

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 پرکردن ترانشه

گرچه انجام عملیات فوق با دست و توسط نیروی کارگر نیز میسر می‌باشد، لیکن از نظر سرعت، دقّت و کیفیت اجرا، استفاده از ماشین‌های مخصوص برای این منظور مزیت بلا منازعی داشته و به ویژه در شرایط لجنی و کار در زیر سطح ایستابی و خاک‌های ریزشی، این امر اجتناب ناپذیر 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^۱

- ترنچرهای^۲

- ترنچلس‌های^۳

- ماشین‌های احداث زهکش‌های لانه‌موشی^۴

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 نمی‌باشد، 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 به کارگیری دو ماشین دیگر متداول نمی‌باشد.^۱

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 تجارت حاصل از به کارگیری این ماشین‌ها از طریق انتشار پرسشنامه مخصوصی از سوی گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران جمع آوری 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 باستی با گام‌های بعدی تکمیل گردد. به ویژه دسترسی به همه تجارت موجود در کشور و همه کسانی که به نحوی با ماشین‌های زهکشی سروکار 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 جمع آوری و انتقال تجارت پراکنده در نواحی مختلف کشور، فراهم شود و تالا زاین طریق قدم‌های اولیه جهت تدوین استانداردهای مالی ماشین‌های زهکشی مناسب شرایط ایران برداشته شود.

گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ضمن تشریف و سپاسگزاری از کلیه شرکت‌ها، سازمان‌ها و کارشناسان محترم که اطلاعات و تجارت 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 ترنچلساها 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 رضابتخشی 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 هم زمان انجام می داد به بازار عرضه شد.^[۲] استفاده از این نوع ماشین ها به ویژه پس از تولید و عرضه لوله های پلاستیکی بیشتر رونق پیدا کرد. البته لوله های پلاستیکی ضخیم برای مقاصد زهکشی در سال های دهه ۱۹۴۰ عرضه شده بود، لیکن قیمت آنها قابلیت رقابت با لوله های سفالی را نداشت.^[۱] با این حال در اوایل سال های ۱۹۶۰ لوله های پلاستیکی نازک (صف و خرطومی) با قیمت پایین عرضه شد و به این ترتیب عصر جدیدی در روش های احداث زهکش ها آغاز شد.

از نظر مکانیسم سیستم حفار، در سال های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ ماشین های حفاری گردونه ای^۱ متداول بود لیکن در دهه ۱۹۶۰ این ماشین ها جای خود را به ترنچرهای زنجیری دادند که به مثابه تکنولوژی جدیدتری محسوب می شدند. این ماشین ها قادر بودند ضمن حفر ترانشه به طور هم زمان لوله های زهکشی سفالی را کارگذاری اکرده و روی آن را با خاک حاصل از حفاری پوشانند. از حدود سال ۱۹۶۵ پس از تولید لوله های پلاستیکی نرم خرطومی^۲، ماشین های ترنچلس به عنوان یکی از مدرن ترین ابزار زهکشی به بازار عرضه شد. وسیله حفار این ماشین ها که قبل از صورت خیش های مخصوص به عنوان دنباله تراکتور چرخ زنجیری یا چرخ لاستیکی و یا حیوان استفاده می شد، با انجام تغییراتی، بر روی ماشین های قوی به کار گرفته شد به گونه ای که تنها با ایجاد یک شکاف باریک در خاک بدون بر هم زدن خاک اطراف، قادر به تعییه هم زمان لوله در عمق خاک گردید.^[۱] (شکل شماره ۲)

۲- ویژگی های ماشین های زهکشی

در حال حاضر ماشین هایی که برای اجرای عملیات زهکشی مورد استفاده قرار می گیرند انواع متنوعی از ترنچرهای ترنچلس ها هستند^[۷] که شرح مختصری بر ویژگی های هر کدام از آنها در زیر ارائه گردیده است.

۱-۱- ترنچرهای

ترنچرهای 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 ماشین ها از نظر توان کارکرد، متناسب با نیازهای اجرایی زهکشی از تراکتورهای کوچک با عمق حفاری حداقل ۱ متر (با توان حدود ۱۰۰ اسب بخار) تا ماشین های سنگین برای نصب لوله های قطره جمع کننده در

اعماق حدود ۳/۵ متر (با توان بیش از ۴۰۰ اسب بخار) ساخته و عرضه می شوند. به این ترتیب انتخاب ماشین می بایستی با توجه 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 تیغه های حفار نصب شده اند. عمق و عرض ترانشه قابل حفر توسط ترنچرهای زنجیری، از طریق جابه جایی و تنظیم ادوات حفاری بر روی آن قابل تغییر است. عمق حداکثر حفاری، بسته به نوع ماشین از ۱ تا ۳/۵ متر می باشد. گواینکه در سال های اخیر ترنچرهای مخصوصی طراحی و عرضه شده اند که تا اعماق حدود ۸ متر نیز برای مقاصد خاصی قادر به حفاری هستند [۱۹]. در این ترنچرهای زنجیر حفاری نسبت به سطح زمین به طور قائم قرار گرفته و با ادوات هیدرولیکی، عمود بر محور ماشین، حرکت می نماید (تقریباً شبیه لیفت تراک ها).

عرض ترانشه در ترنچرهای معمولاً بین ۱۲ تا ۶۵ سانتی متر متغیر است عرض معمول برای نصب زهکش های زیرزمینی بین ۲۰ تا ۳۵ سانتی متر می باشد. توان موتور ترنچرهای بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ اسب بخار، وزن آنها بین ۱۰ تا ۵۰ تن و فشار وارد بر خاک بین ۲/۰ تا ۳/۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد [۷].

پیش از به کار گیری تکنولوژی لیزر، تنظیم شیب و عمق نصب در ترنچرهای توسط راننده و از طریق شاخص های مخصوصی صورت می گرفت. این روش در حال حاضر نیز به کار گرفته می شود. لیکن اغلب ترنچرهای جدید مجهز به سیستم کنترل لیزری شیب هستند و از این طریق سرعت کار افزایش و کارآیی نصب بیشتر شده است (شکل های شماره ۴ و ۵).

لوله های پلاستیکی خرطومی برای زهکش های زیرزمینی یا به صورت کلاف روی فرقه های مخصوص ماشین سوار شده و از طریق ریلهای مخصوصی به داخل ترانشه هدایت می گردند و یا قبل از کنار مسیر ترانشه مستقر شده و به هم متصل می گردند و سپس توسط ماشین، حین حرکت در امتداد ترانشه، از زمین بلند شده و به ترانشه انتقال یافته و کارگذاری می شود. لوله های خرطومی قطور (لوله های جمع کننده) لزوماً به روش اخیر کارگذاری می شوند.

ترنچرهای می توانند برای کارگذاری لوله های سفالی و سیمانی نیز به کار روند در این صورت با استفاده از نیروی کارگر، لوله ها مرتبأ در قیف مخصوص قرار داده می شود و با حرکت ماشین به جلو و حفر ترانشه، در کف ترانشه کارگذاری می شوند. هم چنین در این ماشین ها شن و ماسه فیلتری دور لوله های زهکشی از طریق یک مخزن ویژه که به یک یا دو قیف مربوط می شود، کارگذاری می گردد. این در صورتی است که از لوله های دارای فیلتر های مصنوعی^۱ استفاده نشود.

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

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 پست اروپایی مصدق 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].

معمولًاً 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 لوله گذاری به ۲۵۰ تا ۳۰۰ نفر - ساعت نیاز است) [۸].

از ابداعاتی که در سال‌های اخیر در ترنچرهای ریختنی ایجاد شده اند 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 بربزد. 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 بالوله‌های زیرزمینی بدون حفر ترانشه، تکامل فکر پوشش زهکش‌های لانه موشی بوده و قدمت آن به سال ۱۹۶۰ می‌رسد [۳].

ترنچلس‌ها بدون جایه‌جایی 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 ترنچرهای بوده (۲ تا ۳

برابر) و از آنها اقتصادی ترند. 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 کترول 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 $1/5$ 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 $2/5$ متری به ماشینی با قدرت ۷۰۰ اسب بخار نیاز دارد [۱]. امروزه خیش‌های دستگاه برای انتباط با شرایط خاک و عمق نصب زهکش به اشكال مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. خیش‌های L شکل برای خاک‌های پایدار، ماسه‌ای یا سنگریزه‌ای مناسب هستند. خیش‌های V یا Δ 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 Δ 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، به کارگیری تیغه‌های لرزان^۱ است که از طریق ایجاد ارتعاش با دامنه کوتاه در تیغه خیش حالت سیال‌تری را به خاک می‌دهد و ماشین‌های با توان کمتر را قادر می‌سازد که کار ماشین‌های بزرگتر را انجام دهد [۱].

1- Vibrating blades

جدول شماره ۱

مشخصات فنی تعدادی از ماشین آلات ساخت کشورهای مختلف براساس اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه‌های مازنده

کشور مسازنده	کارخانه مسازنده	نوع و مدل ماشین	وزن (ton)	مشخصات موتوور			مشخصات موتوور	نوع قدرت اسی (HP)	عرض تراشه (m)	عمق تراشه (m)	سرعت زنجیر (m/s)
				سرعت میسیسم برخای (Kg/cm ²)	ساعت انتقال نیرو	سرعت زنجیر حرکت بز					
هند	STEENBERGEN HOLBDRRAIN	BSS-375-super spetial	۲۳	۱۹۰	۲/۷-۳/۷	۰/۱۰	۴۶	۴۴۶	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۴
هند	STEENBERGEN KLAASWOOL	BSS-300-HD B-450	۲۵	۲۱۰	۲/۰	۰/۴	۲۱۹	۲۱۹	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۳
۰/۲۲	هند	BSS-300	۲۲	۲۱۰	۰/۸-۴/۵	۰/۵	۲۱۵	۲۱۹	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۱
هند	GSS-Super	۲۲	۲۱۰	۰/۸-۴/۵	۰/۶۸-۰/۶۸	۰/۰-۳/۰	۰/۲۵-۰/۲۵	۲۱۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۱
هند	GSS-300 W	۲۳	۲۱۰	۰/۹-۴/۹	۰/۱۲۲-۰/۱۲۲	۰/۰	۰/۱۲۰-۰/۱۲۰	۲۱۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۸
هند	BSS-350-TCW	۲۳	۲۱۰	۰/۱۲۲-۰/۱۲۲	۰/۱۲۲-۰/۱۲۲	۰/۰	۰/۱۵	۲۱۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۸
هند	STEENBERGEN KLAASWOOL	۲۴	۱۱۵	۰/۲۵-۰/۲۵	۰/۳۵-۰/۳۵	۰/۰	۰/۲۵-۰/۲۵	۲۱۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۸
هند	B-500	۲۵	۱۷۶	۰/۲۵-۰/۲۵	۰/۳۰-۰/۳۰	۰/۰	۰/۲۵-۰/۲۵	۱۷۶	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۰
هند	G/S-5-2555	۱۴	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۶-۰/۱۶	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰
۰/۳۴	DEUTZ	۱۳	۱۷۶	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۷۶	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۵/۰
۰/۳۲	DAF	۱۸	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰
۰/۳۱	D30 HEAVY HOLLAND	۱۴	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰
۰/۳۳	DEUTZ	۱۳	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰
۰/۳۰	DEUTZ	۱۳	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰
۰/۳۱	DEUTZ	۱۱	۱۶۵	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۱۸-۰/۱۸	۰/۰	۰/۱۸-۰/۱۸	۱۶۵	۰/۷۸-۰/۷۸	۰/۷	۴/۰

ادامه جدول شماره ۱

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

کشور سازنده	نوع و مدل کارخانه	وزن	مشخصات موتور	مشخصات حفاری	سرعت حرکت (Km/h)	سیستم انتقال نیرو	مشخصات فشار ورود برش خاک (Kg/cm ²)
ماشین	ماشین	(ton)	RPM (HP)	عرض زیرانه (m)	سرعت زیرانه (m/s)	ارتفاع زیرانه (m)	
MASTENBROEK هولند - انگلیس	VOLVO TD-100G	۲۶/۵	۴۷۰	۰/۱۱۰/۴	۰/۱۵	۰/۱۸	۷/۱-۴-۶
AMERIKA-آلمان	Cummins KTA19-C	۴۲	۵۲۵	۰/۱۳-۰/۸	۰/۱۸-۴/۱	۰/۱۸-۴/۰	۷/۴-۴-۶
AMERIKA-آلمان	Volvo TD61A	۱۲	۱۶۵	۰/۱۱۱-۰/۴۰	۰/۱۵-۱/۶	۰/۱۸-۴/۰	۷/۱-۴-۶
VERMER	Cummins F8	۶۰/۸۰	۷۰۰	۰/۱۸	۰/۱۵-۸/۰	۰/۱۲-۴/۶	
T-800B	GM6V-53	۱۹۳	۱۹۵	۰/۱۰۰	۰/۱۴۰	۰/۱۴-۳/۶	
DEUTZ	Ford Tw-10	۱۲۷	۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۱۷۰	۰/۱۷-۴/۱۳	
Gigant-685	DEUTZ Super Gigant 522	۱۳۴۶	۱۲۶	۰/۱۰-۰/۲۹	۰/۱۳-۰/۱۹	۰/۱۰-۵-۰/۱۰	۰/۱۰-۴-۶
HOES	DEUTZ Super Gigant 525	۱۲۶	۱۲۶	۰/۱۰-۰/۱۰	۰/۱۳-۰/۱۰	۰/۱۰-۵-۰/۱۰	۰/۱۰-۴-۶
amerika	TRENCOR-JETCO	۲۲/۷	1030-D	۰/۱۰	۰/۱۳۰-۰/۱۰	۰/۱۱-۴/۰	۰/۱۰-۴-۶
هولند	INTER-DRAIN	۴۲	3035-HT	۰/۱۰	۰/۱۳-۰/۱۰	۰/۱۱-۳/۰	۰/۱۰-۴-۶
amerika	VOLVO TWD-121P	۴۵	3035-T	—	—	—	
amerika	VOLVO TWD-121G	۱۷	2028-HT	۰/۱۳-۰/۱۰	۰/۱۰-۳/۰	۰/۱۰-۳/۰	۰/۱۰-۴-۶
amerika	VOLVO TD-121G	۱۷	2028-HT	۰/۱۰-۳/۰	۰/۱۰-۳/۰	۰/۱۰-۳/۰	۰/۱۰-۴-۶

۳- سوابق استفاده از ماشین‌های زهکشی در ایران

احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی نوین، اولین بار در دهه 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 شاور 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 (تبوشه)، ابتدا در مقیاس کوچک (حدود ۵۰ هکتار) در سال‌های ۱۳۴۱-۴۲ 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 حداقل 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 هفت‌په خوزستان به انجام رسید. کار نصب زهکش‌ها با استفاده از ۳ دستگاه ترنچر با مارک "پارسونز"^۱ 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^۲ و عمق حداقل حفاری آن حدود ۳ متر و عرض ترانشه حاصله حدود ۷۰-۸۰ سانتی‌متر بود. نصب لوله‌های زهکشی (تبوشه‌ها) 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 هفت‌په تحت عملیات زهکشی قرار گرفت نهایتاً به ۱۱۰۰۰ هکتار بالغ گردید.

پس از طرح نیشکر هفت‌په، 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 ۱۳۵۳-۵۴ شبکه زهکشی زیرزمینی اراضی آبخور سد وشمگیر و مزرعه نمونه ارتش در دشت گرگان با استفاده (Barth Holland) توسط پیمانکاران داخلی اجرا گردید.

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 اکالپیتوس در شمال خرمشهر از ماشین‌آلات زهکشی با مارک‌های مختلف به طور گسترده‌ای استفاده گردیده است.

به طور کلی 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 گسترشده 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 ترنچرهای 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 ترنچرهای 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 به کارگیری انواع ترنچرهای در اجرای زهکش‌های زیرزمینی جهت بهبود روش‌های اجرا در چارچوب اهداف و وظایف کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

برای دستیابی به اهداف فوق الذکر از سوی این گروه کار، پرسشنامه هایی 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 گروه کار 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 ذیربسط ارسال گردید که در آن اطلاعات خلاصه‌ای از ترنچرهای در اختیار آنها درج شود. از جمله اطلاعات درخواستی نوع و مدل ماشین، سال ساخت، سال شروع به کار، میزان کارکرد، درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین‌نو، 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 فوق الذکر را امکان‌پذیر ساخت.

۵- نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها و 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 برای عملیات اجرایی و ترمیمی در اراضی این شرکت‌ها استفاده می‌شود. هم‌چنین از نظر زمانی این بررسی مربوط به اول سال ۱۳۷۷ می‌باشد.

۱-۱- 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، Steebnegen-B.V، Holladdrain-GSS، Trencor Jetco 1030D، Inter Drain 3035-HT 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 شده است. 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 ۲۵ دستگاه 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 ماشین‌نو 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 ترنچرهای درج شده است.

جدول شماره ۲

تزریق‌های موجود در کشود و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷ *

ادامه جدول شماره ۲

ترنیجرهای موجود در کشور و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

توضیح	محل استقرار ماشین	درصد آمادگی به کار بآلاتین نو	طریق های زنگشی که از این ماشین استفاده شده است	سال میزان کارکرد (ساعت)	سال شروع به کار	سال ساخت	نوع ترنیجر و مدل آن	نام سازمان / شرکت صاحب ترنیجر
از شرکت توسعه پیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است.	ملند	۱۰۰%	–	–	۱۳۷۵	۱۳۷۱	Barth-D30 Tencor-Jetco 1030D	شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور
از شرکت توسعه پیشکر و صنایع جانبی دریافت شده است.	ملند	۸۸%	۸۰۰	۱۳۷۵	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Tencor-Jetco 1030D	شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور
طراح پیشکر میرزا کوچکخان	امواز	۱۰۰%	۸۶۰	۱۳۷۵	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Barth-D30 Tencor-Jetco 1030D	شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور
طراح زمکتی دشت گرگان	دالکی	۷۵%	–	۱۳۵۲	۱۳۵۱	۱۳۵۱	Barth-D30	شرکت ساختهای شوشه
طراح زمکتی دشت گرگان و مزرعه نوره ارش	دالکی	۷۵%	–	۱۳۵۲	۱۳۵۱	۱۳۵۱	Barth-D30	شرکت ساختهای شوشه
طراح زمکتی دشت مقان	دالکی	۷۵%	۱۳۵۲	۱۳۵۱	۱۳۵۱	۱۳۵۱	Barth-D30	شرکت ساختهای شوشه
طراح زمکتی دشت دالکی	ساري	۷۵%	۱۳۵۲	۱۳۵۱	۱۳۵۱	۱۳۵۱	Barth-D30	شرکت ساختهای شوشه
طراح زمکتی دشت منان	–	–	۱۳۵۶	۱۳۵۴	۱۳۵۴	۱۳۵۴	Steenbergen B.V.	شرکت ساختهای شوشه
ابن تریجرها به عوام بخشی از نسخهای پیشکر دخل خواری از شرکت توسعه پیشکر و صنایع جانبی دریافت شده و به از خانه عمليات اجرایي پیشان یک مورد داشتند، در مالکیت شرکت کارآب فوار خواجه گرفت.	امواز	۵۰%	۷۰۰۰	۱۳۷۳	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Inter Drain 3035-HT Inter Drain 3035-HT Inter Drain 3035-HT	شرکت گسترش کارآب
طراح پیشکر دخل خواری	امواز	۵۰%	۷۰۰۰	۱۳۷۳	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Inter Drain 3035-HT Inter Drain 3035-HT	شرکت گسترش کارآب
طراح پیشکر دخل خواری	امواز	۵۰%	۷۰۰۰	۱۳۷۳	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Inter Drain 3035-HT Inter Drain 3035-HT	شرکت گسترش کارآب
طراح پیشکر دخل خواری	امواز	۵۰%	۷۰۰۰	۱۳۷۳	۱۳۷۱	۱۳۷۱	Inter Drain 3035-HT Inter Drain 3035-HT	شرکت گسترش کارآب

ادامه حدول شماره ۲

تئزیزهای موجود در ایران و مشخصات آنها و ضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

ادامه جدول شماره ۲

ترنجر های موجود در ایران و وضعیت آنها در اول سال ۱۳۷۷

نام سازمان اشرکت صاحب تریچر	نوع تریچر و مدل آن	سال ساخت	سال شروع به کار	میزان کارکرد (ساعت)	درصد اماگی به کار در تایپه باماشین نو	کشور سازنده ماشین	طرح هدای زعکشی که از این ماشین استفاده شده است
شرکت لوزان	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۴	۱۳۷۴	۳۶۰۰	%۸۰	آمریکا	این تریچرها به عنوان پخشی از تسبیلات ارزی پیمان طرح نیشکر فارسی از شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانی دیریات شده و پس از خانمه علیبان اجرایی پیمان موردنظر در مالکیت شرکت لوزان قرار گذاشت گرفت.
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۵۰۰	%۸۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۴	۱۳۷۴	۳۶۰۰	%۸۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۴	۱۳۷۴	۳۶۰۰	%۸۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۸۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۱۰۰	آمریکا	این تریچرها در طرح های مدتگانه نیشکر و در مراحل ابتدایی ر بهره‌داری موردن استفاده قرار گذاشت گرفت.
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۱۰۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۱۰۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۱۰۰	آمریکا	اهواز
شرکت توسعه نیشکر	Trencor-Jetco 1030-D	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۳۶۰۰	%۱۰۰	آمریکا	اهواز

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

اطلاعات مربوط به مشخصات فنی ترنچرهای موجود 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 ترنچرهای نیز وزن، فشار وارد بر خاک و سیستم کنترل شبیب آنها درج شده است. از نظر قدرت اسمی، بالاترین توان برای ماشینهای Inter Drain با ۴۲۲ اسب بخار اعلام شده است. این رقم در کاتالوگ این ماشین برای مدل HT-3035 ذکر شده است. مدل دیگری از همین سری به شماره T-3035 در کاتالوگها دارای توان اسمی ۳۵۰ اسب بخار است که در ایران موجود نمی‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی‌های موجود بروی ترنچرهای در منابع علمی، ترنچرهای با قدرت بیش از ۴۲۰ اسب بخار در گروه IV و برای حفاری تا عمق 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 Barth-D30 Jetco Model 1030-D (مدل موجود در ایران)، ۴۰۲ اسب بخار و ترنچرهای Steenbergen GSS (با توان اسمی ۲۰۰ Heavy Duty) برابر با ۳۶۳ اسب بخار اعلام شده است. ترنچر Steenbergen با توان اسمی ۹۵۰ اسب بخار در پرسشنامه مربوطه ماشین ضعیفی عنوان شده است که قادر نیست بیش از ۱/۹ متر حفاری انجام دهد.

جز ترنچر Steenbergen، ۳ مدل ترنچر فوق الذکر ۳۹ دستگاه از ۴۱ دستگاه موجود در کشور درصد را تشکیل می‌دهند که در نواحی مختلف کشور در طرحهای زهکشی از آنها استفاده شده است. در 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، تجارت مدون کافی وجود نداشته باشد، لیکن بر اساس تجارت موجود از عملکرد این ماشینها، حداقل توان اسمی این ۳ مدل (۳۶۰ اسب بخار) می‌تواند یک حداقل توان توان مورد نیاز برای ترنچرهای ایران محسوب شود. در عین حال با توجه به قیمت زیاد ترنچرهای (حدود ۳۵۰/۰۰۰ دلار) و افزایش آن متناسب با افزایش توان ماشین، برای تعیین توان بهینه مورد نیاز ترنچرهای در شرایط کشور ما که ملاحظات فنی و اقتصادی را نیز شامل گردد، انجام تحقیق، بررسی و مقایسه بین ترنچرهای موجود و مدل‌های مناسب متتحمل 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 اسب بخار (اسمی) موجود است که شامل ۴۱ دستگاه ترنچر با قدرت اسمی متوسط ۳۹۰ اسب بخار می‌گردد.

جدول شماره ۳
ترنچرهای موجود در ایران در اویل سال (۱۳۷۷)

تعداد دستگاه‌ها با درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو ***	تعداد دستگاه‌ها با درصد آمادگی به کار در مقایسه با ماشین نو ***	نام مالک ماشین	تعداد موجود	جمع تعداد موجود در کشور (دستگاه)	نوع ترنچر و مدل آن (دستگاه)
٪۵۰	٪۵۰	کمتر از ٪۵۰	٪۷۵	٪۵۰	کمتر از ٪۵۰
-	۰	-	۲	۷	Shirkat-e Xamdat-e Mehndesi Ab-o Khaki Kishvar
-	-	۴	-	۴	Shirkat-e Sazxman-e Shosseh
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Xamdat-e Mehndesi Ab-o Khaki Kishvar
-	۴	-	-	۴	Shirkat-e Xamdat-e Mehndesi Ab-o Khaki Kishvar
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۲	-	۲	Shirkat-e Gostarsh-e Karab
-	-	۰	۰	۰	Shirkat-e Tousseh-e Nishkaro-o Sanayeh Janani
۱	-	-	-	۱	Shirkat-e Xamdat-e Mehndesi Ab-o Khaki Kishvar
-	-	۱	-	۱	Shirkat-e Sazxman-e Shosseh
۱	۹	۲۱	۱۰	۴۱	جمع

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

** بر اساس درصد های اعلام شده توسط مالکین ترنچرها

۵-۳- عملکرد ترنچرهای زهکشی موجود در کشور

عملکرد خالص ترنچرهای 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 می‌باشند با توجه 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 ۲/۵ تا ۵ متر و با عرض تراشه ۳۳/۰ تا ۵/۰ 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 متصرکز کارگاهی نبوده و براساس اعلام نظر کاربران ثبت شده است. با این حال هم تجارت 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 ۱۳۶۰ اسب 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 ترینچر های موجود در کشور

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

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

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

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

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 به طور سالانه معادل ۳۳۶۰ 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. با توجه به درصد کارآیی ماشین‌های موجود در کشور مندرج در جدول شماره ۲ میزان ساعت کار باقی‌مانده از عمر مفید دستگاه‌های موجود به طور متوسط برای هر دستگاه برابر ۷۹۰ 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 فوق الذکر تنها جنبه نظری داشته و به منظور ارائه تصویر تقریبی از پتانسیل‌های موجود اجرایی کشور در زمینه ماشین‌آلات زهکشی است. بدیهی است که با توجه به محدودیت‌های منابع مالی پیمانکاران بخش خصوصی در کشور ما و روش‌های رایج استفاده از ماشین‌آلات، میزان ساعت استفاده از ماشین‌ها به بیش از ۱۰۰۰۰ ساعت رسیده و عموماً سال‌ها پس از پایان یافتن عمر مفید اقتصادی نیز هم چنان به کار گرفته می‌شوند. بنابراین توان اجرایی کشور عملاً بیش از آنچه که فوق 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 قادر 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 متنضم 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 در کشورهای مختلف متفاوت است. در آلمان استاندارد 1185 - DIN عدول از عمق طراحی را به میزان 2 ± 5 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 $8/0$ تا $1/2$ متر است. در عمل رعایت این تولواس‌ها در طول تمامی خطوط زهکش حتی با استفاده از سیستم لیزری بسیار دشوار است لیکن این توافق عمومی وجود دارد که رقم نصب زهکش نباید به اندازه بیش از نصف قطر لوله از رقوم طراحی شده انحراف پیدا کند. حداکثر مجاز انحراف شیب نصب نیز از 20% قطر داخلی لوله برای هر 100 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 میرزا کوچک‌خان) و طرح توسعه کشت اکالیپتوس (واقع در جنوب خوزستان) و نیز شبکه زهکشی دشت مغان مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن در نمودارهای شماره ۲ تا ۴ گردیده است [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 D30 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،

به طور کلی لخطوط لوله در حدود تولرانس های مجاز نصب شده اند و عدول های بارزی به چشم نمی خورد. در این بررسی با توجه به قطر لوله ها (۱۲۵ و ۱۶۰ میلی متر) و استفاده از فیلتر های شن و ماسه ای به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی متر در اطراف لوله ها، میزان تولرانس مجاز $3 \pm$ سانتی متر در نظر گرفته شده است.

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

در نمودار مربوط به زهکش شماره 1-21-R-1 دشت مغان (نمودار شماره ۴) که به منظور آزمایش ترنچر صورت گرفته است، قسمت پایاب، (محل نصب لترال به کولکتور) عملاً با شبیب زیادتری اجرا شده است که در جهت اطمینان می باشد و مشکلی ایجاد نمی گردد.

نتیجه اینکه گرچه ماشین آلات قادر سیستم کنترل شبیب لیزری، در صورتی که توسط اپراتورهای مجرب و تحت شرایط رفاهی مطلوب هدایت شود، می توانند دقیق کاری تا حد دستگاه های مجهز به سیستم لیزری داشته باشند، با این حال برای اجرای عملیات زهکشی در سطح گسترده و در زمان های طولانی استفاده از سیستم کنترل شبیب لیزری اجتناب ناپذیر بوده و کارآیی بیشتری دارد، چه وقت کار ماشین های با کنترل شبیب مکانیکی، متناسب با خستگی، کم بودن مهارت و عوامل رفاهی راننده کاهش می یابد و در این روش کارکرد طولانی مدت با دقت قابل قبول، تنها با استفاده از چند راننده امکان پذیر است. در حالی که در سیستم کنترل شبیب لیزری چنان چه دستگاه به خوبی تنظیم شود، فشاری به راننده وارد نشده و امکان کار در زمان طولانی تر باعث بیشتری فراهم می گردد. در هر صورت در حال حاضر استفاده از کنترل های لیزری روزیه روز رواج بیشتری می یافته و به تدریج جایگزین روش های مکانیکی می گردد.

۷- نتیجه گیری و پیشنهادات

آنچه که در مورد ویژگی ها و توانایی های ماشین آلات زهکشی موجود در کشور بیان شد، جمع بندی پاسخ تعدادی از مسئولین فنی و کاربران سازمان ها و شرکت های مالک ماشین زهکشی بوده و مسلماً در برگیرنده نظرات و تجارب کلیه دست اندکاران اجرای شبکه های و یا کسانی که مستقیماً با کار ترنچرهای موجود در کشور در ارتباط هستند، نمی باشد. از این رو لزوم ادامه این بررسی ها و جمع آوری کلیه تجارب و نقطه نظرات در سطح ملی هم چنان وجود دارد. با این حال چنانچه ویژگی های عمومی طرح های زهکشی کشور ما به شرح زیر مورد نظر قرار گیرد:

- عمق نصب $1/8$ تا $2/5$ متر
- عرض ترانشه 25 تا 50 سانتی متر
- نوع فیلتر مصرفی شن و ماسه
- نوع خاک اراضی خاک های 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. این چنین ماشینی با توجه 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 ترنچرهای در شرایط کشور نبایستی صرفاً به توان اعلام شده توسط سازندگان اکتفا نمود. در این زمینه انجام بررسیها و مقایسه‌های فنی در شرایطی کسانی‌بین ماشین‌های مختلف، می‌تواند در انتخاب نوع و توان ماشین مفید باشد.
- 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 ماشین آلات 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 حتی المقدور 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 آسیب دیدگی 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 شبیب آنها کم است، با این حال باتوجه به اینکه بعضی از طرح‌های زهکشی در اراضی تسطیح نشده به اجرا در می‌آیند. مجهر 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 مجهر به جک‌های تراز کننده هستند، و این از امتیازات مثبت آنها محسوب می‌گردد.
- ۶ گرچه کارخانجات سازنده ترنچرهای طراحی چرخ ترنچر محركه ماشین امکان حرکت آنها در اراضی باتلاقی را نیز در نظر می‌گیرند (فشار وارد بر خاک حدود ۲/۰ تا ۳/۰ 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 کفشهای کمکی یا امکان تغییر در زنجیر محرکه، متناسب با شرایط خاک‌های اراضی منظر گردد.

-۷ امروزه استفاده از سیستم کنترل شبیلیزری در ماشین‌های زهکشی کاملاً متداول شده و اغلب ماشین‌های تولیدی مجهر 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 شبیلیزری اجتناب ناپذیر است. ضمن اینکه در استفاده از این سیستم به محدودیت‌های آن از جمله تأثیر باد و درجه حرارت زیاد و لق بودن بسته‌های قسمت حفار می‌بایستی توجه گردد.

-۸ دوره گارانتی و وارانتی و نیز خدمات آموزشی اولیه در ماشین‌آلات زهکشی، با توجه 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 (وارانتی) 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.

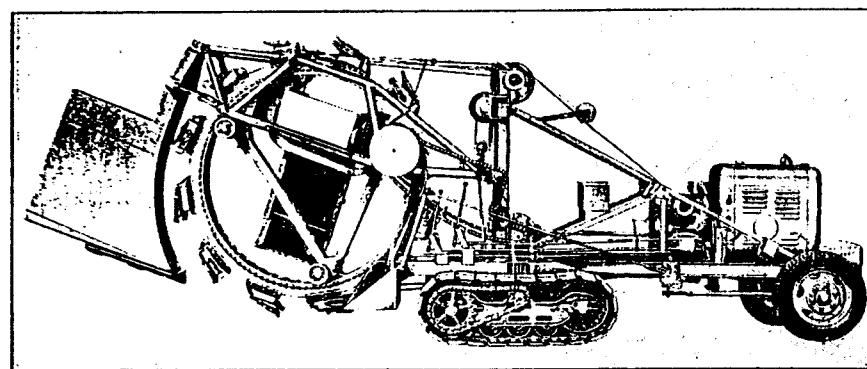
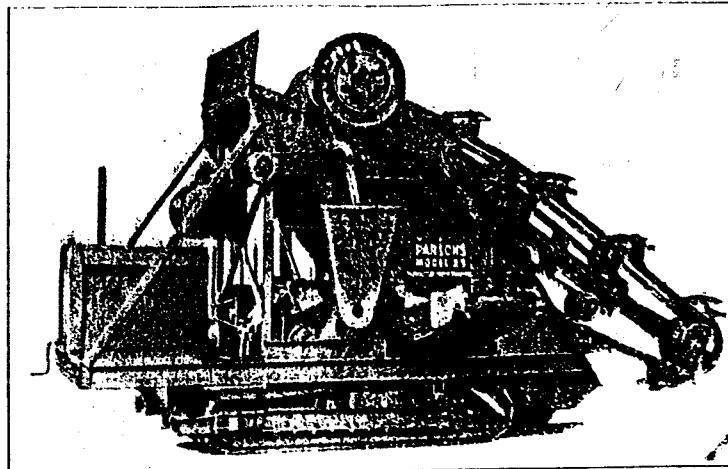
-۹ خاک‌های حاصل از حفاری در بعضی از ماشین‌های موجود (Inter Drain) توسط حلزونی در دو طرف زنجیر حفار به کنار تراشه رانده می‌شود و در بعضی دیگر (Barth و Jetco) این عمل به وسیله تسمه نقاله صورت گیرد. استفاده از تسمه نقاله این حسن را دارد که هم فاصله کنار ریختن خاک‌های حفاری قابل تنظیم است و هم جهت و سمت 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 در جهان اجرای Final Drive (Trencor-Jetco) ضعف‌هایی در 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 کلاح اینمی آن خود به خود آزاد می‌شود و کار را متوقف می‌کند. شناخت نقاط ضعف این ماشین‌ها و لزوم انجام تغییر در پاره‌ای از

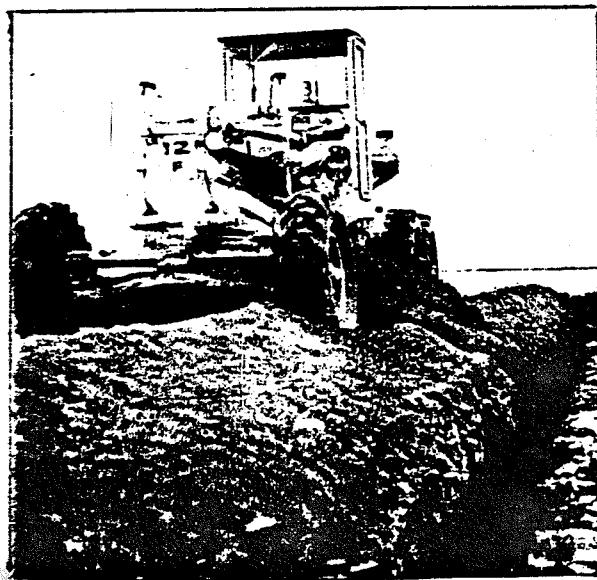
قطعات می‌تواند در سفارش‌های بعدی از سازنده درخواست شود. تا نیازمند انجام هزینه جهت تغییرات بعدی در آن نگردد.

سپاسگزاری

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

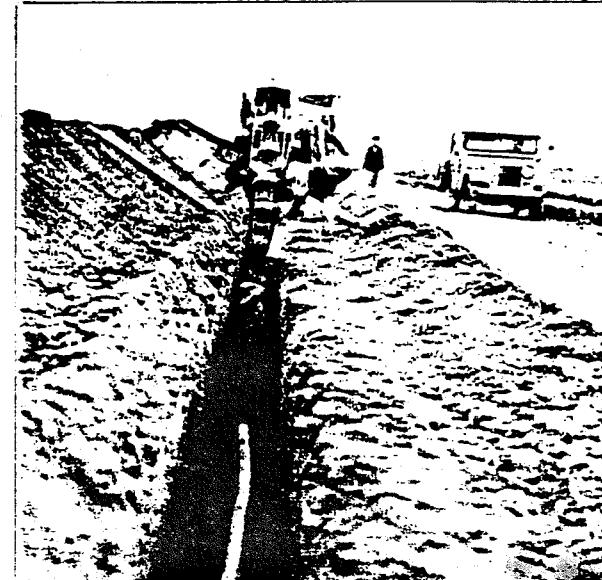


شکل شماره ۱ - نمونه هایی از مدل های اولیه تر نچرهای زهکشی



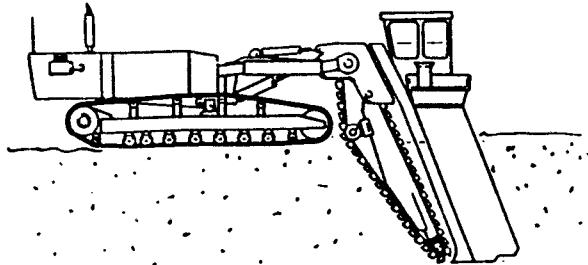
شکل شماره ۷

نحوه پر کردن تراوشه حاصله پس از نصب تنبوشه ها

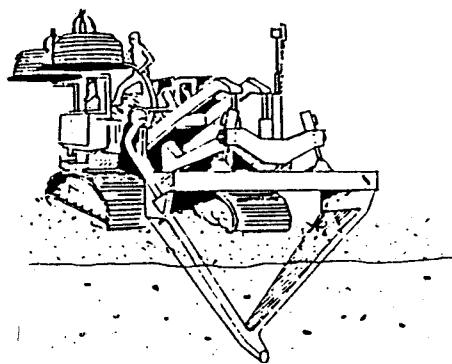


شکل شماره ۶

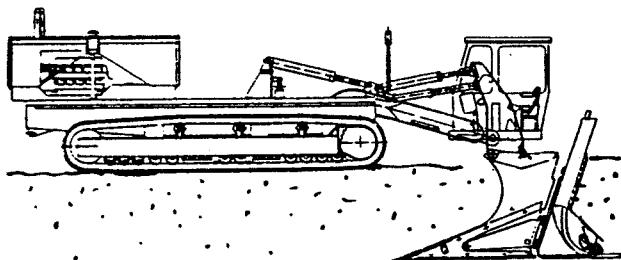
حفر تراوشه و نصب تنبوشه های زهکشی در طرح نیشکر هفت تپه (دهه ۱۳۴۰)



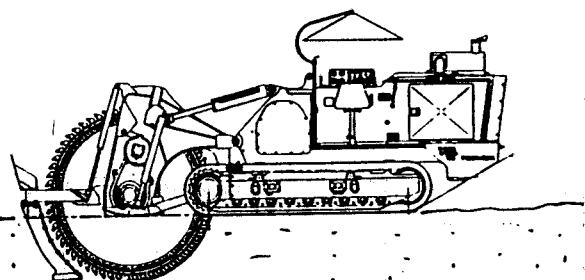
ماشین ترنچر - نوع زنجیری



ماشین ترنچس - تیغه V شکل

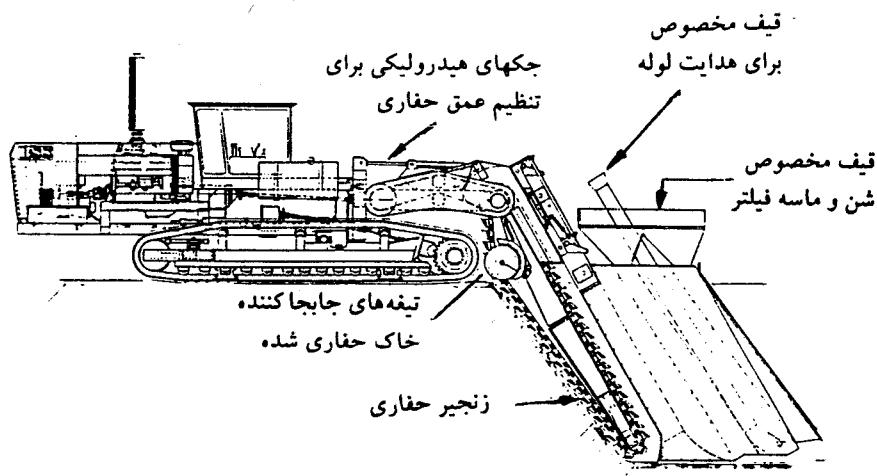


ماشین ترنچس - تیغه L شکل

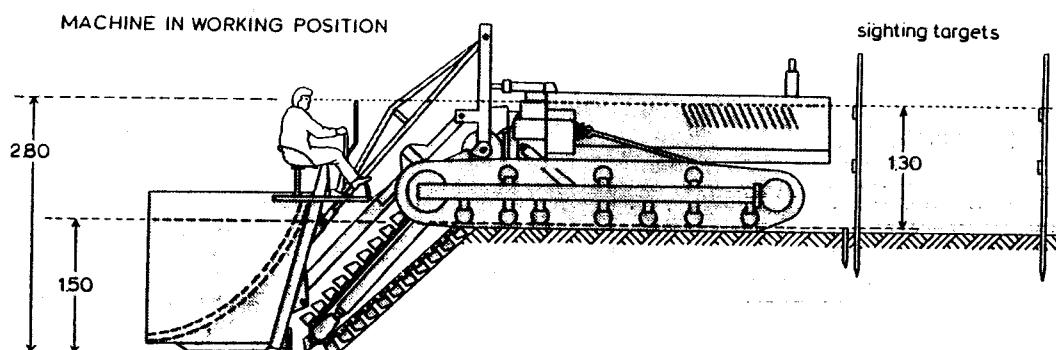


ماشین ترنچر - گردانه ای

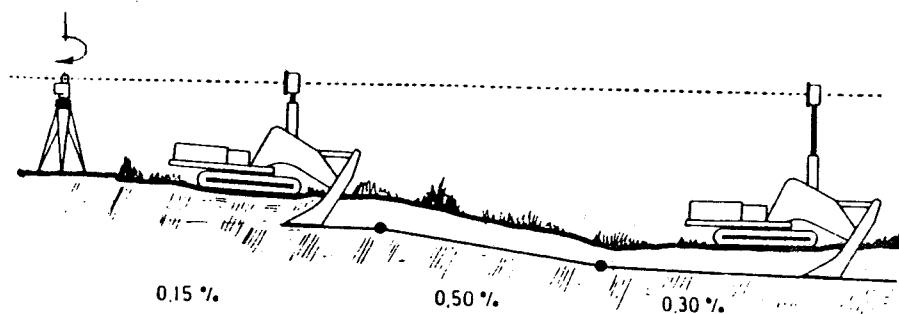
شکل شماره ۲ - ماشینهای مدرن زهکشی



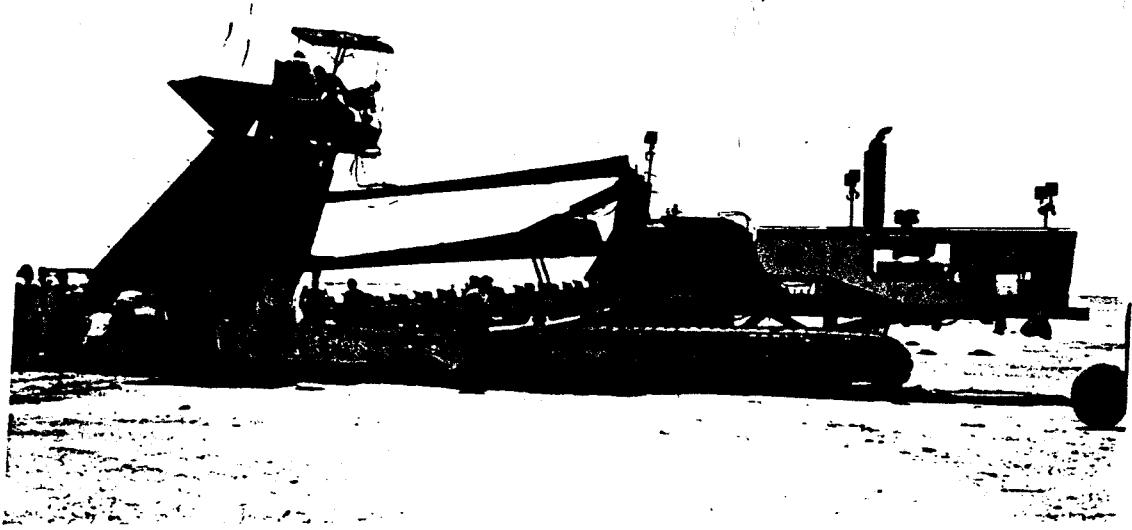
شکل شماره ۳- ماشین ترنچر نوع زنجیری



شکل شماره ۴- نحوه کنترل عمق نصب و شیب زهکشها به طریقه چشمی



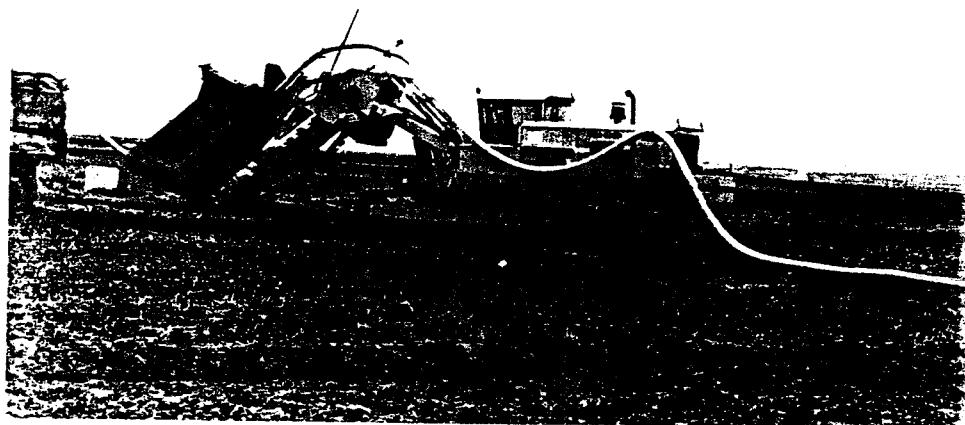
شکل شماره ۵- نحوه کنترل عمق نصب و شیب زهکشها با استفاده از سیستم کنترل لیزری



Barth Holland - D30

شكل شمارة ٨ - ترنجر

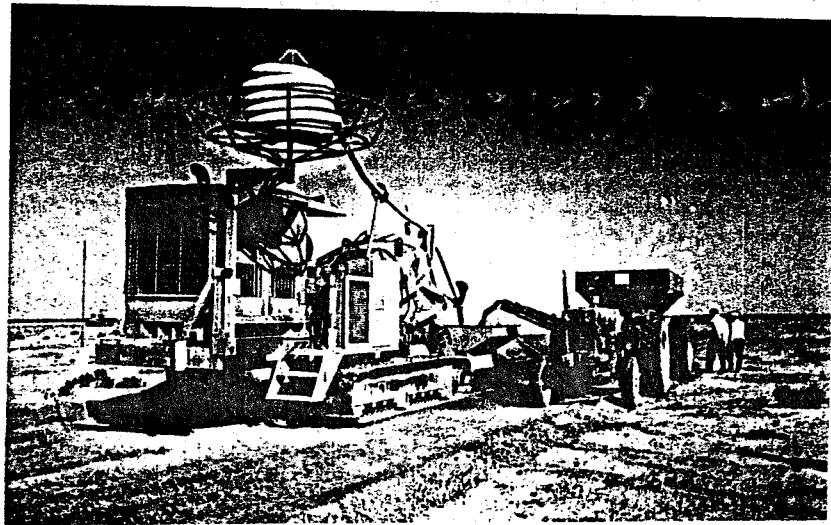
(Heavy-Duty)



Inter-Drain

شكل شمارة ٩ - ترنجر

3035-HT



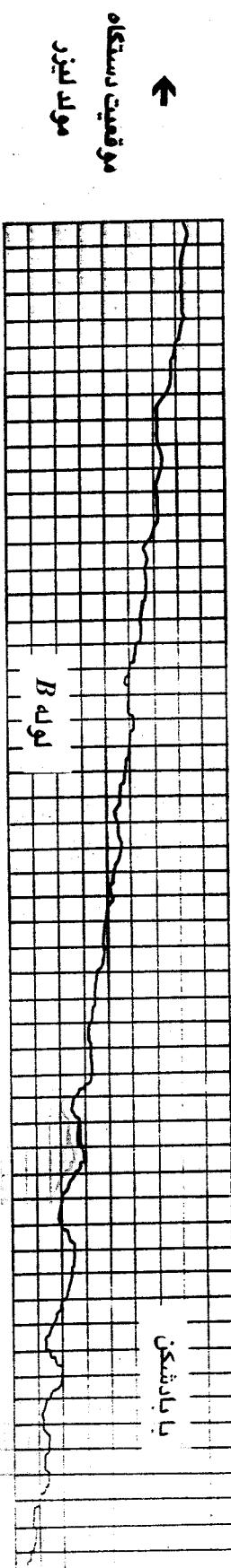
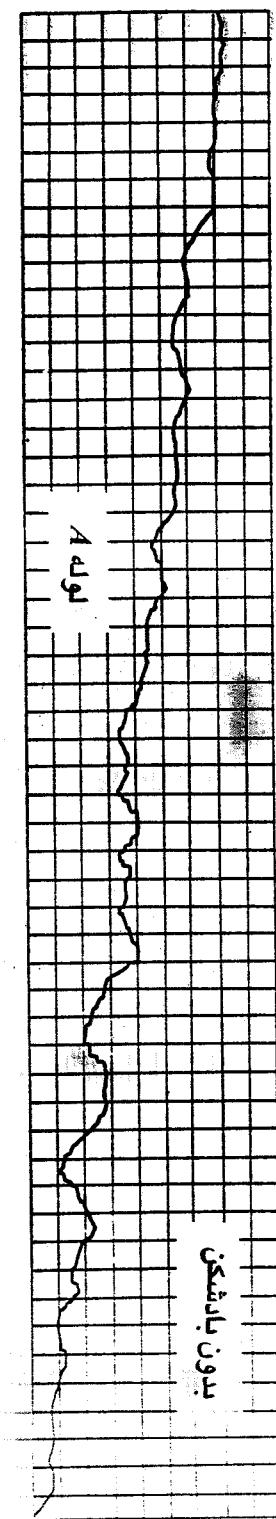
Tencor Jetco

شكل شمارة ١٠ - ترنجر

1030-D

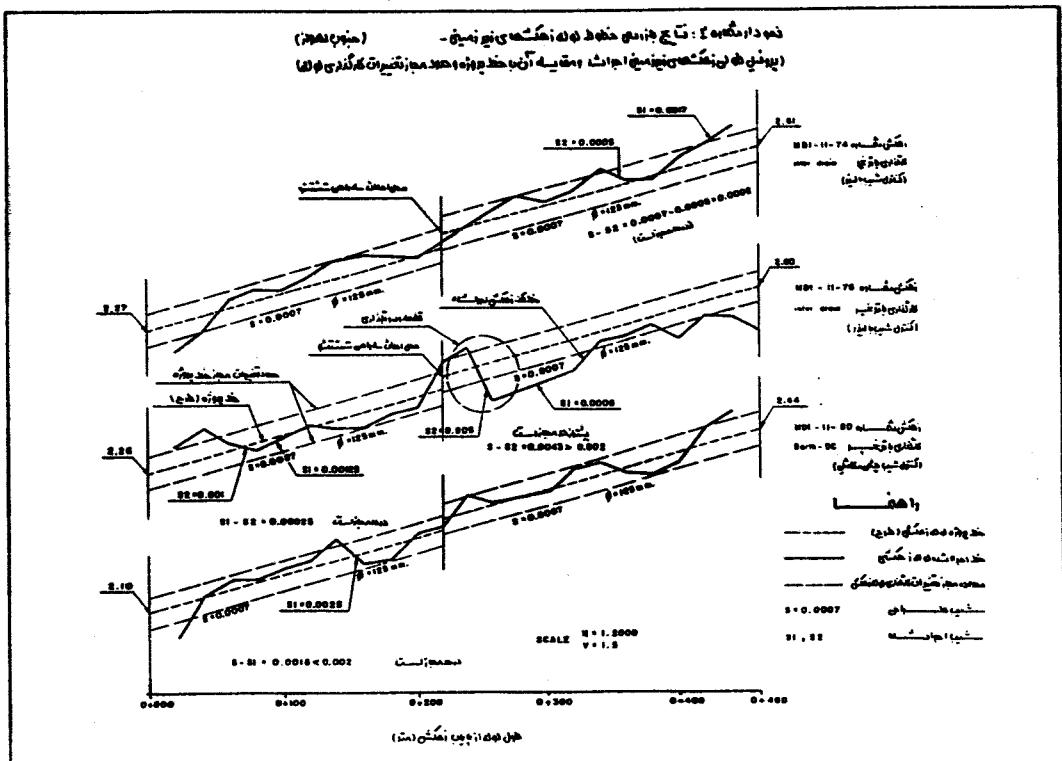
مواعید رسمیه

مولد لیزر



نمودار شماره ۱ - تأثیر پاره روی دقت سیستم کنترل شبیب لیزری

دقت سیستم با افزایش فاصله ماتسین از مولد لیزر کاهش می یابد.



نمودار شماره ۳ - نتایج بازرسی خط لوله زهکشی‌های زیرزمینی

شبکه زهکشی دشت معان

