفته است که در عدم کارآئی زهکشهای عمقی شبکه دخیل بوده است، ذیلاً به بررسی آن پرداخته میشود :

۳-۲- روش و نحوه آبیاری محصولات زراعی

روش آبیاری پنبه و گندم و جو تقریباً مثل هم و عمدتاً بصورت نواری می‌باشد. تفاوت نوارهای کشت گندم و جو با پنبه را می‌توان تنها در اندازه بزرگتر شیارهای هدایت

آب درون نوار کشت پنبه دانست. روش آبیاری نواری بـا طبیعـت آب و خـاک منطقـه و فرهنگ مدیریت آب حاکم در شبکه مطابقت دارد.

نگاهی مجدد به وضعیت منابع خاک نشان میدهد که تقریباً در خاک تمام مزارع وجود سیلت در بافت خاک عضو لاینجزا است و در بیشتر موارد بر دیگر اجزاء بافت غلبه دارد. این مسأله از چندین جهت حائز اهمیت است :

اول اینکه خاکهای سیلتی قوه شعریه خوبی دارند، پس مستعد شور شدن هستند. دوم در ترکیب با رس قابلیت خوبی در نگهداری آب دارند، پس می‌توان آب را در پروفیل آنها ذخیره نمود. سوم، قدرت سله‌بندی خاک را افزایش می‌دهند، پس سبز کـردن بعضـی از دانه‌ها از جمله پنبه در آنها به سختی انجام میشود و از نظر بررسیهای مورد هـدف ایـن مقاله مستعد فرسایش و راه‌یابی بدرون زهکشها هستند بطوریکه انتخاب فیلتر زهکـش در خاکهای سیلت‌دار حائز اهمیت است.

در شبکه وشمگیر با توجه به کمیت و کیفیت منابع آب که بدان اشاره شـد، خـود بـه خود تقویم آبیاری محصولات پنبه و گندم و جو شکل گرفته و بی‌شک لااقل در مورد پنبه نوع آبیاری از انواع کم آبیاریست.

بذر پنبه در سبز شدن بسیار ناز نازیست و در مقابل سله بسیار حساس است. از ایـنرو کشاورزان گرگان (و شبکه وشمگیر) در کشت پنبه از روش هیرم‌کاری استفاده می‌کننـد. برای این منظور در اواخر اسفند ماه و اوایل بهار کـه شـبکه کانالهـای آبیـاری دارای آب فراوان و کیفیت خوبست، کشاورزان با زدن شخم عمیق و تقسیم مزارع پیش‌بینی شـده برای کشت پنبه به کرتهای بزرگ، آب را بی‌محابا بـه درون کرتهـا می‌اندازنـد بطوریکـه کلوخه‌های بزرگ حاصل شخم عمیق در آب غرق می‌شود. این آبیاری که به آن تخت آب می‌گویند در حقیقت شرایط را برای کشت هیرم‌کاری پنبه فراهم می‌کند. با ایـن توضیـح که پس از گاو رو شدن خاک، سطح مزرعه را دیسک زده و اقدام بـه نواربنـدی و کشـت پنبه دانه می‌کنند (اگر بعد از کشت پنبه رگبار شدید نبارد که سطح مزرعه سـله ببنـدد، بذرها به خوبی سبز می‌کنند، ولی در صورت سله بستن خاک، کشت مجدد بذر با مشـکل روبرو می‌شود که دیسک مجدد و دوباره کاری یا واکاری در طی فرصت زمانی محدودیکـه خاک رطوبت لازم برای سبز کردن را دارد از جمله این مشکلات است).تخـت آب مزرعـه کشت پنبه علاوه بر فراهم نمودن امکان سبز کردن بذر بـا هیرم‌کـاری در عمـل موجـب شستشوی املاح تجمع یافته در خاک ناشی از آبیاری‌های انجام شده در ماههای تابستان و پائیز با آب آبیاری لب‌شور شبکه است. (و یا فرقی نمی‌کند موجـب شستشـوی امـلاح

تجمع یافته در خاک ناشی از فعالیت شعریه‌ای در مزرعه آیش برهنه است. مزرعه‌ایکه سطح ایستابی آن بدلیل عدم کارآئی زهکشها بالاست).

از اثرات دیگر انجام آبیاری تخت آب زمین پنبه‌کاری، ذخیره آب با کیفیت خوب بهاره در پروفیل خاک است. بطوریکه پس از آبیاری تخت آب، در بیشتر مزارع شبکه وشمگیر تا اوایل خرداد (حتی اواسط خرداد) یعنی تا زمانیکه گندم و جو به آب احتیاج دارند به پنبه آب نمی‌دهند، یعنی آب اضافی ندارند که بدهند، در عین حال ظاهراً رطوبت خاک رفع نیاز گیاه را می‌کند.

کشت گندم و جو در پائیز بصورت خشکه‌کاری صورت می‌گیرد و معمولاً با تحقق بارشهای فصلی، بذرها سبز می‌شوند و نیازی به آبیاری نیست، در عین حال در سالهای خشک برای سبز کردن بذر و رویش اولیه آن زارعین بالادست شبکه و آن دسته از مزارع که آب چاه دارند، زمین کشت شده را یکی دوبار آبیاری می‌کنند. آبیاری مزارع گندم و جو به مجرد فراوان شدن آب در شبکه در اواخر زمستان و اوایل بهار با ولع فراوان بصورت مستغرق نمودن نوارهای کشت از سوی کشاورزان صورت می‌گیرد و در طول اردیبهشت وخرداد ادامه می‌یابد.

در خصوص آبیاری سنگین بهاره مزارع گندم و جو و یا تخت آب مزارع مخصوص کشت پنبه در شبکه وشمگیر دو موضوع گفتنی داریم که یکی به مسأله تخریب کانالهای آبیاری ودیگری به خراب شدن زهکشهای عمقی ربط دارد. موضوع زهکشهای عمقی را به مبحث ارزیابی زهکشهای عمقی که بحث اصلی این مقاله است احاله می‌دهیم اما در همین جا به ارتباط موضوع آبیاری با تخریب کانالها می‌پردازیم.

در بررسیهای انجام شده توسط مهندسین مشاور راماب ملاحظه شده است که بهره‌برداران از شبکه، در خیلی از موارد علاوه بر دخل و تصرف در دریچه‌ها و دخالت‌های مخرب در شبکه کانالهای آبیاری (که خود میتواند در یک مقاله مفید همراه با تجزیه و تحلیل مطرح شود)،بخشی از دیواره کانالهای درجه ۳ را تخریب می‌کنند و از آنجا آب را بدرون نهرهای سنتی به موازات کانال درجه ۳ هدایت نموده و مورد استفاده قرار می‌دهند. علت این موضوع چیست؟ و چرا این عمل در شبکه آبیاری مزرعه نمونه ارتش ملاحظه نمی‌شود و یا کمتر دیده میشود؟

علت موضوع برمی‌گردد به طراحی کانالهای درجه ۳، با این توضیح که کانالهای درجه ۳ شبکه آبیاری سازمان آب بصورت تلسکپی طراحی و اجرا شده است. بطوریکه هر کانال در مقطع اول ۹۰ لیتر در ثانیه، در مقطع دوم ۶۰ لیتر در ثانیه و در مقطع سوم قادر به هدایت ۳۰ لیتر در ثانیه آب است و بدین ترتیب آب به سه قطعه مساوی ۴۰ هکتاری از مزارع آبخور هر کانال درجه ۳ هدایت و توسط دریچه مخصوص برداشت میشود.

بررسیهای انجام شده نشان داده است که در اکثر موارد شکستگی در کانالهای درجه سه قبل از دریچه سوم یعنی در انتهای مقطع دارای ظرفیت ۶۰ لیتر و بعضاً نیز در انتهای مقطع با ظرفیت ۹۰ لیتر در ثانیه صورت گرفته است. در بررسی علل و عوامل موضوع مشخص گردیده است که گرچه مهندسین مشاور فرانسوی گید-استاکاد با حساب و کتاب و با توجه به کمبود آب تابستانه در شبکه، دبی ۳۰ لیتر در ثانیه برای هر واحد ۴۰ هکتاری اراضی شبکه را انتخاب نموده، اما از نقش آب فراوان و شیرین بهاره و لزوم تخت آب نمودن زمین مورد کشت (پنبه) که تداوم کشت و کار را میسر می‌سازد، غافل مانده. بعبارت دیگر کشاورزان قعطات دوم و سوم کانال درجه ۳ ملاحظه می‌کنند که در بهار برای دریافت آب فراوان راهی جز تخریب دیواره کانال و رهائی از این قفس تنگ ندارند. موضوع مطرح شده، در سالهای مطالعاتی ۷۰-۱۳۶۹ که مهندسین مشاور راماب سرگرم کارهای صحرائی بوده، توسط اداره کل مهندسی زراعی گرگان بخوبی درک شده و عوامل اجرائی آن اداره سرگرم اصلاح و تغییر ظرفیت کانالهای درجه ۳ بودند.

وضعیت کانالهای درجه ۳ آبیاری شبکه مزرعه نمونه ارتش با شبکه سازمان آب تفاوت عمده دارد، با این توضیح که در این شبکه، مشاورین مجارستانی برای هر ۸۰ هکتار یک کانال بتونی درجه ۳ با ظرفیت ۳۰۰ لیتر در ثانیه و برای هر مزرعه ۱۱ هکتاری یک کانال بتونی درجه ۴ با ظرفیت ۴۰ لیتر در ثانیه پیش‌بینی کرده‌اند که عیناً اجرا شده است. ظاهراً ظرفیت ۴۰ لیتر در ثانیه کفاف عبور آب بهاره فراوان مزرعه ۱۱ هکتاری را داده و کشاورزان مستأجر نیازی به شکستن دیواره کانال درجه ۳ ندیده‌اند و شاید هم بهرحال جرات اینکار را نیافته‌اند.

۴- منابع خاک

مطالعات طرح عمران دشت گرگان به اتکأ اطلاعات نسبتاً خوبی که از منابع خاک موجود بوده انجام شده است. در سال ۱۳۴۹ و اوایل سال ۱۳۵۰ مطالعات نیمه تفصیلی خاکهای این منطقه صورت گرفته است. حسب نتایج مطالعات مذکور که در سطح حدود ۴۰۰۰۰ هکتار انجام شده بوده کل کلاسهای شوری و طبقه‌بندی اراضی آن مطابق جداول ۵ و ۶ در کلاس ۲ شوری و طبقه ۳ آبیاری قرار داشته است. لکن در گزارش همین مطالعات خاکشناسی با مقایسه نقشه‌های خاکشناسی موجود قبلی، روند رو به گسترش اراضی شور مشخص و خطر ادامه این روند هشدار داده شده است.

در سال ۱۳۵۱ مطالعات تفصیلی خاکهای دشت به منظور تعیین اراضی آبخور سد وشمگیر روی حدود ۳۰ هزار هکتار از اراضی مطالعه خاکشناسی شده قبلی صورت گرفته، ضمن شناسائی سریهای خاک و خصوصیات آنها، کلاسهای شوری، قلیائیت، شوری و قلیائیت و همچنین درجات رطوبت خاکها تعیین گردیده است که در اینجا تنها به ارائه وضعیت درجات رطوبت خاکها و طبقه‌بندی آنها از نظر کلاسها و تحت کلاسهای آبیاری در قالب جداول شماره ۷ و ۸ بسنده شده است.

همانطوریکه ملاحظه میشود غالب اراضی مورد مطالعه از نظر شوری و قلیائیت و وجود آب زیرزمینی بالا در سال ۱۳۵۱ دارای مشکلاتی بوده‌اند و با توجه به اینکه متأسفانه زهکشی اراضی شبکه آبیاری و زهکشی اجرا شده نیز کارآئی نداشته، وضعیت وخیم‌تر این خاکها در حال حاضر را می‌توان انتظار داشت.

از صفات بارز خاکهای شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر و (مزرعه نمونه ارتش) نفوذپذیری کم تا بسیار کم آنهاست بطوریکه در خاکهای سری ترکمن که سری غالب خاک شبکه به حساب می‌آید حداکثر نفوذ ۱ میلیمتر در ساعت است. در عین حال در اکثر نقاط این شبکه دانه غالب در بافت خاک سیلت می‌باشد بطوریکه مقدار رس و ماسه خاکها غالباً کمتر از ۲۵ درصد است و لذا اکثر خاکها SILTY CLAY است.

طبق بررسیهای انجام شده بطور کلی خاک سطحی سنگین‌تر از خاک اعماق است و همین مسأله مشکلاتی از نظر تجمع آب در سطح زمین و یا سله بستن سطح خاک که سبز نمودن بعضی دانه‌ها را با مشکل روبرو می‌سازد، بوجود می‌آورد. وجود سیلت زیاد تا نسبتاً زیاد در اعماق مختلف این خاکها نیز، دقت نظر بیشتری را در امور آبیاری و زهکشی طلب می‌کند.

جدول شماره (۵)، کلاسهای شوری خاک دشت گرگان در سال ۱۳۵۰

ردیف	شرح کلاسهای شوری	درصد	مساحت (هکتار)	علامت روی نقشه
۱.	خاکهای بدون محدودیت شوری	۴/۵	۱۸۰۰	So
۲.	خاکهای با محدودیت کم شوری	۵۹/۷	۲۴۰۰	S1
۳.	خاکهای با محدودیت متوسط شوری	۲۸/۳	۱۱۴۰۰	S2
۴.	خاکهای با محدودیت زیاد شوری	۴/۵	۱۸۰۰	S3
۵.	اراضی متفرقه	۳/۰	۱۲۰۰	–
	جمع	۱۰۰	۴۰۲۰۰	

جدول شماره (۶)، وضعیت طبقه‌بندی اراضی دشت گرگان در سال ۱۳۵۰

ردیف	شرح کلاس	وسعت (هکتار)	درصد نسبت به کل	ملاحظات
۱.	اراضی کلاس I (مرغوب برای آبیاری)	۱۴۰۰	۳/۵	
۲.	اراضی کلاس II (نسبتاً مناسب برای آبیاری)	۸۶۰۰	۲۱/۴	دارای ۸ زیر کلاس که عمدتاً کمی مشکلات شوری و سنگینی بافت خاک سطحی دارند
۳.	اراضی کلاس III (نسبتاً مناسب برای آبیاری)	۱۸۹۰۰	۴۷/۰	دارای ۳ زیر کلاس با شوری یا رطوبت نسبتاً زیاد یا توام این دو عامل
۴.	اراضی کلاس V (در حال حاضر غیر قابل کشت)	۱۰۱۰۰	۵۳/۱	دارای دو زیر کلاس با شوری و رطوبت بسیار زیاد
۵.	اراضی کلاس VI (به هیچوجه قابل کشت نیستند)	۱۲۰۰	۳/۰	دارای ۲ زیر کلاس و همراه با مناطق مسکونی
	جمع	۴۰۲۰۰	۱۰۰	

جدول شماره (۷)، وسعت اراضی مطالعه شده بر حسب درجات رطوبت خاک

درصد	هکتار	علائم نقشه	درجات قابلیت خاک
۴۴/۲	۱۳۳۴۰	بدون علامت	خاکهای بدون اشکال بالا بودن سطح آب زیرزمینی (عمیق‌تر از ۳ متر)
۲۹/۸	۹۰۱۰	W1	خاکهائی که سطح آب زیرزمینی آنها کمی بالا است (بین ۲-۳ متر)
۲۱/۵	۶۴۸۰	W2	خاکهائی که سطح آب زیرزمینی آنها نسبتاً بالا است (بین ۱-۲ متر)
۱/۳	۴۰۰	T	(اراضی متفرقه)
۱/۱	۳۳۰	E	(سطح آب زیرزمینی در آنها تعیین نشده است)
۰/۸	۲۴۰	U	
۱/۳	۴۰۰	RB	
۱۰۰/۰	۳۰۲۰۰	جمع	

جدول شماره (۸)، وسعت اراضی مطالعه شده بر حسب کلاسها و تحت کلاسها

کلاسها و تحت کلاسها	هکتار	درصد
وسعت اراضی کلاس یک I	۴۵۰	۱/۵
II A	۱۰۰۰	۳/۳
II S	۲۴۰	۰/۸
II T	۶۰	۰/۲
II AS	۲۱۱۰	۷/۰
II AW	۲۰۰	۰/۷
II AST	۵۲۰	۱/۷
II ASW	۱۶۴۰	۵/۴
II ASTW	۱۷۰	۰/۶
وسعت اراضی کلاس دو (II)	۵۹۴۰	۱۹/۷
II AST-IVT COMPLEX	۲۲۰	۰/۷
وسعت اراضی کلاس چهار و دو توام با یکدیگر	۲۲۰	۰/۷
III A	۱۲۰۵۰	۳۹/۹
III W	۱۸۱۰	۶/۰
III AW	۲۱۵۰	۷/۱
وسعت اراضی کلاس (III)	۱۶۰۱۰	۵۳/۰
III A-IVT COMPLEX	۳۳۰	۱/۱
وسعت اراضی کلاس چهار و سه توام با یکدیگر (III &IV)	۳۳۰	۱/۱
IVT	۴۰۰	۱/۳
IVU	۲۴۰	۰/۸
وسعت اراضی کلاس چهار (IV)	۶۴۰	۲/۱
VA	۵۴۸۰	۱۸/۲
وسعت اراضی کلاس پنج (V)	۵۴۸۰	۱۸/۲
V A -IVT COPLEX	۲۰۰	۰/۶
وسعت اراضی کلاس چهار و پنج توام با یکدیگر (IV&V)	۲۰۰	۰/۶
VIA	۲۰۰	۰/۷
VIE	۳۳۰	۱/۱
وسعت اراضی کلاس شش (VI)	۵۳۰	۱/۸
RB (اراضی متفرقه) مشخصات تعیین نشده	۴۰۰	۱/۳
جمـــــــع	۳۰۲۰۰	۱۰۰/۰

۵- منابع آب

آب مورد نیاز شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر عمدتاً از آب ذخیره شده در مخازن سد وشمگیر بر روی گرگان‌رود تأمین میشود.

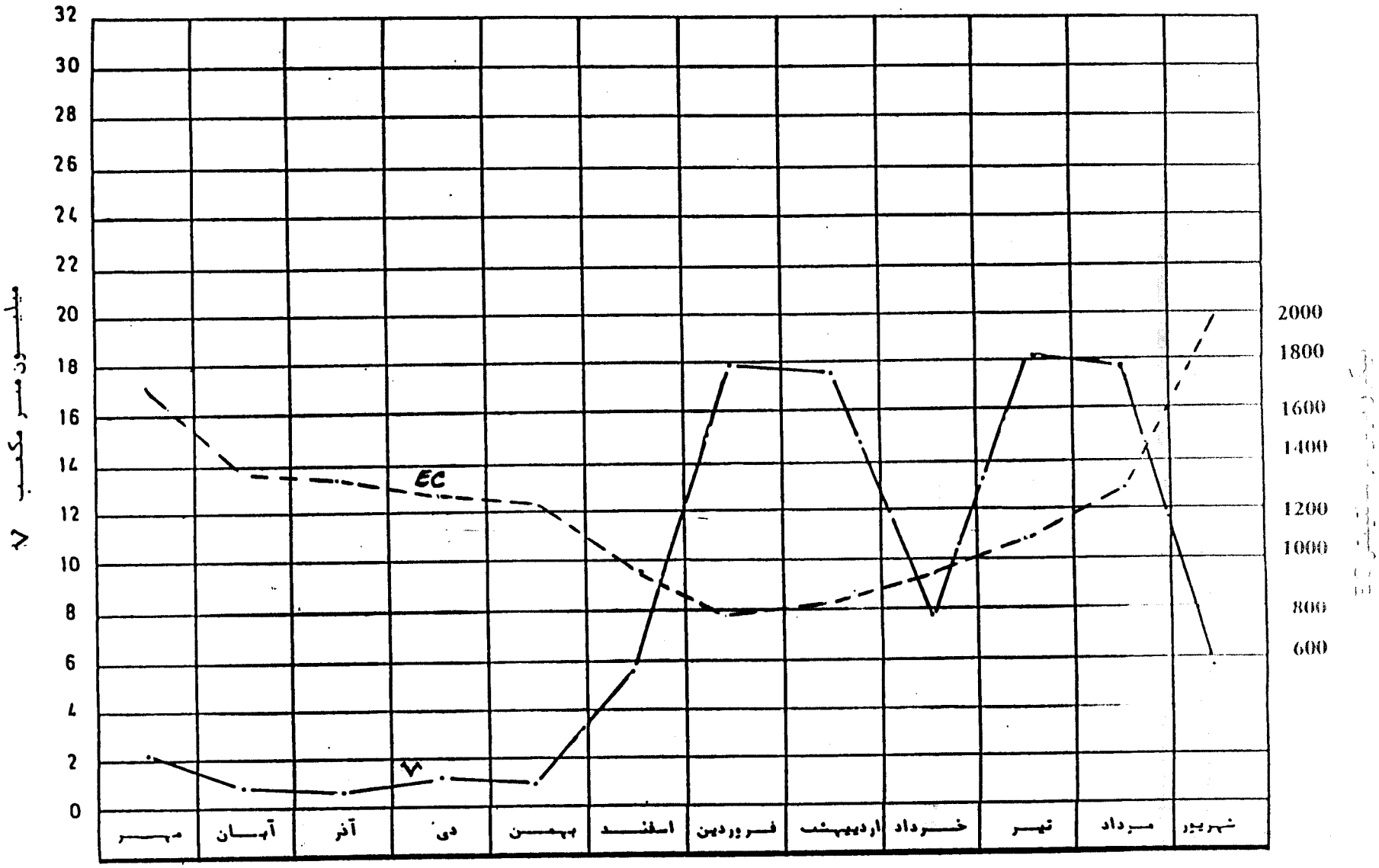
آمار آبدهی ایستگاه آق‌قلا نشان میدهد که حدود ۵۵٪ واردات رودخانه گرگان‌رود در دوره پر آبی یعنی ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت تشکیل یافته و واردات دوره کمی آبی این رودخانه در ماههای تیر، مرداد و شهریور کمتر از ۲٪ است.

میزان مواد جامد و معلق رودخانه گرگان در محل سد معادل ۱/۸ گرم در لیتر است که در مواقع طغیانی به ۲۵ گرم در لیتر نیز میرسد. این رسوبات ناشی از فرسایش جلگه گرگان و ریزش تشکیلات لسی می‌باشد. جالب توجه است که میزان مواد جامدی که در ۳۰ روز دوره طغیان این رودخانه حمل میشود معادل ۶۰ درصد مقدار کل رسوبات سالیانه آن است.

ظرفیت سد وشمگیر در حدود ۷۸ میلیون متر مکعب و حجم آب تنظیم شده سالیانه آن ۱۰۰ میلیون متر مکعب پیش‌بینی شده بوده لکن در دهه ۶۰ تا بیش از ۱/۵ برابر این مقدار آب برداشت شده است. گفتنی است که آب مورد نیاز شبکه مزرعه نمونه ارتش عمدتاً بصورت ثقلی و در شبکه سازمان آب بصورت پمپاژ از سطح دریاچه انجام میشود. مقدار املاح آب مخازن سد در ماههای پر آبی (بهمن الی فروردین) کم و در فصل تابستان زیاد است. در شکل شماره (۱)، کمیت و کیفیت ماهانه مصرف آب از مخازن سد وشمگیر نمایش داده شده است.

در شبکه آبیاری و زهکشی وشمگیر علاوه بر منبع آب سطحی، استفاده از آبهای زیرزمینی در حد برداشت ۴ میلیون متر مکعب در ماه پیش‌بینی شده است.

لازم به ذکر است که طبق بررسیهای مشاورین فرانسوی برداشت آب از چاهها از اردیبهشت تا مهر ماه و در هر ۹ سال از ۱۰ سال برای جبران کمبود آب شبکه ۲۵ هزار هکتاری لازم خواهد بود.



شکل شماره (۱) منحنی تغییرات کمی مقادیر متوسط ماهیانه مصرف آب در شبکه آبیاری و شمگیر
طی دوره بهره برداری ۵۸-۵۷ تا ۷۰-۶۹ و منحنی تغییرات شوری متوسط ماهانه آب

۶- ارزیابی عملکرد زهکشهای عمقی اراضی آبخور سد وشمگیر

آنچه که تا کنون راجع به مسائل مختلف شبکه وشمگیر بیان گردید، در حقیقت مقدمه بحث بود که بعلت ارتباط داشتن به نتیجه‌گیری بحث اصلی ضرورتاً عرضه گردید.

همانطوریکه قبلاً بیان گردید ارزیابی عملکرد زهکشهای عمقی اجرا شده اراضی آبخور سد وشمگیر همزمان با ارجاع کار مطالعات مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی آن شبکه به مشاور، در شرح خدمات قرارداد مربوطه منظور گردید.

گزارش کامل این بررسیها در شهریور ماه ۱۳۷۱ به کارفرما تحویل شده و حاصل کار نیز بعنوان یک مقاله در همان ماه و سال در سومین کنگره علوم خاک ایران (در کرج) توسط ارائه دهنده این بحث، عرضه گردیده است. بنابراین جای آن دارد که به خصوص بعلت ارائه مقدمه طولانی، ذیلاً به متدولوژی کار، عوامل مورد بررسی و نتایج حاصله به اختصار پرداخته شود و علاقمندان را برای کسب اطلاع از جزئیات به عین مقاله مطروحه در کنگره یاد شده ارجاع دهد.

لازم به ذکر است که بعلت انجام بررسیهای مذکور در دو شبکه با مشخصات مختلف یعنی شبکه مربوط به سازمان آب (با مشاورین فرانسوی) و در شبکه مزرعه نمونه ارتش (با مشاورین مجارستانی) احیاناً توضیحات و نتیجه‌گیریها مرتباً به تفکیک این دو پروژه مطرح خواهد شد.

۶-۱- متدولوژی بررسیها

در این زمینه مشاور ابتدا کار بررسی را در دو قسمت بررسیهای تئوریک و بررسیهای صحرائی مجزا نمود. در زمینه بررسیهای تئوریک یعنی مراجعه به اسناد و مدارک و سوابق مطالعاتی و نقشه‌های اجرائی و ارزیابی مبانی تئوریک طراحی بوده که با توجه به درگیر بودن همزمان مشاورین راماب در مطالعات زهکشی عمقی منطقه، با داده‌ها و دست‌آوردهای خود مقایسه می‌نموده است. در بررسیهای صحرائی نیز، کار ارزیابی مستلزم داشتن دستورالعملی برای بررسی و سنجش فاکتورها و عوامل مختلف بود. این دستورالعمل نیز علی‌رغم عدم وجود منابع مشابه تهیه و بطور کلی همزمان هر دو بررسی صورت گرفت و دست به نتیجه‌گیری زده شد (دستورالعمل مذکور در پیوست این مقاله ارائه شده است).

در کار بررسیهای صحرائی، انتخاب مزارع مختلف در سواحل چپ و راست شبکه سازمان آب و در مزرعه نمونه ارتش که کم و بیش از نظر سری خاک بر دیگر سریها تفوق

داشته‌اند با انتخاب اتفاقی یکی از خطوط زهکش و زهکش فرعی جمع‌کننده مربوط به آن صورت گرفته است. در نقشه شماره (۱)، موقعیت نقاطی که در آنجا ارزیابی صحرائی زهکشها انجام شده، مشخص گردیده است.

۶-۲- نتایج حاصل از ارزیابی کار مطالعات و طراحی مشاوران

بررسی و کنترل محاسبات گید - استاکاد و مشاورین مجارستانی در زمینه عوامل ذی‌مدخل در محاسبه ابعاد زهکشها از جمله شدت تخلیه عمق لایه محدود کننده، ضرایب آبگذری خاکها و ... و با فرض قابل قبول بودن آنها صورت گرفته و بطور کلی در دو عنوان فاصله و قطر زهکشها جمع‌بندی گردیده است. که نتیجه کار در مورد مشاورین فرانسوی در جدول شماره (۹) آمده است.

در جدول شماره (۱۰)، نیز مقایسه قطر لوله‌های زهکش جمع‌کننده مطابق آنچه را که گید - استاکاد داده و راماب بدست آورده ارائه شده است. در جمعبندی بررسیهای انجام شده، کار مشاورین فرانسوی در برآوردها و محاسبات ابعاد و مشخصات زهکشهای فرعی و جمع‌کننده‌ها قابل قبول تشخیص داده شده است.

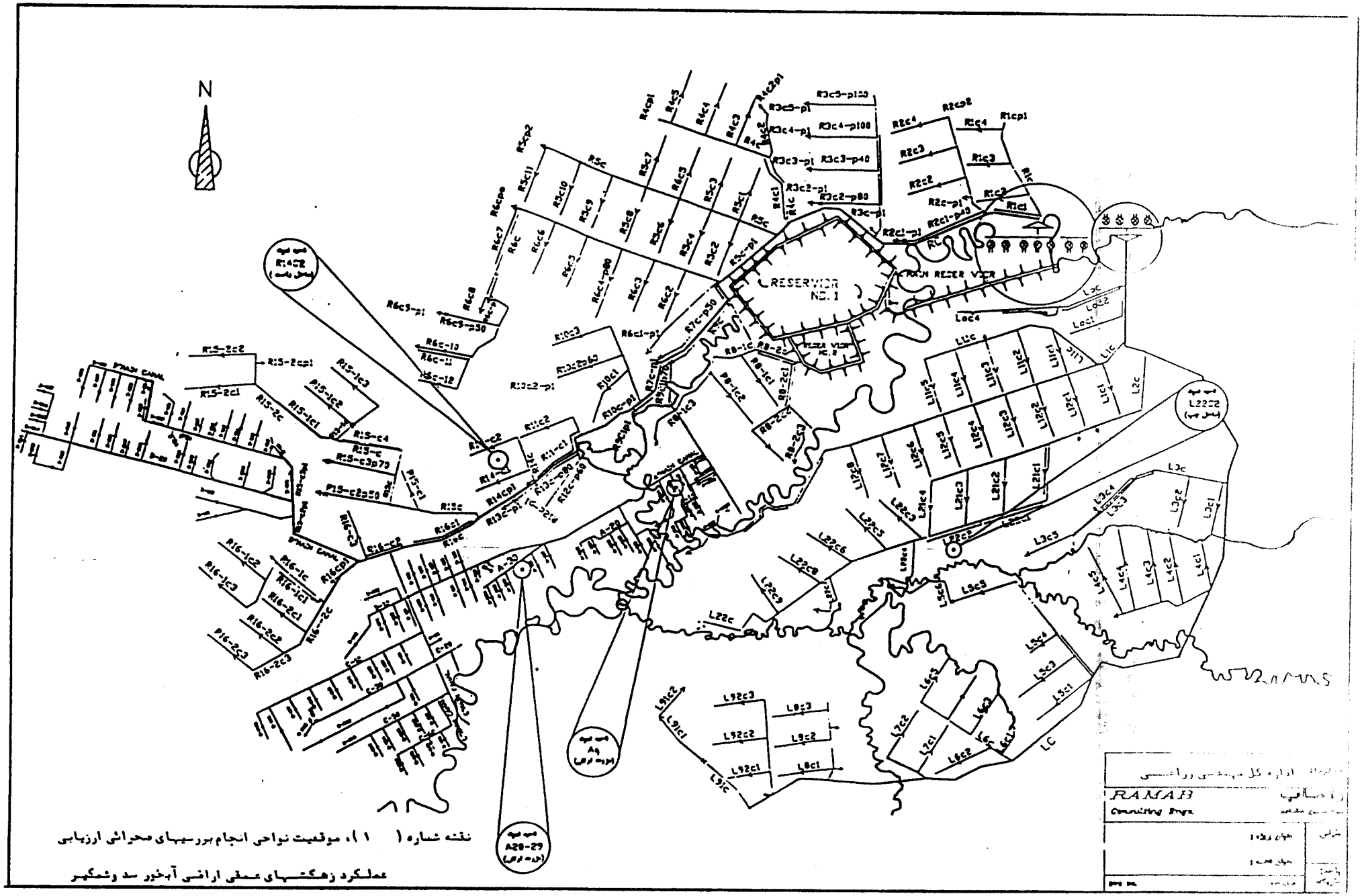
در مورد نتیجه بررسی کیفیت کار مشاورین مجارستانی، بعلت اینکه آنها مزرعه نمونه ارتش را به ۴ بخش D,C.B,A و قطعات ۳۰-۴۰ هکتاری تقسیم کرده‌اند، تعداد جداول مقایسه فاصله زهکشها و اقطار آنها با آنچه که مشاورین راماب محاسبه کرده‌اند زیاد بوده و در حوصله ارائه این مقاله نیست. اما بطور کلی کار مشاورین مجارستانی نیز در انجام این مهم قابل قبول تشخیص داده شده است.

گفتنی است که مشاورین گید-استاکاد قطرلوله خطوط زهکشهای فرعی را ۱۵۰،۱۰۰ و ۲۰۰ میلیمتر و مشاورین مجارستانی در اکثر موارد تمام طول خطرا ۱۰۰ میلیمتر انتخاب نموده‌اند.

در زمینه کمیت و کیفیت اسناد و مدارک و نقشه‌جات مرحله دوم، کار هر دو مشاور خوب ارزیابی شده است.

۶-۳- نتایج حاصل از ارزیابی‌های صحرائی (کنترل وضعیت زهکشهای انجام شده)

در مبحث (۴-۱)، اشاره شد که برای انجام کنترلهای لازم صحرائی که به اتکا آنها بتوان به ارزیابی یک شبکه زهکشی عمقی پرداخت، مشاور بررسی کننده اقدام به تهیه دستورالعملی نموده که مطابق با آن عوامل مختلف مورد سنجش قرار گرفته است.



نقشه شماره ۱۱، موقعیت نواحی انجام بررسیهای صحرائی ارزیابی

عملکرد زهکشهای عمقی اراضی آبخور سد وشمگیر

جدول شماره (۹) فاصله زهکشها و قطر لوله‌های زهکش در مقاطع مختلف مسیر، بر اساس نظر مشاوری گید استاکاد و راماب

ردیف	ضریب آبگذری خاک(متر در روز)	عمق نصب زهکشها (متر)	فاصله زهکشها (متر)		ماکزیمم شدت تخلیه (لیتر در ثانیه در ۱۰۰ متر)		قطر داخلی لوله در مسیر (میلیمتر)					
			گید	راماب	گید	راماب	ثلث اول ۵۰۰ متر گید	ثلث اول ۵۰۰ متر راماب	ثلث دوم ۵۰۰ متر گید	ثلث دوم ۵۰۰ متر راماب	ثلث سوم ۵۰۰ متر گید	ثلث سوم ۵۰۰ متر راماب
۱.	۰/۷	۲/۴	۲۰۰	۱۱۰	۰/۱۴	۰/۲۳	۷۰	۸۶	۹۱	۱۱۱	۱۰۶	۱۳۰
۲.	۱/۰	۲/۱	۲۰۰	۱۲۰	۰/۱۶	۰/۲۴	۷۴	۸۸	۹۵	۱۱۳	۱۱۱	۱۳۲
۳.	۲/۴	۱/۷	۲۰۰	۱۵۲	۰/۲۴	۰/۲۸	۸۶	۹۳	۱۱۱	۱۳۰	۱۲۹	۱۴۰
۴.	۲/۷	۱/۶	۲۰۰	۱۵۰	۰/۲۲	۰/۲۷	۸۴	۹۲	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۶	۱۳۸
۵.	۳/۴	۱/۵	۲۰۰	۱۵۱	۰/۲۲	۰/۲۷	۸۵	۹۲	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۶	۱۳۸

جدول شماره (۱۰)، قطر زهکش جمع‌کننده در مزرعه R15C1 در مقاطع مختلف بر اساس نظر مشاورین گید - استاکاد و راماب

متوسط شدت تخلیه هر زهکش فرعی (لیتر در ثانیه)	فاصله دو دریچه بازدید (متر)	قطر داخلی زهکش برحسب میلیمتر									
		طبق مندرجات نقشه گید - استاکاد					طبق محاسبات راماب				
		بعدازدریچه ۱	۲	۳	۴	۵	بعدازدریچه ۱	۲	۳	۴	۵
۲/۹	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۱۵۸	۲۰۴	۲۳۶	۲۶۲	۲۸۶

متذکر می‌گردد که آن مشاورین ابتدا سه نقطه از مزارع ساحل چپ، راست و مزرعه نمونه ارتش را انتخاب نموده و روی یک خط زهکش فرعی مشخص، جمع‌کننده مربوط به آن خط، دریچه‌های بازدید سر راه زهکش فرعی و بالاخره محل خروجی زهکش جمع‌کننده (تخلیه گاه)، طبق دستورالعمل تهیه شده به ارزیابی فاکتورهای مختلف پرداخته است.

فاکتورهائیکه در شناسائی علل و عوامل عدم کارآئی زهکشها (اینکه از زهکشها زهابی خارج نمیشود یا بسیار کم خارج میشود) مؤثر بوده است، یا بعبارت دیگر بررسیهائی که در صحرا انجام می‌گرفته میبایستی به سئوالات زیر پاسخ می‌داده است :

سئوال اصلی : چرا زهکشهای فرعی و جمع‌کننده‌ها کار نمی‌کنند؟

سئوالات جزئی :

- آیا لوله‌های زهکشی شکسته است؟
- آیا لوله‌ها از خط خارج شده‌اند؟
-آیا لوله‌ها پوسیده‌اند؟
- آیا قشر فیلتر ناشی از بد برگرداندن (خاک اشباع) به ترانشه، بلوک شده؟
- آیا رسوبات بخشی یا تمام فضای لوله را پر کرده؟
- رسوبات درون لوله از کجا آمده؟
- از دریچه‌های بازدید آمده؟
- با گذر از فیلتر به لوله راه یافته؟
- از درز بین لوله‌ها وارد شده؟
- وضع کمی و کیفی فیلتر اطراف لوله‌ها چطور است؟
- آیا دانه‌بندی فیلتر با بافت خاک انطباق دارد؟

و سئوالات جزئی دیگری که بطور کلی با پیش‌بینی‌های قبلی در فرمهای اطلاعات‌گیری صحرائی آورده شده و هنگام بازدیدهای صحرائی که با نبش لوله در نقاطی از مسیر خطوط زهکش (فرعی و جمع‌کننده) همراه بوده، درج میگردیده است.

بدیهیست که نمونه‌های خاک، فیلتر و رسوب برای تعیین بافت و رسم منحنی دانه‌بندی به آزمایشگاه ارسال میشده است.

پس از جمع‌اوری اطلاعات صحرائی و اخذ اطلاعات آزمایشگاهی، برای هر یک از نقاط مورد بررسی در زمینه‌های مختلف بحث تحلیلی انجام گردیده و نتیجه‌گیری شده است.

قبل از پرداختن به نتیجه ارزیابی انجام شده، به اختصار کارهای انجام شـــده در مـــورد یکی از نقاط بررسی بصورت نمونه آورده میشود :

الف - نقشه شماره ۲-۲، موقعیت و جزئیات زهکش فرعی شماره ۲ و بخشـــهای بررســـی شده مسیر در اراضی آبخور کانال R14C2 ساحل راست شبکه سازمان آب.

ب - شکل شماره ۲-۱، مقایسه خاک برگردانده شده به ترانشه و خاک طبیعی زهکـــش فرعی مربوط به بخش یک مسیر زهکش.

این مقایسه برای شناسائی منشأ رسوبات و بررسی مسدود شدن فیلترهـــا از رســـوبات صورت گرفته است.

خ - شکل شماره ۲-۲، وضعیت فیلتر شنی مصرف شـــده نسـبت بـــه لولـــه در ترانشـــه زهکش فرعی در بخشهای بررسی شده خط زهکش.

همانطوریکه ملاحظه میشود در بخش یک (نمونه‌ای که در این مقالـــه ارائـــه می‌کنیـــم) وضعیت بهتر از دو بخش دیگر بوده است.

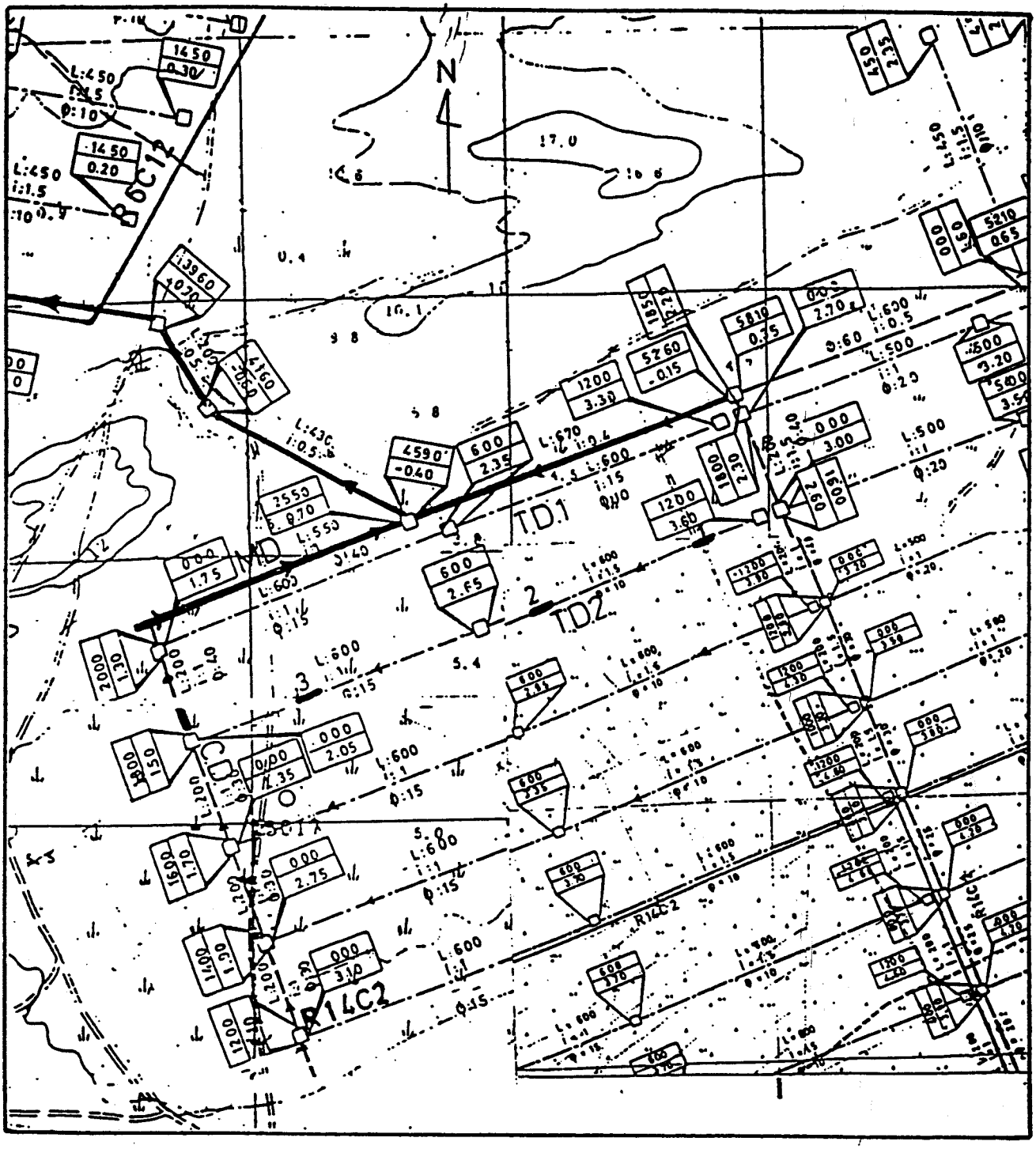
د - شکل ۲-۳، مقایسه بین منحنی‌های دانه‌بندی فیلـــتر مصـــرف شـــده در بخشـــهای بررسی شده مسیر خط زهکش با منحنی‌های حد بالا و پائین توصیه شده از ســـوی مراجع علمی.

همانطوریکه ملاحظه میشود تقریباً فیلتر مصرف شده با منحنی‌های U.S.B.R مطابقت دارد.

ه - شکل ۲-۴، منحنی دانه‌بندی رسوبات درون لوله زهکش در بخشهای مورد بررســـی. همانطوریکه ملاحظه میشود منحنی‌های رسوبات بر هم منطبق بوده‌اند.

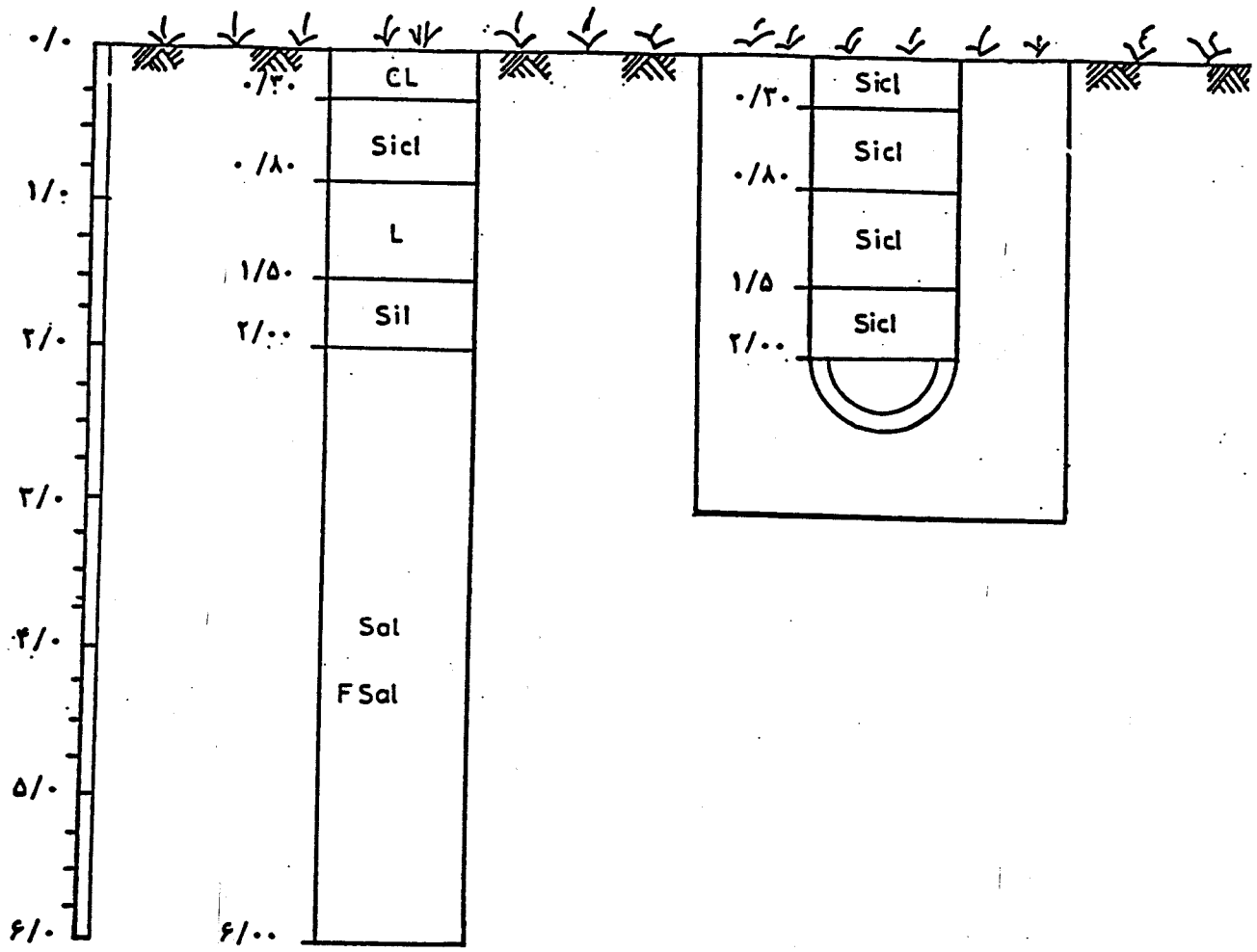
و - شکل ۲-۵، وضعیت رسوبگذاری درون لوله‌های زهکش مورد بررسی در بخشـــهای سه گانه و زهکش جمع‌کننده مربوطه.

همانطوریکه ملاحظه میشود، لوله زهکش فرعی در هر سه بخـــش پـــر بـــوده اســـت و زهکش جمع‌کننده عاری از رسوب.

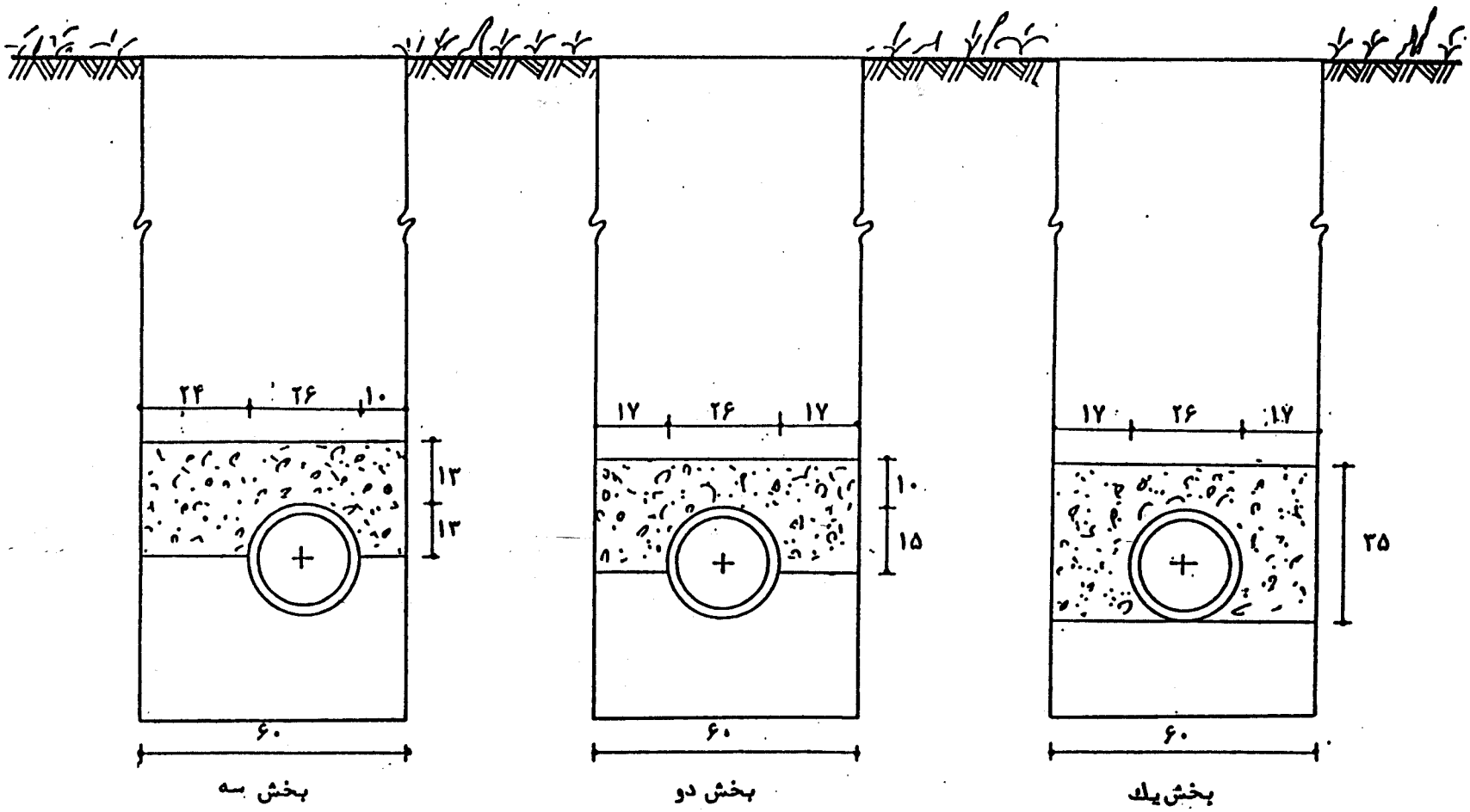


■ بخشهای بررسی شده

نقشه شماره (۲ـ۲) ، موقعیت و جزئیات زهکش فرعی شماره ۲ و بخشهای بر رسی شده
مسیر در اراضی آبخور کانال $R_{14}C_2$ (ساحل راست)



شکل شماره (۲ ـ ۱) ، مقایسه بافت خاك برگردانیده شده به ترانشه و خاك طبیعی بستر زهکش فرعی در اراضی آبخور کانال $R_{14}C_2$ (ساحل راست) ، پخش یك مسیر

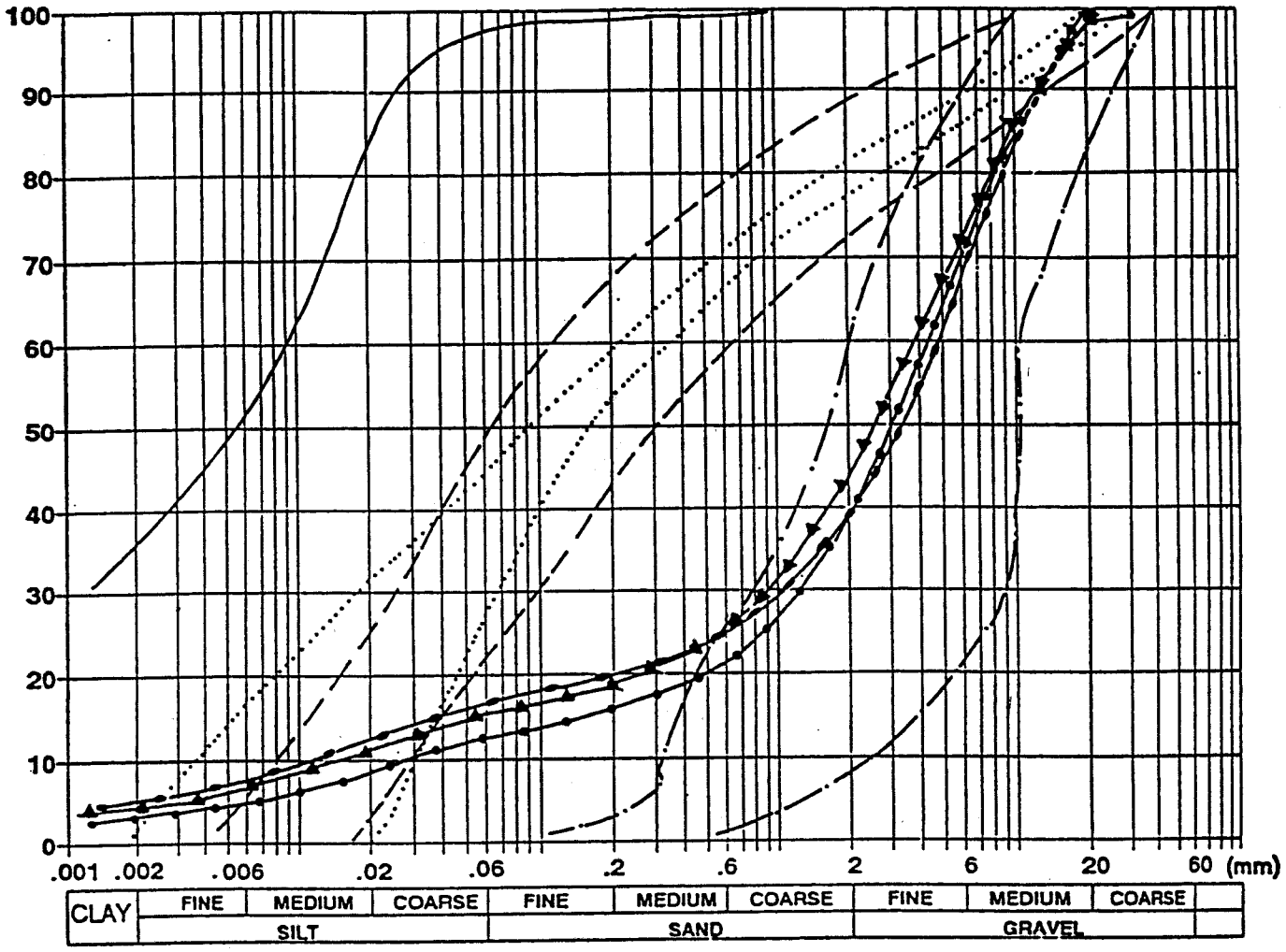


شکل شماره (۲ - ۲) ، وضعیت فیلتر شنی مصرف شده نسبت به لوله در ترانشه زهکش فرعی بخش های سه گانه مسیر بررسی شده ، اراضی آبخور کانال $R_{14}C_2$ (ساحل راست) ابعاد به سانتیمتر

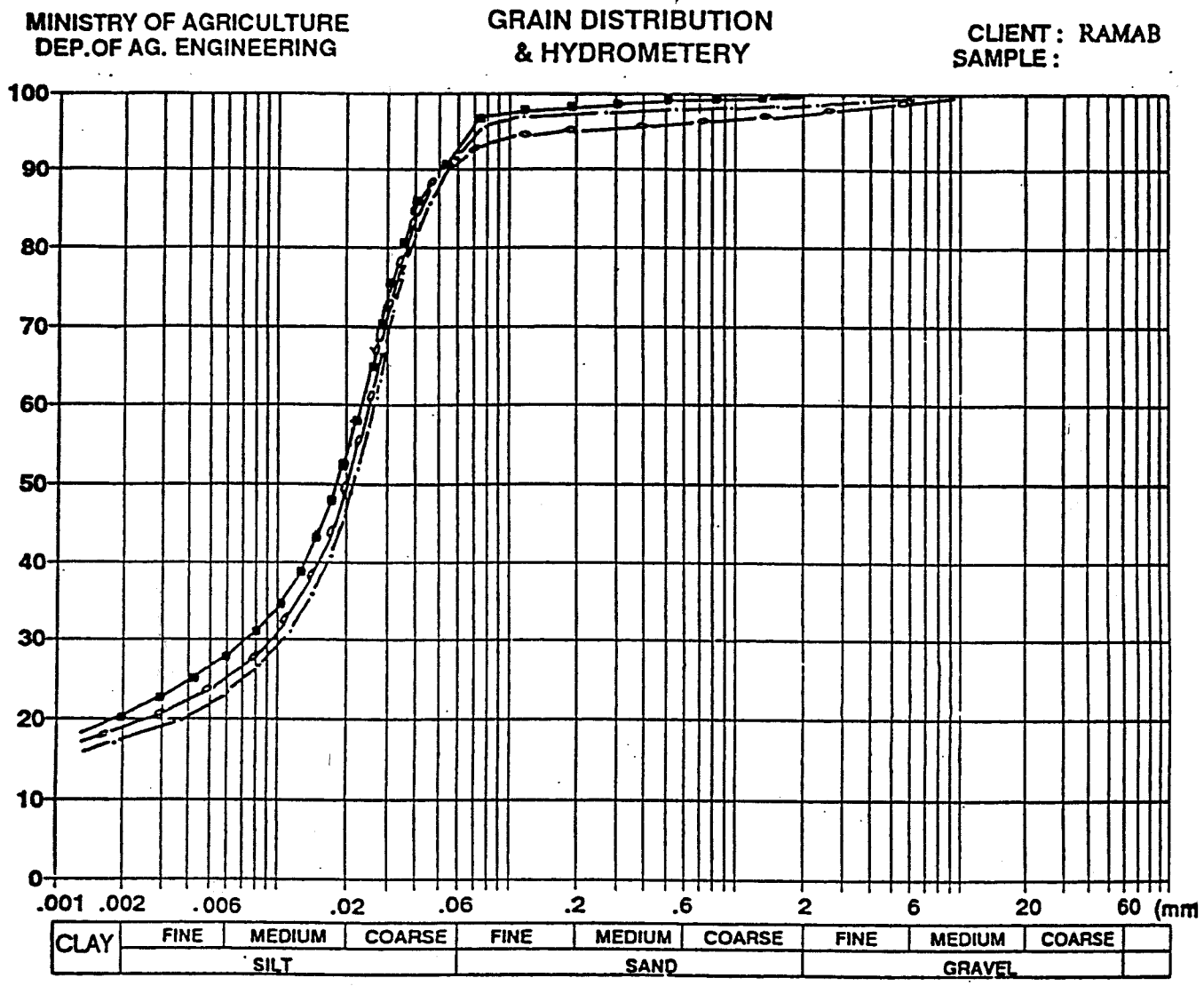
MINISTRY OF AGRICULTURE
DEP.OF AG. ENGINEERING

GRAIN DISTRIBUTION
& HYDROMETERY

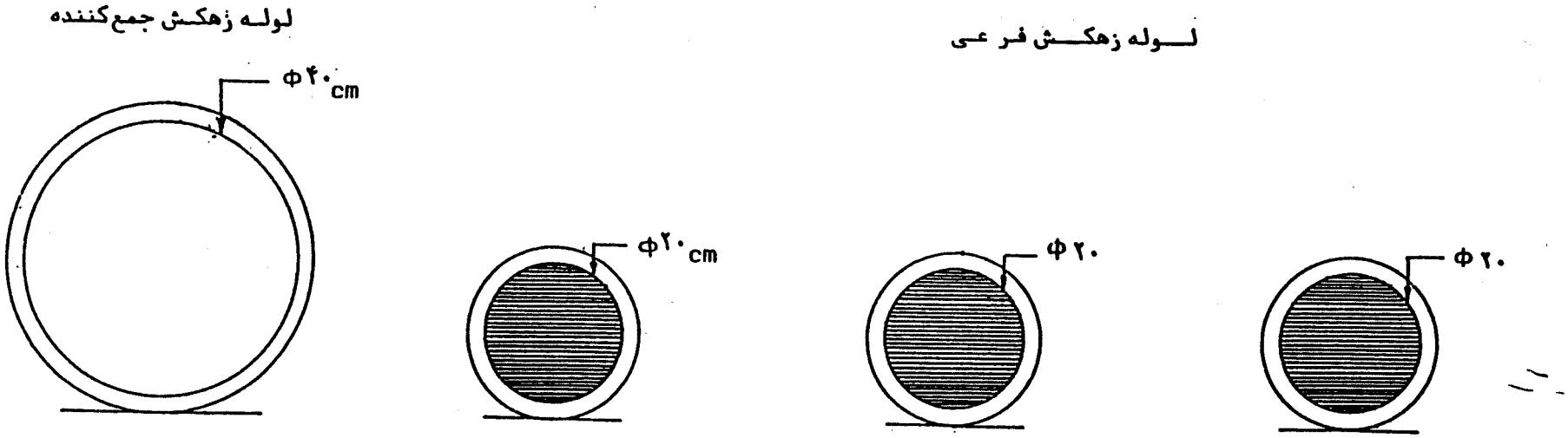
CLIENT : RAMAB
SAMPLE :



شکل شماره (۲ - ۳) ، مقایسه بین منحنی های دانه بندی فیلتر مصرف شده در سه بخش مورد بررسی ساحل راست و منحنی های حد بالا و پائین توصیه شده از طرف مراجع علمی



شکل شماره (۲ ـ ۴) ، منحنی دانه بندی رسوبات درون لوله زهکش در بخشهای مورد بررسی در ساحل راست



شکل شماره (۲- ۵) ، وضعیت رسوبگذاری درون لوله های زهکش مورد بررسی در اراضی آبخور کانال $R_{14}C$
(ساحل راست)

ز - شکل ۲-۶، منحنی دانه‌بندی رسوبات لوله‌ها و ابنیه مسیر زهکش مورد بررسی و مقایسه آن با منحنی دانه‌بندی خاک محل.

همانطوریکه ملاحظه میشود اولاً منحنی‌ها از نظر شکل با یکدیگر و منحنی خاک مشابهند، ثانیاً دانه‌بندی رسوبات با نزدیک شدن به لوله جمع‌کننده مرتباً کمی بزرگتر شده است !!

۶-۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به آنچه که در کار ارزیابی تئوری و عملی وضعیت زهکشهای عمقی موجود در سواحل چپ و راست شبکه سازمان آب و همچنین در اراضی مزرعه نمونه ارتش انجام شده، بطور کلی نتایج زیر حاصل شده است :

۶-۴-۱- در عوامل مربوط به مطالعات و طراحی‌های انجام شده

بررسی‌های انجام شده در این زمینه مؤید آن بوده است که علی‌رغم وجود کاستی‌هایی در کار مطالعات و انجام طراحی‌های مشاوران گید - استاکاد در اراضی سواحل راست و چپ شبکه و همچنین مشاوران مزوبر و اگروبر مجارستانی در اراضی مزرعه نمونه ارتش، این کاستی‌ها نمی‌توانسته اثر تعیین کننده‌ای بر شکست پروژه زهکشی عمقی داشته باشد. مشاورین یاد شده جملگی توجه چندانی به کیفیت فیلتر زهکشی ننموده و خاصه دانه‌بندی مشخصی را توصیه ننموده‌اند.

یکی دیگر از موارد قابل اهمیت توجه مشاورین مجارستانی در ارائه گزارشی در زمینه نحوه آبشوئی اراضی و خاصه اقداماتی که در بهره‌برداری از اراضی زهکشی شده در آبیاریهای اولیه بایستی معمول کرد، میباشد. در حالیکه مشاورین گید - استاکاد در گزارشات خود در این زمینه به کلی گوئی پرداخته و تنها به ذکر اهمیت بهره‌برداری بسنده نموده‌اند.

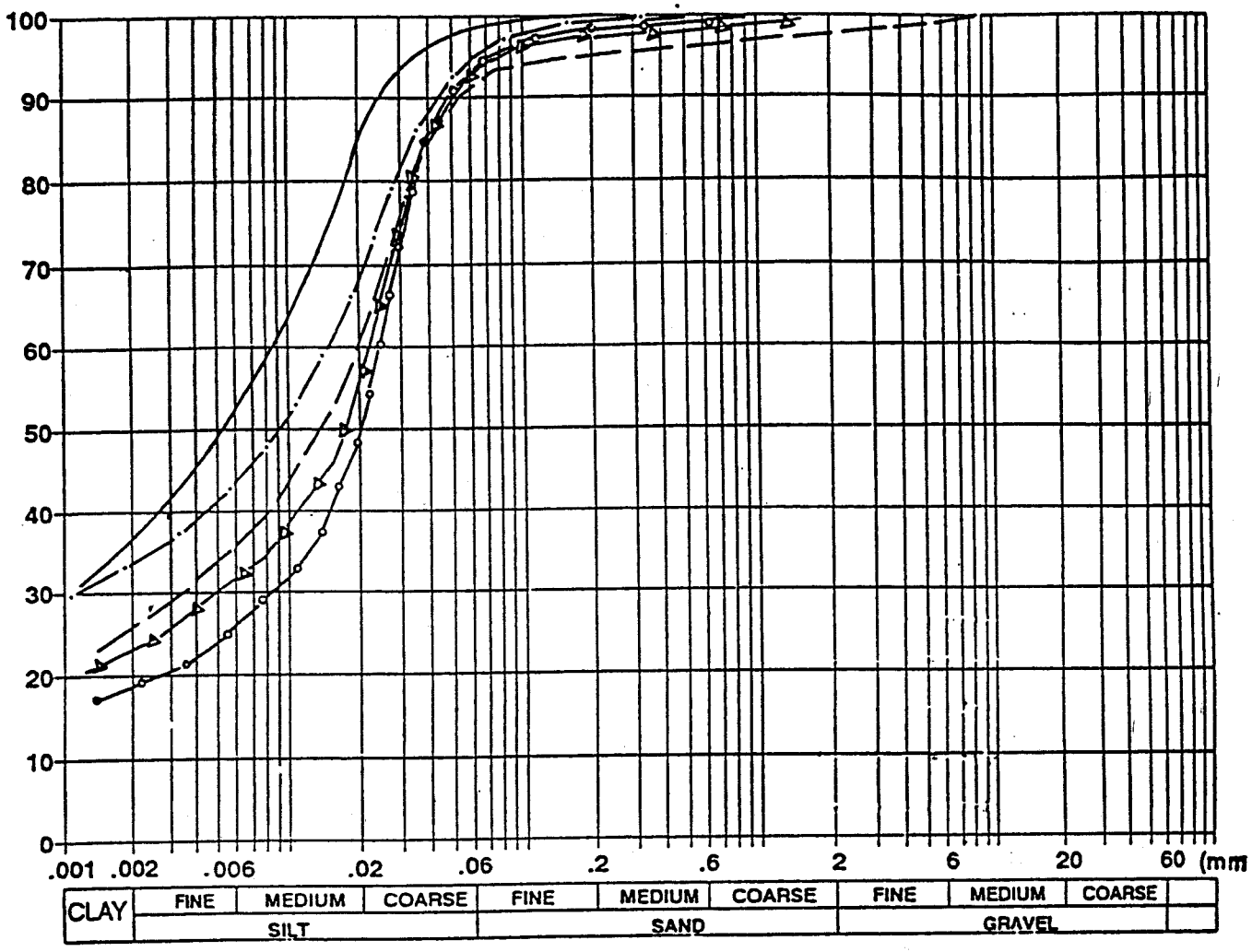
۶-۴-۲- در عوامل مربوط به امور اجرائی

ارزیابی کلی در این زمینه عبارتند از :

MINISTRY OF AGRICULTURE
DEP.OF AG. ENGINEERING

GRAIN DISTRIBUTION
& HYDROMETERY

CLIENT : RAMAB
SAMPLE :



شکل شماره (۲ - ۶) ، منحنی دانه بندی رسوبات لوله ها و ابنیه مسیر زهکش مورد بررسی در ساحل راست در مقایسه با منحنی دانه بندی خاک بستر زهکش

۱. نحوه اجرای کار زهکشی عمقی نسبتاً خوب تا خوب ارزیابی شده است.
۲. کیفیت لوله‌های بتونی کاربردی برای زهکشها چه فرعی و چه جمع کننده و زیر اصلی جملگی خیلی خوب ارزیابی شده است.
۳. در مورد کیفیت دوباره پر کردن ترانشه‌ها (برگردانیدن خاک به ترانشه) در زمان اجرا، متأسفانه دستیابی به قضاوت قابل اعتماد مقدور نشده است، در عین حال چنین بنظر رسیده که این عامل در شکست پروژه اثری نداشته است.
۴. کمیت فیلتر مصرفی در بسیاری موارد ناکافی و در برخی موارد ناچیز بوده و لذا در این زمینه نتیجه ارزیابی بد تا متوسط بوده است. علی‌رغم انطباق نسبی و یا مناسب منحنی دانه‌بندی فیلتر مصرفی با منحنی دانه‌بندی توصیه شده توسط دفتر عمران اراضی آمریکا (U.S.B.R) ، شواهد و قراین دلالت بر عدم تناسب این فیلتر داشته و لذا فیلتر مصرفی نامناسب ارزیابی شده است.

مزید علت اینکه توزیع ذرات متشکله توده فیلتر در اطراف لوله‌ها نیز در مواردی نامناسب بوده است، با این توضیح که ذرات دانه ریز در پائین و درشت دانه در بالا قرار داشته است.

۶-۴-۳- در عوامل بهره‌برداری و نگهداری

بطور کلی عدم وجود تشکیلات بهره‌برداری و نگاهداری متخصص و کارآمد و آشنا با مسائل زهکشی و نتیجتاً بهره‌برداری سنتی کشاورزان از این شبکه مدرن عامل اصلی شکست تشخیص داده شده است.

تحقیقات انجام شده بصورت پرس و جو از افرادیکه در مراحل اجرا و شروع بهره‌برداری از شبکه زهکشی عمقی در منطقه حضور داشته‌اند، حاکی از آن است که مراقبت‌های ویژه در شروع بهره‌برداری از زمینهای تازه زهکشی شده از نظر کنترل عدم اعمال جریان مستقیم آب به داخل ترانشه زهکشها صورت نگرفته است. این مسأله در شرایط کیفیت بد فیلترهای مصرفی می‌تواند عامل مهمی در ترسیب مواد دانه ریز درون لوله‌های زهکشی بوده باشد.

در اینجا توضیحاً لازم می‌داند مروری بر محتوای بند ۳-۲ *روش و نحوه آبیاری محصولات زراعی* این مقاله داشته باشد تا مسأله بهتر روشن شود.

همانطوریکه در صفحه ۸ ذکر گردید راجع به آبیاری سنگین بهاره مزارع گندم و جو و بخصوص تخت آب مزرعه‌ایکه قرار است در آن کشت پنبه صورت گیرد. به وجود دو موضوع گفتنی اشاره شد. یکی تخریب کانالهای آبیاری بود که متذکر گردید و دیگری که

به تخریب زهکشهای عمقی ارتباط می‌یافت به این مقال احاله گردید. توضیح اینکه پس از خروج ماشین حفار پیمانکار (ترانچر) از مزرعه در سالهای ساخت شبکه زهکشی عمقی وشمگیر، در اولین بهار کشاورزان بهره‌بردار طبق عادت سنواتی مزرعه خود شخم عمق زده، به کرتهای بزرگ تقسیم نموده و با آبیاری سنگین مستغرق نموده اند.

آبیاری سنگین انجام شده ترانشه مملو از خاک سست و احتمالاً کلوخه‌ای را فرا گرفته و خاک مزرعه را که سیلت آن غالب است با خود شسته و به درون لوله‌ها برده و آنها را کاملاً پر کرده است. بدین ترتیب این ظن قوی وجود دارد که لااقل زهکشهای عمقی شبکه آبیاری و زهکشی سازمان آب در همان سال اولیه‌ای که مورد بهره‌برداری کشاورزان قرار گرفته، از رسوبات پر شده است.

در اینجا ملاحظه میشود که عدم دقت مشاور به مسائل ظریف اگرو تکنیکی تا چه میزان در بروز خسارت و شکست یک پروژه نقش دارد. بروز خسارت کمتر در اراضی مزرعه نمونه ارتش را می‌توان در محدود بودن ظرفیت کانالهای آبیاری آنها و کوچکتر بودن قطعات زراعی و احیاناً مدیریت بهتر بهره‌برداری بعد از احداث زهکشها دانست، چرا که همانطوریکه قبلاً اشاره شد، مشاورین مجارستانی روی نحوه آبشوئی خاکها و احتیاطهای اولیه در آبیاری‌های اولیه، توصیه‌هائی در مطالعات خود ارائه داده‌اند.

مزید اطلاع اصولاً اتحاد جماهیر شوری سابق و بلوکهای وابسته به آن در استاندارد کارهای زهکشی خود که حاصل حدود ۵۰ سال کار زهکشی بوده است، توصیه اکید داشته‌اند که روی مسیر خطوط زهکش ، خاک بصورت پشته برجسته احداث و حتی آب‌پاشی و کوبیده شود و بعنوان مرز کرتهای آبشوئی مورد استفاده قرار گیرد. موضوعی که در کار زهکشی پروژه‌های کشت و صنعت نیشکر و صنایع جانبی خوزستان نیز از سوی مشاورین هم‌وطن توصیه شده است.

۷- پیشنهـــــــادات

در خاتمه این بخش از مقاله با توجه به نتایج بدست آمده از بررسیهای انجام شـده در ارزیابی عملکرد زهکشهای عمقی موجود در شبکه وشمیگیر، پیشـنهادات زیـر بصـورت کلی ارائه میگردد :

۷-۱- براساس نتایج حاصله از بررسیها و مطالعات انجام شده، استاندارد توصیه شـده از سوی دفتر عمران (U.S.B.R) برای تعیین دانه‌بندی فیلتر شـنی اطـراف لولـه‌های زهکش، با شرایط اکثرخاکهای مبتلا به مسائل زهکشی ایران که از نظر فیزیکی کم و بیش مشابه خاکهای اراضی مطالعه شـده هسـتند، مناسـب نمی‌باشـد. توصیـه میگردد در طراحی پروژه‌های زهکشی ایران در این زمینه از استانداردهای دیگری چون S.C.S و R.R.L استفاده شود.

۷-۲- دستگاههای نظارت و کارفرمایان در زمان اجرای پروژه‌های زهکشی عمقـی دقـت لازم در کنترل کمی و کیفی فیلتر، نحوه کـارگذاری لولـه‌ها و دوبـاره پـر کـردن ترانشه‌های زهکشی معمول نموده و همواره مـد نظـر داشـته باشـند کـه طبـق بررسیهای انجام شده در کشور هلنـد ۸۰ درصـد مـوارد شکسـت در پروژه‌هـای زهکشی ناشی از وضعیت نامناسب فیلتر مصرف شده گزارش گردیده است.

۷-۳- بهره‌برداری و نگهداری از شبکه زهکشی زیرزمینی توسـط تشـکیلات متخصـص مسئول و آشنا به مسائل زهکشی صورت گیرد و کشاورزان و بهره‌برداران از اراضی ملزم به تأمین مالی این تشکیلات باشند.

۷-۴- انجام عملیات شستشوی اولیه زهکشهای زیرزمینی پس از تحویل موقت و قبل از تحویل قطعی توسط پیمانکار به دستگاه بهره‌بردار، صورت گیرد و در این خصـوص موضوع جلوگیری از ورود آب آبشوئی بدرون ترانشه‌های حاوی لولـه زهکـش بـا پیش‌بینی پشته‌های بلند و فشرده مرعـی داشـته شـودو بعبـارت دیگـر انجـام آبیاری‌های اولیه در زمین‌های تازه زهکشی شده (بخصـوص در شـرایط خاکهـای سیلت‌دار) با دقت و احتیاط صورت گیرد.

۷-۵- از آنجائیکه کار طراحان چنین پروژه‌هائی انجام امور تحقیقـاتی (کـه بـه زمـان و هزینه زیاد احتیاج دارد) نبوده و منحصر بـه اسـتفاده از علـوم کـاربردی اسـت، پیشنهاد میشود به منظور حفظ منابع و منافع ملی و جلوگـیری از اتـلاف وقـت و سرمایه، مراکز تحقیقـاتی وابسـته بـه وزارتیـن کشـاورزی و نـیرو کـار بررسـی استانداردهای موجود مورد کاربرد طراحان را با اولویت در دستور کار و برنامـه‌های

خود قرار داده و نتایج حاصله را در اختیار طراحان قرار دهند. در ایـــن امـر مهـم استفاده از امکانات دانشگاهها و یاری از اساتید علاقمند و دانشـــجویان دوره‌هـای کارشناسی ارشد و دکترا توصیه میشود.

امید است در مقالات آینده‌ایکه به کارگاهها، سمینارها و دیگر محافل فنی علمی ارائـه میشود بیشتر سخن از علل موفقیتها باشد تا شکست‌ها. انشأاله

پیـــــوســـــت

مقـالـه

"مروری بر نارسائیهای فنی شبکه زهکشی عمقی وشمگیر گرگان"

۳-۳-۳- دستور العمل و برنامه ارزیابی صحرائی

امکان بررسی و ارزیابی چگونگی عملکرد یك شبکه زهکشی عمیق در گروی مطالعه و شناسائی فاکتورها و عوامل ذی مدخل مختلفی است که مسلما" هر چه با جزئیات بیشتر و تعیین دقیقتر روابط فیمابین آنها پرداخته شود، نتیجه بهتری عاید خواهد ساخت. در بین عوامل مهم موثر در کارآئی هر شبکه زهکشی، عواملی چون، اطلاعات و مبانی طراحی، شرایط اجرا و نحوه بهره برداری و نگاهداری از اهمیت بیشتری برخوردارند. هر چند که عامل مرور زمان از نظر کاهش عمر مفید شبکه از یك طرف و سیر تغییر و تحولاتی که در امور کشاورزی یعنی بهره برداری از آب و خاك در گذر زمان، پیش می آید نیز کم اهمیت نمیباشد.

در شبکه زهکشی عمقی آبخور سد وشمگیر ظاهرا" کلیه عوامل فوق دست در دست هم داده و از توان عملکرد شبکه بنحوی کاسته که اثرات سوء تجمع نمك و زهدار بودن اراضی در کار بهره برداری از اراضی منطقه مشکلاتی ایجاد نموده است. بطوریکه این مسئله در بعضی نواحی بصورت کاهش شدید راندمان تولید و در بعضی موارد عدم امکان استفاده از اراضی، تجلی نموده است.

مسلما" در کار بررسی و ارزیابی عملکرد زهکشها، میبایستی فاکتورها و عوامل پایه مطالعات و طراحی مورد تجزیه و تحلیل و نقد و کنترل قرار گیرند و به موازات آن وضعیت حاضر هر یك، بطرق مختلف با اندازه گیری، برآورد و محاسبه، مشخص و با داده های طرح قبلی مقایسه گردد. همچنین شرایط و مشخصات فنی ویژه اجرائی و کم و کیف اجرای کار و نهایتا" آنچه که بعد از اتمام عملیات اجرائی صورت گرفته و در قالب عملیات بهره برداری و نگاهداری تعریف میشود، میبایستی تشریح و تجزیه و تحلیل شود. تا بدینوسیله بتوان از خلال این تجزیه و تحلیل ها سهم تاثیر هر یك از فاکتورها و عوامل را در کاهش عملکرد مورد انتظار از شبکه زهکشی عمقی، تعیین و نهایتا" در جهت حل مشکلات موجود ارائه طریق نمود.

لذا در این مبحث از گزارش، دستورالعمل و برنامه ارزیابی صحرائی عملکرد خطوطی از شبکه زهکشی عمقی منطقه (که طی بررسیهای اولیه معرف ناحیه ای از نواحی چندگانه از نظر عملکرد ظاهری زهکشها شناخته شده اند) بنحوی در قالب عملیات صحرائی، ثبت اطلاعات مشاهده ای و با پشتوانه انجام آنالیزهای آزمایشگاهی ارائه شده که بتوان با کسب اطلاعات لازم به عمده شرایط اجرای کار و عوامل موثر در عملکرد زهکشها دست یافت.

۳-۳-۳ دستورالعمل نبش و بررسی خطوط زهکشی عمقی نمونه

مقدمه

از آنجائیکه بررسی صحرائی خطوط زهکش عمقی بدون توجه به دستورالعمل از پیش تعیین شده ای که بهرحال در حد توان کلیه جزئیات عوامل ذی مدخل در آن ملحوظ شده باشد، میسر نبوده، لذا قبلا" با بررسیهای همه جانبه و انجام مشورت با کارشناسان خبره امور زهکشی، نسبت به تهیه دستورالعمل گام به گام انجام کار در صحرا اقدام گردید که در قالب گزارشی تحت عنوان "پیشنهاد انجام مطالعات صحرائی ارزیابی عملکرد زهکشهای عمقی و دستورالعملهای لازم" در آبانماه سال ۱۳۷۰ تقدیم کارفرما گردید. در مقدمه این گزارش خاطر نشان شده است که تجربه مشابهی در ایران که بتواند سرمشق و راهنمائی برای این مشاور در کار بررسی عملکرد زهکشها باشد وجود نداشته و لذا چه بسا بعضی از کاستی ها و فزونی ها در دستورالعمل پیشنهادی وجود داشته باشد که در هنگام کار در صحرا جرح و تعدیل گردد. اتفاقا" شرایط کاری هنگام کاربرد دستورالعمل بگونه ای بوده است که در برخی از موارد از خط و مشی معین شده دستورالعمل به جهت صلاح کار عدول شده است.

علی ایحال دستورالعمل نبش و بررسی خطوط زهکشی عمقی شامل مراحل مختلف دستیابی به ترانشه مطلوبه، لوله و فیلتر و ملاحظه و اندازه گیری شرایط کیفی و کمی آنها باجزئیات زیر است که در قالب انشای دستوری تدوین

گردیده است. . .

قدم اول

- کلیه لوازم و تجهیزات مندرج در لیست را مهیا کرده و یا در دسترس داشته باشید.
- خط زهکش فرعی مورد نظر را در ناحیه انتخابی، در زمین پیدا کرده و با پیمایش مسیر از نظر تعداد دریچه های بازدید، قوس، . . . و محل تخلیه به زهکش جمع کننده زیرزمینی شناسائی کنید.
- زهکش جمع کننده مربوطه را از محل تخلیه زهکش فرعی بداخل آن، بسمت پائین دست پیمایش کرده، تعداد دریچه های بازدید، قوس، . . . تعداد تخلیه گاههای زهکش فرعی (دو طرفه یا یک طرفه) و نهایتا" محل تخلیه به زهکش اصلی را شناسائی کنید.
- کروکی وضعیت زهکشهای فرعی، جمع کننده و اصلی را تهیه کنید.
- مسیر خط زهکش فرعی و زهکش جمع کننده مربوطه را بکمک دوربین پیاده کرده و با میخکوبی ۲۰ متر ۲۰ متر و قرائت ارتفاع پای میخها، نسبت به تهیه پروفیل و پلان مسیر این دو زهکش اقدام کنید.
- بر روی خط زهکش فرعی، کل طول مسیر را به سه بخش مساوی تقسیم و در میانه هر بخش اقدام به لایه بندی و شناسائی بافت خاك در دو نقطه حفاری یکی روی لوله و تا عمق رسیدن به فیلتر زهکش و دیگری در جوار ترانشه (بفاصله یکمتری از محور لوله)، تا عمق ۶ متری نمائید. نمونه های خاك هر لایه مشخص را اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشخیص بافت، ESP, PH, EC و وزن مخصوص ظاهری به آزمایشگاه ارسال دارید.

قدم دوم

- زهکش جمع کننده و اصلی مربوطه را از نظر امکان تخلیه زهاب زهکش فرعی نمونه به آن بازدید کنید.
- در خصوص تخلیه گاه زهاب زهکش فرعی که متعاقب عملیات حفاری و نبش خط زهکش ممکن است وجود داشته

باشد، تصمیم بگیرید. اگر زهکش جمع کننده و یا اصلی اجازه تخلیه میدهد، در اینصورت تخلیه بصورت ثقلی و در غیر اینصورت، تخلیه گاه و مسیر انتقال زهابی که از زهکش فرعی پمپاژ خواهد شد را تعیین و مهیا کنید.

- در صورت حضور آب زیرزمینی در عمق نصب زهکشها، نسبت به حفاری مسیر خط زهکش عمقی نمونه مطابق مقطع و مشخصات داده شده در شکل شماره ؟، و مرعی داشتن شیب مناسب کف، با دقت و ظرافتی که از هر گونه آسیب رسیدن به ناحیه فیلتر و لوله زهکش اجتناب شود، اقدام نمائید. در محل برخورد به ابنیه، ابنیه را دور بزنید. در شرایط عدم حضور آب زیرزمینی حفاری تمام مسیر خط زهکش ضروری نیست.
- برای خشکانیدن ترانشه احداث شده، در صورتی که تخلیه ثقلی زهاب کفایت ندارد و یا مستلزم لایروبی زیاد زهکشهای جمع کننده و اصلی است، از موتور پمپ تخلیه کمک بگیرید.
- از قسمتهای مختلف کار عکس یا اسلاید تهیه کنید.

قدم سوم

الف) زهکش فرعی

- در میانه بخشهای سه گانه مسیر زهکش فرعی، سه قسمت ۱۰ متری انتخاب کرده، نسبت به برداشت خاک رو و کنار فیلتر پوشاننده لوله بکمک کارگر و رعایت دقت کافی اقدام کنید، تا وقتیکه رؤیت قشر فیلتر میسر گردد. در شرایط عدم حضور آب زیرزمینی، این سه قسمت تنها قسمتهائی هستند که مورد حفاری قرار میگیرند.
- نسبت به برداشت قشر فیلتر از رو و کنار لوله بکمک کارگر تا روئیت و دسترسی به لوله های زهکش اقدام کنید.
- از قشر فیلتر نمونه ۲ کیلوئی اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشخیص جنس و دانه بندی به آزمایشگاه ارسال دارید.

- اطلاعات مندرج در فرم صحرائی (شماره ۲) را برای قسمت لوله پر کنید.
- از رسوبات درون لوله نمونه ۲ کیلوئی اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشفیص جنس و دانه بندی به آزمایشگاه ارسال دارید.
- در صورت رؤیت شرایط غیر عادی از میان لوله های موجود چند نمونه اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشفیص های بعدی آماده کنید.
- مسیر لوله ها را با جایگزینی لوله های مشابه نو تکمیل کنید.

ب) زهکش جمع کننده

- مسیر زهکش جمع کننده را تا رسیدن به خط زهکش فرعی پائین دست (که فاصله آن ۱۰۰ - ۲۰۰ متر است) بنحوی حفاری کنید که دسترسی به لوله ها کم و بیش امکان پذیر باشد. مواظبت کافی جهت جلوگیری از آسیب رسیدن به لوله ها بعمل آورید. (در اینجا نیز در صورت عدم حضور آب زیرزمینی، حفاریهای تمام مسیر ضرورت ندارد.)
- مسیر حفر شده را به سه بخش تقسیم و کار بازرسی وضعیت کمی و کیفی کار را در هر بخش پس از کنار زدن خاک و گل اطراف لوله ها در مسیری بطول ۱۰ متر بکمک کارگر، انجام دهید. در شرایط عدم حضور آب زیرزمینی حفاری تا دستیابی به لوله و فیلتر تنها در همین ۱۰ متر مسیر انجام میگیرد.
- با برداشت یک یا چند لوله از هر بخش، کیفیت و مشخصات لوله، رسوبات درون لوله، وضعیت استقرار خط لوله از نظر شیب، هم راستائی و غیره را بررسی کنید.
- اطلاعات خواسته شده در فرم صحرائی شماره ۲ را تکمیل کنید.
- از رسوبات درون لوله نمونه ۲ کیلوئی اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشفیص جنس و دانه بندی به آزمایشگاه ارسال دارید.
- در صورت رؤیت شرایط غیر عادی، چند نمونه لوله زهکش جمع کننده اخذ، اتیکت گذاری و جهت تشفیص های

بعدی آماده کنید. (چنانچه جریان زه آب درون زهکش جمع کننده بعدیست که برداشت نمونه لوله دردسر ایجاد میکند، از خیر تهیه نمونه بگذرید و بجای آن برای ارزیابی دقیق لوله ها از متخصص مربوطه کمک بگیرید و نظرات وی را ثبت کنید)

- مسیر لوله های برداشت شده احتمالی را با لوله های جانشین پر کنید.
- از قسمتهای مختلف کار عکس و یا اسلاید تهیه کنید.

قدم چهارم

- از هواکش و کلیه دریچه های بازدید موجود در مسیر زهکشهای فرعی و جمع کننده بازدید بعمل آورده، اطلاعات خواسته شده در فرم صحرائی شماره ۳ از جمله جنس، ابعاد، شرایط رسوب گذاری و غیره، را پر کنید.
- از وضعیت اینگونه ابنیه ها عکس و یا اسلاید تهیه کنید.

قدم پنجم

- با بازدید از ساختمان خروجی زهکش فرعی به زهکش جمع کننده، همچنین محل تخلیه زهکش جمع کننده به زهکش اصلی، اطلاعات خواسته شده در فرم صحرائی شماره ۳ و ٤ را پر کنید.
- از محل خروجی زهکش جمع کننده و وضعیت حاکم بر زهکش اصلی در این محل، عکس و یا اسلاید تهیه کنید.

قدم ششم *

- ترانشه های محفوره جهت کسب اطلاعات این دستور العمل را در شرایطی که خاک حفاری شده کم رطوبت یا خشک باشد، پر کنید.*

---

* چنانچه کارفرما مایل باشد میتواند در ترانشه محفوره زهکش فرعی با نصب لوله و فیلتر، خط زهکش جدید احداث کند. در هر صورت برگردانیدن خاک به ترانشه ها طبق دستور کارفرما صورت میگیرد.

فرم صحرائی شماره ۱

جمع آوری اطلاعات کمی و کیفی قشر فیلتر و خاک

در زهکش فرعی

ناحیه شماره

مزرعه شماره

زهکش شماره

بخش شماره مسیر

تاریخ جمع آوری اطلاعات:

توسط:

لایه بندی خاک

- بافت خاک نمونه شاهد:

- بافت خاک ترانشه:

- نمونه های خاک شاهد تحت شماره های ، ، به آزمایشگاه داده شده
- نمونه های خاک ترانشه تحت شماره های ، ، به آزمایشگاه داده شده

قشر فیلتر

- جنس فیلتر با دانه بندی بدون دانه بندی
- شرح وضعیت ظاهری: رنگ، رسوب و مقدار و نوع آن، مواد آلی، یکنواختی ضخامت اطراف لوله

- ضخامت فیلتر: زیر لوله Cm، روی لوله Cm، جوانب لوله Cm
- نمونه های قشر فیلتر به شماره های ، ، به آزمایشگاه داده شده

ملاحظات:

فرم اصحرائی شماره ۳

جمع آوری اطلاعات کمی و کیفی لوله ها

در زهکش فرعی ، در زهکش جمع کننده

ناحیه شماره ، تاریخ جمع آوری اطلاعات:

مزرعه شماره توسط:

زهکش شماره

بخش شماره مسیر

لوله های زهکش

- جنس لوله ، - قطرداخلی Cm قطر خارجی Cm
- وضعیت ظاهری لوله، سالم (...%)، شکسته (...%)، لب پریده (...%)، پوسیده (...%)
- طول هر لوله Cm
- وضعیت دو سر لوله :
- نوع مجاری لوله :- تعداد ، قطر Cm
- فاصله بین دو لوله متوالی: Cm الی Cm
- شیب مسیر لوله % - فاصله محور لوله از سطح زمین Cm
- یکنواختی نصب لوله ها : خوب ، متوسط ، بد
- نمونه های لوله به شماره های: اخذ و به ازمایشگاه ارسال شده

رسوبات درون لوله

- نسبت رسوب به حجم لوله :
- وزن رسوب در هر متر طول لوله کیلوگرم
- نوع رسوب:
- نمونه های رسوب درون لوله ها به شماره های اخذ و به ازمایشگاه ارسال شده

ملاحظات :

فرم صحرائی شماره ۳

جمع آوری اطلاعات کمی و کیفی ابنیه مسیر زهکش فرعی ، جمع کننده ، مشترک

ناحیه شماره تاریخ جمع آوری اطلاعات :

مزرعه شماره توسط :

زهکش شماره

دریچه بازدید (Mamhole) شماره (از بالا دست)

هواکش (Vent) شماره

- شما و ابعاد ساختمان دریچه بازدید ، هواکش ، مطابق شکل پشت برگه است
- جنس ساختمان :

وضعیت ظاهری ساختمان

- وضعیت خاک مزرعه در اطراف ساختمان، عادی ، شسته شده ، فرورفته
- وضعیت ساختمان از نظر : درپوش ، کف حوضچه ، نردبان دسترسی
- وضعیت سلامت جسم ساختمان :

- اختلاف ارتفاع دهانه ساختمان نسبت به سطح زمین معادل Cm
- قطر لوله ورودی زهکش Cm خروجی Cm جنس لوله ها
- اختلاف ارتفاع لوله های ورودی و خروجی Cm
- ارتفاع آب روی لوله خروجی معادل Cm یا زیر لوله خروجی معادل Cm
- اختلاف ارتفاع زیر لوله خروجی زهکش فرعی از ورودی زهکش جمع کننده Cm

رسوبات

- ارتفاع رسوب در کف دریچه Cm یا بدون رسوب
- نوع رسوبات ،حجم رسوبات مترمکعب
- نمونه ۲ کیلوئی از رسوبات اخذ و بشماره به آزمایشگاه ارسال شده
- نمونه ۰/۵ لیتری آب درون ساختمان اخذ شده و به شماره به آزمایشگاه ارسال شده

ملاحظات

فرم صحرایی شماره ٤

جمع آوری اطلاعات کمی و کیفی ساختمان خروجی زهکش*

ناحیه شماره
مزرعه شماره
زهکش شماره

تاریخ جمع آوری اطلاعات :
توسط :

- شما و ابعاد ساختمان خروجی زهکش مطابق شکل پشت برگه است.

وضعیت ظاهری ساختمان

- زهکش دارای ساختمان خروجی مشغی نمیباشد ، میباشد
- جنس ساختمان :
- وضعیت سلامت ساختمان :

- اختلاف ارتفاع زیر لوله خروجی از کف زهکش اصلی معادل Cm
- اختلاف ارتفاع زیر لوله خروجی از سطح آب زهکش اصلی معادل Cm
- رویش علفهای هرز در محل خروجی :

- فعالیت جانوران در محل خروجی :

- فرسایش دیواره زهکش اصلی در محل خروجی :

- وجود و جنس رسوبات
- نمونه رسوب ساختمان خروجی در محل ریزش آب اخذ و بشماره . به آزمایشگاه ارسال شده
- نمونه ۰/۵ لیتری آب درون زهکش اصلی در محل خروجی زهکش جمع کننده اخذ و بشماره ، به آزمایشگاه ارسال شده

---

* اطلاعات این فرم میبایستی قبل از هرگونه عملیات حفاری و لایروبی زهکشهای اصلی صورت گیرد.

کارگاه فنی مسایل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی

شبکه زهکشی زیرزمینی دشت مغان

اردوان آذری[1]

پیشگفتار:

گسترش سطوح زهدار در اراضی دشت مغان سابقه‌ای نزدیک به ۲۰ سال دارد. از آن زمان تا به حال جنبه‌های مختلف این مشکل مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و پروژه‌هایی نیز تهیه گردیده که دربخشهایی از اراضی به‌اجرادرآمده‌است. درحال حاضر اجرای شبکه زهکشی زیرزمینی دردشت مغان ادامه‌دارد. سوابق مطالعاتی و اجرایی، مشخصات فنی طرح زهکشی، نیروی‌انسانی وماشینی مورداستفاده، هزینه‌های طرح و روشهای اجرا در این مقاله به طور فشرده تشریح شده و مسائل و مشکلات آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات اقلیمی دشت مغان

جلگ. حاصلخیز مغان در شمال‌غربی استان اردبیل و در منتهی‌الیه منطقه آذربایجان در سمت شمال‌غربی واقع است. این منطقه از شمال غرب به رودخانه ارس، از شرق به جمهوری آذربایجان و از جنوب به ادامه ارتفاعات سبلان محدود می‌شود و راه دسترسی به آن از طریق جاده‌های آسفالته اردبیل - پارس‌آباد و اردبیل -گرمی -بیله‌سوار است. از نظر اقلیمی این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک و معتدل با تابستانهای گرم و زمستانهای نسبتاً ملایم است. حداقل درجه حرارت ۳/۴ درجه در دی و بهمن ماه و حداکثر آن ۲۵/۹ درجه در مرداد ماه است. متوسط سالانه بارندگی در این منطقه ۲۹۰ میلیمتر است که اکثراً در زمستان و بهار نازل می‌گردد و میزان تبخیر سالانه معادل ۱۴۸۰ میلیمتر می‌باشد.

۱- مسئول بخش زهکشی و اصلاح اراضی مهندسین مشاور یکم

خاکهای تشکیل دهنده دشت مغان مربوط به دوره چهارم زمین شناسی بوده که در روی ۳ واحد فیزیوگرافی شامل دشتهای سیلابی حاشیه رودخانه ارس، دشتهای دامنه‌ای رودخانه‌ای و دشتهای قدیمی مرتفع متمرکز است. بجز خاکهای حاشیه رودخانه ارس که دارای بافت نسبتاً سبک می‌باشد، بقیه خاکهای دشت، ضمن برخورداری از تکامل پروفیلی، دارای بافت سنگین تا خیلی سنگین و عمق خیلی زیاد هستند. مهمترین منبع آب موجود در منطقه رودخانه ارس است که آب شبکه آبیاری و زهکشی موجود را تأمین می‌نماید.

۲- سوابق توسعه آبیاری در دشت مغان

دشت مغان تا سال ۱۳۲۶ به صورت مراتع قشلاقی عشایر شاهسون (ایل سون) مورد استفاده قرار داشت، لیکن آثاری از وجود زراعت آبی در آن از دوران نادر شاه افشار وجود دارد که بقایای آن به نام نهر نادری هنوز موجود است. در سالهای ۱۳۲۶ به بعد توسعه آبیاری در دشت مغان مورد توجه قرارگرفت که در مراحل مختلف بخشهایی از آن به زیر کشت آبی رفت. مختصری از برنامه‌های توسعه آبیاری دشت مغان در زیر ارائه گردیده‌است:

سال ۱۳۲۶: مطالعات و اجرای طرحهای عمرانی و اسکان عشایر توسط سازمان برنامه و بودجه وقت آغاز شد که تا سال ۱۳۳۲ ادامه یافت و طی آن کانال موسوم به T به ظرفیت ۳ متر مکعب در ثانیه برای آبیاری حدود ۴۰۰۰ هکتار ناخالص از اراضی حاشیه ارس احداث و مورد بهره‌برداری قرار گرفت.این کانال بعدها بدلیل ورود رسوبات فراوان بداخل آن دچار مشکلات و خرابی‌های زیادی گردید.

سال ۱۳۴۴: در این سال طرح کانال دیگری بنام کانال A با دبی ۱۷ متر مکعب در ثانیه برای آبیاری حدود ۱۲۰۰۰ هکتار از ۱۸۴۰۰ هکتار اراضی زیر پوشش آن مورد نظر قرارگرفت. این کانال در سال ۱۳۳۸ به بهره‌برداری رسید. ظرفیت این کانال نیز بدلیل مشکلاتَ و مسائل ناشی از رسوبات بعداً به حدود ۱۳-۱۲ متر مکعب در ثانیه، در سال ۱۳۴۵ کاهش یافت.

سال ۱۳۴۲: موافقتنامه مطالعه و احداث سد مخزنی بر روی رودخانه ارس و سد انحرافی - تنظیمی میل و مغان بین دولتهای ایران و اتحاد شوروی تنظیم و کار احداث آنها در سال ۱۳۴۸ به اتمام رسید.

سال ۱۳۴۵: همزمان با اجرای سدهای فوق‌الذکر، در سال ۱۳۴۵ برای استفاده از سهم آب ایران، برنامه توسعه کلی دشت مغان به مساحت ۷۲۰۰۰ هکتار مازاد بر ۱۸۴۰۰ هکتار پیشین با همکاری کنسرسیوم مهندسین مشاور گید - اسی‌ای آغاز گردید. عملیات اجرایی طرح در سال ۱۳۴۸ شروع شد و در سال ۱۳۵۳ طرح به بهره‌برداری رسید.

مشخصات کلی شبکه آبیاری و زهکشی موجود بشرح زیر است:

کانال اصلی:

ابتدا به طول ۳۵کیلومتر به عرض کف ۱۶ متر و ظرفیت ۸۰ متر مکعب در ثانیه به دریاچه می‌رسد. در محل دریاچه از طریق یک شوت، کانال A تغذیه می‌شود و در ادامه به طول ۷۸کیلومتر در امتداد خطوط تراز و مشرف به اراضی تراسهای پایین، تا منطقه بیله‌سوار ادامه یافته و کانالهای درجه ۲ وابسته را تغذیه می‌کند. کانالهای درجه ۲ جمعاً حدود ۳۰۷کیلومتر و زهکشهای درجه ۱ و ۲ جمعاً به طول ۴۱۸کیلومتر می‌باشند.

زهکش اصلی:

در منطقه زهکش مزری است که در مرز ایران و جمهوری آذربایجان امتداد یافته و نهایتاً به رودخانه ارس تخلیه می‌شود. این زهکش، آب کلیه زهکشهای درجه ۲ از ناحیه بیله‌سوار تا پارس‌آباد را جمع‌آوری می‌نماید. علاوه بر آن، زهکش بالادست کانال برگشتی A نیز آبهای مازاد اراضی زیردست کانال A را از طریق زهکشهای درجه ۲ جمع‌آوری و مستقیماً به رودخانه ارس تخلیه می‌نماید. (نقشه شماره ۱)

۳- سوابق مطالعات و اجرای شبکه زهکشی زیرزمینی

در سال ۱۳۴۶ سطح ایستابی در نواحی پایین دست اراضی دشت مغان در عمق حدود ۱۲ متری قرار داشت که در سال ۱۳۶۲ بدنبال بهره‌برداری از شبکه نوین آبیاری، حداقل سطح ایستابی در این نواحی به ۰/۲ متر رسید و بخشهایی از اراضی غرقاب گردید که مبین خیز سطح ایستابی به میزان ۱۲ متر در طول ۱۶ سال است. گسترش اراضی زهدار بطور عمده در ناحیه DCها (پایین‌ترین تراس منطقه) و ناحیه زیر کانال A نیز ناحیه بیله‌سوار بوده‌است. که وسعت آن به ۱۲۴۰۰ هکتار رسید.

با بروز پدیده زهدار شدن اراضی و حاد شدن آن در دشت مغان، انجام مطالعات زهکشی در این اراضی به مهندسین مشاور یکم .A.C.E محول شد. در خدمات مهندسی طرح مقرر گردید، همزمان با انجام مطالعات مرحله اول زهکشی درکل اراضی مورد نظر، مهندس مشاور برای اراضی زهداری که در شرایط کاملاً نامساعد قرار دارند، قبل از پایان مدت کل مطالعات، طرحهای ضربتی زهکشی زیرزمینی تهیه نماید تا سریعاً به مورد اجرا گذاشته شود.

بر این اساس، طرح زهکشی زیرزمینی ضربتی برای اراضی زهدار دارای شرایط حاد به وسعت ۴۰۰۰ هکتار تهیه و عملیات اجرایی قطعه اول آن بوسعت ۱۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۶۲ آغاز گردید. به موازات آغاز عملیات اجرایی در بخشی از اراضی زهدار، مطالعات زهکشی در سایر اراضی ادامه یافت و پس از تصویب گزارش مطالعات مرحله اول در سال ۱۳۶۳، مطالعات مرحله دوم به منظور تهیه طرح اجرایی و

اسناد مناقصه برای حدود ۸۴۰۰ هکتار باقیمانده از اراضی زهدار آغاز شد و طرح مربوطه در پایان سال ۱۳۶۶ ارائه شده و مورد تصویب قرار گرفت. از زمان تصویب طرح اجرایی زهکشی (۱۳۶۶) تا قبل از دور جدید بررسی‌های، زهکشی در دشت مغان (۱۳۷۵)، در مقاطع مختلف زمانی، بخشهایی از طرح ارائه شده به مورد اجرا گذاشته شده‌است که سوابق آن مختصراً در ذیل ارایه می‌گردد.

- طی سالهای ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۶، طرح زهکشی در وسعتی معادل ۱۰۰۰ هکتار از اراضی زهدار، توسط شرکت پیمانکاری ایران پتاوه اجرا گردید.
- طی سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۱ حدود ۲۰۰۰ هکتار از اراضی واقع در حد فاصل کانالهای DC-5 و DR3-4 (قطعه سوم طرحهای ضربتی) بخشی به صورت امانی توسط اداره کل مهندسی زراعی سابق و بخشی دیگر توسط شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور تحت عملیات اجرای زهکشهای زیرزمینی قرار گرفت.
- طی سال ۱۳۷۲ حدود ۵۰۰ هکتار از طرح زهکشی اراضی واقع در ناحیه ایران آباد (قطعه دوم طرح زهکشهای ضربتی) توسط شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور و با نظارت اداره کل تجهیز و نوسازی اراضی به مورد اجرا گذاشته شد.
- در سال ۱۳۷۳ مجموعاً ۱۷۵۰ هکتار از اراضی زهدار واقع در محدوده زهکشهای DR3-4 تا DR2-3 و بخشی از اراضی واقع در حد فاصل کانال DC-2 و زهکش DR2-3 توسط شرکت پیمانکاری عمران منطقه‌ای با نظارت اداره کل تجهیز و نوسازی اراضی تحت عملیات زهکشی قرار گرفت و در ادامه آن در سال ۱۳۷۴ توسط همین پیمانکار، در حدود ۶۰۰ هکتار از اراضی ناحیه ایران آباد، طرح زهکشی به مورد اجرا گذاشته شد.

به این ترتیب مجموع اراضی زهکشی شده در نواحی زهدار دشت مغان تا قبل از سال ۱۳۷۵ بالغ بر ۵۸۵۰ هکتار ناخالص گردید که شامل ۴۰۰۰ هکتار طرح ضربتی و ۱۸۵۰ هکتار طرح مرحله دوم بوده‌است. اجرای این مقدار از طرح زهکشی در خلال ۱۲ سال و توسط پیمانکاران مختلف صورت گرفته و همچنین روشهای مختلف نظارت و مدیریت اعم از نظارت مهندسین مشاور، اجرای امانی و نظارت مستقیم در آن اعمال گردیده‌است.

۴- پروژه‌های در دست اجرای زهکشی و مشخصات آنها

در حال حاضر اجرای عملیات زهکشی در باقیمانده اراضی زهدار، در قالب ۳ قطعه اجرایی، توسط ۲ پیمانکار با نظارت مشاور طرح در دست انجام است.

مشخصات قطعات اجرایی و احجام عملیات آن بشرح جدول زیر می‌باشد.

تعدادسازه تخلیه به زهکش‌روباز	تعداد منهول	طول کلکتورها (Km)	طول لترالها (Km)	وسعت ناخالص (هکتار)	موقعیت	نام قطعه
۱۲	۵۹۰	۴۶	۱۷۰	۳۰۰۰	ناحیه‌تراس‌پایین (DC ها)	MC-I/10
۷	۳۳۰	۲۷	۸۴	۱۲۰۰	ناحیه‌تراس‌پایین (DC ها)	MC-I/11
۱۷	۳۷۳	۳۰	۹۰	۲۴۰۰	زیرکانال A،بیله سوار و اولتان	MC-I/12

عملیات اجرایی قطعات MC-I/10 و MC-I/11 جمعاً به وسعت ناخالص ۴۲۰۰ هکتار (خالص ۳۶۰۰ هکتار) توسط شرکت ایران سیلو در دست انجام است و عملیات اجرایی قطعه MC-I/12 توسط شرکت پیمانکاری عمران منطقه‌ای در ۳ ناحیه مجزا واقع در زیرکانال A، و ناحیه بیله‌سوار و ناحیه اولتان اخیراً آغاز گردیده‌است.

پروژه‌های اجرایی فعلی، پس از انجام تجدید نظر در طرحهای قبلی تهیه گردیده است. در پی برنامه دور جدید اجرای عملیات زهکشی در دشت مغان (سال ۱۳۷۵) مشاور طرح بررسیهایی را به منظور شناخت وضع موجود اراضی از نظر زهکشی با توجه به گذشت بیش از ۱۲ سال از تهیه طرح اولیه و اجرای بخشهایی از شبکه در نواحی مختلف و بروز تغییراتی در منطقه، به انجام رسانید.

نتایج بررسیهای انجام یافته، نشان داد که در ناحیه تراس پایین، علیرغم اجرای شبکه زهکشی در بخش قابل توجهی از آن، علاوه بر سطوح زهدار باقیمانده از طرح زهکشی ناحیه کانال (DC-2تا D18L) که همچنان در وضعیت حادی از نظر زهداربودن قرار داشتند، اراضی زهدار تا حدودی گسترش نیز یافته و به میزان ۶۵۰ هکتار به آن افزوده شده‌است. لیکن اراضی زهدار ناحیه تراس میانی (زیرکانال A) و ناحیه بیله‌سوار و منطقه DC ها(DC-7) همچنان در وضعیت زهدار باقیمانده وگسترش چندانی نیافته‌اند. علاوه بر آن در ناحیه اولتان به وسعت ۶۰۰ هکتار سطح ایستابی تا حدود زیادی بالا آمده و اراضی زهدار شده‌اند.

نتایج بررسیهای بعمل آمده همچنین نشان داد که با توجه به تغییراتی که در سالهای اخیر در منطقه به وقوع پیوسته (از جمله تغییر الگوی کشت و بهبود مدیریت آبیاری)، طرح زهکشی می‌بایستی بازنگری گردیده و طرح بهنگام تهیه گردد. براین اساس مبانی طراحی شبکه زهکشی مورد تجدید نظر قرارگرفت و پروژه‌های مربوطه با مبانی بشرح زیر تهیه گردید:

عمق نصب زهکشها	۲-۱/۸ متر
عمق کنترل سطح ایستابی	۱ متر
ضریب زهکش (شرایط ماندگار)	۲/۸ میلیمتر در روز
محصول مبنای طرح زهکشی	پنبه

هدایت هیدرولیک خاک	متغیربین ۰/۵ تا ۲ متر در روز
عمق لایه محدودکننده	درنواحی مختلف متفاوت و در بعضی نقاط به صورت پراکنده کمتر از ۵ متر
فواصل زهکشها	در نواحی مختلف متفاوت و حداکثر ۱۷۰، حداقل ۱۰۰ وبطورمتوسط ۱۴۰متر
شیب زهکشها	متناسب با شیب سطح زمین، حداقل ۰/۷ در هزار

از آنجا که شبکه زهکشی در اراضی با وضعیت توپوگرافی طبیعی و بدون انجام تسطیح اراضی اجرا می‌گردد، طراحی آرایش زهکشها متناسب با طبیعت شیب اراضی و به صورت نامنظم می‌باشد. به این ترتیب که کلکتورها در خط القعرهای فرعی هریک از زیر حوزه‌های زهکشی استقرار می یابند و لترالهای زهکشی متناسب با شیب طبیعی اراضی و جهت شیب، آرایش داده می‌شوند. کلکتورهای هر زیر حوزه زهکشی در نزدیکترین و مناسبترین محل به زهکش روباز تخلیه می‌شوند.

۵- مشخصات فنی پروژهای در دست اجرا

پروژه‌های در دست اجرای زهکشی زیرزمینی در دشت مغان، مشتمل بر لوله‌های زهکشی زیرزمینی هستند که زه‌آب اراضی را جمع‌آوری و از طریق جمع‌کننده‌های فرعی و اصلی به زهکشهای روباز تخلیه می‌نمایند. تخلیه‌گاه زهکشها در ناحیه تراس پایین، زهکشهای درجه ۲ و بعضاً زهکش مرزی و در ناحیه زیر کانال A ، زهکشهای درجه ۲ است.

لوله‌های زهکشهای جمع‌کننده از جنس سیمانی به اقطار ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ میلیمتر هستند که توسط پیمانکاران طرح در کارگاه ساخته شده و بکار می‌روند. لوله‌های زهکشهای زیرزمینی (لترالها)، از جنس P.V.C خرطومی به اقطار ۱۲۵، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلیمتر هستند که در عمق حدود ۲ متر با حداقل شیب ۰/۷ در هزار نصب می‌گردند. از آنجا که اراضی طرح تسطیح نشده است، شیب زهکشهای زیرزمینی برابر شیب طبیعی زمین در نظر گرفته شده‌است. ولی در هیچ حالتی کمتر از حداقل شیب فوق الذکر نمی‌باشد. در اطراف لوله‌های زهکشی از فیلتر شن و ماسه‌ای دانه‌بندی شده به ضخامت حدود ۱۰ سانتیمتر (۴ اینچ) استفاده می‌گردد که دانه‌بندی آن بر اساس معیار دفترفنی عمران اراضی امریکا (USBR) انتخاب شده و نمونه‌ای از منحنی دانه‌بندی آن در نمودار پیوست ارائه گردیده است.

طول لوله‌های زهکشهای زیرزمینی متفاوت بوده و از حداقل ۳۰۰ تا حداکثر ۱۲۰۰ متر تغییر می‌نماید. در امتداد طول این زهکشها به فاصله حدود ۳۰۰ متر از هم، همچنین در محل اتصال این زهکشها به

جمع‌کننده‌ها از منهولهای بتنی به قطر ۸۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر استفاده گردیده است که قطعات آن در کارگاه توسط پیمانکار ساخته شده و به محل نصب منتقل می‌گردد و در محل تخلیه جمع‌کننده‌ها به زهکشهای روباز، سازه مناسبی جهت حفاظت محل تخلیه پیش‌بینی گردیده است. نحوه استقرار انتهای لوله زهکشها به صورتی که در شکل پیوست نشان داده شده‌است، می‌باشد. در تجدید نظر طرح، سر هواکش (Vent) بدلیل صرفه‌جویی در هزینه‌ها و رفع مزاحمت آن برای عملیات زراعی، حذف گردید ضمن اینکه در سالهای اخیر در شبکه‌های زهکشی کشورهای دیگر نیز که شرایط مشابهی با کشور ما دارند (مصر و پاکستان)هم، دیگر از این سازه استفاده نمی‌گردد.

۶- نحوه انجام عملیات اجرایی

اجرای شبکه‌زهکشی دشت مغان شامل عملیات زیر می‌باشد:

۱-احداث زهکشهای جمع‌کننده.

۲-احداث زهکشهای فرعی (لترالها).

۳-احداث سازه‌های تخلیه جمع‌کننده‌ها به زهکشهای روباز.

۴-احداث منهولها در امتداد زهکشهای فرعی و در محل اتصال زهکشهای فرعی به جمع‌کننده‌ها.

۵-شستشوی زهکشهای فرعی و جمع‌کننده‌ها.

هر یک از عملیات فوق‌الذکر متناسب با مشخصات فنی طرح و بااستفاده از روشهای اجرایی مناسب، به انجام می‌رسد.

جمع‌کننده‌ها از طریق حفاری ترانشه با بیل مکانیکی و رگلاژ آن و سپس ریختن مصالح درشت دانه در کف ترانشه و بستر سازی و کارگذاری لوله‌های بتنی با شیب و قطر معین و بند کشی قسمت بالای آن و بالاخره پر کردن ترانشه حاصله احداث می‌شوند.

زهکشهای فرعی (لترالها) با استفاده از ترنچرهای زهکشی (ترنچر Interdrain) با عمق و شیب معین کارگذاری می‌گردند و سازه‌های مورد نیاز نیز با استفاده از ماشین‌آلات و نیروی کارگر احداث می‌گردند.

نحوه انجام عملیات اجرایی و سایر مشخصات پروژه در جداول پیوست و نمودارها نشان داده شده‌است. مندرجات این جداول برای قطعات اجرایی 11 و MC-I/10 تنظیم گردیده که جمعاً در قالب یک پیمان در دست اجرا است.

۷- مسائل اجرای شبکه زهکشی در دشت مغان

الف: بطوری که در سوابق اجرایی شبکه زهکشی در دشت مغان ذکر شد، اجرای زهکشهای زیرزمینی در منطقه، از سالها قبل (۱۳۶۲ تاکنون) توسط پیمانکاران و عوامل اجرایی مختلفی صورت گرفته است و

این امر هم چنان ادامه دارد. طولانی بودن دوره اجرا، تنوع عوامل اجرایی و مدیریت اجرا، اعم از اجرای پیمانکاری با نظارت مشاور، اجرای پیمانکاری با نظارت کارفرما، اجرای امانی و مدیریت پیمان و مشارکت پیمانکاران مختلف در طول دوره اجرای طرح (۶ شرکت پیمانکاری)، مجموعاً موجب گردیده‌است که علیرغم تفرق تجارب اجرایی ویژه منطقه دشت مغان، روشهایی اجرایی و مدیریتهای اجرا، بتدریج رو به تکمیل شدن و رفع نواقص داشته باشد. در حال حاضر پیمانکار، مشاور و عوامل کارفرما از مجموعه‌ای از تجارب متنوع بهره‌مند هستند که می‌تواند در انتخاب مناسبترین روشهای اجرایی، مصالح و مدیریتها مؤثر باشد. البته رسیدن به حد مطلوب در این زمینه، نیازمند در حد مطلوب بودن سایر عوامل مؤثر در اجرای پروژه نیز است. هماهنگی بین ارگانهای محلی ذیربط، با هم و با عوامل اجرایی، از پارامترهای مؤثر در پیشرفت مطلوب کار است. صدور مجوزهای مورد نیاز جهت برداشت از معادن، تأمین سوخت، استفاده از امکانات و پتانسیلهای محلی، می‌بایستی در حداقل زمان و با کمترین مراجعات انجام یابد تا وقفه‌ای در عملیات اجرایی صورت نگیرد. کلیه عوامل ذیربط در اجرای پروژه (کارفرما، مشاور و پیمانکار) با استفاده از مجموعه تجارب موجود، هر یک به سهم خود در بهینه‌سازی طرح و اجرای آن می‌توانند مؤثر باشند.

ب : طراحی شبکه زهکشهای زیرزمینی بر اساس عمق لوله از سطح زمین صورت می‌گیرد، لیکن اجرای شبکه، بر مبنای ترازهای نقشه‌های اجرایی به انجام می‌رسد. در شرایطی که به هر دلیلی بین ترازهای مبنای طراحی زهکشها (نقشه‌های پایه) و ترازهای مبنای اجرا (بنچ مارک منطقه)، اختلاف وجود داشته باشد یا در فاصله بین زمان تهیه نقشه‌های پایه و اجرای طرح، تغییراتی در توپوگرافی اراضی (مانند تسطیح) صورت گیرد، مبانی طراحی شبکه مختل شده و می‌بایستی اصلاح گردد.

در دشت مغان بعضاً اختلافات قابل توجهی بین ترازهای نقشه‌های پایه و ترازهای موجود اراضی مشاهده می‌گردد که نیازمند نقشه‌برداری مجدد در مسیر اجرای خطوط زهکشها و تعیین ترازهای اصلاح شده برای اجرا است. از این رو دستگاه نظارت، نقشه‌های اجرایی را به موازات پیشرفت عملیات اجرایی مورد تجدید نظر قرار داده و جهت اجرا ابلاغ می‌نماید. این امر اهمیت وجود دستگاه مستقل نظارت در کنار مجریان طرح جهت اجرای شبکه زهکشی را نشان می‌دهد. ضمن اینکه این نظارت چنانچه با طراحان شبکه مستقیماً در ارتباط باشند، در اصلاحات مورد نیاز همواره مبانی طرح شبکه ملحوظ شده و طرح زهکشی مطابق با مبانی مورد نظر به اجرا در می‌آید (نظارت مؤلف).

ج : گرچه اجرای شبکه زهکشی در اراضی، موجب توقف کشت و کار در یک دوره معین در اراضی می‌شود، و این، علیرغم منافع دراز مدت برای زارعین، در کوتاه مدت، ضرر و زیان ناشی از بایر ماندن اراضی تا اجرای طرح به زارع تحمیل می‌گردد، لیکن در دشت مغان، مفید و مؤثر بودن احداث زهکشها در اراضی زهدار در طول سالهای گذشته تاکنون برای مردم و زارعین آنچنان روشن شده‌است که بعضاً حتی موجب بروز تصورات و تلقی‌های اغراق آمیز نسبت به فواید اجرای شبکه زهکشی گشته است. به گونه‌ای که بعضی از زارعین اراضی مجاور نواحی زهدار که شاهد اجرای طرح زهکشی در قطعات

مجاور مزرعه خود هستند. تقاضای گسترش شبکه زهکشی تا اراضی خود را کرده اند. در حالی که بر اساس اطلاعات فنی، این اراضی نیاز به احداث زهکش ندارد. با این حال با توجه به اینکه بعضی از قطعات زراعی به صورت استیجاری کشت می‌شوند، زارعین مربوطه تا برداشت محصول خود اجازه تصرف اراضی برای عملیات اجرایی را نمی‌دهند و این موجب برهم خوردن برنامه زمانی مدون عملیات اجرایی می‌گردد.

د : کار در شرایط لجنی و زیر سطح ایستابی، کمیت و کیفیت طرح اجرایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای رفع این معضل در منطقه، ضمن تسریع در پر کردن ترانشه پس از حفر و لوله‌گذاری، از مصالح درشت دانه و نیز مخلوط رودخانه‌ای استفاده می‌گردد.

هـ دور بودن منطقه از نواحی مرکزی کشور، موجب بروز مشکلاتی در تأمین نیروی انسانی مجرب و کارآمد، قطعات یدکی و مصالح از جمله سیمان و لوله‌های زهکشی گردیده است.

۸- پیشنهادات

۱-انجام نظارت کارگاهی و عالیه از سوی طراحان شبکه زهکشی در اجرای پروژه‌های زهکشی زیرزمینی مورد تأکید است. وجود این نظارت که به «نظارت مؤلف» موسوم است، متضمن اجرای صحیح اجزای شبکه زهکشی بر اساس مبانی طراحی بوده و کلیه اصلاحات تجدید نظرها و تغییرات مورد نیاز در طرح را که در طرحهای عمرانی بزرگ عموماً و در طرحهای زهکشی زیرزمینی خصوصاً طبیعی است، با اعمال تأثیر کلیه عوامل مؤثر، به انجام می‌رساند.

۲-شبکه زهکشی دشت مغان با تمام اجزای آن، مجموعه بهم پیوسته‌ای است که چنانچه هر یک از اجزا درست عمل نکند، عملکرد سایر اجزا نیز تحت تأثیر قرارگرفته و امر زهکشی در منطقه مختل می‌گردد. عملکرد صحیح شبکه زهکشی زیرزمینی، مستلزم عملکرد صحیح زهکشهای رویاز و اصلی است. در حال حاضر اغلب زهکشهای موجود در منطقه پر از رسوب و پوشیده از علفهای هرز و نی در کف و جداره آنها است. لایروبی مستمر این زهکشها توسط نهادهای مسئول منطقه‌ای مورد تأکید بوده و می‌بایستی در برنامه بهره‌برداری و نگهداری از شبکه منظور شود.

۳-متولی امر نگهداری از زهکشهای زیرزمینی در منطقه مشخص نیست. در حال حاضر در پوش بسیاری از منهولهای زهکشهای زیرزمینی احداث شده، درجای خود قرار ندارد و این منهولها بعضاً مملو از مواد خارجی، شاخه درختان و رسوب هستند. این امر تداوم عملکرد این زهکشها را با مخاطراتی مواجه ساخته و سرمایه‌گذاری انجام یافته را بی فایده می‌سازد. این در حالی است که برنامه بهره‌برداری و نگهداری از زهکشهای زیرزمینی توسط مشاور تهیه و ارائه شده است. مشخص شدن سازمان مسئول و اجرای برنامه بهره‌برداری و نگهداری از شبکه زهکشی مورد تأکید است.

۴-نتایج بررسیهای بعمل آمده توسط مشاور طرح زهکشی، نشان‌دهنده این است که علیرغم تثبیت حدود گسترش سطوح زهدار در منطقه، تحت تأثیر اجرای طرحهای تهیه شده در بعضی از نواحی در سالهای گذشته، در آن بخش از اراضی زهدار که شبکه زهکشی هنوز به اجرا در نیامده، سطوح زهدار گسترش یافته است (ناحیه D18L) که با اجرای عملیات جاری زهکشی در منطقه پیش‌بینی می‌شود حدود گسترش سطوح زهدار در این نواحی نیز تثبت شده و اراضی زهدار توسعه نیابد. لیکن اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در سالهای اخیر در بعضی از اراضی به صورت منفرد و موضعی سطح آب زیرزمینی خیز یافته و اراضی زهدار شده است (ناحیه اولتان و ناحیه کانال SM1). این اراضی فصل مشترکی با نواحی زهدار ندارند و از نظر توپوگرافی نواحی گود (Depresion) محسوب می‌گردند. این امر نشان می‌دهد که در دشت مغان چنانچه به مدیریت آبیاری و افزایش راندمانها و نیز پوشش انهار خاکی توجهی نشود هر از چند گاهی یک ناحیه جدید به سمت زهدار شدن سوق می‌یابد.

انجام اقدامات ترویجی و آموزشی، جهت اصلاح مدیریت آبیاری در منطقه، تسطیح اراضی و پوشش انهار خاکی جهت کاستن از میزان نفوذ آب آبیاری به داخل خاک و کنترل سطح آب زیرزمینی مورد تأکید است. در این راستا اعمال نگهداری و تعمیرات تأسیسات و ابنیه و دریچه‌های آبگیری به منظور کاستن از هدر رفتن آب، تقویت سازمان بهره‌برداری و نگهداری از شبکه آبیاری و زهکشی و تنظیم برنامه تحویل حجمی آب به کشاورزان می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

از مدیریت مهندسین مشاور یکم و از آقایان مهندس حمیدرضا فرهودی و مهندس شایان قطبی بخاطر کمک‌هایی که در تهیه و ارائه این مقاله داشته‌اند، سپاسگزاری می‌گردد.

مشخصات فنی طرح زهکشی قطعات MC-I/10, 11 (دردست اجرا)

نام قطعه	موقعیت	وسعت ناخالص (هکتار)	طول کولکتورها (Km)	تعداد کولکتور اصلی و فرعی (رشته)	طویل‌ترین کولکتور (m)	کوتاهترین کولکتور (m)	طول متوسط کولکتورها (m)	تعداد سازه‌های خروجی	تعداد منهول	طول لترال‌ها و زهکشهای حائل (Km)
Mc-I/10	حدفاصل کانال‌های D18L-DR2-3 (ناحیه تراس پایین)	۳۰۰۰	۴۶	۳۰	۳۷۳۰ (2-3(R)-1	۲۱۸ (FD-8-12)	۱۲۹۰	۱۲	۵۹۰	۱۷۰
Mc-I/11	حدفاصل کانال‌های DC-7تاDC-S (ناحیه تراس پایین)	۱۲۰۰	۲۷	۱۳	۴۴۸۳ (FD-11)	۴۷۶ 5-6(R)-1-30	۲۰۵۰	۷	۳۳۰	۸۴

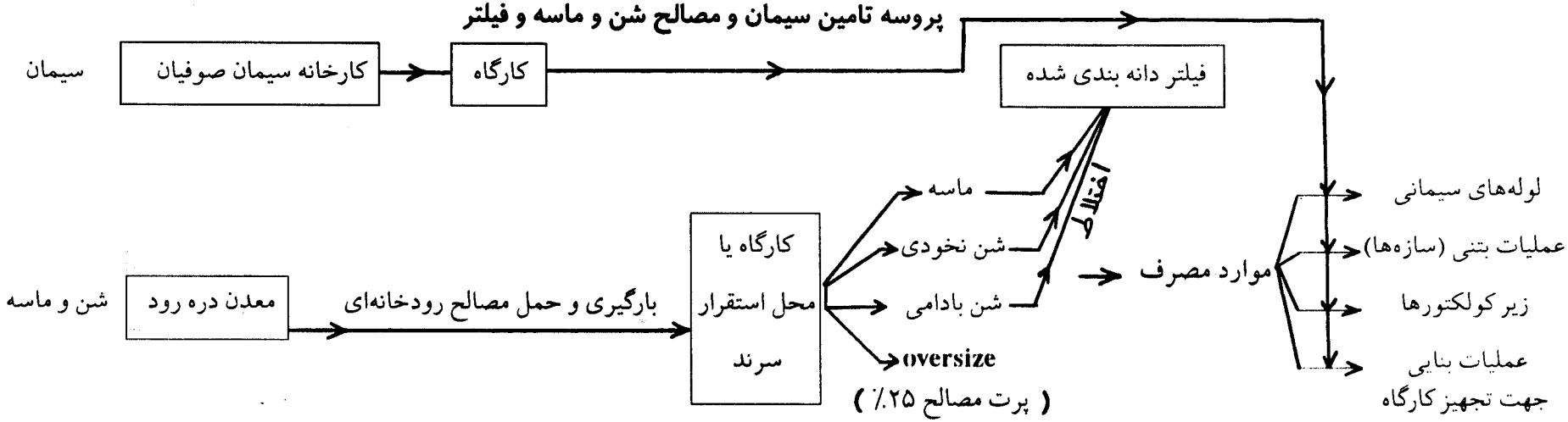
مشخصات فنی زهکش‌های زیرزمینی (لترال‌ها)

جنس لوله‌ها		P.V.Cمشبک خرطومی
قطر لوله‌ها(میلیمتر)		۱۶۰ و ۱۲۵
عمق نصب متوسط (متر)		۲/۰ - ۱/۸
فواصل زهکش‌ها (متر)	حداکثر	۱۷۰
	متوسط	۱۴۰
	حداقل	۱۰۰
شیب لوله‌ها (حداقل)		۰/۰۰۰۷
نوع فیلتر مصرفی و ضخامت آن		شن‌وماسه-۱۰سانتیمتر

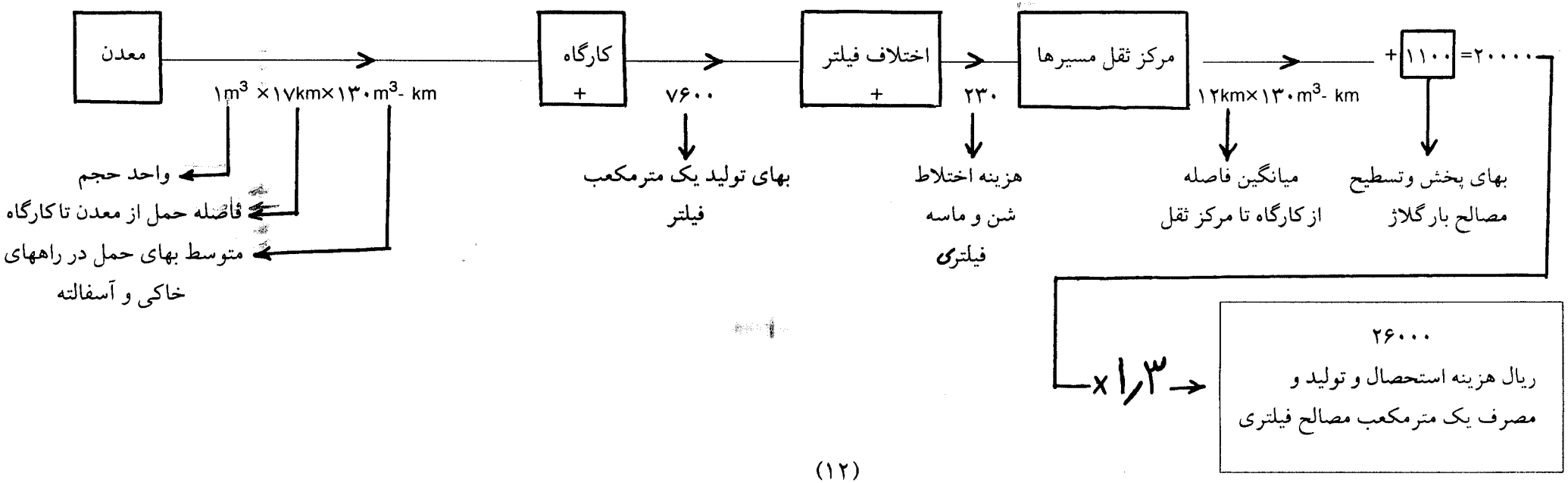
لوله‌های زهکشی پلاستیکی مورد نیاز

محل تامین		کرج- شرکت آب و خاک کشور
فاصله‌حمل‌از کارخانه‌تامرکز ثقل پروژه		۷۹۵ Km.
میزان حمل یک تریلی در هر نوبت		۱۵۰۰ m
هزینه بارگیری ، حمل و تخلیه یک تریلی		۱۶۰ هزار تومان
میزان لوله مورد نیاز	سطر ۱۲۵ میلمتر	۲۱۰۰۰۰ m
	سطر ۱۶۰ میلمیتر	۳۹۳۰۰ m
	سطر ۲۰۰ میلمیتر	۹۳۰۵ m

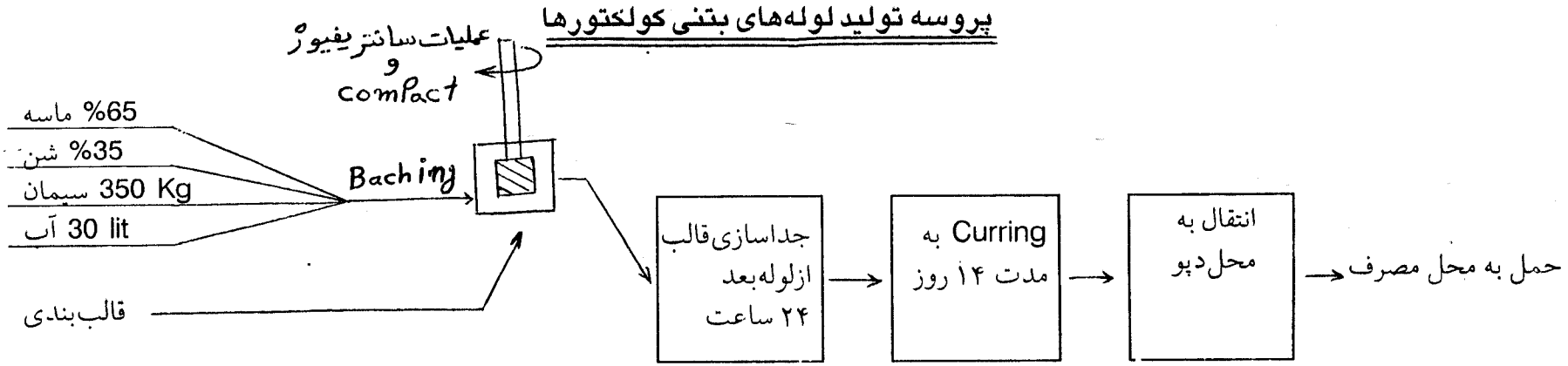
پروسه تامین سیمان و مصالح شن و ماسه و فیلتر



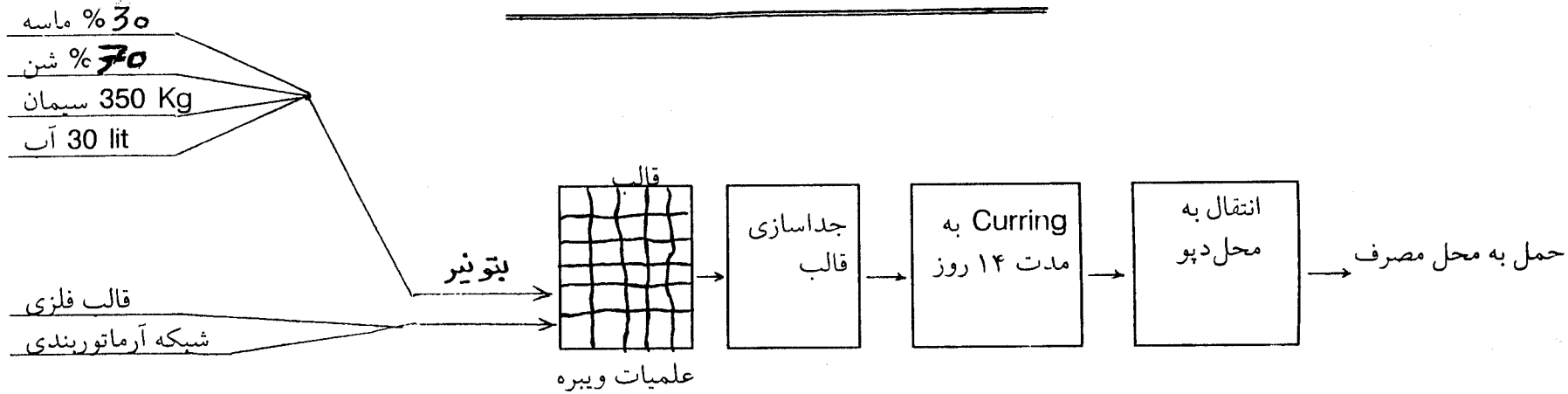
هزینه استحصال ، حمل ، تولید و مصرف یک متر مکعب مصالح فیلتری



پروسه تولید لوله‌های بتنی کولکتورها



پروسه تولید منهول‌های بتنی (بتن مسلح)



وضعیت ماشین آلات پیمانکار

ردیف	نوع ماشین	تعداد موجود (دستگاه)	ساعات کارکرد روزانه
۱	بیل چرخ لاستیکی	۱	۸
۲	بیل چرخ زنجیری	۳	۱
۳	لودر	۳	۸
۴	گریدر	۱	۵
۵	بولدوزر	۱	۸
۶	کامیون	۹	۴۰۰ (Km)
۷	بتونیر	۱	۵
۸	ماسه شور (سرند)	۱	۱۰
۹	لوله زن	۲	۸
۱۰	تراکتور	۵	۷
۱۱	ژنراتور	۱	۲
۱۲	پاترول	۱	۱۰۰ (Km)
۱۳	جیپ صحرا	۲	۱۰۰ (Km)
۱۴	وانت و کامیونت	۳	۱۰۰ (Km)
۱۵	ترنچر	۱	۸
۱۶	باسکول	۱	-
۱۷	جرثقیل	۱	۷۰ (Km)
۱۸	بیل بکهو	۲	۸
۱۹	لیفتراک	۱	۸
۲۰	گراول تریلر	۲	۱۰
۲۱	لندرور	۴	۱۰۰ (Km)

وضعیت نیروی انسانی پیمانکار

ردیف	تخصصهای موجود	تعداد (نفر)
۱	سرپرست کارگاه	۱
۲	جانشینی سرپرست کارگاه	۱
۳	مهندس اجرایی و دفتر فنی	۲
۴	تکنیسین اجرایی و دفتر فنی	۲
۵	تکنسین نقشه‌برداری و کمک	۴
۶	امور اداری و مالی	۴
۷	مکانیک، سرویس‌کار- جوشکار	۷
۸	مسئول حمل و نقل و راننده	۳۵
۹	قالب بند و آرماتوربند	۲
۱۰	بنا و بتن‌ریز	۲
۱۱	آشپز و آبدارچی	۴
۱۲	نگهبان	۸
۱۳	کارگر	۲۰
	جمع	۹۲

نیروی انسانی دستگاه نظارت کارگاهی

ردیف	سمت	تعداد (نفر)
۱	مهندس ناظر	۱
۲	مسئول دفتر فنی	۱
۳	تکنسین تست	۱
۴	تکنسین آزمایشگاه	۱
۵	تکنسین بتن ریز	۱
۶	نقشه بردار	۱
	جمع	۶

۱۰/۶۵۵/۸۲۹/۰۰۰ = مبلغ ریالی پیمان

شروع: آذر ۷۶

۳ سال = مدت پیمان

پایان: آذر ۷۹

پیشرفت کار

انجام شده ۵۸٪ (تا خرداد ۷۸)

پیش بینی شده ۴۵٪

راندمان سرند فاصله ۹۰ مترمکعب در روز

راندمان لوله‌سازی فاصله ۲۰۰ متر در روز

راندمان مهنول زنی فاصله ۱۰ متر در روز

راندمان نصب کولکتور فاصله ۱۵۰ متر در روز

راندمان کار ترنچر فاصله ۴۵۰ متر در روز

محدودیتهای کار ترنچر:

- فقدان دقت دستگاه کنترل لیزری
- فرسودگی لوازم و عدم دسترسی به لوازم اصلی
- کمبود اپراتورهای مجرب در منطقه
- کم بودن تعداد ترنچر (پیش‌بینی شده ۲ دستگاه، موجود یک دستگاه)
- عدم تجربه کافی پیمانکار در مدیریت نصب لترال

* ترنچر دست دوم به قیمت ۹۰ میلیون تومان خریداری شده

هزینه‌های اجرایی

(بر مبنای قیمت‌های ۱۳۷۶)

قطرلوله (mm)	طول‌لوله‌مورد نیاز (متر)	فیلترمصرفی‌برای یک متر (m^3)	هزینه‌حمل یک مترلوله(ریال)	قیمت‌نصب مترلوله(ریال)	قیمت یک مترلوله (ریال)	قیمت اجرای یک‌متر لترال	قیمت کل* (میلیون ریال)
۱۲۵	۲۱۰۰۰۰	۰/۱۷	۷۶۰	۲۰۵۰	۵۷۵۰	۱۷۵۰۰	۳۶۷۵
۱۶۰	۳۹۳۰۰	۰/۱۸	۱۱۴۰	۲۰۵۰	۸۰۵۰	۲۱۵۰۰	۸۴۵
۲۰۰	۹۳۰۰	۰/۱۸	۱۷۰۰	۲۰۵۰	۱۱۵۰۰	۲۴۵۰۰	۲۲۸
جمع هزینه‌های اجرای لترالهای زیرزمینی (میلیون ریال)							۴۷۴۸

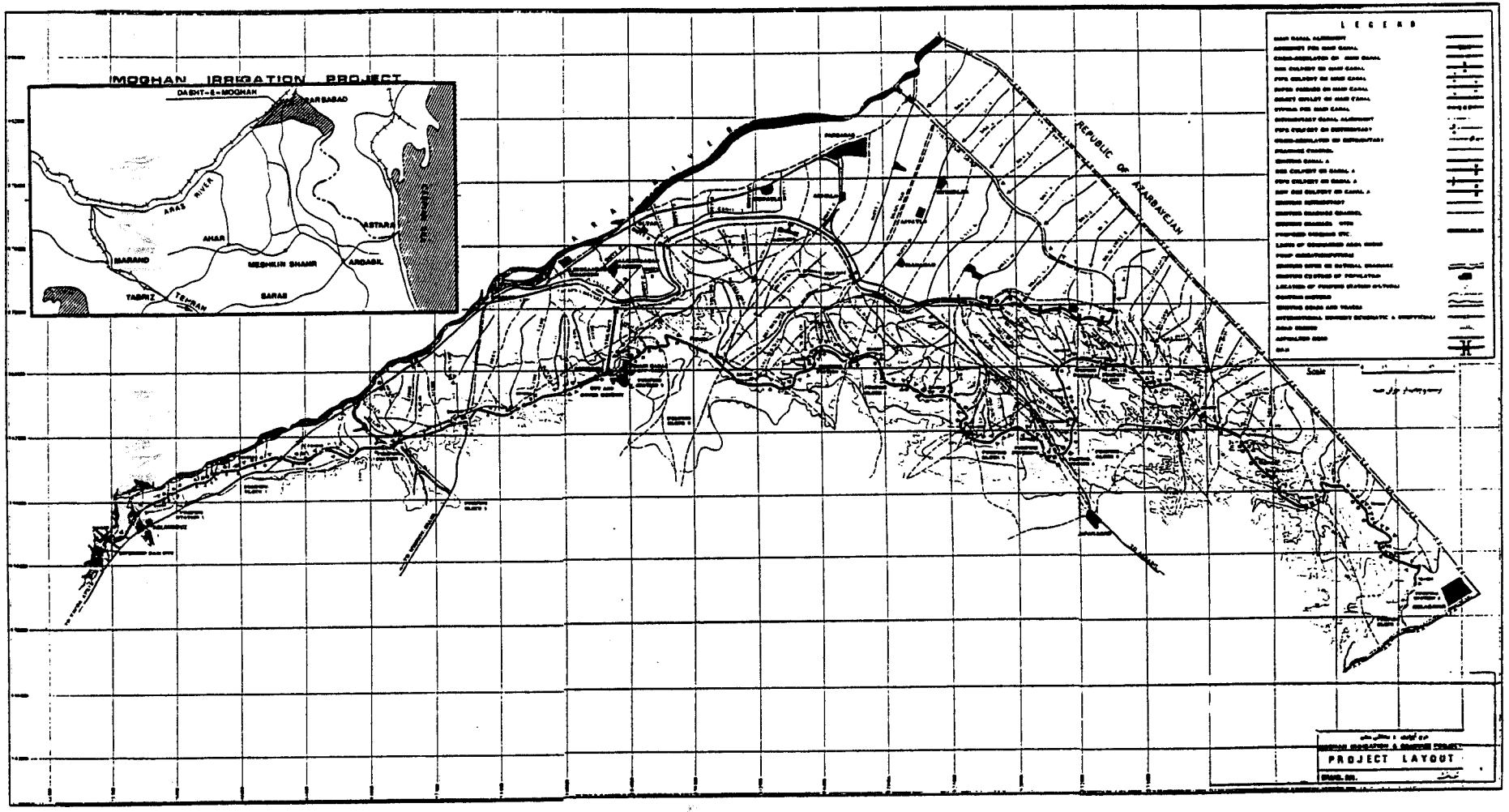
* در قیمت اجرای لترالها هزینه احداث منهولها و هزینه شناور تجهیز کارگاه منظور شده‌است.

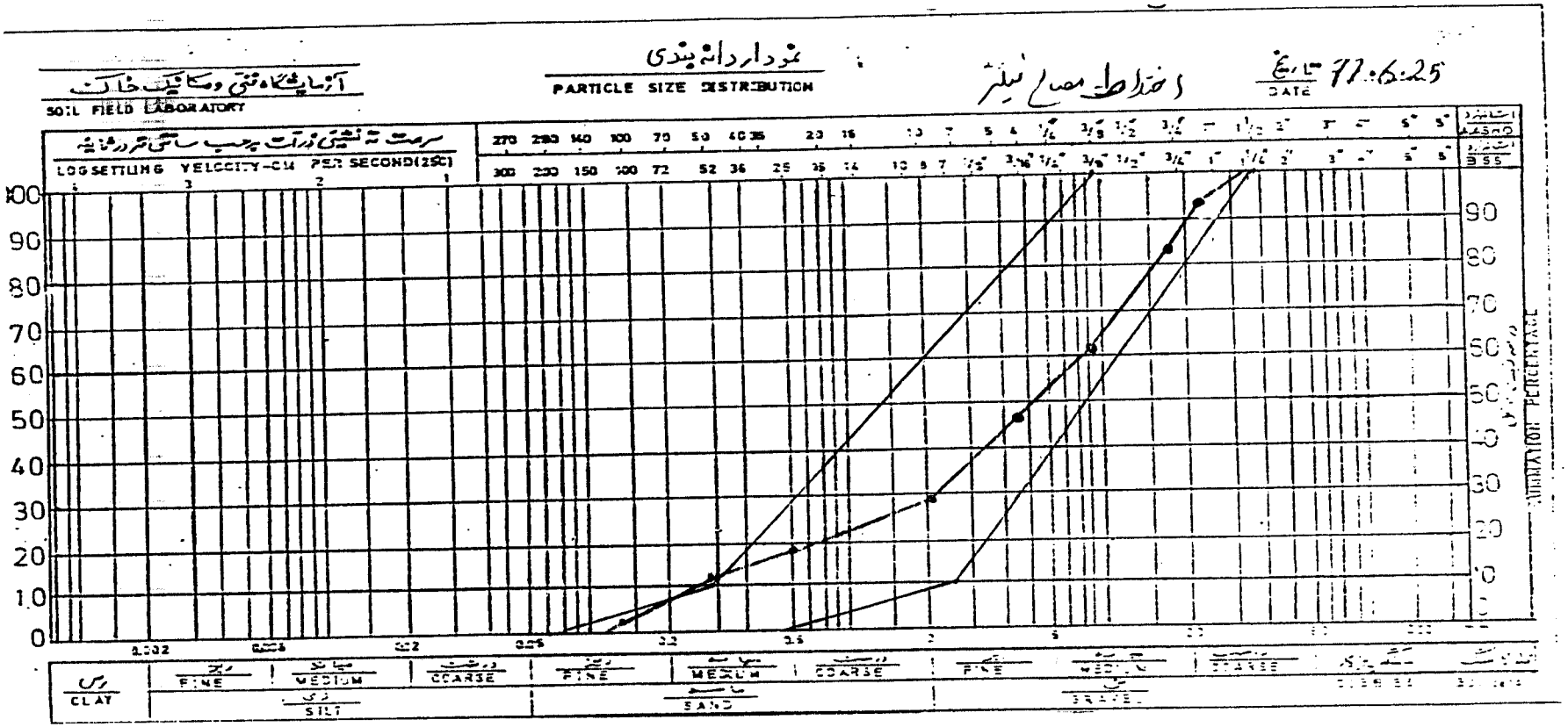
هزینه احداث یک متر کولکتور (ریال)	طول کولکتورها (متر)	جمع هزینه‌احداث* کولکتورها (میلیون ریال)
۷۸۰۰۰	۷۳۰۰۰	۵۶۹۴

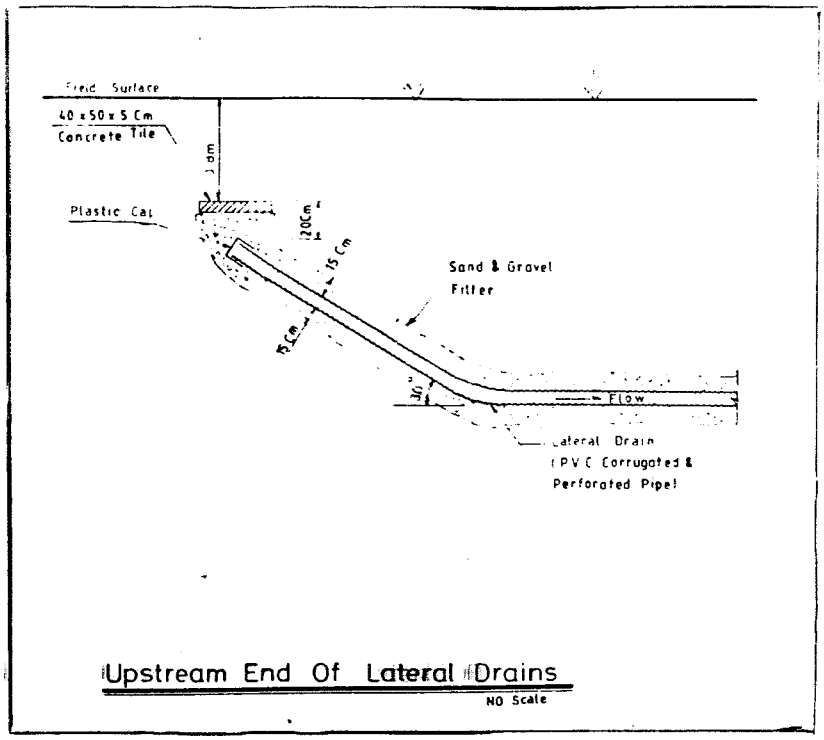
* در هزینه کولکتورها، کلیه هزینه‌های تولید، محل و نصب لوله، محل و ریختن فیلتر، تولید، حمل و نصب منهول، اجرای سازه خروجی و هزینه‌های شناورکارگاهی منظور شده‌است.

وسعت‌اراضی (ناخالص) هکتار	وسعت‌اراضی (خالص) هکتار	طول‌کوکلکتور-متر		طول‌لترالها-متر		هزینه‌های‌اجرایی-میلیون‌ریال		نسب‌هزینه‌کولکتورهابه‌لترالها	
		کل	درهکتار	کل	درهکتار	کل	در هکتار	کل	در هر متر
۴۲۰۰	۳۶۰۰	۷۳۰۰۰	۲۰/۳	۲۵۴۰۰۰	۷۰/۵	۱۰۶۵۶	۲/۹۶	۱/۲۰	۴/۱۷

(نقشه شماره ۱)


MOGHAN IRRIGATION PROJECT
DASHT-E-MOGHAN
ARAS RIVER
AHAR
ASTARA
CASPIAN SEA
BARAND
MEGHRIN SHAHR
ARDABIL
TABRIZ
TEHRAN
SARAB
REPUBLIC OF AZARBAYEJAN
LEGEND
PROJECT LAYOUT


آزمایشگاہ فنی و مکانیک خاک
SOIL FIELD LABORATORY
نمودار دانہ بندی
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION
اخراط مصالح نیلتر
تاریخ 77.6.25
DATE
سرعت ته نشینی ذرات برحسب ثانیه در سانتی متر
LOG SETTLING VELOCITY-CM PER SECOND(25C)
ASTM
BSS
PERCENTAGE
CLAY
SILT
SAND
FINE
MEDIUM
COARSE



Upstream End Of Lateral Drains

NO Scale

اجرای زهکشی زیرزمینی در دشت سیستان

محمدجواد شیخ‌الاسلام

دشت سیستان در شمال استان سیستان و بلوچستان و جنوب استان خراسان و غرب استان نیمروز افغانستان قرار گرفته که بالغ بر یکصد و بیست هزار هکتار می‌باشد و در شیب پایانی رودخانه هیرمند قرار دارد. نظر به اینکه این دشت در حصاری از بلندیها قرار گرفته ، امکان تخلیه سیلاب‌های طغیانی هیرمند مقدور نبوده و هر از چندگاهی دشت سیستان را سیلاب فرا می‌گیرد و از این طریق خسارت فراوانی به منطقه وارد می‌شود.

به جهت کاهش این گونه خسارات طرح‌های جدید با کمک‌های بانک جهانی در منطقه در حال اجرا می‌باشد که عمدتاً سیلابها را کنترل و به داخل دریاچه هامون هدایت می‌نماید. جهت جلوگیری از سرریز احتمالی سیلاب، اطراف هامون عموماً و سیلاب‌برهای طبیعی منطقه خصوصاً با احداث دایکهای حفاظتی کنترل می‌گردد.

به منظور بهبود و تجهیز منابع آب و خاک و توسعه کشاورزی منطقه سیستان در سال‌های گذشته توسط وزارتخانه‌ها و سازمان‌ها و مشاورین مختلف مطالعات و طرح‌های متعددی انجام شده و یا در دست اجرا می‌باشد که اهم این مطالعات توسط مهندسین مشاور ایتال کنسولت - الکساندرگیب - موسسه خاکشناسی - وزارت نیرو - مهندسین مشاور آب و خاک - سازمان جنگل‌ها و مراتع - مهندسین مشاور کاژه سانیو - مهندسین مشاور ستیران - مهندسین مشاور پارس کنسولت ، در زمینه‌های مختلف بوده که بارزترین اقدام اساسی در قالب طرح توسعه شبکه آب سیستان و مخازن چاه نیمه بازتاب یافته و اخیراً نیز در زمینه شبکه زهکشی اقدامات اساسی صورت گرفته که هنوز هیچکدام از طرح‌های مزبور به صورت کامل اجرا نگردیده و کارآیی لازم را ندارد.

زمانی سیستان علاوه بر رفع نیازهای داخلی خود، مقدار معتنابهی غلات به سایر نقاط ایران از جمله بلوچستان و جنوب خراسان صادر می‌نموده ولی متاسفانه تولیدات کشاورزی به علل مختلف سیر نزولی داشته و این سیر بلاانقطاع ادامه دارد. علت کم شدن محصولات زراعی دو عامل اصلی می‌باشد.

اول - کم شدن سطح زیر کشت

دوم - پایین آمدن بازدهی محصولات زراعی

- کم شدن سطح زیر کشت نیز در درجه اول به علت نرسیدن آب به قسمتی از اراضی مزوعی می‌باشد. صدمه دیدن انهار سنتی و عدم رسیدگی کافی و نگهداری از آن‌ها باعث شده که قسمتی از این انهار از

حیّز انتفاع ساقط گردیده و همچنین به دلیل عدم لایروبی کافی و بموقع، دبی حداکثر آنها کم شده و سطح آب در داخل انهار درجه ۳ و۴ پایین آمده و اراضی بلند از رسیدن آب محروم گشته و غیر قابل استفاده شده‌اند.

- پایین آمدن بازده در هکتار نیز به دو دلیل شور شدن تدریجی اراضی و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی می‌باشد. بدلیل غیر قابل نفوذ بودن لایه‌های تحت الارض، آبهای سطحی قادر به نفوذ به اعماق نبوده و در لایه‌های سطحی باقیمانده و به سطح زمین برگشته و تبخیر می‌شوند.

در مرحله اول سطح آب زیرزمینی روز به روز بالاتر آمده و در مرحله دوم پس از تبخیر آب، نمک محلول در آب در سطح خاک باقی مانده و باعث پایین آمدن کیفیت خاک می‌گردد. لذا در حال حاضر زمینهای مزروعی وسیعی را می‌بینیم که در اثر شوری زیاد یا کلاً بایر شد ه و یا در صورت کشت نیز دارای بازدهی کمی می‌باشد.

جهت بهبود سیستم آبیاری و رفع نواقص موجود از سال ۵۰-۴۹ در مورد احداث شبکه آبیاری مطالعه و سپس شبکه‌های آبیاری شیب آب و پشت آب و شبکه میانکنگی جهت انتقال آب طراحی و اجراگردید. درکنار آن طرح چاه نیمه و سد سیستان، اولی به عنوان رزروار و تنظیم کننده و دومی بصورت سد انحرافی و آب پخش، طراحی و اجراگردیدند.

مسئله کم آبی در سیستان در اغلب سالها مطرح بوده و زارعین از نظر آب مورد نیاز جهت آبیاری محصولات در مضیقه بوده‌اند. در فرهنگ مردم سیستان معمول است که می‌گویند سیستان یا بر اثر کم آبی صدمه می‌بیند و یا در اثر سیلابها دچار خسارت می‌گردد.

اصولاً ذکر این پدیده زمانی مطرح بوده که انسانها در هیچ زمینه‌ای قادر به کنترل و مهار طبیعت نبوده و عوامل طبیعی در هر صورت باعث ایجاد مشکلات برای انسانها بوده‌است. لیکن در پایان قرن بیستم با تکنولوژی پیشرفته فعلی و زمانی حتی جهت بهره‌وری بیشتر از ابزار تولید انسانها مناسبات جدید اجتماعی و اقتصادی نوین را مطرح و جایگزین مناسبات کهنه و بازدارنده در جهت بکارگیری نیروی تولیدی و ابزارکار می‌نمایند. مشاهده چنین شرایطی نیاز به تعمق بیشتر و بررسی مسائل می‌باشد. زیرا با شناخت تنگناها و تقویت عوامل مفید و ایجاد مناسبات جدید اجتماعی و اقتصادی که مانع بکارگیری عوامل تولید نباشد می‌توان امکانات و شرایط موجود را نه تنها بی‌خطر نمود بلکه با تغییر جهت عوامل مخرب، از آنها به نفع نیازهای انسانی سود برد. در این راستا هزینه‌های اصلی و عوامل مؤثر در امر تولید در منطقه سیستان بررسی می‌گردد:

الف - آب

آب مورد نیاز سیستان کلاً از رودخانه هیرمند تأمین می‌گردد. به علت فقدان سفره‌های آب زیرزمینی و نزولات پایین‌تر از ۶۰ میلیمتر در سال، آب رودخانه هیرمند به‌عنوان تنها منبع آب مورد نیاز اهمیت مسئله را هر چه بیشتر جلوه گر می‌نماید و اگر توجه کنیم که در صورت قطع آب رودخانه هیرمند (چنانچه

در سالهای خشکسالی اتفاق افتاد) حتی منطقه قادر به تأمین آب مشروب انسانها و احشام نیز نخواهد بود، به امر حیاتی بودن آب سطحی رودخانه هیرمند در سیستان پی خواهیم برد.

رودخانه هیرمند که زهکش آبهای سطحی قسمت اعظم افغانستان می‌باشد از ارتفاعات شمال شرقی افغانستان که امتداد سلسله جبال هندوکش می‌باشد سر چشمه گرفته و پس از الحاق رودخانه مهم دیگری بنام‌ارغنداب و چندرودخانه کوچک‌دیگردرجنوب غربی این کشور وارد ایران می‌گردد. در مرز ایران‌هیرمندبه‌دوشاخه‌پربال مشترک (هیرمندمشترک) ورودخانه‌سیستان (پریان داخلی) تقسیم‌می‌شود. پریان مشترک مرز مشترک دو کشور ایران و افغانستان بوده و هر دو کشور دارای حقابه مساوی از این رودخانه می‌باشند. در ابتدای پریان مشترک در ایران تعدادی ایستگاه پمپاژ آب مورد نیاز قسمتهای شمالی بخش شهرکی و ناروئی و قسمت جنوبی بخش میانکنگی را تأمین می‌نماید. پس از ایستگاه‌های پمپاژ دو نهر به نام‌های گل پر و شیردل در قسمت میانی و چند کانال کوچک از پریان مشترک داخل خاک ایران آب مورد نیاز بخش میانکنگی و گل‌پر را انتقال می‌دهد.

رودخانه سیستان (پریان داخلی) پس از ورود به ایران در محل سد انحرافی زهک به دو کانال شهر و طاهری تقسیم شده که آب مورد نیاز دو بخش اصلی پشت آب و شیب آب را بوسیله دهها کیلومتر کانال خاکی تأمین می‌نماید. در شبکه جدید کانالهای آبرسانی آب رودخانه سیستان تا محل سد انحرافی سیستان ادامه یافته و در آنجا دو کانال درجه یک که ظرفیت هرکدام ۳۰ متر مکعب در ثانیه است و آبرا به دو بخش پشت آب و شیب آب پایین انتقال می‌دهند. کانال درجه یک شیب آب به ۴ کانال درجه ۲ و کانال پشت آب به ۵ کانال درجه ۲ منتهی می‌شود.

جهت تامین آب اضافی مورد نیاز در مواقع کم آبی فصلی منطقه تا رزروار چاه نیمه که شامل گودالهای بهم پیوسته با ظرفیت ۶۶۰ میلیون متر مکعب و ظرفیت مفید ۳۴۰ میلیون متر مکعب می‌باشد که ساخته شده و آبگیری آن (از ابتدای رودخانه سیستان (پریان داخلی) و در محل سد کوهک توسط یک کانال خاکی به ظرفیت ۱۶۰ متر مکعب در ثانیه و تخلیه آن بوسیله یک کانال به ظرفیت ۵۰ متر مکعب در ثانیه در رودخانه سیستان و بالاتر از سد سیستان می‌باشد. بخش میان‌گنگی که آب مورد نیاز خود را از پریان مشترک با نهر گلمیر و می‌گیرد و به ۳ کانال درجه ۲ تقسیم می‌شود.

- شبکه جدید با توجه به مسئله اتلاف آب در حین انتقال و نفوذ بیش از حد آب در انهار سنتی، باعث بالا آمدن سطح آب زیرزمینی می‌گردد. در مواقع کم آبی به علت پایین بودن سطح کف این گونه نهرها (سنتی) امکان استفاده از آب دراکثر اراضی مقدور نمی‌باشد.

خاک

بافت خاک منطقه از سبک تا بسیار سنگین متغیر است. این تغییرات بستگی به وضع جریان آب و رسوب‌گذاری رودخانه دارد.

بطورکلی درکنار رودخانه، ذرات درشت‌ترند و هرچه از بستر رودخانه دورتر می‌شود، ذرات رسوب ریزتر است. جریان باد نیز در بافت خاک بسیار مؤثر بوده و جریانات شدید باد که در منطقه وجود دارد در تغییر بافت خاک اثرگذاشته است.

بیشتر خاکهای منطقه دارای بافت متوسط متمایل به سنگین می‌باشد. قابلیت نفوذ خاک بستگی به تغییرات ساختمان و بافت خاک دارد. این تغییرات در پروفیل خاک‌های مختلف بسیار زیاد و مقدار آن از قابلیت نفوذ سریع تا بسیار آهسته متغیر است. به طورکلی قابلیت نفوذ خاک منطقه آهسته است.

شوری و قلیائیت

سطح آب زیرزمینی منطقه بعلت عدم وجود زهکشی طبیعی مناسب بالاست. بعلت بالا بودن سطح آب زیرزمینی شور، کمی بارندگی، خشکی هوا، وجود بادها و بالاخره حرارت بالا، مقدار تبخیر بسیار زیاد است و موجب می‌شود که املاح با آب از طبقات زیری حرکت کرده و در سطح خاک متمرکزگردد. لذا بطور طبیعی خاک‌های منطقه عموماً شور است. در قسمتی از منطقه که دارای قابلیت نفوذ آهسته تا متوسط است و مرتباً آبیاری می‌شود، مقدار شوری خاک کمتر است. درکلیه قسمتهای شور اکثرکاتیونها را سدیم تشکیل می‌دهد و در نتیجه قلیاییت خاک خیلی زیاد می‌باشد. جدول پیوست شوری و قلیاییت و مساحت اراضی شور و قلیایی را نشان می‌دهد.

هر چند شوری خاک در مساحت زیادی از منطقه بسیاز زیاد است و در شرایط فعلی کشت در آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست ولی با انجام مطالعات لازم و اجرای برنامه زهکشی و شستشوی اراضی می‌توان مقدار شوری خاک را تا حد مورد لزوم نقصان داد.

پستی و بلندی

سیستان دشت رسوبی کم و بیش مسطحی است که از رسوبات شعب رودخانه هیرمند تشکیل شده‌است. شیب عمومی منطقه از سمت جنوب شرقی منطقه تراس قدیمی دوره Pleistocene وجود دارد که بلندی آن از سطح دشت تا حدود چند متر می‌رسد. در مرکز منطقه از سمت شمال غربی بطرف جنوب‌شرقی یک رشته تپه‌های شنی وجود دارد که وسعت و ارتفاع آنها بستگی زیادی به مقدار بارندگی و شدت جریان بادهای صد و بیست روزه دارد و در سالهای مختلف متغیر می‌باشد.

سطح آب زیرزمینی و زهکشی

همانطوری که قبلاً ذکر شد بعلت عدم وجود زهکشی طبیعی مناسب در منطقه مورد مطالعه (شیب آب و پشت آب) سطح آب زیرزمینی بسیار بالاست.

۱-در ۱۰۱۷۰ هکتار یا ۱۲/۲ درصد اراضی سطح آب زیرزمینی کمتر از ۱/۲ متر می‌باشد.

۲-در ۴۸۱۸۰ هکتار یا ۵۷/۷۵ درصد کل اراضی سطح آب زیرزمینی بین ۱/۲ تا ۲ متر.
۳-در ۱۲۸۴۰ هکتار یا ۱۵/۴ درصد کل اراضی سطح آب زیرزمینی بین ۲ تا ۳ متر.
۴-در بقیه اراضی که بالغ بر ۱۲۲۱۰ هکتار برابر با ۱۴/۶۵ درصد است سطح آب زیرزمینی بیش از ۳ متر می‌باشد. مقدار شوری آب زیرزمینی بسیار زیاد بوده و از ۱۵۰۰ تا ۷۵۰۰۰ میکروموز بر سانتی‌متر متغیر می‌باشد.

باد و فرسایش

بعلت نزدیکی باکویر و موقعیت خاص جغرافیایی منطقه، باد در تمام طول سال می‌وزد. وزش باد شدید ۱۲۰ روزه موجب فرسایش سطحی بسیار شدید خاک می‌گردد. سرعت متوسط باد ۷/۲ متر در ثانیه و در تیرماه به ۳۱ متر در ثانیه می‌رسد.

بارندگی

گرچه مقدار بارندگی سالیانه بسیار کم و متوسط بارندگی سالیانه حدود ۶۰ میلیمتر است ولی بعلت وجود بارندگی شدید وکمی پوشش گیاهی، نفوذ آب در خاک کم است و اغلب بارندگیها موجب جریان شدید آب در سطح خاک و درنتیجه فرسایش خاک می‌گردد. در قسمتهای گود و اطراف رودخانه قسمتی از اراضی برای مدت کوتاهی غرقاب می‌شود.

جدول شوری و قلیائیت و مساحت اراضی شور و قلیایی

شـــــرح	علائم نقشه	هکتار	درصد
خاکهای بدون محدودیت شوری	*SO*	۷۹۵	۰/۹۵
خاکهای با محدودیت شوری کم	*S1*	۱۲۳۸۰	۱۴/۸۵
خاکهای با محدودیت شوری و قلیائیت کم	*S1A1*	۳۳۸۵	۴/۰۵
خاکهای با محدودیت شوری متوسط	*S2*	۱۶۴۱۹	۱۹/۶۸
خاکهای با محدودیت شوری متوسط و قلیائیت کم	*S2A1*	۲۹۰۶	۳/۵۰
خاکهای با محدودیت شوری و قلیائیت متوسط	*S2A2*	۵۱۷۱	۶/۲۰
خاکهای با محدودیت شوری زیاد	*S3*	۳۳۰۵	۳/۹۵
خاکهای با محدودیت شوری زیاد و قلیائیت کم	*S3A1*	۱۷۱۹	۲/۰۵
خاکهای با محدودیت شوری زیاد و قلیائیت متوسط	*S3A2*	۷۱۰	۰/۸۵
خاکهای با محدودیت شوری کم و قلیائیت خیلی زیاد	*S1A4*	۱۰۰۲	۱/۲۰
خاکهای با شوری متوسط و قلیائیت خیلی زیاد	*S2A4*	۵۵۶	۰/۶۵
خاکهای با شوری و قلیائیت خیلی زیاد	*S4A4*	۲۴۴۹۲	۲۹/۳۵

ادامه جدول شوری و قلیائیت و مساحت اراضی شور و قلیایی

شـــــرح	علائم نقشه	هکتار	درصد
کمپلکس - اراضی با درجات شوری و قلیائیت متفاوت که که تفکیک آنها از یکدیگر با چنین مقیاسی مقدورنمی‌باشد			
اراضی با درجات شوری *S1* و *S2* بطور توأم	*S1,S2*	۱۳۷۰	۱/۶۵
اراضی بادرجات‌شوری *S1* وشوری‌وقلیائیت *S3A2* بطورتوأم	*S1,S3A2*	۷۵۰	۰/۹۰
اراضی بادرجات‌شوری *S1* وشوری‌وقلیائیت *S4A4* بطورتوأم	*S1,S4A4*	۱۳۲۰	۱/۶۰
اراضی بادرجات‌شوری *S2* وشوری‌وقلیائیت *S4A4* بطورتوأم	*S2,S4A4*	۲۴۶۰	۲/۹۵
اراضی باشوری و قلیائیت *S2A1* و *S4A4* بطورتوأم	*S2A1* *S4A4*	۲۷۱۰	۳/۲۵
اراضی باشوری و قلیائیت *S3A1* و *S4A4* بطورتوأم	*S3A1* *S4A4*	۴۹۰	۰/۶
اراضی متفرقه: (محدویت شوری و قلیائیت آنها تعیین نشده‌است)			
تپه‌ها	T	۷۳۰	۰/۹۰
شن‌های روان	D	۳۰	۰/۰۴
دهات و مناطق مسکونی	U	۶۸۰	۰/۸۰
قبرستان	Ce	۲۰	۰/۳
جمـــع		۸۳۴۰۰	۱۰۰/۰۰

بدلیل ارتفاع کم دشت سیستان از سطح دریا (۴۷۰ متر) و عدم امکان تخلیه سیلاب‌های رودخانه هیرمند، سطح آب زیرزمینی در تمام دشت خصوصاً شیب آب و پشت آب بالا آمده و علاوه بر زهدار نمودن اراضی، باعث شوری خاک بدلیل تبخیر بسیار زیاد (چهار هزار میلیمتر تبخیر سالیانه) می‌گردد. در راستای حرکت‌های اصلاح و بهبود اراضی کشاورزی و امکان احیاء اراضی شور منطقه ، طرح زهکشی زیرزمینی اراضی دشت سیستان در منتهی علیه دشت یعنی منطقه شیب آب پایین که بالغ بر ۲۵ هزار هکتار اراضی ناخالص می‌باشد توسط مهندسین مشاور پارس کنسولت شروع و طرح زهکشی زیرزمینی بلوک ۵ شیب‌آب پایین با وسعت پنج هزار هکتار ناخالص (سه هزار و چهارصد هکتار خالص) تهیه و به مناقصه گذاشته شد (سال ۱۳۷۴) که شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور پس از برنده شدن در آبان ماه همان سال عملیات اجرایی زهکشی زیرزمینی را در منطقه مذکور آغاز نمود.

مشخصات طرح (عمومی)

۱-احداث کلکتورهای سیمانی (۲۰۰ میلیمتر، ۵۰۰ میلیمتر) به طول ۷۴کیلومتر.

۲-احداث لترال به طول ۵۴۰کیلومتر (حدود چهل درصد مابقی حذف گردید)

اولاً هزینه اجرایی نسبت به کلکتور کمتر بود ($\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ مبلغ کلکتور).

ثانیاً از کیفیت اجرایی بسیار بالایی بدلیل اجرای ماشینی برخوردار است.

لازم به توضیح است که بدلیل شرایط خاص دشت زابل (داشتن رگه‌های ماسه بادی آبدار) امکان اجرای کلکتور به راحتی مقدور نیست و در بعضی موارد غیر قابل اجرا می‌باشد، بطوریکه کلیه کلکتورهای اجرا شده یا مجدداً اجرا شد یا شستشو گردید. علیرغم این مسئله کماکان کلکتورهای اجرا شده با خطر گرفتگی مواجه می‌باشد (بدلیل ورود ماسه بادی به داخل کلکتور)

عدم پایداری دیواره ترانشه حفاری و ریزشهای مداوم که هم خطرات جانی و هم هزینه بسیار بالا را بهمراه داشته مضافاً اینکه راندمان کارکرد کاهش یافته است.

درشرایط مطلوب شیب دیواره هیچکدام از کلکتورهای اجرا شده کمتر از ۱ به نیم نبوده ($z = ۰/۵$) است.

- ایستگاه پمپاژ شماره ۳ مشتمل بر حوضچه تر و خشک و ساختمانهای اداری و تأسیسات هیدرومکانیکال است که حجم ریالی این بخش حدود چهار میلیارد ریال بوده و میزان دبی تخلیه زه‌آب این ایستگاه حداکثر ۳ متر مکعب در ثانیه می‌باشد (مربوط به بلوک ۵ و ۴). پمپاژ توسط ۶ دستگاه الکترو پمپ صورت خواهد گرفت.

احجام عملیات ایستگاه پمپاژ شامل:

- حجم عملیات خاکبرداری و پی‌کنی ۲۰ هزار متر مکعب تا عمق ده‌متری .
- علمیات بتون سازه‌های مربوطه ۲۰۰۰ مترمکعب.
- عملیات فلزی و آرماتور بندی سیصدتن .
- ساختمان سوله نگهداری تأسیسات ۷۵۰ متر مربع.
- ساختمانهای اداری و نگهداری شامل ساختمانهای پست یا سازه فشار قوی - فشار ضعیف - اتاق کنترل و اداری.
- محوطه سازی و حصارکشی به وسعت ۸۰۰۰ متر مربع .
- حوضچه ریزش و کانال انتقال و سیفون زیر جاده جمعاً به حجم ۶۰۰ متر مکعب بتون‌ریزی.
- قالب‌بندی سازه ایستگاه پمپاژ بالغ بر ۸۰۰۰ متر مربع.

مراحل اجرای کار

بطوری که اشاره شد، اجرای عملیات با احداث همزمان و موازی ایستگاه پمپاژ و زهکشهای جمع‌کننده شروع گردید (ناحیه A).

احداث کلکتور سیمانی با حفر ترانشه، تثبیت بستر، لوله گذاری (جایگزینی قلوه سنگ در محل لجنی) فیلتر ریزی و لوله گذاری با لوله‌های سیمانی یک متری و بندکشی قسمت بالای لوله و خاکریزی مسیرهای اجرا شده در دو مرحله انجام شد. با عنایت به طرح اولیه (مطالعات اولیه) و محاسبات مربوطه فاصله لترال‌ها از یکدیگر ۵۰ متر پیش‌بینی شده بود که بدلیل بازنگری و همچنین صرفه‌جویی (به موازات اجرا عملیات شبکه پیزومتر در منطقه اجرا و مطالعات لازم صورت گرفت) فواصل لترال‌ها به یکصد متر افزایش پیدا کرد (یک در میان حذف شد و نتایج نیز رضایت بخش بود). در نتیجه طول کلی لترال از ۵۴۰ کیلومتر به حدود ۳۰۰ کیلومتر کاهش پیدا کرد.

پس از احداث کلکتور و نصب منهول لترال گذاری از محل منهول شروع و توسط ماشین حفاری لترال (ترنچر) اجرا گردید. بدلیل شرایط خاص منطقه زابل (بادهای موسمی) ترنچر مورد استفاده لیزری نبوده و از ترنچر با نشانه‌های چشمی استفاده شد.

موانع و مشکلات اجرای کار بطور اهم

۱-بالا بودن سطح آب زیرزمینی.

۲-ناپایدار بودن خاک منطقه (عموماً شیب دیواره (z) زیاد و در نهایت باعث افزایش هزینه و طولانی شده اجرای کار می‌باشد).

۳-وجود لایه‌های ماسه بادی آبدار در تمام مناطق.

۴-عدم امکان تهیه فیلتر ارزان.

۵-کمبود امکانات ماشینی و انسانی در منطقه.

۶-شرایط سخت آب و هوایی (بادهای موسمی و گرما).

۷-عدم اطلاع کشاورزان منطقه از ماهیت طرح.

شرح مختصری بر موانع و مشکلات اجرایی فوق

۱-با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی اجرای عملیات کلکتور گذاری و لترال گذاری در شرایط نا مناسب بوده که علاوه بر افزایش هزینه‌های مربوطه، موجب کاهش راندمان نیز می‌گردد. علی الخصوص هنگام کار ترنچر سرعت حرکت ترنچر بدلیل ریزش‌های مداوم در قسمت جلوی زنجیر حفاری، به حداقل می‌رسید بطوریکه درمسیرهای لجنی سرعت حرکت ترنچر به ۴۰ متر در ساعت کاهش یافت (در حالت متعارف حرکت ۱۵۰ متر در ساعت می‌باشد).

۲-نا پایدار بودن خاک منطقه افزایش حجم عملیات را در حفاری کلکتور کاملاً محسوس نموده به طوری که حجم مازاد به دیواره قائم پیش‌بینی شده طرح به ۲/۵ برابر افزایش پیدا کرد (شیب Z = ۰/۲۵ به Z =۰/۷ افزایش پیدا کرد) و به این سبب هزینه پروژه افزایش پیدا کرد. علاوه براین خطرات ریزش احتمالی و مصدومیت چندین نفر از عوارض نا پایداری خاک منطقه بود که در روند طبیعی اجرای طرح اثر نامطلوبی داشت.

در مورد حفاری با ترنچر ، ناپایداری خاک امکان کنترل بعدی مسیرهای اجرا شده لترال را مشکل می‌نمود به طوری که حدود ۴۰ درصد لترال‌های اجرا شده در مناطق نا پایدار بلافاصله پس از عبور ترنچر ریزش می‌نمود و امکان کنترل رقوم مسیرهای اجرا شده میسر نمی‌گردید.

۳-وجود لایه‌های ماسه بادی آبدار در اکثر مسیرها موجب هجوم لایه‌های مذکور بداخل کلکتور می‌شد که در اثر این عمل (هجوم‌های ماسه بادی) اکثر کلکتورها مسدود می‌شد.

علاوه براین هم به علت اینکه حفاری مازاد بر قائم افزایش پیدا کرده و هم بعلت اینکه تثبیت بستر لوله گذاری با قلوه سنگ در بعضی موارد به ۷۵۰ سانتی‌متر می‌رسید، علاوه بر بارمالی اضافی از کیفیت کار نیز می‌کاست.

۴-امکان تهیه فیلتر ارزان بدلیل محدودیت مصالح در منطقه مقدور نبود، بطوری که هزینه تهیه فیلتر از قرار هر متر مکعب به رقمی بالغ بر بیست هزار ریال می‌رسید که این رقم باعث افزایش هزینه عملیات می‌گردید.

۵-بدلیل محروم بودن منطقه در تمام زمینه‌ها (نیروی انسانی - خدماتی - ماشین آلاتی) و عدم دسترسی به مراکز تهیه امکانات مذکور، اجرای عملیات خالی از اشکال نبود.

با عنایت به مراتب فوق اجرای عملیات بهسازی اراضی در این مناطق که حتی تهیه لوله P.V.C از تهران صورت می‌گرفت با مشکلات عدیده‌ای مواجه بود که امکان اجرای سریع عملیات را غیر ممکن می‌ساخت .

نتایج بدست آمده از اجرای طراح

با توجه به شرایط آب و خاک منطقه قبل و بعد از اجرا و نتایج بدست آمده، اجرای عملیات را موفق نشان می‌داد که موارد ذیل در قطعه ۲۰ هکتاری آزمایشی کاملاً مشهود می‌باشد:

۱-EC خاک (عمق ۰ تا ۵۰ سانتیمتری) قبل از اجرا ۲۰۰ میلی موس بر سانتی‌متر بعد از اجرا و شستشوی خاک ۵ میلی موس برسانتی‌متر (۱/۵ متر ارتفاع آب شستشو) بود.

۲-EC زه‌آب در ابتدای آبشویی ۶۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر و بعد از اتمام آبشویی ۳ میلی موس بر سانتی‌متر بود.

۳-راندمان محصول (عموماً جو) قبل از آبشویی ۵۰۰ تا ۷۰۰کیلو در هکتار و بعداز آبشویی ۲ تا ۲/۵ تن در هکتار بود. با توجه به موارد فوق و بموازات عملیات زهکشی زیرزمینی تسطیح و یکپارچه سازی اراضی توسط سازمان کشاورزی استان نیز به اجرا درآمد که اجرای دو پروژه مذکور موجب افزایش راندمان محصول به میزان قابل توجهی در واحد سطح بوده بطوریکه اولین شرکت تعاونی تولید استان در محدوده اراضی طرح بوجود آمده و کشاورزان نیز از آن استقبال می‌نموده‌اند.

موانع و مشکلات آینده طرح (دورنمای طرح)

با عنایت به موارد اعلام شده فوق بدلیل نبود سازمان نگهداری و بهره‌برداری از تأسیسات مذکور، آینده طرح نامعلوم بوده و احتمال ازکار افتادن سیستم زهکشی بعید نمی‌باشد.

توضیح اینکه کارفرمای طرح سازمان آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان و دستگاه بهره‌بردار امور آب سیستان می‌باشد.

با توجه به سازمان و تشکیلات مذکور و این که هیچگونه اعتبار ریالی جهت نگهداری طرح پیش‌بینی نشده است و همچنین به این علت که پرسنل نگهداری و بهره‌برداری نیز موجود نمی‌باشد امکان استفاده بهینه از تأسیسات مذکور تقریباً غیر ممکن است. به موازات کاستی فوق بدلیل کمبود آب در منطقه (نوبت آبیاری ۱۵ روز یکبار می‌باشد) و عملکرد خوب سیستم زهکشی ، در اکثر موارد کشاورزان مبادرت به انسداد کلکتور و لترال می‌نمایند تا بقول خودشان از آب دزدی جلوگیری نمایند. با توجه به اینکه سیستم آبیاری سنتی منطقه غرقابی بوده و در اثر عدم تخلیه زه‌آب، بدلیل تبخیر بیش از اندازه، کلیه املاح قابل حل و مضر درآب در اطراف ریشه باقی مانده و موجب کاهش محصول می‌شود. لذا پیشنهاد می‌گردد:

اولاً - سازمان بهره‌برداری و نگهداری طرح مشخص گردد.

ثانیاً - آب مورد نیاز این بلوک خارج از سیستم آبیاری دشت و بطور مداوم تأمین گردد تا عملکرد و نتیجه اجرای طرح به طور کامل مشخص گردد.

امکانات تولید لوله های پلاستیک برای زهکشی زیر زمینی
در ایران

تهیه شده توسط احمد لطفی (مهندسین مشاور پندام)

برای ارائه در کارگاه فنی مسایل اجرایی زهکشی- خرداد ۱۳۷۸

لوله های پلاستیک خرطومی به جرات یکی از مهمترین ابداعاتی بوده است که در چند دهه گذشته تکنولوژی احداث زهکشهای زیر زمینی را متحول ساخته است.

لوله های پلاستیک برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ برای احداث زهکشهای زیر زمینی بکار برده شد. در اوایل این دهه لوله های پلاستیک جدار صاف که کاربرد عمومی تری داشته و برای مصارف زهکشی مشبک می شدند تحولی در تکنیک زهکشی بوجود آوردند. در اواخر این دهه لوله های موجدار (خرطومی) مشبک ابداع شدند و نه تنها سهولت و سرعت بیشتری را برای عملیات اجرایی زهکشی بهمراه آوردند که هزینه های احداث زهکش را نیز بطور قابل ملاحظه کاهش داده اند. عملکرد این لوله ها در دوره بهره برداری نیز اطمینان بخش تر از دیگر انواع لوله های متداول بوده است. عمده ترین امتیازات لوله های خرطومی به قرار زیر است:

- لوله ها سبک هستند، یک کلاف ۵۰ متری از لوله ۱۰۰ میلیمتری فقط ۲۰ کیلو گرم وزن دارد و یک نفر کارگر میتواند به آسانی آنرا در مسافت های کوتاه جابجا نماید؛
- لوله ها انعطاف پذیرند و ماشینهای زهکشی به آسانی از آن استفاده میکنند؛
- لوله ها پیوسته هستند و طول زیادشان این امکان را بوجود می آورد که ماشین ترنچر با توقف های کمتر به کار نصب ادامه دهد؛
- مواد پی وی سی و یا پلی اتیلن در مقابل املاح متعارف موجود در خاک مقاومند؛
- شبکه سوراخهای ورود آب به طور یکنواخت در تمام طول لوله پراکنده هستند که باعث میشود افت بار هیدرولیکی ناشی از همگرایی جریان در هنگام ورود به لوله بطور قابل ملاحظه کاهش یابد؛
- امکان استفاده از پوشش های سنتتیک را به وجود می آورند؛
- کارخانه تولید لوله بصورت سیار میتواند در کارگاه مستقر شود و با تولید در محل مصرف ، هزینه های حمل و نقل را بطور قابل ملاحظه کاهش دهد؛
- پیوستگی لوله در زیر خاک اطمینان بیشتری را برای بکار گیری دستگاه جت فلاشر برای لایروبی لوله بوجود می آورد؛
- تکنولوژیهای موجود امکان طراحی ساخت لوله برای شرایط مختلف نصب و بارهای وارد بر لوله را بوجود آورده است و این امتیاز میتواند در کاهش هزینه های تولید مورد استفاده قرار گیرد.

لوله های پلاستیک که به طور معمول در زهکشی زیر زمینی بکار برده میشوند ، اساسا بر دو نوع اصلی هستند: پلی اتیلن و پی وی سی. در کشور امریکا استفاده از پلی اتیلن بیشتر رایج است ولی در کشورهای اروپایی قسمت اعظم لوله های بکار رفته در احداث زهکشهای زیر زمینی از نوع پی وی سی است. در

جدول شماره یک مقایسه ای گذرا بر مشخصات این دو نوع لوله از نظر کاربری در زهکشی زیر زمینی ارایه شده است.

جدول شماره ۱

مقایسه بین چند جنبه فنی و اقتصادی بین لوله های پی وی سی و پلی ایتلن

مزایای لوله های پی وی سی	مزایای لوله های پلی اتیلن
پی وی سی سبک تر است و به ازای مقاومت مساوی به حجم مواد اولیه کمتری نیاز دارد. یک لوله پی وی سی در حدود ۰/۷-۰/۶ برابر لوله پلی اتیلن هم قطر خود وزن دارد؛	پلی اتیلن از نظر محیط زیستی کم خطر تر از پی وی سی است. این خطر فقط وقتی مطرح میشود که مواد دچار آتش سوزی شود؛
مواد اولیه پی وی سی کمی ارزانتر از پلی اتیلن است؛	قابلیت بازیافت مواد پلی اتیلن بیشتر است؛
لوله های پی وی سی سخت تر است و در مقابل فشار و دما کمتر تغییر شکل میدهد؛	پلی اتیلن بخاطر نرمی بیشتر در مقابل ضربه مقاوم تر است؛
مراحل ساخت لوله های پی وی سی بازای واحد طول لوله به انرژی کمتری نیاز دارد؛	پلی اتیلن در مقابل اشعه ماورای بنفش خورشید مقاوم تر است.
قیمت تمام شده لوله های پی وی سی تقریبا ۶۰-۵۰ درصد لوله های مشابه از نوع پلی اتیلن است.	

در شرایط کنونی در ایران نیز برای احداث زهکشهای زیرزمینی لوله های پی وی سی بکار برده میشوند. جدی ترین مشکلی که برای این لوله ها وجود دارد مسئله حساسیت آنها نسبت به اشعه ماورای بنفش خورشید است. علیرغم اینکه کارخانه های سازنده برای افزایش مقاومت لوله ها در مقابل اشعه خورشید، مواد افزودنی ویژه ای را در ترکیب مواد بکار میبرند، اما شدت تابش خورشید در بیشتر مناطق ایران و به ویژه نواحی جنوبی، اعمال مراقبت های ویژه ای را ضروری میسازد. اولین مراقبت از لوله های تولید شده نگهداری آنها در سایه است. حتی توصیه میشود که در موقع حمل نیز لوله ها را از تابش مستقیم خورشید محفوظ نگهداشت. تابش اشعه ماورای بنفش خورشید، لوله های پی وی سی را سوزانده و خشک و شکننده میکند، بطوریکه در موقع نصب لوله در ترانشه و یا در اثر ضرباتی که در موقع خاک ریختن به ترانشه به آنها وارد میشود می شکنند. یکی دیگر از مزایای لوله پی وی سی در ایران تولید مواد اولیه پی وی سی در پالایشگاههای فعال در کشور است. مواد اولیه پلی اتیلن تا قبل از اینکه پالایشگاه اراک راه اندازی شود از خارج وارد میشد.

در ایران ماشین آلات اولین کارخانه سازنده لوله های پلاستیک خرطومی توسط وزارت کشاورزی در اواسط دهه ۱۳۶۰ وارد شد ولی نصب و راه اندازی آنها در کرج تا سال ۱۳۷۰ به طول انجامید. کارخانه صنایع پی وی سی ایران در سنگسر سمنان نیز در سال ۱۳۶۹ آغاز به کار کرد. در سال ۷۳-۱۳۷۲ با پشتیبانی های مالی شرکت توسعه کشت نیشکر وزارت کشاورزی دو کارخانه دیگر توسط بخش خصوصی در اهواز دایر گردید تا نیازهای طرح را برای تولید لوله های زهکشی تامین نمایند. پس از چندی یکی از کارخانجات مزبور توسط شرکت نیشکر خریداری شد و هم اکنون با مدیریت همین شرکت به تولید ادامه میدهد. کارخانه دیگر نیز استعداد های خود را برای تولید لوله کماکان حفظ نموده است. به این ترتیب هم اکنون در ایران ۴ واحد کارخانه تولید لوله های پلاستک خرطومی وجود دارد که مشخصات آنها در جدول ۲ آورده شده است. کلیه ماشینهای این کارخانجات اروپایی (از اطریش و آلمان) هستند. در کارخانه صنایع پلی اتیلن اصفهان (پی ای آی) نیز از سالهای پیشتر امکانات ساخت لوله های خرطومی پلی ایتلن بوجود

جدول شماره ۲

بعضی اطلاعات مربوط به امکانات موجود در ایران برای ساخت لوله های پی وی سی زهکشی

نام کارخانه	مالکیت کارخانه	محل جغرافیائی	سال آغاز تولید	تولید سالانه- تن	مدل و ساخت		اندازه لوله های قابل تولید در شرایط کنونی	تجهیزات آزمایشگاهی	شماره تلفن
					اکسترودر	کورگیتور			
	شرکت توسعه نیشکر خوزستان	جنوب اهواز	۱۳۷۳	۵۰۰۰	سین سیناتی اطریش، ۱۹۹۳،	دورسباخ آلمان، ۱۹۹۳	۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰	گرما، سرما، کشش ، ضربه	۰,۶۱۱ - ۳۲۴۱۱۹
صنایع پی وی سی خوزستان	بخش خصوصی	ناحیه صنعتی اهواز	۱۳۷۳	۵۰۰۰	سین سیناتی اطریش، ۱۹۹۳	دورسباخ آلمان، ۱۹۹۳	۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰	گرما، سرما، کشش ، ضربه	۰,۶۱۱ - ۴۶۲۳۸
	شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور	کرج - حاده مردآباد	۱۳۷۰	۱۵۰۰	سین سیناتی اطریش، ۱۹۸۶	سین سیناتی اطریش، ۱۹۸۶	۱۲۵، ۱۶۰ ، ۲۰۰	گرما، سرما، کشش ، ضربه	۰۲۶۱ - ۶۶۳۵۵۶
صنایع پی وی سی ایران		سنگسر سمنان	۱۳۶۹	۸۵۰ قابل توسعه به ۱۷۰۰ تن	سین سیناتی اطریش، ۱۹۸۶	سین سیناتی اطریش، ۱۹۸۶	۵۰، ۸۰، ۱۲۵، در حال اقدام برای تولید لوله های ۱۰۰ و ۱۶۰	گرما، سرما، کشش ، ضربه	۰۲۱ - ۶۴۳۵۸۶۱

آمده بود. بر اساس اطلاعات موجود از امکانات این کارخانه بهره برداری قابل ملاحظه ای برای تامین لوله های مورد نیاز زهکشهای زیر زمینی بعمل نیامد. (احتمالا به این دلیل که در آن زمان تکنولوژی های موجود در ایران نمیتوانست از مزایای لوله های خرطومی بهره بگیرد!؟) و در حال حاضر نیز احتمالا نمی تواند با تولیدات پی وی سی رقابت نماید.
قابل ذکر است که بر اساس اظهارات مسئولان شرکت صنایع پی وی سی ایران ، این کارخانه استعداد ساخت لوله های پلی اتیلن را نیز داراست.

مشخصات عمومی لوله های زهکشی که در ایران تولید میشود

از آنجا که تمامی کارخانه های تولید لوله های پی وی سی خرطومی در ایران از دو کشور اطریش و آلمان وارد شده اند، طبیعتا استانداردهای این کشورها در ساخت لوله ها حاکم شده است. در دو کارخانه کرج و سنگسر ماشین های اکسترودر و کورگیتور از کارخانه سین سیناتی اتریش وارد شده است. در دو کارخانه احداث شده در اهواز اکسترودر از سین سیناتی و کورگیتور از دورسباخ آلمان وارد شده است. بطور کلی استانداردهای اروپایی بسیار به یکدیگر نزدیک است. طراحان و سازندگان کورگیتور تلاش میکنند تا با تغییر شکل، فاصله و ضخامت موجها، لوله هایی خرطومی تولید کنند که با حفظ مقاومت های لازم، مصرف مواد اولیه را کاهش دهند. به این ترتیب میتوان انتظار داشت که در کارخانه های جدیدتر تولیدات کمی سبکتر باشند. به همین دلیل نیز وزن لوله ها از ردیف استانداردهای لازم الرعایه تولید لوله های زهکشی کشور آلمان حذف شده است. در واقع به سازندگان اجازه داده شده است که برای کاستن از وزن لوله ها تلاش نمایند. دامنه تغییرات وزن لوله های تولید شده در اروپا در جدول زیر نشان داده شده است. در همین جدول وزن لوله های تولید شده در ایران نیز برای مقایسه آورده شده است.

دامنه تغییرات وزن لوله های پی وی سی زهکشی

اندازه اسمی لوله ها	وزن - گرم بر متر		
	تولیدات اروپا (۱)	کرج	اهواز
۶۰	۱۹۴ - ۱۸۵		
۶۵	۲۱۵ - ۱۹۰		
۸۰	۳۲۰ - ۲۷۵		
۱۰۰	۵۳۰ - ۳۶۰		۳۷۰
۱۲۵	۷۱۸ - ۴۹۰	۶۵۰	۵۸۰
۱۶۰	۱۰۲۸ - ۸۰۰	۹۵۰	۷۹۰
۲۰۰	۱۳۵۵ - ۹۶۸	۱۴۰۰	
۲۸۰	۱۹۰۰		
۳۵۵	۲۸۰۰		
۴۰۰	۴۱۲۵ (۲)		
۵۰۰	۶۸۵۰ (۲)		

۱- منابع اطلاعات مربوط به سال ۱۹۹۲
۲- ارقام تخمینی است

استانداردهای تولید لوله

ترجمه استاندار DIN کشور آلمان برای اطلاع از محتوای مشخصات لوله ها پیوست این نوشتار است.
اندازه لوله های زهکشی در اروپا معمولا با قطر خارجی و بر حسب میلیمتر و در امریکا با قطر داخلی و بر حسب اینچ مشخص میشوند. در اروپا اندازه های متداول عبارتند از ۵۰، ۶۵ ، ۸۰ ،۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰و ۲۰۰ میلیمتر. در سنوات اخیر تکنولوژی ساخت و نصب ماشینی لوله های بزرگتر تا قطر حدود ۴۵۰ میلیمتر نیز متداول شده است. لوله های با قطر بیشتر از ۴۰۰ میلیمتر معمولا بصورت دو جداره ساخته میشوند. جدار بیرونی این لوله ها موجدار و جدار داخلی آن صاف است. این گونه لوله ها کاملا سخت بوده و انعطاف پذیری کمی دارند و بیشتر برای جمع کننده های زیر زمینی بکار برده میشوند. لوله های دوجداره بخاطر جدار صافشان از مشخصه هیدرولیکی بسیار خوبی برخوردارند.

همان طور که اشاره شد در کشور ایران لوله ها با استانداردهایی تولید میشود که در اروپا تدوین شده است. در حالیکه شرایط ایران با شرایط اروپا تفاوت اساسی دارد. تابش شدید آفتاب، عمق نصب نسبتا زیاد، و مدیریت های ضعیف تر در زمان احداث و نیز در دوره بهره برداری از جمله این تفاوتها است. جا دارد که موسسات تحقیقاتی و نیز تولید کنندگان در جهت تولید لوله های مناسب برای شرایط ایران پژوهش های لازم را آغاز نمایند.

ظرفیت تولید لوله های پی وی سی زهکشی در ایران

با توجه به جدول شماره ۲ ملاحظه می گردد که کارخانجات موجود در ایران توانایی ساخت سالانه ۱۳۰۰۰-۱۲ تن لوله زهکشی در اندازه های مختلف را دارند. اگر میانگین وزن هر متر لوله های تولید شده بطور تقریب ۸۰۰ گرم فرض شود، این ظرفیت تقریبا معادل تولید ۱۶۲۵۰ کیلومتر لوله در سال است. همچنین اگر میانگین مصرف لوله در هر هکتار ۱۰۰ متر فرض شود، ظرفیت های موجود میتواند پاسخگوی عملیات اجرایی زهکشی زیر زمینی در سطحی معادل حدود ۱۶۰۰۰۰- ۱۵۰ هکتار در سال باشد. به همین دلیل با توجه به حجم فعالیتهایی که هم اکنون در جریان است میتوان نتیجه گرفت که چیزی بیش از ۲۵-۳۰ درصد از امکانات موجود مورد بهر برداری قرار ندارد و این رقم نیز تا وقتی صادق است که فعالیت های توسعه نیشکر ادامه داشته باشد. با پایان گرفتن پروژه مزبور چنانچه فعالیت های احداث زهکشهای زیر زمینی گسترش نیابد، بهره برداری از امکانات به زیر ۱۰ درصد کاهش می یابد.

از طرف دیگر تولیدات فعلی کارخانه ها بیشتر متوجه لوله هایی است که برای زهکشی مزارع مناسب است و این کارخانه ها در شرایط کنونی امکان تولید لوله های خرطومی بزرگتر که برای خطوط جمع کننده زیر زمینی مناسب باشد را ندارند. این در حالی است که تکنولوژی احداث زهکشی زیر زمینی در ایران نیازمند تجهیز امکانات برای ماشینی کردن نصب زهکشهای جمع کننده به کمک ترنچر (همانند زهکشهای مزرعه) است. چنین برنامه ای میتواند ظرفیت های موجود کارخانه ها را نیز موثرتری مورد بهره برداری قرار دهد. عمده نیاز کارخانجات تدارک کورگیتور های مناسب برای تولید لوله های قطر بزرگ است. طبیعتا پشتیبانی های بخش دولتی چه از نظر تسهیلات ارزی برای تدارک کورگیتور و چه از نظر ایجاد زمینه های تقاضا برای این تولیدات میتواند کارخانجات موجود را تشویق به توسعه امکانات برای تولید لوله های بزرگتر نماید.

استانداردهای DIN 1187 کشور آلمان برای ساخت لوله های پی وی سی

مورد استفاده در زهکشی زیر زمینی

ترجمه شده توسط احمد لطفی- مهندسین مشاور پندام
برای ارائه در کارگاه فنی مسایل اجرایی زهکشی -خرداد ۱۳۷۸

۱- دامنه کاربرد

این استاندارد مربوط به لوله های پی وی سی غیر نرم (unplasticized) موجدار و یا صاف برای مصارف زهکشی است که برای کنترل آب زیر زمینی بر طبق بخشهای ۱ تا ۵ استاندارد شماره DIN 1185 اجرا می گردد. لوله ها به صورت اکستروژن ساخته شده ، مقطع آن در بیرون و درون لوله گرد است . جدار لوله برای ورود آب مشبک است.

۲- تشخیص، ابعاد، وزن

۲ -۱ روش تشخیص و معرفی

تیپ A، لوله های موجدار (خرطومی)

لوله های موجدار مشبک تیپ با قطر اسمی ۸۰ میلیمتر و دارای شبکه ای از سوراخهایی باریک به عرض ۰,۸ میلیمتر (طبق بند ۴-۳-۲) به شکل زیر نشان داده میشود:

```
Drainpipe DIN 1187 - A 90 - 0.8
```

تیپ B لوله های صاف

لوله های صاف به اندازه های اسمی ۹۰ میلیمتر و با سوراخهای متوسط به عرض ۱,۲ میلیمتر (طبق بند ۴-۳-۲) به شکل زیر نشان داده میشود:

```
Drainpipe DIN 1187 - B 90 - 1.2
```

۲-۲- قطر، ضخامت جدار، طول بوشن (socket)

قطر، ضخامت جدار و طول قسمت اتصال (در لوله های سخت) در جداول ۱ و۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: لوله های خرطومی(تیپ A)

اندازه اسمی* DN	قطر خارجی اندازه	قطر خارجی رواداری+/-	قطر داخلی (حد اقل)
۵۰	۵۰	+ ۰,۵ - ۰,۵	۴۴
۶۵	۶۵	+ ۰,۵ - ۰,۵	۵۸
۸۰	۸۰	+ ۰,۵ - ۰,۵	۷۱,۵
۱۰۰	۱۰۰	+ ۰,۵ - ۰,۵	۹۱
۱۲۵	۱۲۵,۵	+ ۰,۵ - ۱,۰	۱۱۵
۱۶۰	۱۵۹,۵	+ ۰,۵ - ۱,۰	۱۴۴
۲۰۰	۱۹۹,۵	+ ۰,۵ - ۱,۰	۱۸۲

× برای انجام محاسبات هیدرولیکی باید قطر داخلی به کار برده شود

جدول شماره ۲: لوله های صاف (تیپ B)

اندازه اسمی DN	قطر خارجی اندازه	قطر خارجی رواداری	ضخامت جدار اندازه	ضخامت جدار رواداری	قطر داخلی min	طول اتصال min
۵۰	۵۰	+۰,۳	۱	+۰,۵	۴۷	۷۵
۶۳	۶۳	+۰,۴	۱,۳	+۰,۶	۵۹	۹۰
۷۵	۷۵	+۰,۴	۱,۵	+۰,۷	۷۱	۱۰۵
۹۰	۹۰	+۰,۵	۱,۸	+۰,۸	۸۵	۱۱۵
۱۱۰	۱۱۰	+۰,۶	۱,۹	+۰,۸	۱۰۵	۱۲۰
۱۲۵	۱۲۵	+۰,۷	۲,۰	+۰,۸	۱۱۹	۱۲۵
۱۴۰	۱۴۰	+۰,۸	۲,۳	+۰,۹	۱۳۴	۱۲۵
۱۶۰	۱۶۰	+۰,۸	۲,۵	+۱,۰	۱۵۳	۱۲۵

۲-۳ طول لوله و روش تحویل

لوله های خرطومی بصورت کلاف و لوله های صاف در اندازه های ۵ متری تهیه و تحویل می شود.

۲-۴ وزن لوله ها

حد اقل وزن لوله های خرطومی بستگی به شکل موجهای لوله و طراحی های کارخانه سازنده دارد و باید مقدار آن برای هر متر لوله به وسیله کارخانه تولید کننده به آزمایشگاههای مسئول که بر تولید نظارت دارند، گزارش شود.

۳- مواد پلاستیک

مواد پی وی سی غیر نرم برای ساخت لوله های زهکشی باید با مشخصات DIN 7749 part 1 منطبق باشد. میزان مواد افزودنی که به پی وی سی افزوده می شود به تشخیص تولید کننده واگذار می گردد.

۴- الزامات

۴-۱ شرایط تحویل

سطوح داخلی و خارجی لوله ها باید صاف باشند. لوله ها باید بدون هرگونه غیر یکنواختی بوده و بدون حباب، ترک، پارگی، و دیگر صدمات باشد.

غیر یکنواختی در ضخامت لوله و وجود رگه های کم عمق از فرو رفتگی و یا بر جستگی های طولی بلامانع است مشروط بر اینکه بر دیگر خصوصیات لوله اثر نگذارد.

انتهای لوله ها باید بصورت عمود بر محور طولی بریده شوند.
رنگ لوله ها به انتخاب سازنده واگذار می گردد.
موجهای لوله های خرطومی باید یکنواخت باشند. لوله های صاف باید مستقیم و بدون خمیدگی باشند.

۴-۲ اتصالات

۴-۲-۱ کلیات

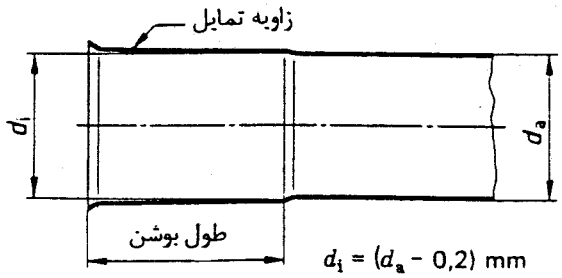
لوله ها بوسیله بوشن (socket) به یکدیگر متصل میشوند.

۴-۲-۲ لوله های خرطومی

انتخاب طرح و شکل بوشن به کارخانه سازنده واگذار میشود. اتصال لوله ها باید در مقابل کشیدگی طولی از استحکام کافی برخوردار باشد تا کارگذاری ماشینی را امکان پذیر سازد (نک به بند ۴-۶).

۴-۲-۳ لوله های صاف

بوشن در یک سر لوله و متصل به آن ساخته میشود. بوشن ها کمی اریب ساخته میشود تا ورود لوله را به داخل آن آسان کند و اتصال محکمی را بوجود آورد (شکل شماره ۱). حداقل طول بوشن در جدول شماره ۲ داده شده است.



بوشن متصل به لوله جدار صاف

۴-۳ سوراخهای ورود آب به درون لوله

۴-۳-۱ سطح مقطع ورود آب

حد اقل سطح مقطع ورود آب به درون لوله برابر ۸ سانتیمتر مربع به ازای هر متر طول لوله است.
سوراخها باید بصورت یکنواخت و متقارن در حد اقل ۵ ردیف در محیط لوله توزیع شده باشند. سوراخها باید به گونه ای تعبیه شوند که مواد زائدی که به طور معمول پس از ایجاد سوراخ در کنار آن باقی می ماند، مانع ورود جریان به داخل لوله نشود.

۴-۳-۲ عرض سوراخها

منظور از عرض سوراخهای ورود آب اندازه کوچکترین ضلع سوراخ است که باید از اندازه های زیر (بر حسب میلیمتر) تبعیت نماید:

	اندازه	رواداری
سوراخ باریک	۰,۸	± ۰,۲
سوراخ متوسط	۱,۲	± ۰,۲
سوراخ بزرگ	۱,۷	± ۰,۳

سازنده میتواند با توافق سفارش دهنده اندازه های دیگری را بکار برد.

۴-۴ مقاومت در مقابل ضربه

در آزمایش مندرج در بند ۵-۵ ، موارد شکستگی لوله ها نباید از یک نمونه از بین ۲۰ نمونه ای که آزمایش میشود تجاوز کند. نمونه لوله وقتی شکسته تلقی میشود که در تمام طول ترک برداشته و یا شکسته شده باشد.
اگر بیش از یک نمونه شکسته شود، آزمایش باید بر روی ۴۰ نمونه دیگر (در مجموع ۶۰ نمونه) اجرا شود. حد اکثر ۷ مورد شکستگی از بین ۶۰ نمونه میتواند مجاز تلقی شود.

۴-۵ مقاومت در مقابل تغییر شکل

در آزمایش مندرج در بند ۵-۶ ، اندازه پخ شدگی لوله خرطومی و یا صاف نباید از ۱۰ درصد قطر خارجی لوله بیشتر باشد.

۴-۶ مقاومت لوله خرطومی و اتصالات در مقابل کشیده شدن

در آزمایش مندرج در بند ۵-۷ ، اتصال بوشن و لوله نباید لق شود. میانگین اندازه کشیدگی لوله در سه آزمایش جدا از هم نیز نباید از ۱۰ درصد طول بیشتر باشد.

۴-۷ آزمون ورود لوله صاف در بوشن اتصال

در آزمایش مندرج در بند ۵-۸ ، مقطع باریکتر لوله باید حداقل به اندازه ۳/۴ طول بوشن وارد آن شود.

۵- آزمایشها

آزمایشها باید به طور پیوسته بر روی نمونه هایی که بطور منظم از خط تولید برداشت میشود انجام گیرد. در صورت بروز اختلاف و در مواردی که نظارت شخص ثالث ضرورت می یابد، نمونه ها نباید زودتر از ۲۴ ساعت پس از تولید مورد آزمایش قرار گیرد.

۵-۱ شرایط لوله در زمان تحویل

برای رعایت مندرجات بند ۴-۱، ظاهر نمونه ها به صورت مشاهده ای مورد بررسی قرار میگیرد.

۵-۲ اندازه ها

اندازه های مندرج در بند ۲-۲ و ۴-۳-۲ با دقت ۰٫۱ میلیمتر (با گرد شدن کاهشی) اندازه گیری میشود.

۵-۳ سوراخهای ورود آب

سوراخهای ورود آب بطور مشاهده ای مورد ملاحظه و بررسی قرار میگیرد و ابعاد آن بر طبق بند ۵-۲ اندازه گیری میشود.

سطح مقطع ورود آب با میانگین گیری از ۴۰ مورد اندازه گیری (اندازه ابعاد و تعداد سوراخها) بر حسب سانتیمتر مربع در هر متر طول محاسبه میشود

۵-۴ وزن

وزن لوله ها با میانگین گیری از توزین سه نمونه معین شده و با حد اقل وزن لوله که بوسیله کارخانه سازنده اعلام میشود (بند ۲-۴) مقایسه می گردد.

۵-۵ آزمایش سقوط وزنه

مقاومت در مقابل ضربه که در بند ۴-۴ مورد بحث قرار گرفت بوسیله دستگاه نشان داده شده در شکل ۲ بر روی نمونه هایی به طول (۵ ± ۲۰۰) میلیمتر انجام می گیرد. قبل از آزمایش نمونه ها به مدت حد اقل یک ساعت در دمای صفر درجه (۱± ۰) نگهداشته میشود. نمونه ها باید حد اکثر بفاصله ۱۰ ثانیه پس از خروج از دستگاه سرد کننده مورد آزمایش قرار گیرد.

در هر آزمایش، وزنه فقط یکبار به بالای نمونه وارد می شود. در این آزمایش موقعیت سوراخهای ورود آب نسبت به محل وارد آمدن ضربه نباید مورد توجه قرار گیرد.

وزنه باید بتواند بدون اینکه با اصطکاک زیادی روبرو شود در درون استوانه (نک به شکل مربوطه) فرو افتد.

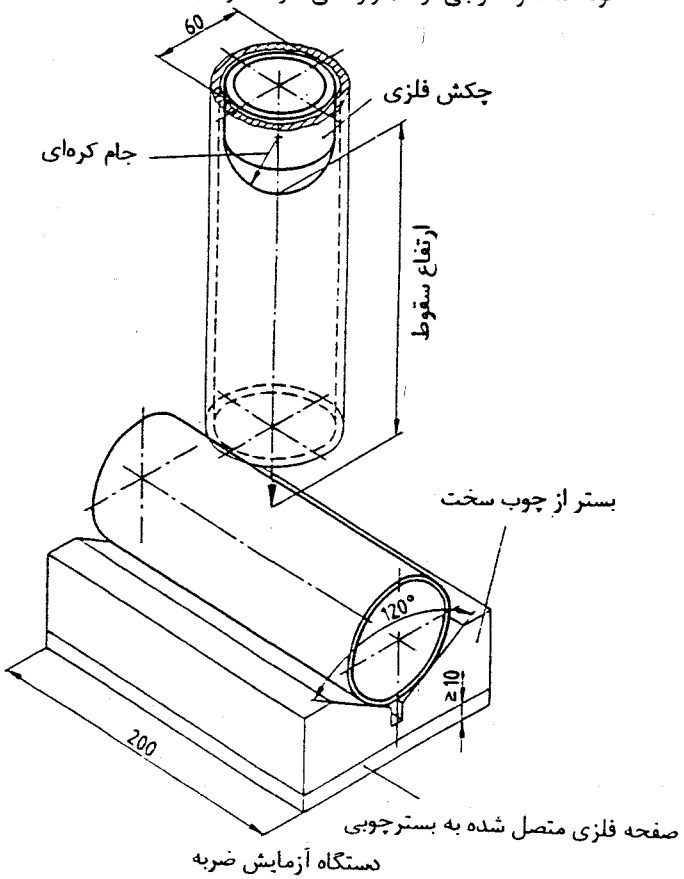
سنگینی وزنه برای آزمایش لوله های صاف ۴۰۰ گرم و برای لوله های خرطومی ۸۰۰ گرم است.

ارتفاع سقوط وزنه برای لوله های صاف ۷۵۰ و برای لوله های خرطومی ۱۰۰۰ میلیمتر است.

۵-۶ آزمایش تغییر شکل

۵-۶-۱ لوله های خرطومی

یک نمونه از لوله به طول (۵ ± ۲۰۰) میلیمتر برای آزمایش بین دو صفحه موازی قرار داده میشود. ابتدا بر لوله، باری معادل یک نیوتون بر سانتیمتر مربع تصویر لوله (طول لوله x قطر خارجی لوله) وارد می شود. نمونه به مدت ۲۱



روز در حرارت (۲ ± ۲۳) درجه سانتیگراد تحت تاثیر این بار باقی میماند. پس از آن مقدار پخ شدگی قطر خارجی لوله اندازه گیری و درصد تغییر شکل نسبت به قطر اولیه محاسبه میشود. آزمایش برای دو نمونه انجام می گیرد.

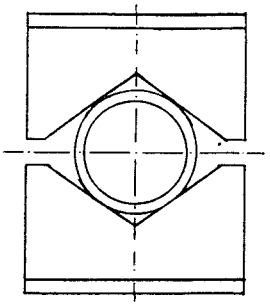
۵-۶-۲ لوله های صاف

۵-۶-۲-۱ لوله های تا قطر DIN 90

این آزمایش نیز مشابه با شرح مندرج در بند ۵-۶-۱، انجام میگیرد.

۵-۶-۲-۲ لوله های بزرگتر از DIN 90

آزمایش تغییر شکل به همان روشی انجام میشود که در بند ۵-۶-۱ بیان شد اما در این مورد بجای دو صفحه ، از دو نبشی و یا ناودانی با زاویه راس ۱۲۰ درجه استفاده میشود.

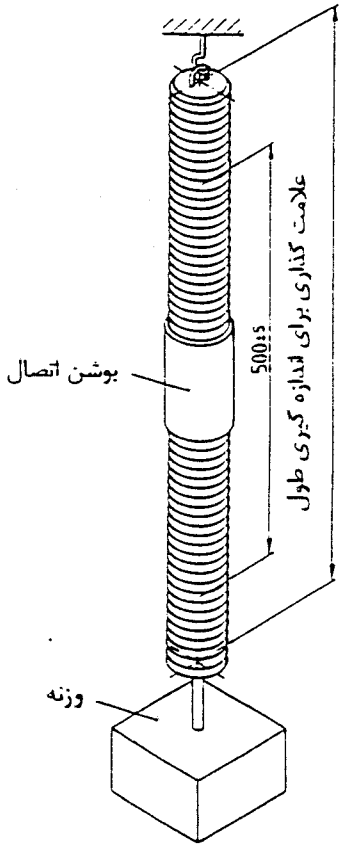


۵-۷ آزمایش کشیدگی لوله های خرطومی با اتصال بوشن

این آزمایش روی سه نمونه لوله هر یک بطول (۱۰± ۷۰۰) میلیمتر و در دمای (۲± ۲۳) درجه سانتیگراد انجام میگیرد. نمونه ها از وسط به دو نیم بریده میشود و به وسیله بوشن به یکدیگر متصل میگردد.

ابتدا نمونه به مدت ۱۵ ثانیه تحت نیروی کشش ۵۰ نیوتون قرار میگیرد.

یک دقیقه بعد از اینکه نیرو آزاد شد، یک بار ۱۰ نیوتون به نمونه وارد شده و علامت هایی به فاصله (۵± ۵۰۰) میلیمتر از یکدیگر بر روی آنها گذارده میشود. بعد از آن نمونه ها زیر



دستگاه آزمایش کشیدگی

بار ۱۵۰ نیوتون (لوله های DN65 و DN50) و ۲۰۰ نیوتون (لوله های بزرگتر از DN 80) قرار داده میشود و پس از ۱۰ دقیقه فاصله بین دو علامت اندازه گیری میشود.

۵-۸ آزمایش سهولت وارد شدن لوله در بوشن

یک نمونه لوله صاف که لبه آن تمیز و عاری از زواید بریدگی باشد با دست و در حالیکه به آهستگی چرخانده میشود در بوشن فرو برده شده و طولی که وارد آن میشود اندازه گیری میگردد.

۵-۹ حک کردن مشخصات

لوله ها بصورت مشاهده ای مورد بازرسی قرار میگیرند و حک بودن مشخصاتی از لوله که در بند ۷ تشریح شده است و کامل بودن اطلاعات مندرج در آن کنترل می شود.

۶- گواهی کیفیت ، کنترل داخلی و نظارت بر تولید

۶-۱ کلیات

الزامات مندرج در بند ۴ باید از طریق گواهی کیفیت به وسیله تولید کننده و نیز نظارت شخص ثالث رعایت گردد.

قبل از اینکه قرارداد نظارت بر اجرای کار تنفیذ شود، باید تعهد تولید کننده مبنی بر اینکه با استفاده از امکانات و پرسنل آزمایشگاهی خود بطور پیوسته کیفیت تولیدات را از نظر انطباق با این مشخصات مورد آزمایش قرار میدهد مسجل گردد.

۶-۲ گواهی کیفیت تولیدات

۶-۲-۱ آزمایش نمونه ها

مناسب بودن کیفیت لوله های زهکشی باید از طریق گواهی یک مرکز معتبر مورد تائید قرار گیرد. برای این منظور از دو مرحله مختلف تولید دو نمونه تهیه شده و برابر دستور کارهای بند ۵ مورد آزمایش قرار می گیرد. برای هر یک از اندازه های لوله که تولید میشود اقدامات بالا تکرار میگردد. برای آزمایش های اولیه نمونه ها میتواند به وسیله تولید کننده انتخاب و ارایه شود ولی برای گواهی نهایی، نمونه ها بوسیله مرکز آزمایش کننده انتخاب می گردد. در مورد اخیر الزامات مندرج در بند ۶-۳-۲ مورد آزمایش قرار می گیرد.

۳- آزمایشهای داخلی (توسط تولید کننده) و آزمایشهای شخص ثالث (ناظر)

۶-۳-۱ آزمایشهای داخلی

تولید کننده لوله های زهکشی باید به هزینه و مسئولیت خود آزمایشهای لازم را بر روی تولیدات خود بعمل آورد تا از یکنواختی تولیدات اطمینان بدست آورد. کلیه نتایج آزمایشها باید به مدت ۵ سال نگهداری شود. آزمایشهای داخلی تولید کننده حداقل باید موارد مندرج در جدول شماره ۳ را در بر داشته باشد

۶-۳-۲ نظارت شخص ثالث

آزمایشها و بررسیهای نظارتی (توسط شخص ثالث) باید حد اقل دو بار در سال و به وسیله مرکز ذیصلاحی که بر اساس یک قرارداد متعهد به ارایه خدمات نظارت بر کیفیت تولید میشود انجام گیرد.

نظارت شخص ثالث شامل موارد زیر است

- بررسی و آزمایش ابزار و لوازم اندازه گیری و آزمایش در آزمایشگاه کارخانه تولید کننده لوله؛
- بازرسی نتایج به دست آمده از آزمایشهای انجام شده بوسیله تولید کننده بر مبنای مندرجات بند ۶-۳-۱؛
- انتخاب نمونه برای انجام آزمایشهای شخص ثالث برای کلیه اندازه های لوله های تولید شده. نمونه ها باید بوسیله مرکز آزمایش کننده و یا نماینده وی و از تولیدات موجود در انبار و یا کارخانه و یا تولیدات حمل شده به کارگاه انتخاب شود.

۶-۴ گواهی آزمایش

مرکز آزمایشگاهی باید برای نتایج حاصل ازهر یک از آزمایشها گواهی آزمایش صادر نماید.

۶-۵ تکرار آزمایشها

هرگاه نتایج آزمایش های انجام شده بوسیله شخص ثالث گواه بر کیفیت نا مطلوب تولیدات باشد باید آزمایشها حد اکثر به فاصله ۴ هفته بعد از مشخص شدن نتایج آزمایش اولیه تکرار گردد.

۷- حک کردن اطلاعات مربوط به تولید

۷-۱ لوله های خرطومی

بر روی لوله های خرطومی باید به فاصله های حد اکثر ۵ متر از یکدیگر اطلاعات زیر حک گردد

- DIN 1187 ؛
- نام و یا علامت ویژه کارخانه تولید کننده ؛
- اندازه اسمی لوله ؛
- سال تولید.

۷-۲ لوله های صاف

بر روی هر یک از شاخه های لوله های صاف حد اقل در یک نقطه باید اطلاعات زیر حک شود

- DIN 1187 ؛
- نام و یا علامت ویژه کارخانه تولید کننده ؛
- اندازه اسمی لوله ؛
- سال تولید.

۷-۳ کلاف و بسته های لوله

بر روی هر یک از کلاف ها و بسته های لوله های تولید شده و بر روی یک بر چسب مقاوم در مقابل رطوبت اطلاعات زیر الصاق میشود.

- DIN 1187 ؛
- نام و یا علامت ویژه کارخانه تولید کننده ؛
- اندازه اسمی لوله ؛
- سال تولید ؛
- سطح مقطع ورود آب به داخل لوله.
- طول و وزن کلاف لوله های خرطومی

جدول شماره ۳ - نوع و تعداد تکرار آزمایشهای داخلی (توسط سازنده) و نظارت شخص ثالث

	نوع لوله	آزمایش	تعداد آزمایشها ی داخلی در کارخانه سازنده (×)	شماره بند بیان کننده الزامات	شماره آزمایش
۱	خرطومی و صاف	شرایط تحویل	۶ بار در ۲۴ ساعت	۱-۴	۱-۵
۲	خرطومی صاف	ابعاد	یک بار در ۲۴ ساعت ۶ بار در ۲۴ ساعت	۲-۲	۲-۵
۳	خرطومی و صاف	سوراخهای ورود آب	هر بار تغییر خط تولید	۳-۴	۳-۵
۴	خرطومی	وزن هر متر لوله	۶ بار در ۲۴ ساعت	۴-۲	۴-۵
۵	خرطومی و صاف	ضربه سقوط وزنه	۱ بار در ۲۴ ساعت	۴-۴	۵-۵
۶	خرطومی صاف	تغییر شکل و پخ شدگی زیر بار	هر بار تغییر خط تولید	۵-۴	۱-۶-۵ ۲-۶-۵
۷	خرطومی	کشیده شدن	هر بار تغییر خط تولید	۶-۴	۷-۵
۸	صاف	ورود به بوشن	۳ بار در ۲۴ ساعت	۷-۴	۸-۵
۹	خرطومی و صاف	علامت گذاری	۳ بار در ۲۴ ساعت	۷	۹-۵

× آزمایشهای شخص ثالث حد اقل دو بار در سال انجام میشود.

استانداردهای مختلف مورد اشاره :

- DIN 1185 part 1 زهکشی؛ کنترل تعادل رطوبت خاک بوسیله زهکشی زیر زمینی با لوله و یا زهکش روباز و اصلاح خاک؛ دستور کارهای کلی و موارد ویژه
- DIN 1185 part 2 زهکشی؛ کنترل تعادل رطوبت خاک بوسیله زهکشی زیر زمینی با لوله و یا زهکش روباز و اصلاح خاک؛ اطلاعات مهم در زمینه طراحی و انتخاب اندازه ها
- DIN 1185 part 3 زهکشی؛ کنترل تعادل رطوبت خاک بوسیله زهکشی زیر زمینی با لوله و یا زهکش روباز و اصلاح خاک؛ احداث زهکشهای زیر زمینی
- DIN 1185 part 4 زهکشی؛ کنترل تعادل رطوبت خاک بوسیله زهکشی زیر زمینی با لوله و یا زهکش روباز و اصلاح خاک؛ طراحی و نقشه های مطابق احرا
- DIN 1185 part 5 زهکشی؛ کنترل تعادل رطوبت خاک بوسیله زهکشی زیر زمینی با لوله و یا زهکش روباز و اصلاح خاک؛ نگهداری زهکشهای زیر زمینی
- DIN 7748 part 1 مواد مورد استفاده در ساخت لوله های پلاستیک؛ لوله های پی وی سی غیر نرم؛ طبقه بندی و تشخیص
- DIN 1180 لوله های رسی (تنبوشه) برای کاربری در زهکشی؛ ابعاد ؛ مشخصات و آزمایشها

مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی زیرزمینی در ایران

مجتبی اکرم [1]

۱- تاریخچه زه‌کشی

تاریخچه زه‌کشی به حدود سه هزارسال قبل بر می‌گردد. در کتابی که در این زمان در چین نگاشته شده‌است، نقشه‌هایی از سیستم زه‌کشی مشاهده می‌شود. هرودت در حدود ۲۴۰۰ سال قبل اشاراتی به کاربرد زه‌کشی در درّه نیل دارد. زه‌کشهای زیرزمینی آنچنانکه امروز متداول است، اولین بار در سال ۱۸۱۰ در انگلستان به کارگرفته شد و در قاره اروپا اشاعه یافت. در سال ۱۸۴۵ تولید تنبوشه‌های سفالی در انگلستان و در سال ۱۹۰۰ تولید تنبوشه‌های سیمانی در امریکا آغاز شد. در دهه ۱۹۴۰ استفاده از لوله پلاستیکی با جدار ضخیم ابداع شد و در اوایل دهه ۱۹۶۰ با پیدایش لوله پلاستیکی با دیواره صاف و نازک و سپس با ابداع لوله‌های کنگره‌دار (خرطومی) شتاب قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد. در حوالی سال ۱۹۷۰ استفاده از ماشینهای زه‌کشی (ترنچرها و ترنچلس‌ها) آغاز شد و شتاب بیشتری به پیشرفت کار داد و در نهایت، کاربرد فرستنده و گیرنده‌های لیزری، دقت در کنترل شیب را افزایش داد.

احداث اولین شبکه‌های نوین آبیاری و زه‌کشی در دهه ۱۳۱۰ در جنوب کشور صورت گرفت و اولین زه‌کش روباز با استفاده از ماشین در حوالی سال ۱۳۳۵ در شاوور خوزستان ساخته شد. در سالهای ۱۳۴۱ و ۱۳۴۲ اولین شبکه زه‌کشی زیرزمینی با استفاده از لوله‌های سفالی (تنبوشه) در دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی‌شاپور سابق (شهید چمران) واقع در ملاثانی (رامین) اهواز در وسعتی حدود ۵۰۰ هکتار با نیروی کارگری به اجرا درآمد. در همین سالها اولین ماشین زه‌کشی وارد کشور شد. اولین طرح برزگ زه‌کشی در هفت‌تپه به وسعت ۱۱۰۰۰ هکتار به اجرا درآمد. سپس زه‌کشی اراضی شرکت

۱- عضو گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. کارشناس بانک کشاورزی و مدرس زه‌کشی در دانشگاه‌های تهران و تربیت‌مدرس

کشت و صنعت کارون به وسعت ۲۴۰۰۰ هکتار با سرعت زیاد اجرا شد. درهمین حوالی زه‌کشی اراضی آبخور سد وشمگیر در گرگان آغاز شد که متأسفانه با شکست مواجه گردید. دشتهای مغان در شمال‌غربی کشور، دالکی در بوشهر، زابل در سیستان، میان‌آب در شوشتر، بهبهان، اکالیپتوس در جنوب اهواز و طرحهای هفت‌گانه توسعه نیشکر در خوزستان طرحهای بزرگ دیگری هستند که اجرای آنها هنوز ادامه دارد.

۲- اراضی زه‌کشی شده

خشکی‌های کره زمین حدود ۱۳۰۰۰ میلیون هکتار است. وسعت زمینهای قابل کشت جهان ۷۰۰۰ میلیون هکتار برآورد می‌شود (۵۴ درصد). بر اساس آمارهای سال ۱۹۹۵ وسعت اراضی زیر کشت جهان ۱۵۰۰ میلیون هکتار بوده‌است (۱۱/۵ درصد مساحت خشکی‌ها) که تنها ۲۸۰ میلیون هکتار آن (۲/۱ درصد مساحت خشکی‌ها) آبیاری می‌شود. این مساحت در ۴۰ سال گذشته روندی بسیار سریع داشته و به سه برابر رسیده است.

ایران با داشتن ۷/۲ میلیون هکتار اراضی فاریاب، ۲/۶ درصد اراضی زیر کشت آبی جهان را به خود اختصاص داده است و این در حالی است که جمعیت کشور بیش از یک درصد جمعیت جهان نیست. بعبارت دیگر چنانچه اراضی زیر کشت دیم را نادیده بگیریم با منابع فعلی، ما باید ۱۵۴ میلیون نفر را تغذیه کنیم تا سهمی متناسب با میانگین جهان داشته باشیم.

وسعت اراضی زه‌کشی شده جهان، اعم از سطحی و زیرزمینی، به ۱۵۰ میلیون هکتار بالغ می‌شود. بر اساس آمارهای منتشر شده در سال ۱۹۹۰، مساحت زمینهای با زه‌کشی زیرزمینی در جهان ۵۳/۴ میلیون هکتار بوده‌است. قاره اروپا با ۲۰/۵ میلیون هکتار (۳۸/۴ درصد) در صدر فهرست اراضی با زه‌کشی زیرزمینی قراردارد. قاره امریکا با ۱۷/۷ میلیون هکتار (۳۳/۱ درصد) مقام بعدی را به خود اختصاص داده‌است. درکشورهای شوروی سابق ۱۳/۰ میلیون هکتار (۲۴/۳ درصد) و در افریقا و بقیه کشورهای آسیایی تنها ۲/۲ میلیون هکتار (۴/۱ درصد) زه‌کشی زیرزمینی وجود دارد.

در این میان، ایالات متحده امریکا با ۱۵/۱ میلیون هکتار، کانادا با ۲/۵ میلیون هکتار، فرانسه با ۲/۰ میلیون هکتار، آلمان و دانمارک هر یک با ۱/۵ میلیون هکتار، مصر با ۱/۵ میلیون هکتار و عراق با ۴۰۰ هزار هکتار سهم قابل ملاحظه‌ای دارند.

مساحت اراضی با زه‌کشی زیرزمینی ایران به دقت و درستی معلوم نیست. با بهترین برآوردها می‌توان این سطح را حدود ۱۵۰۰۰۰ هکتار (۰/۳ درصد جهان) دانست که حدود یکصد هزار هکتار آن در خوزستان قرار دارد.

۳- شوری و زه‌کشی

بر اساس برآوردهای انجام شده (Szabolcs I, 1989) خاک‌های شور و سدیمی جهان به ۹۰۰ میلیون هکتار بالغ می‌شود. ۳۵۷ میلیون هکتار از این اراضی در استرالیا واقع است. پس از آن آسیا با ۳۱۷ میلیون هکتار، امریکای لاتین با ۱۳۱ میلیون هکتار، اروپا با ۵۱ میلیون هکتار، افریقا با ۲۶ میلیون هکتار و امریکای شمالی با ۱۸ میلیون هکتار قرار دارند.

وزارت کشاورزی با عنایت به بررسیهای انجام شده توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد در سال ۱۳۴۷ مساحت اراضی شور را در ایران ۲۳/۵ میلیون هکتار می‌داند که معادل ۱۴/۲ درصد سطح کل کشور و معادل ۳۰ درصد اراضی دشتها و فلاتهای کم ارتفاع کشور است. وزارت کشاورزی از این میزان ۷/۷ میلیون هکتار را آماده اجرای عملیات بهسازی می‌داند و معتقد است که ۸/۲ میلیون هکتار آن را خاک‌های باتلاقی شور تشکیل می‌دهد که اصلاح آن نیاز به بررسیهای بیشتر دارد و اصولاً ۷/۶ میلیون هکتار دیگر آنرا غیرقابل اصلاح می‌داند. گرچه این آمار بسیار قدیمی است ولی آمار جدیدتری از منابع داخلی در دست نیست.

Szabolcs عقیده دارد که ایران پس از چین، هند و پاکستان بیشترین مساحت اراضی شور (شامل اراضی سدیمی) را در آسیا داراست. وی علت امر را به خشکی هوا و شرایط بد زه‌کشی نسبت می‌دهد. بر اساس نظر وی، توزیع جغرافیایی خاک‌های شور ایران به شرح زیر است. (لازم به ذکر است که این تقسیم بندی منطقه‌ای با تقسیمات جغرافیایی استانی ایران تفاوت دارد و از این نظر از دقت لازم برخوردار نیست).

جدول ۱- پراکندگی خاکهای شور و با تلاقی شور در کشور

(هزار هکتار)

منطقه	مساحت کل	مساحت خاک‌های شور	مساحت خاک‌های باتلاقی شور	جمع	درصد
مازندران	۱۴۰۰۰	۴۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	۱۴/۳
آذربایجان	۱۰۵۰۰	۳۶۰	۱۲۰	۴۸۰	۴/۶
خوزستان	۱۳۴۶۶	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۲۲۶۰	۱۷/۰
فارس	۱۷۴۲۰	۱۶۴۰	۱۲۰	۱۷۶۰	۱۰/۱
کرمان	۲۳۲۸۰	۱۷۴۰	۴۰۰	۲۱۴۰	۹/۳
خراسان	۳۰۹۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۲۴۰۰	۷/۸
اصفهان	۱۷۶۰۰	۷۶۰۰	۹۲۰	۱۶۸۰	۹/۶
بلوچستان	۱۸۵۰۰	۵۲۰	۱۲۴۰	۱۷۶۰	۸/۵
مرکزی	۶۲۰۰	۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۶/۵
سایر	۱۳۱۳۴	-	-	-	-
جمع	۱۶۵۰۰۰	۷۳۲۰	۸۱۸۰	۱۵۵۰۰	۹/۴

به این ترتیب، استانهای خراسان، خوزستان و مازندران به ترتیب دارای بیشترین خاک‌های مسئله‌دار هستند و استانهای گیلان، کردستان و کرمانشاه اصولاً با چنین مشکلاتی مواجه نیستند. بیشترین خاک‌های با تلاقی شور در مازندران، خراسان، خوزستان و سیستان و بلوچستان قرار دارند. بنابراین احتمالاً در آینده، عملیات زه‌کشی عمدتاً در این استانها متمرکز خواهد شد مشروط بر این که سایر عوامل و از همه مهمتر آب زراعی وجود داشته باشد.

۴- چگونگی طراحی

بای‌بوردی (۱۳۷۳) در هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی، سهم اهمیت عوامل مختلف در کارآیی نهایی یک سیستم زه‌کشی را به شرح زیر بیان کرده‌است:

جدول ۲- اهمیت عوامل مختلف در کارآیی سیستم زه‌کشی

(درصد)

فعالیت	درصداهمیت‌درکارآیی‌نهایی‌شبکه
مطالعات اولیه که به تعیین ضوابط زه‌کشی منجر می‌شود (ضریب زهکشی، عمق لایه محدودکننده، هدایت هیدرولیک و ...)	۵۰
انتخاب روش مناسب زه‌کشی	۱۰
عملیات اجرایی	۲۰
راه‌اندازی، بهره‌برداری، نگهداری و پی‌گیری	۲۰

به این ترتیب سهم طراحی در موفقیت یک سیستم زه‌کشی ۶۰ درصد فرض شده است در حالی که سهم اجرا ۲۰ درصد و سهم چگونگی بهره‌برداری و نگهداری نیز تنها ۲۰ درصد در نظرگرفته شده‌است. در زیر برخی از این عوامل با استفاده از تجارب موجود در ایران بویژه با در نظرگرفتن موارد بحث شده در این همایش، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۴-۱- ضریب زه‌کشی

از آنجا که طرح‌ها عموماً بدون داشتن مزرعه آزمایشی به اجرا در می‌آیند، طراحان ناچارند که به طور نظری به برآورد ضریب زه‌کشی بپردازند. طراحان عموماً پر مصرف‌ترین گیاه را از میان الگوی کشت انتخاب می‌کنند و بر آن اساس به محاسبه ضریب زه‌کشی می‌پردازند. به مقالاتی که امروز ارائه شد نگاهی بیفکنیم. نیشکر، یونجه و ذرت گیاهانی هستند که مصرف آب آن‌ها در خوزستان با یکدیگر زیاد متفاوت نیست اما در نیشکر ضریب زه‌کشی ۵ تا ۶ میلیمتر در روز و در مورد دو گیاه دیگر ضریب زه‌کشی ۲/۵ میلیمتر در روز اعمال شده‌است. ضریب زه‌کشی در مغان با فرض مبنا قرارگرفتن گیاه پنبه ۲/۸ میلیمتر در روز بوده‌است.

سازمان حفاظت خاک امریکا عقیده‌دارد که ضریب زهکشی واقعی ممکن است تا ۴۰ درصد کمتر از ضریب زه‌کشی محاسبه شده‌باشد زیرا که در روش محاسباتی، جذب آب توسط جمع‌کننده‌ها و نشت طبیعی آب به داخل زمین نادیده گرفته می‌شود.

تجربیات پاکستان نیز نشان می‌دهد که ضریب زه‌کشی محاسباتی عموماً اغراق آمیز است و بهمین جهت

در شرایط نسبتاً یکسان، ضریب زه‌کشی طی چهار پروژه بزرگ از ۴ به ۱/۸ میلیمتر در روز کاهش داده شده‌است. چاره کار داشتن مزرعه آزمایشی و استاندارد کردن روشهاست.

۴-۲- لایه محدود کننده

در اکثر دشتها تشخیص درست عمق لایه محدود کننده، یکی از مشکل‌ترین کارهای مطالعات زه‌کشی است و تا حدود زیادی به نظر بررسی کننده بستگی دارد. تجربیات نگارنده از این امر حکایت دارد که حتی آزمایشات تجویز شده نظیر اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک به روش پیزومتر یا حفره زیر لوله نیز نمی‌تواند همواره نتایج قابل قبولی ارایه کند. دشتهای رسوبی ایران و بویژه خوزستان به شدت لایه لایه هستند و تشخیص لایه محدودکننده در آنها بسیار دشوار است. از این روست که بار دیگر احداث مزرعه آزمایشی مورد تأکید قرار می‌گیرد.

۴-۳- عمق تثبیت سطح ایستابی

عمق تثبیت سطح ایستابی هنگامی که از روابط جریان ماندگار استفاده می‌شود، برای گیاهان زراعی در ایران عموماً بین ۱ تا ۱/۲ متر در نظرگرفته می‌شود (مغان و بهبهان ۱ متر و طرحهای توسعه نیشکر ۱/۲ متر). در ایران معمولاً نگرانی از شوری مجدد خاکها طراح را وادار می‌کند که این عمق را بیشتر از حد مورد نیاز انتخاب کند بطوری که در برخی از طرحها به ۱/۵ متر نیز رسیده‌است. به نظر نگارنده این نگرانی تا حدودی بی مورد است زیرا که عمق زه‌کشها در ایران عموماً در حدود ۲ متری بوده و بنابراین سطح ایستابی در خارج فصل زراعی بحد کافی پایین است. علاوه بر این بعلت پایین بودن راندمان آبیاری و در نتیجه بالا بودن نفوذ عمقی، جریان از بالا به پایین آب بیش از حد پیش‌بینی شده وجود دارد و خطر بازگشت شوری، اراضی را تهدید نمی‌کند. تجربیات گذشته نیز مؤید این مدّعاست؛ به این معنی که در هیچیک از طرحها، بازگشت جدی شوری وجود نداشته‌است.

پایین نگهداشتن بیش از حد عمق تثبیت سطح ایستابی دو عیب دارد. اول اینکه فاصله زه‌کشها را بیش از حد مورد لزوم کم می‌کند و دوم اینکه آب موجود در این فاصله که می‌تواند برای مدتی مورد استفاده گیاه قرارگیرد و فاصله آبیاری را افزایش دهد، از دست می‌رود.

در دشت سیستان فاصله محاسباتی زه‌کشها ۵۰ متر است ولی فعلاً بطور یک در میان یعنی با فاصله ۱۰۰ متر احداث شده‌است. گرچه به علت کمبود آب و عدم رعایت الگوی کشت نمی‌توان در مورد فاصله صحیح اظهار نظری واقع‌بینانه کرد، ولی زارعین محلی به دور از چشم مسئولان، خروجی زه‌کشهای جانبی و یا جمع‌کننده‌ها را با بقایای گیاهی و گونی و ... می‌بندند تا سطح آب بالاتر بیاید و کمبود آب آبیاری را پاسخگو باشد. اگر فاصله زه‌کشها ۵۰ متر بود چه پیش می‌آمد؟

منظور اصلی از زه‌کشی تهویه خاک است. اگر بتوان با تثبیت سطح ایستابی در عمقی بالاتر، فاصله

زه‌کشها را افزایش داد و فاصله آبیاری را نیز بیشتر کرد، دلیلی برای عدم اجرای آن وجود ندارد. اگر عمق ریشه نیشکر ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است و تقریباً در تمامی طول سال جریان آب در داخل خاک از سمت بالا به پایین است و خطر بازگشت شوری وجود ندارد، آیا این امکان نیست که عمق تثبیت سطح ایستابی را از ۱/۲ متر مثلاً به ۰/۹ متر کاهش داد؟ این موضوعی است که به تحقیقات کاربردی نیازمند است. حاصل این تحقیق ممکن است میلیاردها ریال صرفه جویی در برداشته باشد.

۴-۳- هدایت هیدرولیک

برای بدست آوردن هدایت هیدورلیک خاک، در ایران عموماً از روش چاهک[۱] برای زیر سطح ایستابی و چاهک وارونه[۲] و یا تزریق به چاهک سطحی[۳] برای بالای سطح ایستابی استفاده می‌شود. تجربه مشاورین مختلف در دشتهای گوناگون کشور نشان داده است که روش تزریق به چاهک سطحی، هدایت هیدرولیک خاک را بیش از حد کم نشان می‌دهد. از این روست که بتدریج از دور روشهای متداول کنار گذاشته می‌شود.

در اکثر نقاط ایران و بخصوص در خوزستان، مقدار هدایت هیدرولیک اندازه‌گیری شده، بشدت به خصوصیات نقطه اندازه‌گیری مرتبط است و به آسانی نمی‌توان آنرا به یک منطقه تعمیم داد. علت این امر، متنوع بودن لایه‌بندی خاک و ویژگیهای آزمایشات است که تنها حجم کوچکی از خاک مجاور خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

در این شرایط، چاره کار افزایش تعداد آزمایشهاست. برای اطمینان از صحت کار، باید کارفرمایان و مشاوران به سختی کار، زمان بیشتر و هزینه‌های بالاتر تن در دهند و اطمینان داشته باشند که انجام این کار در نهایت به صرفه و صلاح است. این موضوع که در برخی از طرحهای مهم و بسیار پرهزینه زه‌کشی درکشور، تعداد آزمایشات از حد لازم کمتر بوده‌است، ممکن است عواقب سوئی چه از نظر مالی و چه از نظر فنی به دنبال داشته باشد که هنوز نتایج آن بروز نکرده است.

۴-۴- آبشویی خاک‌ها

از آنجاکه ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع است و میزان تبخیر در آن بالاست (سیستان ۴۰۰۰ و طرحهای نیشکر ۳۲۲۰ میلیمتر در سال)، عموماً طرحهای آبیاری و زه‌کشی با مسئله شوری خاک دست به‌گریبان هستند. تجربیات متعدد در ایران نشان می‌دهد که کلیه این اراضی امکان بهبود دارند و از این نظر جای هیچگونه نگرانی عمیق وجود ندارد. تجربه موفق اراضی سیستان که در آن هدایت الکتریکی خاک سطحی (۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) باکمک ۱۵۰ سانتی‌متر آبشویی از ۲۰۰ به ۵ دسی زیمنس بر متر رسیده‌است، نمونه‌ای از این موفقیت‌هاست. نظیر همین موفقیت‌ها، با کم و بیش اختلاف، در اراضی شاوور، هفت‌تپه، کارون، طرحهای هفت‌گانه توسعه نیشکر و ... نیز دیده شده‌است.

در خاک‌های غرب و جنوب کشورکه بطور عمده از رسوبات زاگرس منشاء گرفته‌اند، ترکیبات کلسیم به حد کافی وجود دارد. خوشبختانه وفور این ترکیبات موجب شده است که خاکهای سدیمی نیز تنها با

۱-Auger Hole Method

۲-Inversed Auger Hole Method (Porchet Method)

۳- Shallow Well Pump - in Test Method

کمک آبشویی و بدون نیاز به ماده اصلاح کننده بهبود یابند.
ملاحظات فوق مؤید این امر است که خاکهای شور ایران را می‌توان عمدتاً اصلاح‌پذیر قلمداد کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که تعداد آزمایشات آبشویی در هر طرح به یک یا دو آزمایش محدود شود و چنانچه بطور استثنایی نتیجه‌ای خلاف اصلاح‌پذیری خاک عاید شود، به تعداد آزمایشها افزوده گردد.

۴-۵- پوشش زه‌کشی

گرچه که بر اساس توصیه‌های معتبر، برخی از خاکها به پوشش زه‌کش نیاز ندارند، اما بر اساس اطلاعات ارایه شده توسط کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی، رویکرد امروز جهانی بر این است که از پوشش‌های زه‌کش و فیلترها برای اصلاح جریان آب درخاک و جلوگیری از نفوذ ذرات خاک و در عین حال عبور ذرات بسیار ریز استفاده شود. در ایران نیز درکلیه طرحها از پوشش حجیم شن و ماسه استفاده شده‌است. طرح شکست خورده زهکشی آبخور سد وشمگیر و نسبت دادن شکست آن به عدم انتخاب و کاربرد صحیح پوشش زه‌کش، توجه همگان را به این عامل مهم جلب کرده و طراحان را بیش از حد محتاط و محافظه کار کرده‌است. نظر نگارنده نیز بر این است که خاک‌های جنوب کشور به اندازه‌ای متنوع و متغیر هستند که به ناچار باید احتیاط لازم را در مورد پوششهای زه‌کش به کار برد. بررسیهای انجام شده در هلند نشان می‌دهد که قریب ۸۰ درصد موارد شکست در طرحهای زه‌کشی ناشی از وضعیت نامناسب فیلتر مصرف شده بوده‌است.
بررسیهای بعمل‌آمده نشان می‌دهد که مشاورین خارجی طرح وشمگیر دانه‌بندی خاصی را برای پوشش زه‌کش پیشنهاد نکرده‌اند. این عامل به خودی خود نشان دهنده عدم توجه مشاورین به اهمیت پوشش زه‌کش بوده است.
در ایران عموماً از دو استاندارد USBR, SCS برای طراحی پوشش زه‌کش استفاده می‌شود. نمونه‌برداری از پوشش زه‌کش در طرح وشمگیر ظاهراً نشان می‌دهد که دانه‌بندی پوشش زه‌کش با دانه‌بندی توصیه شده توسط USBR مطابقت دارد و از این رو این توهّم درکارشناسان زه‌کشی پیش آمده است که روش USBR استاندارد مناسبی برای ایران نیست. بنظر نگارنده این موضوع جای شک و تردید دارد زیراکه نمونه‌های برداشت شده نمونه‌های سالمی نیستند و همانطورکه زه‌کشها از رسوبات انباشته شده‌اند، نمونه پوشش‌ها نیز مملو از ذرات خارجی است. ذراتی که به هنگام اجرا در آن وجود نداشته‌است. علاوه بر این، گزارشات موجود نشان می‌دهد که اجرای زه‌کشها به درستی انجام نشده و بویژه در ناحیه زیرین لوله‌ها، پوشش زه‌کش ریخته نشده است. بدیهی است با توجه به اینکه زه‌آب عمدتاً از زیر زه‌کش به آن وارد می‌شود، می‌توان ورود ذرات سیلت به آن را انتظار داشت. به این ترتیب اصولاً مردود شمردن استانداردهای USBR جای تردید دارد و یگانه راهی که می‌تواند صحت یا رد این نظریه را مشخص کند، انجام تحقیقات کاربردی است. لازم به یادآوری است که کاربرد این استاندارد در طرح مغان با موفقیت همراه بوده‌است.
بالا بودن هزینه حمل، لزوم بازنگری در استفاده از پوشش‌های حجیم را نمایان می‌کند. درگزارش "اجرای زهکشی زیرزمینی در دشت سیستان" اشاره شده‌است که هزینه هر متر مکعب مصالح پوشش زه‌کشها به بیست هزار ریال می‌رسد. با توجه به اینکه درهر متر طولی زه‌کش حدود ۰/۲ متر مکعب

مصالح به مصرف می‌رسد، می‌توان به بالارفتن بیش از حد هزینه اجرای طرحهای زه‌کشی پی برد. در طرحهای نیشکر خوزستان، از معادن سبز آب اندیمشک و یا معدن گلال کهنک واقع در جاده دزفول به شوشتر استفاده شده که فاصله حمل آن بین ۵۰ تا ۲۲۰ کیلومتر بوده‌است. واضح است که حمل حدود سه میلیون تن مصالح برای ۱۶۰,۰۰۰ کیلومتر زه‌کش جانبی از فاصله‌ای این چنین دور آسان و کم هزینه نبوده‌است. بنظر می‌رسد که برای رهایی از این مشکلات باید به فکر استفاده از فیلترهای مصنوعی افتاد. در طرحهای نیشکر خوزستان آزمایشاتی در این مورد تنها با استفاده از دو نوع فیلتر انجام شده‌است. لایه‌های خاک در منطقه آزمایش به حدی متنوع بوده‌است که در جایی، زه‌کشی حتی بدون استفاده از فیلتر کارآیی لازم را داشته و در جایی دیگر فیلترهای مصنوعی کارآیی خود را ثابت نکرده‌اند. به هر حال نتایج این آزمایشها همراه با محافظه‌کاری منطقی و معقول مشاوران، استفاده از پوششهای شن و ماسه را تجویز کرده‌است. از آنجاکه در این آزمایشات تنها دو نوع فیلتر مورد استفاده قرارگرفته است، لازم است تا انواع بیشتری از فیلترها در طرحهای تحقیقات کاربردی مورد آزمایش قرارگیرند. لازم است یادآوری شود که امروزه می‌توان در ایران هر نوع فیلتری را با استفاده از ضایعات کارخانجات موکت‌سازی و فرش‌بافی متناسب با هر نوع خاک ساخت.

۵- چگونگی اجرا

قبل از بررسی چگونگی اجرای طرحهای زه‌کشی در ایران، لازم است که رویکردهای جهانی یادآوری شود.

- امروزه در جهان گرایش زیادی به استفاده از ماشینهای ترنچلس[۱] وجود دارد.
- در حال حاضر در اکثر نقاط جهان، استفاده از پوششهای شن و ماسه و یا الیاف مصنوعی توصیه می‌شود.
- امروزه در اکثر کشورها از لوله‌های پلاستیکی کنگره‌دار استفاده می‌شود.

۵-۱- ماشینهای زه‌کشی

ماشین‌های زه‌کشی را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

- بیل‌های مکانیکی
- ترنچرها[۲]
- ترنچلس‌ها
- ماشین‌های احداث زه‌کش لانه موشی[۳]

۱- Trenchless

۲- Trencher

۳- Mole Drain

بیل های مکانیکی فقط می توانند ترانشه حفرکنند وبقیه کارها یعنی پخش پوشش زه کش درزیرلوله، بسترسازی کف، لوله گذاری، پخش پوشش در اطراف و در بالای لوله و بازگرداندن خاک به محل اصلی به کمک دست یا ماشینهای دیگر صورت می‌گیرد. از این ماشین تنها در طرحهای کوچک استفاده می شود.

در طرحهای بزرگ ایران از ترنچرها استفاده بعمل می‌آید. بر اساس آمار بدست آمده ۴۱ دستگاه ترنچر در چهار مدل مختلف در ایران وجود دارد. میانگین توان اسمی این ماشین‌ها ۳۹۰ اسب بخار است و مجموعاً در حدود ۱۶۰۰۰ اسب بخار نیروی کار ترنچری در ایران وجود دارد.

خاکهای ایران نسبت به اروپا از نظر زه‌کشی تفاوت دارند. عمق نصب زه‌کشها در ایران حدود ۲ متر و دراروپا حدود ۱/۲ تا ۱/۵ متر است. خاک‌های اروپا به سبب داشتن مواد آلی، پرورده و پوک هستند در حالی که خاک‌های ایران عموماً از تراکم بالایی برخوردارند. بنابراین طبیعی است که سرعت کار ترنچرها در اروپا بمراتب بیش از سرعت کار آنها در ایران باشد. در حالی که در اروپا صحبت از کارکرد حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر در ساعت می‌شود، درایران عملکرد ترنچرهای موجود برای حفاری تا عمق ۲ تا۲/۵ متر و با عرض ترانشه ۰/۳ تا ۰/۵ متر بسته به نوع خاک بین ۴۰ تا ۱۶۰ متر در ساعت گزارش شده‌است. شاید در یک جمع‌بندی کلی بتوان عملکرد ماشینهای زه‌کشی با قدرت حدود ۳۶۰ اسب بخار را برای خاک‌های سبک، متوسط و سنگین به ترتیب بطور متوسط ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ متر در ساعت برآورد کرد.

براساس بررسیهای انجام شده، با ماشینهای موجود درکشور و تا استهلاک آنها می توان حدود ۱۲۵۰۰۰ هکتار دیگر از اراضی را زه‌کشی کرد. در صورتی که برنامه توسعه شبکه‌های زه‌کشی درکشور ازنظر تأمین اعتبارات و اولویتهای اجرایی حدود ۲۰۰۰۰ هکتار در سال باشد، با ماشینهای موجود می توان تا ۶ سال به عملیات اجرایی مبادرت کرد.

براساس بررسیهای انجام شده، ترنچرهای با قدرت پایین‌تر از ۳۵۰ تا ۳۶۰ اسب بخار کارآیی لازم را برای خاکهای ایران ندارند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که از ترنچرهای با قدرت بیش از آن استفاده شود. پر هزینه‌بودن تدارک شن و ماسه ایجاب می‌کند که عرض ترانشه به حداقل ممکن کاهش یابد. از این رو بایدتهیه ماشینهایی را موردحمایت قرارداد که بتواندانعطاف‌پذیری زیادتری درعرض ترانشه‌داشته‌باشد.

امروزه استفاده از سیستم کنترل شیب لیزری در ماشینهای زه‌کشی کاملاً متداول است. از آنجا که شیب طولی زه‌کشهای جانبی در ایران عموماً ناچیز است (۰/۰۰۰۷ تا ۰/۰۰۱)، اعمال کنترل‌های دستی در طرحهای بزرگ غیر ممکن بوده و استفاده از سیستم‌های لیزری اجتناب ناپذیر است. گرچه که استفاده از این سیستم در مناطق بادخیز و توأم با گرد و خاک مشکلاتی را در بر دارد، ولی باید تا حد ممکن برای افزایش دقت از این دستگاه‌ها استفاده کرد و در عین حال، دراین مناطق عملکرد دستگاه با کمک نقشه‌بردار کنترل شود.

انجام حفاری در زیر سطح ایستابی مشکلات ویژه خود را دارد. استفاده از سیستم حلزونی، عملکردی

بهتر از تسمه نقاله را داراست. یکی از مشکلات اصلی طرحهای نیشکر در حال حاضر کوبیدگی[1] و یا تراکم بیش از حد خاک در اثر عبور و مرور ماشین‌آلات است بطوریکه مثلاً در شرکت کشت و صنعت کارون این عقیده وجود دارد که هرگاه رطوبت خاک از ۱۹ درصد تجاوز کند، عبور و مرور ماشینهای سنگین موجب کوبیدگی می‌شود. بهیمن سبب پیش‌بینی می‌شود که کار با ماشینهای زه‌کشی در شرایط پس از بارندگی مشکلاتی را بوجود خواهد آورد. مشکلاتی‌که رفع آن به آسانی متدور نیست.

مجموعه‌این عوامل مؤیداین‌امراست که‌بررسیهای‌بیشتری درزمینه‌انتخاب ماشین‌های زه‌کشی لازم‌است. در ایران این توافق عمومی بین کارفرما، ناظر و پیمانکار وجود دارد که رقوم نصب زه‌کش نباید بیش از نصف قطر لوله از رقوم طراحی شده انحراف داشته باشد. استاندارد DIN 1185 اختلاف رقوم بیش از ۲ سانتی‌متر (کمتر یا بیشتر) بین رقوم طراحی و رقوم کارگذاری را مجاز نمی‌داند. شاید گفته شود که استاندارد مذکور بیشتر با شرایط اروپایی انطباق دارد ولی نگارنده توافق موجود بین عوامل اجرایی در ایران را نیز بیش از حد می‌داند و خطراتی را بویژه از نظر رسوبگذاری گوشزد می‌کند. به عبارتی گویاتر، اگر قطر لوله ۱۲۵ میلیمتر باشد، رواداری نصب زه‌کش از جانب اروپایی‌ها ۲ سانتی‌متر و از جانب ما ۶/۲ سانتی‌متر است. اگر حدود دقت ما در نصب زه‌کش در این حد باشد و همچنان عملکرد زه‌کشها رضایت‌بخش تلقی شود، باید یقین داشته باشیم که در قسمتی از زه‌کشهای ما، آب در لوله جریان ندارد و از داخل پوشش زه‌کش عبور می‌کند.

ترنچلس‌ها بدون جابجایی خاک، بوسیله خیش مخصوصی زمین را شکافته و لوله را در زیرزمین کار می‌گذارند. با این دستگاه‌ها، لوله‌هایی به قطر ۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر را همراه با پوشش زه‌کش و یا فیلتر می‌توان نصب کرد. سرعت کار این ماشینها ۲ تا ۳ برابر ترنچرهاست و می‌توانند در زمینهای سنگلاخی نیز کارکنند. توان مورد نیاز این ماشینها عموماً بیش از ترنچرهاست بطوری که برای نصب لوله در عمق ۱/۵ متری به ۲۰۰ اسب بخار، برای عمق ۲ متری به ۴۵۰ اسب بخار و برای عمق ۲/۵ متری به ۷۰۰ اسب بخار می‌رسد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که توان مورد نیاز به شدت با عمق افزایش می‌یابد.

همانطورکه گفته شد، رویکرد جهانی هم اکنون به سوی ماشینهای ترنچلس است. در حالی که در ایران تاکنون از این دستگاه استفاده نشده‌است. انجام بررسیهای بیشتر در مورد کاربرد این ماشینها با توجه به سرعت و کارآیی آنها برای طرحهای آینده ضرورت دارد.

۵-۲- نصب پوشش زه‌کش

تجربه شکست طرح زه‌کشی وشمگیر باید درس عبرتی برای کلیه دست‌اندرکاران زه‌کشی باشد. گرچه بررسیهای بعمل آمده نشان داده است که در مرحله طراحی، توجه کافی به مسئله پوشش زه‌کش بعمل

۱-Compaction

نیامده، اما بنظر می‌رسد که بیشترین اشکال به نحوه اجرا بستگی داشته است. رعایت حداقل ضخامت پوشش زه‌کش (۷/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر از کلیه جوانب) و رعایت دانه‌بندی متناسب با خاک اطراف الزامی است. دانه‌بندی خاک‌های محل نصب زه‌کش در طول مسیر خود تغییر قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. این امر بطور عمده ناشی از درهم ریختگی بافت ناشی از رسوبگذاری و فرسایش‌های متناوبی است که به هنگام تشکیل خاک رخ داده‌است. خاکهای مناطق زه‌دار ایران و بویژه خوزستان دارای این ویژگی مهم هستند. بنابراین ممکن است که تنها استفاده از یک نوع پوشش زه‌کش در یک طرح بزرگ کفایت نکند و ضرورت داشته باشد تا پوششهای متنوع متناسب با نوع خاک ترانشه‌ها مصرف شود.

شکست طرحها در اثر گرفتگی عموماً در اوایل بهره‌برداری اتفاق می‌افتد. بنابراین نحوه رفتار کاربران با خاک دراین هنگام اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از کارهای مناسب این است که خاک در روی مسیر زه‌کشها بصورت پشته‌ای درآید تا از نفوذ مستقیم آب آبیاری به آن جلوگیری شود. همچنین در عملیات آبشویی مطلقاً از نفوذ قائم آب به زه‌کشها اجتناب گردد.

۵-۳- نصب لوله

در سالهای اخیر، استفاده از لوله‌های PVC و یا پلی‌اتیلن کنگره‌دار بعنوان زه‌کش جانبی در ایران رواج کامل یافته و دیگر از زه‌کشهای سفالی یا سیمانی استفاده نمی‌شود. کاربرد آسان، انعطاف‌پذیری همراه با سبکی و مقاومت در مقابل شکستگی، پایداری در مقابل املاح خاک، یکنواختی پخش سوراخها در طول لوله، امکان استفاده از پوششهای مصنوعی و امکان لایروبی از ویژگیهای منحصر به فرد این گونه لوله‌هاست. یکی از مشکلات مهمی که در استفاده از این لوله‌ها وجود دارد، کرایه حمل بالا بعلت حجیم بودن آن است. در طرح‌های مغان و سیستان، لوله‌ها از تهران به محل مصرف حمل شده‌اند. با توجه به اینکه دستگاههای اکسترودر[۱] و کاروگیتر[۲] برای ساخت این لوله‌ها از حجم بالایی برخوردار نیست و پیچیدگی زیادی ندارد، در صورتی که امکان انتقال و استقرار این ماشینها در محل وجود داشته باشد می‌تواند، درکاهش هزینه‌ها مؤثر باشد. امروزه دستگاههایی وجود دارد که در یک کانتینر جا می‌گیرند و بوسیله کامیون قابل حمل هستند.

در ایران عموماً از استانداردهای DIN 1187 برای ساخت لوله‌های زه‌کشی از جنس پی وی سی استفاده می‌شود. از آنجا که شرایط ایران با اروپا بویژه از نظر عمق زه‌کش تفاوت اساسی دارد و عموماً مدیریت ضعیف‌تری در مراحل ساخت وبهره‌برداری اعمال می‌شود، جا دارد که مؤسسات تحقیقاتی، پژوهش‌هایی را در مورد استاندارد لوله‌های زه‌کشی آغاز کنند.

لوله‌های زه‌کشی عموماً نسبت به تابش آفتاب و اشعه ماوراء بنفش آن حساسیت دارند. بنابراین ضرورت دارد که در انباری سرپوشیده نگهداری شوند؛ موضوعی که غالباً رعایت نمی‌شود. به کارگیری سرعت بیش از حد ترنچرها موجب خطای فاحش نصب می‌شود و در شرایط وجود گرد و خاک، کارآیی

۱- Extruder

۲- Corrugator

سیستم لیزری دچار اشکال می‌گردد. نظارت بموقع در زمان نصب، بسیاری از این مشکلات را مرتفع خواهد کرد.

لوله‌های جمع‌کننده بکار رفته در طرحهای ایران عموماً بتنی هستند. کارگذاری این لوله‌ها بویژه در شرایط زیر سطح ایستابی و در اعماق زیاد با مشکلات عدیده‌ای مواجه است. شدت این مشکلات هنگامی افزایش می‌یابد که لایه‌های ماسه‌ای روان نیز در طبقات زیر سطح ایستابی وجود داشته‌باشد. بررسی مشکلات اجرایی زه‌کشهای جمع کننده در طرحهای نیشکر خوزستان، گواه مشقت‌هایی است که پیمانکاران دراین راه متحمل شده‌اند. بنظر نگارنده علیرغم تلاشهای فراوانی که در این امر صورت گرفته است، به سبب عدم بهره‌برداری از شبکه زه‌کشی، هنوزکارآیی سیستم مشخص نیست و احتمال گرفتگی و یا خروج لوله‌ها از مسیر وجود دارد.

اختلاف بار هیدرولیکی داخل زه‌کش جمع کننده و محیط اطراف آن که در طرحهای نیشکر، گاه به حدود ۳ متر می‌رسد، خطر حرکت مواد ریزدانه و انتقال آن به داخل زه‌کش را در برداشته‌است.

بنظر می‌رسد که با تمهیداتی در تجهیزات کارخانه‌های سازنده لوله‌های زهکشی، بتوان لوله‌هایی با قطر ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر تولید کرد تا بعنوان زه‌کش جمع‌کننده مصرف شود. استفاده از لوله جمع کننده مشبک، نه تنها قسمتی از زه‌آب زیرزمینی را جمع‌آوری می‌کند، بلکه در برخی موارد می‌توان عملیات نصب را با استفاده از ماشین تسهیل کرد. از سویی دیگر، اشکال کار دراین است که نصب زه‌کشهای جمع کننده به کمک ترنچر به سبب عرض و عمق بیشتر نیازمند نیرویی در حدود ۵۵۰ اسب بخار است. پژوهش در این مورد توسط مؤسسات تحقیقاتی، پیمانکاران و مشاورین توصیه می‌شود.

۶- اشکالات ساختاری

پیشرفت طرحهای آبیاری و زه‌کشی در بسیاری ازکشورها با مشکلات ساختاری و ریشه‌ای روبروست. در ایران، سایه مشکلات ساختاری بر سر مسائل فنی سنگینی می‌کند و بجاست که این مسائل مورد بررسی دقیق‌تر کارشناسانه قرارگیرد. برخی از این موارد که از نظر نگارنده از اهمیت بیشتری برخوردار است در زیر به اختصار ذکر می‌شود:

۶-۱- بلندپروازانه بودن برخی طرحها و طولانی شدن دوره اجرای آنها

درکشورما، برخی از طرحها بسیار بلند پروازانه مطرح می‌شوند بطوری که امکان دست‌یابی به هدفهای آنها در مدت پیش‌بینی شده، اصولاً غیر ممکن و یا لااقل دشوار است. طرحهای آبیاری و زه‌کشی نیز از این قاعده مستثنی نیستند. طرح توسعه نیشکر از اواخر سال ۱۳۷۰ آغاز شده و بنا به گزارش سازمان برنامه و بودجه تاکنون حدود ۳۰ درصد پیشرفت داشته است. مقایسه برنامه‌ها با عملکرد واقعی نشان می‌دهد که اجرای طرح بسیار عقب‌تر از پیش‌بینی‌هاست. مطالعات طرح سیستان به سالهای دهه ۱۳۴۰ بر می‌گردد و اجرای طرح مغان در سطحی معادل ۵۸۵۰ هکتار، ۱۲ سال زمان برده‌است. آیا امکان

نداشت که مثلاً طرحهای نیشکر را یک به یک شروع کرد و یک به یک به بهره‌برداری رساند؟ و از هر واحد، درسی آموخت و در واحد بعدی آن را به کار بست؟ آیا هنوز مطالعات اقتصادی این طرحها پا برجا هستند؟ شک نیست که طرحی موجه است که با در نظر گرفتن امکانات و محدودیت‌ها تهیه شده‌باشد.

۶-۲- نظام مدیریت بهره‌برداری و نگهداری

درکشور ما، در دهه‌های اخیر تلاش زیادی در توسعه فیزیکی شبکه‌های آبیاری و زه‌کشی صورت گرفته است. هم اکنون سطح زیر شبکه‌های مدرن آبیاری حدود ۱/۲ میلیون هکتار است که با اتمام طرحهای در دست مطالعه و اجرا به ۱/۹ میلیون هکتار خواهد رسید. در این مدت توجه جدی به جنبه‌های نرم‌افزاری نظیر مدیریت بهره‌برداری و نگهداری، ارزیابی عملکرد و پایش[1] طرحها نشده‌است. کارشناسان عقیده‌دارند که عملکرد شبکه‌های آبیاری از نظرکارآیی، کمتر از حد انتظار و میزان پیش‌بینی شده در طرحها بوده‌است. هرچند که به پیروی از سیاستها و خط‌مشی‌های جدید، مقرر است که نگهداری شبکه‌های آبیاری و زه‌کشی در سطح مزرعه به کشاورزان بهره‌بردار واگذار شود، ولی نه از جنبه‌های اداری، نه از نظر حقوقی و تدوین قوانین و نه از نظر جنبه‌های فنی، مالی و ترویجی در تدارک امکانات و مقدمات کار تلاشی صورت نگرفته است. این کاستی‌ها، بطور قطع و یقین، عمدتاً به علت کم توجهی به مسائل مدیریت بهره‌برداری و نگهداری است. تحقق این امر نیازمند عزمی همگانی، نظام‌دهی و قبول مشارکت مردمی است.

۶-۳- تحقیقات کاربردی

بدون شک، توجه بیشتر به تحقیقات کاربردی می‌تواند راه‌گشای امور اجرایی باشد. پژوهشهای انجام شده در زمینه‌های آبیاری و زه‌کشی بسیارکمتر از حدی است که پاسخگوی نیازهای کشور باشد. بخشی از تحقیقات زه‌کشی به مصالح و لوازم مرتبط است. سرعت تحول در ماشینهای زه‌کشی، پوشش‌ها و فیلترها و نیز لوله‌ها بحدی زیاد بوده است که ما نتوانسته‌ایم به تعقیب آن بپردازیم. اصولاً عمر تمامی آنچه که گفته شد از چند دهه تجاوز نمی‌کند و عمر زه‌کشی درایران نیز به چند دهه نمی‌رسد. باید به تحقیقات شتابی معقولانه و منطقی بخشند. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به اندازه‌ای جوان است که نمی‌توان همه را از آن انتظار داشت. دانشگاه‌ها باید نقشی بیشتر بعهده گیرند و تحقیقات خود را به سمت پژوهشهای کاربردی سوق دهند. نگارنده عقیده دارد که اگر برخی ازکشورهای پیشرو امریکایی و اروپایی به سمت تحقیقات محض می‌روند برای این است که سالاری خود را در عرصه علم همچنان پا برجا نگهدارند. حتی چنین کشورهایی نیز تحقیقات کاربردی را فراموش نکرده‌اند گرچه که

۱- Monitoring

قسمتهای زیادی از آنرا بعهده صنایع و تکنولوژی گذارده‌اند. بعید است که مابتوانیم با انجام تحقیقات محض جایگاهی در جهان پیداکنیم و یا مسایل جاری خود را مرتفع سازیم. ولی با پژوهشهای کاربردی مسلماً خواهیم توانست بر بسیاری از مشکلات فنی و اقتصادی خود فائق آییم.

زمینه‌های دیگر تحقیقات زه‌کشی به تعیین معیارهای مناسب طراحی مربوط است. پایه‌گذاری بررسیها بر روشهای توصیه شده در منابع علمی خارجی، گهگاه نتایج رضایت بخشی را عاید نمی‌کند. تطابق معیارهای خارجی با شرایط کشور و استاندارد کردن ضوابط طراحی از مهمترین کارهایی است که باید در آینده به مرور انجام شود. سرعت کار طرح استانداردهای مهندسی آب کشور در زمینه زه‌کشی بهیچوجه کافی نیست و تقویت این بخش از کار قوّیاً توصیه می‌شود.

۶-۴- احداث مزارع آزمایشی

زه‌کشی به عوامل آب و هوایی، ویژگیهای خاک و خصوصیات گیاه بستگی دارد. بقول Luthin در مقدمه کتاب "مهندسی زه‌کشی"، همه ما که در زمینه زه‌کشی کار می‌کنیم، مدیون دکتر هوگهات هستیم که برای اولین بار مسائل زه‌کشی را مورد تجزیه و تحلیل منطقی قرار داد. از آن زمان یعنی از سال ۱۹۴۰ تاکنون بیش از ۱۶۰ تئوری مختلف بوجود آمده‌است که همه آنها می‌توانند بصورت نظری روابط آب و خاک و گیاه را حل کنند ولی همه عوامل را نمی‌توان کمّی کرد و در فرمول گذاشت. چگونه می‌توان اثر ساختمان خاک، درز و ترکها، وجود ریشه در خاک، بافت خاک، رفتار ریشه و ده‌ها پارامتر دیگر را دید؟ زه‌کشی بهمان اندازه که از علم و فن بهره‌می‌برد، دارای عوامل نا مشخص و یا غیر قابل اندازه‌گیری زیادی است. برای ملاحظه عوامل مختلف، باید به احداث مزارع آزمایشی **همت گماشت**. مشکلات اجرایی این کار زیاد است. تدارک زمین، ماشین‌آلات، لوازم، پوشش مناسب زه‌کش، لوله، آب، محل مناسب تخلیه و ... کار آسانی نیست ولی ممکن است ثمره‌ای بسیار خوشایند داشته باشد. ما اگر مزرعه آزمایشی می‌داشتیم، شاید امروز از طرح وشمگیر بعنوان یک طرح شکست‌خورده یاد نمی‌کردیم. ما اگر در طرح نیشکر مزرعه آزمایشی داشتیم، مهندسین ما امروز دلواپس و نگران عملکرد زه‌کشها در آینده نبودند. راستی اگر خدای ناکرده عملکرد زه‌کشها در این طرح رضایت‌بخش نباشد، چه باید کرد؟ اگر فاصله زه‌کشها را در برآوردهایمان به درستی انتخاب نکرده‌باشیم، چقدر پول هدر رفته است؟ اگر بتوانیم فواصل زهکشی را تنها ۱۰ درصد افزایش بدهیم مسلماً در هزینه‌های پروژه‌ها صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای بعمل خواهد آمد.

۶-۵- تقویت مدیریت آبیاری

در ایران، احداث سدهای مخزنی و در نتیجه انتقال حجم بیشتری آب به منطقه‌ای مشخص، اراضی بسیاری را زه‌دار کرده‌است. گرچه این مسئله را نمی‌توان بصورت یک اصل کلی پذیرفت، ولی اراضی

خوزستان، فارس و مغان گواهی بر این مدعا هستند. علل اصلی این امر، درکنار سایر عوامل، پایین بودن راندمان آبیاری است. پذیرش راندمانهای غیر واقعی و خوش‌بینانه در مرحله طراحی، دیر یا زود، خطر ماندابی شدن اراضی را در پی خواهد داشت.

گروهی از کارشناسان، افزایش آب بها را عامل مؤثر اصلی در افزایش راندمان می‌دانند و معتقدند تا هنگامی که آب تقریباً رایگان است، امیدی به بهبود راندمان وجود ندارد. این نظریه را باید با شک و تردید نگاه کرد زیرا مثلاًافزایش قیمت بنزین ظاهراًنتوانسته‌است تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر الگوی مصرف ما داشته‌باشد. بدون شک حذف یارانه‌دولت تاثیری رابرقیمت تمام‌شده‌محصولات و رشدبخش‌کشاورزی خواهد داشت و از این رو باید به فکر راههای دیگر برای افزایش راندمان آبیاری بود. آموزش و ترویج بدون شک نتیجه‌بخش خواهند بود، گرچه که باکمک این دو، نمی‌توان انتظاراتی کوتاه مدت داشت.

۶-۶- لزوم بازنگری در فهرست بها

فهرست بهائی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد به گونه‌ای است که بدرستی نمی‌توان بهینه سازی عمق و فاصله زه‌کشهای زیرزمینی را انجام داد. مطالعات مکرر نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از این فهرست بها همواره بهترین عمق زه‌کش در حدود ۲ متر خواهد بود زیرا که هزینه حفر ترانشه برای هر عمقی تا ۲ متر دارای یک قیسمت است. لازم است که این فهرست بها بنحوی مورد بازنگری قرارگیرد که مثلاً به ازای هرگام ده‌سانتی‌متری از عمق زه‌کش، قیمت مشخصی را ارائه کند.

۶-۷- مسائل زیست محیطی

برای داشتن کشاورزی پایدار، باید به مسائل زیست محیطی توجه بیشتری کرد. در زه‌کشی مسائل مهم زیست‌محیطی عبارتند از شوری مجدد خاکها، تنوع زیستی[1] وکیفیت آب برگشتی. آنچه که یادآوری آن در حال حاضر از اهمیت فوری‌تری برخوردار است، کیفیت آب برگشتی است. هم اکنون رودخانه کارون در خطر قرار دارد. احتمالاً در چند سال آینده و پس از بهره‌برداری از طرحهای بالادست، کیفیت آب کارون در دارخوین در حدود ۲/۵ تا ۳ دسی زیمنس بر متر خواهد بود که درکلاس خیلی شور قرار می‌گیرد. برگرداندن زه‌آب بسیار شور و مملو از بقایای مواد شیمیایی ناشی از کودها، علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها برای تنوع زیستی رودخانه کارون و بیش از آن برای تنوع زیستی هور شادگان خطرناک است. ضرورت دارد که به مسائل زیست محیطی توجه بیشتری داشته باشیم. □

1- Bio Diversity

منابع:

۱-گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، ۱۳۷۶، راهنمای احداث زه‌کش‌های زیرزمینی (ترجمه)، چاپ اول.

۲-بازاری، محمد ابراهیم، امین علیزاده و سعید نی‌ریزی، ۱۳۶۷، مهندسی زه‌کشی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۰۳.

۳-مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۳۷۸، ضرورت شناخت و بهره‌برداری از منابع خاک و آب با محدودیت‌های شوری در کشاورزی کشور.

۴-آذری، اردوان، ۱۳۷۸، شبکه زه‌کشی زیرزمینی دشت مغان.

۵-شیخ‌الاسلام، محمد جواد، ۱۳۷۸، اجرای زه‌کشی زیرزمینی در دشت سیستان.

۶-لطفی، احمد، ۱۳۷۸، اجرای زه‌کشی زیرزمینی در دشت بهبهان.

۷-مداح، محمد، ۱۳۷۸، مشکلات اجرایی زه‌کشهای زیرزمینی در طرح توسعه نیشکر و صنایع جانبی.

۸-پرهامی، محمد، ۱۳۷۸، مروری بر نارسائیهای فنی شبکه زه‌کشی عمقی وشمگیرگرگان.

۹-کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، ۱۳۷۷، مجموعه مقالات نهمین همایش، مدیریت تخصیص و بهره‌برداری بهینه از آب در کشاورزی.

۱۰- آذری، اردوان، ۱۳۷۸، ترنچرهای زه‌کشی در ایران.

۱۱- حسن اقلی، علیرضا، ۱۳۷۷، آشنایی با زه‌کشی اراضی کشاورزی، ضرورت و اهمیت آن.

۱۲- لطفی، احمد، ۱۳۷۸، امکانات تولید لوله‌های پلاستیک برای زه‌کشی زیرزمینی در ایران.

۱۳- هیئت اجرایی کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، ۱۳۷۷، تجارب جهانی مشارکت کشاورزان در مدیریت آبیاری.

۱۴- گروه کار ارزیابی سیستم‌های آبیاری و زه‌کشی، کمیته ملی آبیاری و زه‌کشی ایران، ۱۳۷۵، ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زه‌کشی و تشخیص عوامل مؤثر بر آن.

۱۵- گروه کار اثرات زیست محیطی طرحهای آبیاری، زه‌کشی و کنترل سیلاب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۶، راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای آبیاری، زه‌کشی و کنترل سیلاب.

16- Officials of SCS, US Dept. of Agriculture, 19663, Drainage of Agricultural Land

17- USBR, 1978, Drainage Manual.