

ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی

نشریه شماره ۳۴۸

وزارت نیرو
شرکت مدیریت منابع آب ایران
دفتر استانداردها و معیارهای فنی
<http://www.wrm.ir/standard>

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی ، تدوین معیارها و
کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله
<http://tec.mporg.ir>

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی

نشریه شماره ۳۴۸

وزارت نیرو
شرکت مدیریت منابع آب ایران
دفتر پژوهشها و استانداردها

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

فهرست برگه

نحوی، محمدباقر

ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی / [تهیه کننده محمدباقر نحوی]
برای معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر پژوهشها و استانداردها. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۵.
VI، ۵۵ ص: مصور، جدول، نمودار. - (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۳۴۸) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۸۵/۰۰/۱۶۸)

ISBN 964-425-899-1

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۰/۱۶۶۵۷۲ مورخ ۱۳۸۵/۱۰/۵
کتابنامه: ص. ۵۵

۱. زهکشی زیرزمینی - استانداردها. ۲. زهکشی زیرزمینی - نمونه پژوهی. الف. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله. ب. شرکت مدیریت منابع آب ایران. دفتر پژوهشها و استانداردها. ج. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. د. عنوان. ه. فروست.

۱۳۸۵ ش. ۳۴۸ / س ۲۴ / TA ۳۶۸

ISBN 964-425-899-1

شابک ۱-۸۹۹-۴۲۵-۹۶۴

ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی

تهیه کننده: معاونت امور فنی. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
ناشر: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک

علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۸۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۵

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رییس سازمان

شماره:	۱۰۰/۱۶۶۵۷۲
تاریخ:	۱۳۸۵/۱۰/۵
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی	
<p>به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران به پیوست نشریه شماره ۳۴۸ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌شود.</p> <p>دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، جایگزین کنند.</p> <p>عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، ارسال دارند.</p>	
<p>امیر منصوز برقی معاون رییس جمهور و رییس سازمان</p> 	

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۱۹۹۱۷-۴۵۴۸۱

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

باتوجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای صنعت آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است. استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است :

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مأخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

حبيب امين فر - معاون امور فنی

پاییز ۱۳۸۵

ترکیب اعضای تهیه کننده : کمیته و ناظر(ان) تخصصی

این استاندارد با مسئولیت :

محمدباقر نحوی شرکت مهندسین مشاور آبکاووش سرزمین فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
تهیه شده و جناب آقای دکتر ابراهیم پذیرا مسئولیت نظارت تخصصی را به عهده داشته‌اند. اسامی اعضای کمیته تخصصی آبیاری و زهکشی دفتر استانداردها و معیارهای فنی که بررسی و تأیید پیش‌نویس حاضر را به عهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفباء عبارتند از :

فوق لیسانس آبیاری و زهکشی	شرکت مهندسین مشاور آبساران	مجتبی اکرم
دکترای منابع آب	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد علوم تحقیقات	ابراهیم پذیرا
فوق لیسانس هیدرولیک	دفتر بهره‌برداری و نگهداری از سدها و شبکه‌ها	اسماعیل جباری
فوق لیسانس آبیاری و زهکشی	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب‌قدس	محمدصادق جعفری
لیسانس آبیاری و زهکشی	معاونت فنی و زیربنایی وزارت جهاد کشاورزی	سیدرحیم سجادی
فوق لیسانس آبیاری و زهکشی و مهندسی عمران	شرکت مهندسین مشاور پندام	محمدکاظم سیاهی
فوق لیسانس آبیاری و زهکشی	شرکت مهندسین مشاور پژوهاب	عبدالله شمشیرساز
لیسانس فیزیک	کارشناس آزاد	محمدحسین شیروی
دکترای آبیاری و زهکشی	دانشگاه تربیت مدرس	محمدجواد منعم
فوق لیسانس آبیاری و زهکشی	دفتر توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی	مجتبی رضوی نبوی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	فصل اول - کلیات
۲	۱-۱ هدف
۲	۲-۱ دامنه کاربرد
۲	۳-۱ ضرورت احداث مزارع آزمایشی
۲	۱-۳-۱ هدایت هیدرولیک خاک
۳	۲-۳-۱ لایه محدود کننده
۳	۳-۳-۱ ضریب زهکشی زیرزمینی
۳	۴-۳-۱ معادلات زهکشی
۴	۵-۳-۱ پوشش اطراف لوله‌های زهکش
۴	۶-۳-۱ آبشویی خاک
۴	۷-۳-۱ سایر موارد
۴	۴-۱ اهداف احداث مزارع آزمایشی
۵	۵-۱ سوابق اجرایی مزارع آزمایشی در سطح کشور
۵	۶-۱ سوابق انجام شده در سایر نقاط دنیا
۶	۷-۱ مسائل و مشکلات اجرای مزارع آزمایشی در سطح کشور
۷	فصل دوم - طرح آزمایشی
۷	۱-۲ چگونگی انتخاب محل مزرعه آزمایشی
۷	۲-۲ ابعاد و اندازه مزرعه آزمایشی
۷	۱-۲-۲ تعداد خطوط زهکش
۷	۲-۲-۲ ابعاد قطعات
۸	۳-۲-۲ تعداد واحدهای آزمایشی
۸	۴-۲-۲ تکرارهای محل آزمایش
۸	۵-۲-۲ اندازه مزرعه آزمایشی
۸	۳-۲ عمق نصب زهکش‌ها
۸	۴-۲ انتخاب فاصله زهکش‌ها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۰	۵-۲ نصب چاهک‌های مشاهده‌ای
۱۰	۶-۲ کارگذاری لوله‌های زهکش
۱۲	۷-۲ وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری
۱۳	۸-۲ نیروی انسانی و امکانات
۱۵	۱-۸-۲ جمع‌بندی نتایج حاصله
۱۷	فصل سوم - اطلاعات پایه مورد نیاز
۱۷	۱-۳ اطلاعات و آمار مورد نیاز برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها
۱۸	نصب زهکش
۲۲	۲-۳ روش‌های اجرای آزمایش
۲۲	۱-۲-۳ روش آزمایش در شرایط آبیاری
۲۲	۲-۲-۳ روش آزمایش در شرایط غیرآبیاری (بارندگی)
۲۲	۳-۳ مدت زمان انجام آزمایش‌ها
۲۳	۴-۳ فراوانی مشاهدات
۲۴	فصل چهارم - تجزیه و تحلیل نتایج اندازه‌گیری‌ها
۲۴	۱-۴ مقدمه
۲۴	۲-۴ معادلات جریان
۲۴	۱-۲-۴ معادلات جریان در شرایط ماندگار
۲۶	۲-۲-۴ معادلات جریان در شرایط غیرماندگار
۲۸	۳-۴ پردازش، تجزیه و تحلیل داده‌ها
۲۸	۱-۳-۴ شرایط جریان ماندگار
۳۰	۲-۳-۴ شرایط جریان غیرماندگار
۳۱	۴-۴ معیارهای عملکرد
۳۶	۵-۴ ارائه گزارش نهایی
۳۹	پیوست شماره یک - سوابق اجرایی مزارع آزمایشی در سطح کشور
۳۹	۱- ایستگاه آزمایشی اصلاح اراضی شاوور - استان خوزستان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۹	۲- مزرعه آزمایشی شمال شرق اهواز
۴۰	۱-۲ اهداف احداث مزرعه
۴۱	۲-۲ اطلاعات گردآوری و انجام شده
۴۱	۳- طرح زهکشی جزیره آبادان
۴۱	۱-۳ اهداف احداث مزرعه
۴۱	۲-۳ مطالعات انجام شده قبل از احداث مزرعه آزمایشی
۴۲	۳-۳ اندازه‌گیری‌های انجام شده و نتایج حاصل از بررسی‌های به‌عمل آمده
۴۲	۴- مزرعه آزمایشی احداثی در اراضی طرح توسعه کشت و صنعت نیشکر اهواز
۴۳	۱-۴ موقعیت و وسعت مزرعه آزمایشی
۴۳	۲-۴ منبع تأمین آب
۴۳	۳-۴ برنامه اندازه‌گیری‌های مزرعه آزمایشی
۴۳	۴-۴ جمع‌بندی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده
۴۴	۵- مزرعه آزمایشی در محدوده اراضی زرینه‌رود
۴۴	۱-۵ روش انجام آزمایش‌ها
۴۵	۲-۵ چگونگی جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل نتایج
۴۵	سوابق تحقیقات انجام شده در سایر نقاط دنیا
۴۶	۶- مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات زهکشی آونجان فارس
۴۵	پیوست شماره دو - مثال روش‌های ماندگار و غیرماندگار
۴۹	مثال شماره ۱
۵۱	مثال شماره ۲
۵۴	نتیجه‌گیری
۵۵	منابع و مأخذ

مقدمه

توسعه اراضی زهدار و به دنبال آن، شوری و سدیمی شدن منابع خاک و اراضی، پس از اجرای طرح‌های توسعه آبیاری در چند دهه گذشته، در بسیاری از کشورها، همراه با ضرورت بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور و لب شور، مسئولین، برنامه‌ریزان و محققان را در بیشتر نواحی جهان، به پرداختن جدی به مسائل مزبور در زمینه‌های تحقیقاتی، برنامه‌ریزی، اجرایی و بهره‌برداری ناگزیر ساخته است.

کشورهایی مانند: آمریکا، شوروی سابق، هندوستان، پاکستان، مصر و ... از این جمله‌اند. قسمت وسیعی از اراضی کشور، به دلیل شرایط اقلیمی، بارندگی ناچیز و تبخیر زیاد از یک‌طرف و اعمال آبیاری با مدیریت نامناسب از سوی دیگر، در معرض شوری و ماندابی شدن قرار گرفته‌اند. هرچند در خصوص وسعت خاک‌های شور، شور و سدیمی، و ماندابی در ایران، گزارش‌های مختلفی ارائه شده است اما در اغلب گزارش‌ها، گفته شده که حدود ۲۳/۵ میلیون هکتار از اراضی کشور، با درجات مختلف با مسائل شوری، سدیمی و ماندابی شدن مواجه‌اند. از طرف دیگر، بخش قابل ملاحظه‌ای از منابع آب‌های زیرزمینی ایران، شور یا لب شور بوده که بهره‌برداری بهینه از آنها صورت نمی‌گیرد. به علاوه، به طور معمول، اغلب آب‌های کاربردی در آبیاری و کشاورزی، به تناسب نوع و منبع، دارای مقادیر متفاوتی از املاح محلول‌اند که در صورت به کارگیری آنها بدون اعمال یک مدیریت صحیح در آبیاری اراضی، موجبات شوری و ماندابی بودن اراضی فراهم می‌شود. با توجه به آنچه بیان شد، ضرورت توجه به مسائل زهکشی و برنامه‌ریزی به منظور پژوهش‌های علمی و تحقیقات مزرعه‌ای از الزاماتی است که امروزه ضرورت توجه به آن بیش از پیش احساس می‌شود. به رغم پیشرفت‌های نظری بسیاری که در امر زهکشی انجام شده است، در بسیاری از مواقع، تنها توجه به مسائل نظری نمی‌تواند پاسخگوی نیازها باشد. از جمله علل این امر می‌توان به مسائل زیر اشاره کرد:

- کمی تعداد آزمایش‌های اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک خاک و در مواردی عدم همخوانی نتایج نقطه‌ای با منطقه‌ای،
- دشوار بودن تشخیص دقیق لایه محدودکننده،
- وجود نشت طبیعی در خاک و دشوار بودن برآورد آن و وجود عدسی‌های شنی در خاک که آب را به سرعت انتقال می‌دهند، و
- دشوار بودن تخمین صحیح ضریب زهکشی و آبدهی ویژه خاک.

با توجه به همه دقت‌هایی که در مباحث نظری در مطالعات زهکشی طرح‌ها در سطح کشور انجام می‌شود، اما در عمل، پس از احداث شبکه زهکشی، نتایج به دست آمده با برآوردهای اولیه متفاوت و گاه نیز مغایر است. از این رو بهترین راه حل، فائق آمدن به مشکلات یاد شده و احداث مزارع آزمایشی می‌باشد که امید است به صورت جدی مورد توجه مسئولان و دست‌اندرکاران مسائل آب و خاک قرار گیرد.

فصل اول – کلیات

۱-۱ هدف

هدف از تهیه و تدوین این نشریه تعریف معیارها و ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی می‌باشد.

۲-۱ دامنه کاربرد

این نشریه به منظور تعمیم نتایج حاصل از اجرای مزرعه آزمایشی زهکش زیرزمینی در اراضی با شرایط نسبتاً مشابه به منظور تدقیق پارامترهای طراحی زهکشهای زیرزمینی تهیه شده است.

۳-۱ ضرورت احداث مزارع آزمایشی

برای طراحی زهکش‌ها، پارامترهای طراحی شامل: هدایت هیدرولیک خاک، عمق لایه محدودکننده، ضریب زهکشی زیرزمینی، عمق مطلوب سطح ایستایی و عمق نصب زهکش‌ها می‌شود. متناسب با برنامه آبیاری محصولات الگوی کشت و همچنین برنامه آبیاری گیاه پرمصرف و با استفاده از معادله‌های معمول در جریان‌های ماندگار و غیرماندگار، فواصل مناسب نصب زهکش‌ها برآورد می‌شود. به علاوه متناسب با وضعیت دانه‌بندی خاک اطراف زهکش‌ها، پوشش مناسب از نظر فنی و اقتصادی توصیه می‌شود. نوع و جنس لوله‌های زهکش نیز از مواردی است که در مبحث طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد. در زیر، به محدودیت‌ها و مشکلات کلی تعیین این عوامل و موارد فوق‌الذکر اشاره می‌شود.

۱-۳-۱ هدایت هیدرولیک خاک

از آنجایی که تعیین پارامترهایی مانند: هدایت هیدرولیک و وضعیت لایه محدود کننده به صورت نقطه‌ای مورد مطالعه قرار می‌گیرد و به دلیل اینکه خصوصیات فیزیکی و حتی شیمیایی خاک‌ها، اغلب دچار تغییرات زیاد از نقطه‌ای به نقطه دیگر است، برای بررسی دقیق‌تر پارامترهای فوق، معمولاً احتیاج به اندازه‌گیری‌های زیادی است. در مراجع معتبر، گزارش‌های بسیاری در مورد تغییرات خصوصیات فیزیکی و مشکل مرتبط کردن نتایج اندازه‌گیری نقطه‌ای به منطقه‌ای گزارش شده است. از مشکلات اساسی که طراح سامانه زهکشی با آن روبرو خواهد بود، این است که خاک‌ها دارای تغییراتی بی‌نهایت و گاه غیرقابل پیش‌بینی هستند. در واقع، خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد سامانه زهکشی است و به همین دلیل، تا زمانی که شناخت درستی در شرایط مختلف، از ویژگی‌های خاک موجود نباشد، نمی‌توان عملکرد یک طرح را با اطمینان مورد پیش‌بینی قرار داد. به طور کلی، استفاده از اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای، اغلب برای تعریف و بیان خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک‌ها کفایت نمی‌کند و برای طراحان، همواره این سؤال مطرح است که آیا اعماق و فواصل زهکش‌ها در مرحله طراحی، واقعاً دقت مطلوب را به وجود خواهند آورد؟

از نکات حایز اهمیت دیگر، می‌توان به غیر دقیق بودن اطلاعات کسب شده در اندازه‌گیری‌های صحرائی اشاره نمود. نیروی انسانی، زمان و میزان اعتبارات برای انجام عملیات صحرائی زهکشی عمقی، این اجازه را نمی‌دهد که اندازه‌گیری‌ها از دقت

کافی برخوردار باشند و یا اینکه بتوان با افزایش تراکم شبکه‌های مشاهده‌ای و فراوانی اندازه‌گیری‌ها، نتایج قابل توجیه از نظر آماری به دست آورد.

مشکل موجود دیگر در طرح‌های مطالعاتی در سطح کشور، تعیین پارامترهای هدایت هیدرولیک خاک در حالت غیر اشباع و تبدیل آن به شرایط اشباع می‌باشد. متأسفانه تاکنون معیار مشخص و قانونمند علمی برای ضریب اصلاحی مربوطه وجود ندارد. عواملی مانند: شرایط و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت خاک‌ها، کیفیت شیمیایی آب کاربردی، نوع ابزار و وسایل مورد استفاده، مهارت و دقت کارشناسان و تکنسین‌های آزمایش کننده همواره نتایج متفاوتی را حاصل نموده است که به راحتی نمی‌توان نتایج به دست آمده را برای شرایط آینده طرح تعمیم داد.

۱-۳-۲ لایه محدود کننده

برای تعیین عمق و ضخامت لایه محدودکننده در مراجع، معیارهایی ارائه شده است. تعدادی از معیارهای ارائه شده جنبه کمی داشته که اندازه‌گیری آن ممکن و تعدادی نیز وجود لایه محدود کننده را با معیارهای کیفی بیان کرده‌اند. تجربیات حاصل از انجام مطالعات صحرایی زهکشی (عمقی) تاکنون در سطح کشور نشان داده است که این موضوع عمدتاً با معیارهای کیفی، مورد تشخیص و سنجش قرار گرفته است. به دلیل شرایط فیزیکی متفاوت، افق‌های خاک و با عنایت به اینکه این تشخیص جنبه نسبی دارد، در نتیجه متناسب با دیدگاه‌های کارشناسی، در طرح‌های مختلف مطالعاتی، استنباط‌های متفاوتی را حاصل نموده است، که در نتیجه در تعیین فواصل زهکش‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است.

۱-۳-۳ ضریب زهکشی زیرزمینی

به دلیل دشوار بودن برآورد میزان نفوذ عمقی ناشی از آبیاری و نشت طبیعی، تخمین درست ضریب زهکشی، به راحتی مقدور نمی‌باشد. به طوری که در بسیاری از موارد در گزارش‌های مطالعاتی مشاهده می‌شود که این تخمین، از میزان واقعی، بیشتر برآورد شده است که این موضوع نیز به دلیل تأثیر در تعیین فاصله زهکش‌ها نیاز به اندازه‌گیری در مزارع آزمایشی دارد.

۱-۳-۴ معادلات زهکشی

معادلات زهکشی که در طرح‌ها مورد استناد و استفاده قرار می‌گیرند، روابط بسیار ساده‌ای از شرایط پیچیده واقعی هستند. لایه آبدار ایجاد کننده جریان آب زیرزمینی، همگن یا مطبق (متشکل از دو لایه کاملاً مجزا)، به گونه‌ای نیست که در معادله‌های فوق فرض می‌شود. در دشت‌های آبرفتی، خاک‌ها به صورت کاملاً مطبق هستند و هدایت هیدرولیک آنها به طور قابل ملاحظه‌ای در دو جهت افقی و عمودی تغییر می‌کند. میزان نفوذپذیری، خلل و فرج قابل زهکشی در خاک‌های دارای بافت و ساختمان مختلف، حتی در یک مزرعه نیز تغییر می‌کند. از این نظر، منظور نمودن این تغییرات، عملاً در روابط مربوطه قابل اعمال نبوده و نتایج حاصله ممکن است با خطا همراه باشد.

۱-۳-۵ پوشش اطراف لوله‌های زهکشی

در شرایط حاضر، در بیشتر طرح‌های زهکشی، استفاده از انواع پوشش‌ها توصیه‌ای معمول و متداول است. این پوشش، امکان دارد از مواد مصنوعی (مانند پشم شیشه) و یا مواد معدنی (شن و ماسه) انتخاب شود. وجود و یا عدم وجود مصالح در منابع قرصه، فاصله حمل، وضعیت دانه‌بندی خاک اطراف لوله‌های زهکشی، یکنواختی یا عدم یکنواختی خاک در مسیر لوله‌های زهکشی، معیارهای متفاوتی را طلب می‌کند. در واقع تناسب بین دانه‌بندی خاک مجاور زهکش با مصالح پوششی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. معیارهای دانه‌بندی پیشنهاد شده توسط منابع مختلف، تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد. به هر حال، ممکن است یکی از مشکلات، عدم امکان کاربرد نتایج تحقیقات روی پوشش‌ها که در آزمایشگاه نتایج مطلوبی را نیز عاید می‌نماید، باشد. زیرا عملکرد آنها باید در مدت زمان طولانی مورد بررسی و قضاوت قرار گیرد. اجتناب‌ناپذیری یکنواختی خاک و اثرات عوامل مختلف در مزرعه، باعث می‌شود که نتوان تفسیر دقیقی از عملکرد این پوشش‌ها را ارائه کرد. استفاده از مصالح دانه‌بندی شده از نظر فنی، ترجیح داده می‌شوند زیرا آنها را می‌توان به منظور مطابقت با خاک‌های مختلف طراحی کرد. از طرف دیگر، تهیه و حمل این مصالح، و غربال کردن آنها، نیاز به هزینه‌های زیاد دارد. پوشش‌های مصنوعی دارای مزایای زیادی هستند، اما آنچنان که مصالح شن و ماسه دانه‌بندی شده با خاک مطابقت دارند، این پوشش‌ها مطابقت لازم را ندارند.

۱-۳-۶ آبشویی خاک

در این مزارع، با بررسی نمونه‌های خاک قبل و بعد از اعمال آب کاربردی (آبیاری) می‌توان نتایج به‌دست آمده را با آنچه که در مطالعات آبشویی (در کرت‌های مسدود یا استوانه مضاعف) به‌دست آمده، مقایسه کرد. به علاوه با اندازه‌گیری کیفیت آب خروجی از زهکش‌ها و روند تغییرات آن، تخمینی از راندمان‌های آبشویی می‌توان به‌دست آورد.

۱-۳-۷ سایر موارد

به نظر می‌رسد با توجه به پیشرفت‌های حاصله، مواردی مانند جنس و نوع لوله‌های قابل کاربرد در امر زهکشی و توان ماشین‌های حفاری زهکشی، نیاز کمتری به بررسی‌های مزرعه‌ای داشته باشد. به تازگی استفاده از لوله‌های موج و مشبک و دستگاه‌های حفر ترانشه تا حدود زیادی مشکلات اجرایی را کاهش داده است و به طور کلی، عملکرد لوله‌ها تحت شرایط استاندارد به طور کافی شناخته شده است و به نظر می‌رسد در این خصوص، به بررسی‌های مزرعه‌ای نیازی نباشد.

۱-۴ اهداف احداث مزارع آزمایشی

احداث این مزارع، باید اطلاعات زیر را حاصل نماید.

– تعیین هدایت هیدرولیک و تخلخل قابل زهکشی خاک

میزان هدایت هیدرولیک و تخلخل مؤثر را می‌توان با استفاده از جریان خروجی و میزان افت سطح ایستابی در مزارع

آزمایشی تعیین کرد. مقادیر و اطلاعات کسب شده، بیانگر مقادیر متوسط در محل مورد زهکشی است.

– تغییرات سطح آب زیرزمینی

تغییرات سطح آب زیرزمینی در شرایط مختلف عمق نصب و فواصل زهکش‌ها، و میزان جریان خروجی زه‌آب از لوله‌های زهکش، مورد بررسی قرار می‌گیرد. با بررسی اندازه‌گیری سطح ایستابی و رقوم چاهک‌های مطالعاتی نصب شده در فواصل مختلف از محل زهکش‌های مورد آزمایش و اندازه‌گیری میزان جریان خروجی، می‌توان نسبت به عملکرد مطلوب یا نامناسب زهکش‌ها، اطلاعات لازم را دریافت و نتیجه‌گیری مطلوب را به‌دست آورد.

– اطلاعات مربوط به آبشویی املاح و کیفیت شیمیایی زه‌آب خروجی زهکش‌ها

با تهیه نمونه‌های خاک و آب خروجی از زهکش‌ها و با توجه به کیفیت آب آبیاری، اطلاعات مربوط به آبشویی املاح از نیم‌رخ خاک حاصل می‌گردد.

– پوشش اطراف لوله‌های زهکش

با استفاده از ترکیبات مختلف پوشش، در قطعات مورد آزمایش و بررسی مسائل و مشکلات احتمالی می‌توان پوشش مناسب را با توجه به وضعیت دانه‌بندی خاک‌های محل، توصیه نمود.

– چگونگی کارگذاری لوله‌های زهکشی

در ارتباط با چگونگی کارگذاری زهکش‌ها و کلاً مباحث اجرایی، احداث مزارع آزمایشی، دیدگاه‌های مناسبی را ارائه می‌کند که در نتیجه آن در اجرای طرح اصلی، از تجربیات به‌دست آمده می‌توان استفاده به عمل آورد.

۵-۱ سوابق اجرایی مزارع آزمایشی در سطح کشور

بررسی سوابق موجود، نشان می‌دهد که مزارع آزمایشی که هدف از اجرای آنها، تجزیه و تحلیل اطلاعات مرتبط با پارامترهای طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی است، عمدتاً در استان‌های خوزستان و فارس متمرکز بوده‌اند. ذکر این نکته ضروری است که به علت عدم عنایت به بررسی‌ها و بی‌توجهی به اهمیت به‌سزایی که نتایج این تحقیقات در طرح‌های اجرایی دارد، متأسفانه بهای لازم به اجرای این قبیل مزارع داده نشده و عملاً اهداف مورد نظر از اجرای این مزارع یا به طور کامل محقق نگردیده و یا نتیجه مشخصی از این مطالعات به‌دست نیامده است. مشخصات مزارع آزمایشی اجرا شده در سطح کشور، در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

۶-۱ سوابق انجام شده در سایر نقاط دنیا

مروری بر تحقیقات انجام شده، بیانگر این مطلب است که در یک دهه اخیر (سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ میلادی)، هدف مطالعات و تحقیقات مزرعه‌ای علاوه بر مسائل ساخت، نصب زهکش‌ها و بررسی و تدقیق پارامترهای طراحی، معطوف به مطالعات زیست‌محیطی نیز بوده است. هرچند تحقیقات انجام شده مراحل ابتدایی خود را طی می‌کند اما به‌دلیل اثرات مستقیم طرح‌های زهکشی در مسائل زیست‌محیطی، انتظار می‌رود در آینده، بررسی مطالعات زیست‌محیطی در مزارع آزمایشی نقش قابل ملاحظه‌تری را داشته باشند. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در مزارع آزمایشی و به طور کلی بررسی‌های مزرعه‌ای نیز در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

۷-۱ مسائل و مشکلات اجرای مزارع آزمایشی در سطح کشور

همان‌گونه که اشاره شد، اهداف مورد نظر در احداث مزارع آزمایشی در سطح کشور، تحقق نیافته و به‌طور کلی بررسی‌ها در حد ناقص صورت پذیرفته است. اهم مسائل و مشکلاتی که باعث عدم نتیجه‌گیری مطمئن و مشخص از این قبیل آزمایش‌ها گردیده، به شرح زیر خلاصه می‌شود:

- عدم اهمیت کافی به لزوم اجرای مزارع آزمایشی در شرح خدمات ارائه شده به مشاوران،
- عدم اعتقاد عملی کارفرما و مشاور به لزوم اجرای این مزارع، به دلیل کمبود وقت، در نظر نگرفتن اعتبارات کافی، نبود یک سازمان مشخص و پیگیر در دوره بهره‌برداری، عدم نگرش بلندمدت و نقش الگویی این نوع مزارع در آینده طرح‌های توسعه، مشکلات تأمین آب این اراضی در کوتاه مدت، مشکلات تملک اراضی و ... را از دلایل عمده این عدم اعتقاد می‌توان نام برد،
- عدم ارزیابی طرح‌های اجرا شده در طول دوره بهره‌برداری به منظور کنترل عملکرد آنها در مرحله بهره‌برداری و پیش‌بینی شده در طرح،
- طراحی مزرعه توسط مشاور و اندازه‌گیری‌ها توسط کارفرما یا گروه دیگری که عمدتاً هیچ‌گونه ارتباط سامانه‌ای و کنترلی با یکدیگر نداشته و بدین دلیل در صورت بروز هرگونه اشتباه، به علت گذشت زمان، امکان کنترل و بازبینی محاسبات، عملی نبوده است، و
- تفکیک وظایف بین وزارتخانه‌های نیرو و جهاد کشاورزی سبب شده که در مبحث مطالعات، وزارت نیرو حساسیت ویژه‌ای نسبت به مسائل مزارع آزمایشی نشان نداده و موارد عمدتاً به صورت حل نشده باقی بماند.

فصل دوم - طرح آزمایشی

۱-۲ چگونگی انتخاب محل مزرعه آزمایشی

برای به دست آوردن بهترین نتایج، محل و طرح مزرعه آزمایشی باید شرایطی داشته باشد که امکان بررسی‌های مورد لزوم و تعمیم آنها به کل محدوده طرح، مقدور و منطقی باشد. خاک محل آزمایش باید معرف خاک‌هایی باشد که قرار است زهکشی شوند و به علاوه باید سطح آب زیرزمینی در آن کم‌عمق باشد. محل آزمایش در تمام فصل‌های سال باید قابل دسترس بوده، آب آبیاری قابل تأمین باشد و در محدوده آن، عوارضی مانند مسیل، رودخانه، چاه و ... وجود نداشته باشد. فشار آرتزین آب زیرزمینی در محدوده مزرعه وجود نداشته و قابل کشت برای گیاهان موردنظر باشد [۷].

۲-۲ ابعاد و اندازه مزرعه آزمایشی

اندازه این مزرعه به تعداد متغیرهای مورد آزمایش (تعداد، نوع لوله‌ها و مواد پوششی)، همچنین به فاصله، طول خطوط زهکش، تکرارهای محل آزمایش و وسعت کلی منطقه طرح زهکشی بستگی دارد. آزمایش تمام ترکیبات ممکن لوله‌ها و مواد پوششی توصیه نمی‌شود [۷]. در زیر، مشخصات کلی و ابعاد مزرعه آزمایشی ارائه می‌شود:

۱-۲-۲ تعداد خطوط زهکش

چنانچه صرفاً تعیین فاصله زهکش‌ها مدنظر باشد، حداقل تعداد خطوط زهکش در هر واحد آزمایشی، سه خط زهکش است به طوری که اندازه‌گیری فقط در مورد زهکش میانی انجام می‌گیرد. تعداد مناسب و مطلوب زهکش‌ها چهار یا پنج خط می‌باشد که در این صورت، می‌توان اندازه‌گیری‌ها را در ۲ یا ۳ خط زهکش میانی انجام داد. اما چنانچه علاوه بر تعیین فاصله زهکش‌ها، بررسی عملکرد پوشش‌های مختلف اطراف لوله‌های زهکش و نوع لوله نیز مورد نظر باشد، تعداد خطوط زهکش بیشتری مورد نیاز است. به طور مثال، اگر در نظر باشد که برای یک نوع لوله زهکشی سه نوع مواد پوششی و سه خط زهکش با فواصل نصب مختلف در هر واحد مزرعه آزمایشی به مرحله اجرا در آید (با منظور نمودن دو مورد تکرار)، در این صورت ۱۸ خط زهکش مورد نیاز خواهد بود.

۲-۲-۲ ابعاد قطعات

جریان آب به سمت زهکش‌ها در طول آن، تا حد امکان باید به صورت یکنواخت باشد. به همین دلیل، عمل آبیاری نیز باید به صورت یکنواخت انجام گیرد. آثار انتهایی قطعات یعنی آثاری که در نتیجه وضعیت خاص قطعات در انتها به وجود می‌آید، مثل وجود زهکش‌های جمع‌کننده در عمق زیاد، سطح ایستابی پایین به علت عدم آبیاری و نشست به کانال‌های مجاور را می‌توان با افزایش نسبت طول به عرض قطعه، کاهش داد. حداقل این نسبت، ۴ در نظر گرفته می‌شود. بنابراین به طور مثال، اگر عرض قطعه حدود ۵۰ متر (متناسب با فاصله نصب زهکش) باشد، در این صورت طول قطعه باید حداقل ۲۰۰ متر در نظر گرفته شود [۷].

۲-۳-۳ تعداد واحدهای آزمایشی

تعداد واحدهای آزمایشی برای یک خاک معین، به تعداد ترکیبات لوله و مواد پوششی مورد آزمایش، همچنین به تکرارهای محل آزمایش بستگی دارد. به طور مثال، اگر دو نوع لوله و دو نوع ماده پوششی مد نظر باشد، در این صورت ۸ واحد آزمایشی در دو تکرار مورد نیاز است.

۲-۳-۴ تکرارهای محل آزمایش

در مرحله اجرا، تغییرات بین خاک‌ها در سطح یک قطعه (بین دو خط زهکش) حتی در خاک‌های ظاهراً همگن نیز خیلی زیاد است. به طوری که از نظر آماری، نیاز به تکرار محل‌های آزمایش بسیار زیاد است. از این نظر، تعداد زیاد تکرار محل آزمایش، به منطقه بزرگ‌تری نیاز خواهد داشت. بزرگ بودن منطقه، احتمال تغییرات بیشتر در شرایط خاک را به دنبال دارد. در این شرایط، تکرارهای بیشتری مورد نیاز است. در هر حال لازم نیست که نتیجه آزمایش‌ها به صورت آماری به اثبات رسد و تکرارهای محل آزمایش اغلب به ۲ یا ۳ محدود می‌شود [۷].

۲-۳-۵ اندازه مزرعه آزمایشی

همان‌گونه که اشاره شد، اندازه مزرعه آزمایشی به وسعت کلی منطقه طرح زهکشی، ابعاد قطعات، تعداد خطوط زهکش زیرزمینی در هر واحد، تعداد واحدها و سرانجام به تکرار واحدهای آزمایشی بستگی دارد. طول زهکش‌ها حداقل ۱۵۰ متر در نظر گرفته می‌شود. حداکثر این طول به طور معمول تا مقدار ۳۰۰ متر مناسب می‌باشد. این بدان معنی است که فاصله حدود ۷۵ متر، تقریباً بیشترین فاصله‌ای است که امکان آبیاری آن به صورت یکنواخت عملی می‌باشد. با توجه به آنچه در بالا بیان شد، به طور مثال چنانچه در نظر باشد ۹ خط زهکش مورد آزمایش قرار گیرد و فواصل نصب زهکش‌ها ۷۵ متر و طول آنها ۳۰۰ متر منظور شود، مساحت مزرعه آزمایشی حدود ۲۰ هکتار خواهد شد.

۲-۳ عمق نصب زهکش‌ها

عمق نصب زهکش‌ها در مناطق تحت آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک، به طور متوسط نباید کمتر از ۱/۸ متر باشد. عمق کارگذاری، معمولاً حدود ۲ متر مناسب است. به طور معمول، زهکش‌ها در یک عمق نصب می‌شوند. در صورتی که در شرایط خاص، امکان نصب در اعماق بیشتر نیز مورد نظر باشد و یا بررسی‌های بلندمدت بیلان آب و املاح نیز مد نظر باشد، دو عمق آزمایشی نصب، توصیه می‌شود. اما همان‌گونه که بیان شد، در شرایط معمول، نصب زهکش‌ها در یک عمق ثابت کفایت می‌کند [۷].

۲-۴ انتخاب فاصله زهکش‌ها

فواصل آزمایشی نصب زهکش‌ها باید حداقل یک برابر بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر از فواصل به دست آمده از طریق نظری و برآوردهای محاسباتی باشد. به عنوان مثال، اگر فواصل محاسبه و یا برآورد شده، ۵۰ متر باشد، در این صورت، انتخاب فواصل آزمایشی ۲۵ و ۱۰۰ متر مناسب خواهد بود.

۵-۲ نصب چاهک‌های مشاهده‌ای

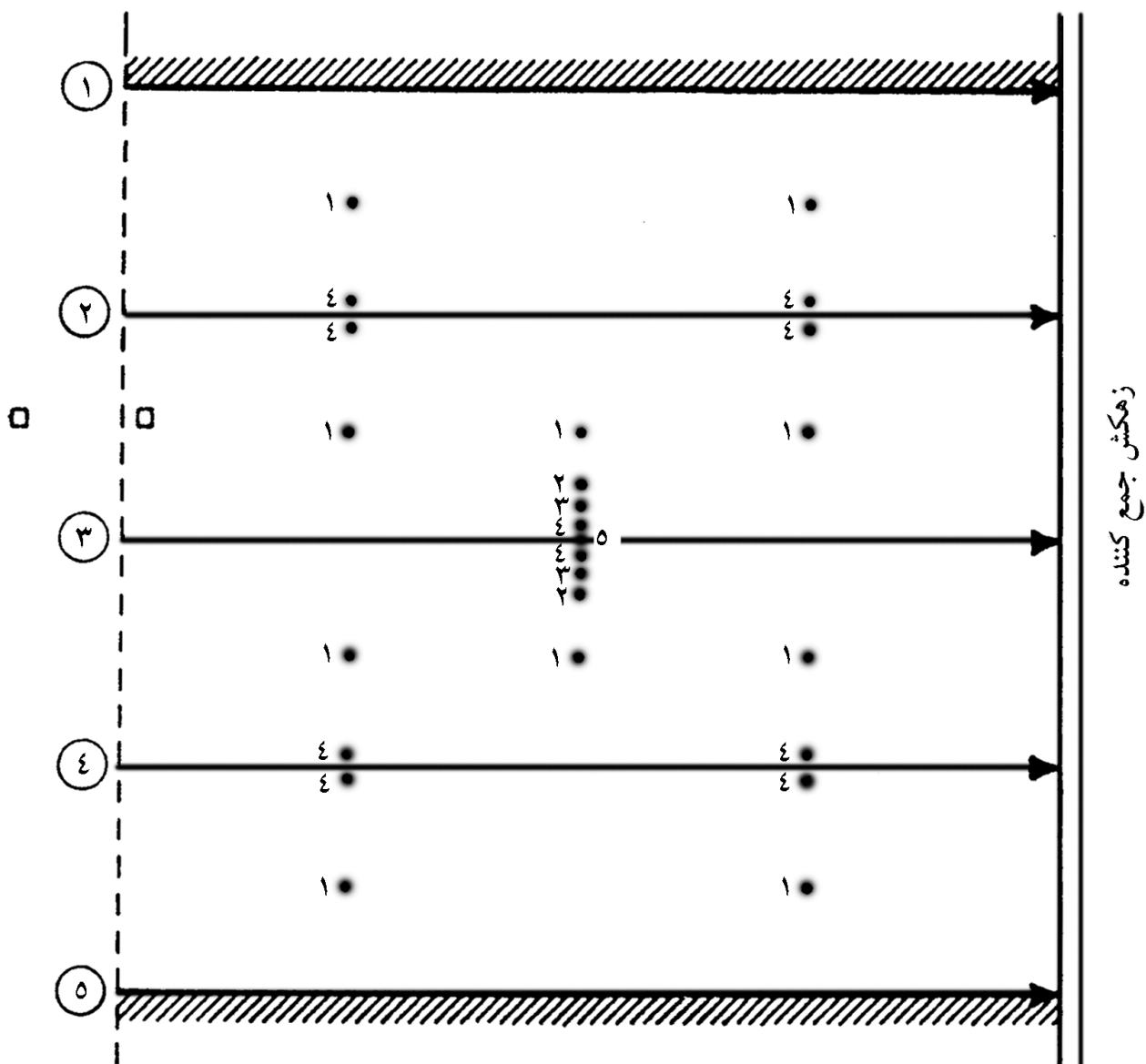
چاهک‌های مشاهده‌ای برای بررسی وضعیت سطح آب زیرزمینی (ایستابی) مورد نیاز می‌باشند. موقعیت نصب این چاهک‌ها به شرح زیر توصیه می‌شود:

- نصب چاهک در حد وسط بین دو خط زهکش به منظور اندازه‌گیری بار هیدرولیکی،
 - نصب چاهک‌ها نزدیک یک یا چند خط زهکش در هر واحد، برای بررسی نیمرخ سطح ایستابی. این چاهک‌ها ترجیحاً در فاصله ۰/۴ تا ۰/۵، ۱/۵ و ۵ متری از محل نصب زهکش‌ها قرار داده می‌شوند. اگر فاصله زهکش‌ها بیش از ۷۵ متر باشد، یک چاهک اضافی در فاصله ۱۵-۱۰ متری خط زهکش نیز توصیه می‌شود [۷]،
 - در انتهای بالایی و پایینی بعضی از واحدها، برای مشاهده اثرات مرزی، نصب چاهک‌های مشاهده‌ای توصیه می‌شود، و
 - اگر هدف، چگونگی عملکرد پوشش زهکش‌ها باشد، پیشنهاد می‌شود که یک چاهک نیز دقیقاً در داخل ترانشه نصب شود تا مقدار مقاومت ورودی، قابل اندازه‌گیری باشد.
- به طور کلی، توصیه‌های بالا به صورت معمول و به عنوان یک قاعده کلی ارائه شده است. با این حال، پس از نصب چاهک‌ها، اولین سری از آمار اندازه‌گیری و ثبت شده از سطح آب درون چاهک‌های مشاهده‌ای، کفایت و یا عدم کفایت شبکه چاهک‌های مشاهده‌ای را مشخص می‌کند. به عنوان مثال، اگر تغییرات زیادی در رقوم سطح آب چاهک‌های مشاهده‌ای ملاحظه شود، در این صورت چاهک‌های بیشتری مورد نیاز است و در صورتی که ارقام چاهک‌ها از یکنواختی مطلوبی برخوردار باشند، ممکن است فراوانی مشاهدات در بعضی از چاهک‌ها را بتوان کاهش داد. در شکل ۲-۲ یک نمونه از موقعیت نصب چاهک‌های مشاهده‌ای ارائه شده است.

۶-۲ کارگذاری لوله‌های زهکش

مسئله مهم این است که کار در شرایط مناسب انجام شود، زیرا کارگذاری نامناسب لوله‌های زهکشی، باعث عملکرد نامطلوب زهکش‌ها در زمان انجام آزمایش‌ها خواهد شد. موارد زیر باید در کارگذاری زهکش‌ها رعایت شود:

- رطوبت خاک از سطح زمین تا محل نصب زهکش باید تا حد امکان حالت ماندابی و یا نزدیک به این حالت را نداشته باشد؛ زیرا در این صورت به علت رفتار مکانیکی خاک، خطر گرفتگی و عملکرد غیرمطلوب زهکش‌ها افزایش می‌یابد،
- برای دستیابی به امتداد و شیب مناسب و سرعت کار بیشتر، استفاده از ماشین‌های مناسب، توصیه می‌شود،
- در مورد اتصال لوله‌های زهکش در محل اتصالات، باید دقت کرد که این عمل به خوبی صورت گیرد،
- هنگام پرکردن ترانشه باید توجه داشت که خاک‌های حاوی سنگ، باعث صدمه زدن به لوله‌های زهکش نشود،
- در صورتی که خاک لایه سطحی شور باشد، برای پوشاندن لوله نباید از آن استفاده کرد،
- لوله‌های مورد استفاده، باید مورد بازبینی قرار گیرند تا اطمینان به دست آید که سالم هستند. به طور مثال، اگر لوله‌های پلاستیکی برای مدت زیادی در معرض تابش نور خورشید قرار بگیرند، باعث می‌شود که در هنگام اجرا، شکسته و در نتیجه عملکرد خط زهکش غیرمطلوب باشد،



() تعداد زهکش‌ها با توجه به شماره‌های شکل ۱-۲ تعیین شده است.

۱- چاهک‌های مشاهده‌ای واقع در بین دو زهکش

۲- چاهک واقع در ۵ متری زهکش

۳- چاهک واقع در ۱/۵ متری زهکش

۴- چاهک واقع در ۰/۵ - ۰/۴ متری زهکش

۵- چاهک واقع در بالای لوله زهکش

□ چاهک‌های واقع در نزدیکی بالادست مزرعه آزمایشی و حدود ۲۰ متر خارج از آن

شکل ۲-۲- نمونه شبکه چاهک‌های مشاهده‌ای در یک واحد آزمایشی

- از غرقاب کردن ترانشه به منظور تحکیم خاکریزی باید جلوگیری شود زیرا این اقدام در توده‌های خاک غیرمترکم باعث افزایش ناگهانی گرادیان هیدرولیکی خواهد شد و شرایط مناسبی را برای جابه‌جایی ذرات ریز خاک به اطراف لوله‌های زهکش فراهم می‌کند. در بعضی شرایط، گل تشکیل شده و کلاً زهکش را از کار می‌اندازد. اگر محل پر شده به وسیله بارندگی تحکیم یابد، مشکلی ایجاد نمی‌شود، مگر اینکه بارندگی در شرایطی به وقوع بپیوندد که ترانشه در حال پر شدن باشد.
- در شرایط آبیاری مزرعه، ایجاد شیار یا خاکریز در دو طرف خط زهکش و به فاصله حدود ۱ متری از آن، به منظور جلوگیری از ورود جریان سطحی به داخل ترانشه پر شده، از اهمیت برخوردار است. در این صورت، فقط آب زیرزمینی وارد ترانشه خواهد شد [۷].

۷-۲ وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری

- وسایل و امکانات مورد نیاز به منظور حفاری، لایه‌بندی، تعیین ضرایب هیدرودینامیک، تجهیز چاهک‌های مشاهده‌ای و قرائت سطح آب از چاهک‌های مشاهده‌ای، قبلاً در نشریات استانداردهای صنعت آب ارائه شده است.
- برای تعیین بده ورودی به مزرعه، وسایلی مانند پارشال فلوم، سرریز و ... کفایت می‌کند.
- برای اندازه‌گیری جریان آب خروجی درون زهکش‌ها، استفاده از وسایل دستی و اتوماتیک مقدور است. بدیهی است استفاده از هر روش، محاسن و معایبی را به دنبال دارد. در زیر، محاسن و معایب هر روش ارائه شده است:

الف) مزایای اندازه‌گیری جریان آب به روش دستی

- تجهیزات دائمی مورد نیاز نیست.
- عملکرد زهکش‌ها به وضوح مشاهده می‌شود.
- روش کار آن ساده است و احتمال ایجاد خطای قابل ملاحظه کم است.

ب) معایب اندازه‌گیری جریان آب به روش دستی

- اندازه‌گیری در مواقع خاص صورت می‌گیرد.
- جریان حداکثر ممکن است به علت شرایط جوی مناسب و یا سایر عوامل، اندازه‌گیری نشود.
- اندازه‌گیری در شرایطی امکان‌پذیر است که ارتفاع ریزشی نسبت به سطح آب جمع‌کننده موجود است.

ج) مزایای استفاده از جریان سنج‌های ثابت

- ثبت داده‌ها به طور پیوسته امکان‌پذیر است.
- نیروی انسانی همیشه مورد نیاز نیست.

د) معایب اندازه‌گیری از طریق جریان سنج‌های ثابت

- وسایل آن گران قیمت است.

- خطاهای اندازه‌گیری ممکن است تا زمان طولانی مشخص نشود.
 - در تنظیم و کالیبره کردن این وسایل، مشکلاتی ممکن است بروز کند.
 - در بعضی مناطق، ممکن است به وسایل صدمه زده شود.
 - حداقل ۲۰ سانتی متر ارتفاع آزاد بین محل ریزش و سطح آب جاری در زهکش‌های جمع‌کننده باید وجود داشته باشد.
- با توجه به مزایا و معایب اندازه‌گیری جریان به روش‌های اتوماتیک و دستی، اندازه‌گیری دستی در شرایط ایران قابل اعتمادتر و آسان‌تر است. برای اندازه‌گیری جریان به روش دستی، ظرفی با حجم معین و کرنومتر مورد نیاز است. این ظرف از نظر اندازه باید به اندازه‌ای باشد که به طور مناسب در خروجی زهکش قرار گیرد. در ضمن باید به اندازه کافی نیز بزرگ باشد، تا زمان پر شدن آن با دقت معقولی اندازه‌گیری شود. برای بیشتر موارد، حجم ۱۰ تا ۱۵ لیتر کافی است و زمان پر شدن تا ۲ دقیقه معقول است. قابل ذکر است که جریان خروجی از زهکش‌ها تغییراتی مشابه با تغییرات سطح آب را نشان می‌دهند. این تغییرات باید معمولی به حساب آیند و قرائت‌ها باید به اندازه کافی انجام شوند تا مقادیری که به دست می‌آیند را بتوان به یک روز نسبت داد. یک تخته و ورقه برای یادداشت کردن تاریخ قرائت، شماره زهکش، حجم ظرف، مدت زمان پر شدن و تاریخ قرائت لازم است.

۸-۲ نیروی انسانی و امکانات

برای تعیین نیروی انسانی و امکانات مورد نیاز، قاعده خاصی وجود ندارد. زیرا نه تنها چگونگی آزمایش‌ها، بلکه شرایط حاکم بر منطقه مورد آزمایش نیز در تعیین نیروی انسانی تأثیر دارد. لازم است وظایف اساسی و محوله به وضوح مشخص شود و متناسب با آن، نیروی انسانی و امکانات ضروری برآورد گردد. به منظور شناخت نوع کارکنان مورد نیاز، بررسی‌ها، آزمایش‌ها و مراحل انجام کار به شرح زیر ارائه شده است:

- بررسی سوابق و اطلاعات قبلی، چگونگی استفاده از آنها و تدوین برنامه، برای اجرای مزرعه آزمایشی،
- طراحی،
- موارد اداری،
- عمق کارگذاری زهکش‌ها،
- نصب تجهیزات و وسایل،
- انجام مشاهدات و تحلیل نتایج حاصله،
- بررسی روند پیشرفت کار، و
- ارائه گزارش نهایی.

در ارتباط با موارد گفته شده، نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

الف - بررسی سوابق و اطلاعات موجود

بررسی سوابق و اطلاعات قبلی، نیاز به گروه علمی صلاحیتدار، به منظور بررسی منابع و مراجع جهانی نسبت به مشکل خاص و هدف آزمایش دارد و باید مواد زیر در این خصوص مورد نظر قرار گیرد:

- اطلاعات قبلی چقدر است؟
- مجهولات اصلی برای رسیدن به هدف آزمایش چیست؟
- چه آزمایش‌هایی تا به حال انجام شده و این آزمایش‌ها چه اطلاعاتی را در اختیار قرار می‌دهد؟

ب - طراحی

این مرحله، از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا در صورت وجود اشکال اساسی نمی‌توان آن را به راحتی اصلاح کرد. پس بهتر آن است که طراحی توسط افراد کاملاً مجرب و با تجربه به انجام رسد. در این مرحله، باید به موارد زیر توجه کرد:

- انتخاب محل آزمایش،
- کسب اطلاعات اساسی و پایه مانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ضرایب هیدرودینامیک و ... ،
- بررسی مواد و مصالح قابل کاربرد و چگونگی انتخاب آنها،
- ارائه نقشه‌های اجرایی مزرعه آزمایشی، و
- توصیه‌های اجرایی و برآورد هزینه‌های طرح .

ج - امور اداری

وظایف این قسمت از کار، شامل خرید مواد و مصالح، انتخاب پیمانکار، تجهیز اکیپ‌های صحرائی انجام آزمایش‌های مورد لزوم در مزرعه، تهیه تجهیزات و امکانات لازم مانند ماشین، محل اسکان و ... است.

د - عمق نصب زهکش‌ها

این بخش از کار، از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا اگر زهکش‌ها طبق برآورد طراحی نصب نشوند یا ابهاماتی در مورد مسئله وجود داشته باشد، در این صورت، نتایج آزمایش‌ها قابل اعتماد نخواهد بود. زمانی که زهکش‌های روباز حفر می‌شوند، شرایط مناسبی برای ارزیابی مجدد خاک در مقاطع زهکش‌های حفاری شده فراهم می‌شود و بررسی روند تغییرات طبیعی خاک به شکل مناسب‌تری مقدور می‌شود. در این باره، موارد زیر قابل توجه است:

- ناظر مقیم: فرد صلاحیتداری که نسبت به موارد و اهداف آزمایش دارای شناخت کافی بوده و ضرورت‌ها را تشخیص دهد، باید تداوم و اجرای نصب لوله‌ها را از نزدیک مورد نظارت قرار دهد. اگر فرد ناظر، قبلاً در مرحله طراحی هم مشارکت داشته باشد، برای نظارت مناسب‌تر است.
- تهیه یک گزارش تکمیلی از وضعیت طبیعی خاک که نیاز به استفاده از یک کارشناس خاکشناسی با تجربه دارد.
- ثبت اطلاعات در هنگام اجرا، مانند: وضعیت رطوبت خاک، سطح آب زیرزمینی، شرایط آب و هوایی در هنگام اجرا و سایر نکاتی که ممکن است در آینده و در ارزیابی و تفسیر نتایج مورد استفاده و استناد قرار گیرد.

هـ - نصب تجهیزات

نصب پیزومترها، وسایل اندازه‌گیری ورودی جریان به مزرعه، خروجی جریان از زهکش‌ها، وسایل اندازه‌گیری سطح آب و ... شامل این قسمت است که باید توسط یک کارشناس یا تکنیسین باتجربه که قبلاً سابقه مطالعات صحرایی به اندازه کافی داشته باشد صورت گیرد. به طور کلی، نصب تجهیزات توسط پیمانکار و بدون نظارت کافی به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود. این کار، باید توسط فردی که از موارد آزمایش اطلاعات کافی دارد صورت پذیرد.

و - انجام مشاهدات و تحلیل نتایج

به طور معمول، انجام مشاهدات و تحلیل نتایج توسط دو اکیپ جداگانه صورت می‌پذیرد. در صورتی که نتایج بلافاصله بعد از جمع‌آوری، مورد تجزیه و تحلیل ابتدایی قرار گیرند، این مزیت وجود دارد که ارقام مشکوک مشخص می‌شود و در فاصله بین اندازه‌گیری‌های بعدی، قابل اصلاح خواهند بود. از این رو، لازم است هم به مشاهدات و هم به تجزیه و تحلیل به یک اندازه توجه گردد. متأسفانه اغلب مشاهده می‌شود جمع‌آوری داده‌های صحرایی توسط افرادی که نسبت به اهمیت آزمایش‌ها توجیه کامل نیستند صورت می‌گیرد و داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط گروه کارشناسی مورد بررسی، تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد که در نتیجه، در صورت بروز هرگونه خطا، امکان بازگشت و تصحیح آنها وجود نخواهد داشت بنابراین در این مرحله، موارد زیر قابل توصیه است:

- جمع‌آوری داده‌ها توسط کارشناسان و یا تکنیسین‌های کاملاً باتجربه که نسبت به اهداف آزمایش و ضرورت‌های آن اطلاع کافی داشته باشند صورت گیرد.
- تجزیه و تحلیل متوالی داده‌ها به منظور افزایش آگاهی، تشخیص اشتباهات و یا مشکلات و رفع اشتباهات محتمل، انجام گیرد.

ز - بررسی روند پیشرفت کار و جمع‌بندی نتایج

عضو ارشد گروه علمی، به طور دوره‌ای، باید پیشرفت کار و جمع‌بندی نتایج را نسبت به زمان، بررسی و گزارش کند و هرگونه ضرورت تغییر در روش‌های آزمایش را توصیه نماید. توالی یا تناوب این بررسی‌ها به طور کامل به ماهیت آزمایش‌ها بستگی دارد. این بررسی‌ها برای پروژه‌هایی با زمان ۴ تا ۵ سال هر شش‌ماه یک‌بار مناسب به نظر می‌رسد. این کار نیز لازم است توسط کارشناس ارشد گروه که می‌تواند نتایج در رابطه با کل اهداف موارد آزمایش را ارزیابی کند صورت گیرد.

۱-۱-۲ جمع‌بندی نتایج حاصله

با توجه به آنچه در بالا بیان شد، در شرایط معمول و متعارف، برای تدوین برنامه‌ها، طراحی و نظارت بر اجرای زهکش‌ها و اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای، تجزیه و تحلیل اطلاعات و تهیه گزارش گروهی متشکل از اعضای زیر مورد نیاز است:

- کارشناس ارشد، با تجربه کافی در امور مطالعات و طراحی زهکشی حداقل ۱ نفر
- کارشناس، با تجربه کافی در امر نظارت بر اجرای شبکه‌های زهکشی حداقل ۱ نفر

- تکنیسین، با تجربه کافی در امر مطالعات صحرایی زهکشی و اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای حداقل ۲ نفر
 - سایر موارد شامل : تکنیسین دفتری به منظور وارد نمودن داده‌ها به کامپیوتر، تایپ گزارش‌ها و...، راننده به تناسب در هر منطقه مورد نیاز است.
- لازم به یادآوری است در صورتی که انجام آزمایش‌ها برای دوره‌های طولانی‌مدت (چند سال متوالی) مدنظر باشد، تعداد نیروهای دائم مورد نیاز، کمتر خواهد بود و موارد گفته شده عمدتاً با نیروهای انسانی پاره وقت مرتبط می‌باشد.

فصل سوم - اطلاعات پایه مورد نیاز

۱-۳ اطلاعات و آمار مورد نیاز برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

اطلاعات و آمار مورد نیاز برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح زیر است :

- اطلاعات لایه‌بندی خاک تا عمق ۶ الی حدود ۹ متر در محل چاهک‌های مشاهده‌ای و تهیه نمونه‌های خاک به منظور بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک،
 - اطلاعات تشریحی پروفیل خاک تا عمق ۱/۵ الی ۲ متر با تأکید بر شناخت خصوصیات ساختمانی خاک،
 - آمار سطح آب چاهک‌های مشاهده‌ای نسبت به یک سطح مبنا،
 - اطلاعات میزان بده آب آبیاری ورودی به مزرعه و مدت زمان آبیاری،
 - اطلاعات کیفیت شیمیایی آب آبیاری مورد مصرف،
 - اطلاعات میزان بده و کیفیت شیمیایی زه‌آب خروجی از زهکش‌ها،
 - اطلاعات دانه‌بندی خاک و مصالح قرصه اطراف لوله‌های زهکش،
 - مشاهدات مربوط به وجود رسوبات در لوله‌های زهکش، و
 - مشاهدات مربوط به استحکام و عملکرد مطلوب لوله‌های زهکش.
- فرم‌های ثبت اطلاعات بالا، در زیر ارائه می‌شود:
- فرم شماره ۱-۳ به منظور ثبت شرایط و مشخصات مرحله نصب زهکش‌ها،
 - فرم شماره ۲-۳ برای ثبت داده‌های پایه شامل موقعیت عمومی مزرعه، وضعیت توپوگرافی و فیزیوگرافی اراضی، شرایط و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت و میزان آب کاربردی (آب آبیاری)
 - فرم شماره ۳-۳ به منظور ثبت اطلاعات مربوط به قرائت رقوم سطح آب چاهک‌های مشاهده‌ای به انضمام سایر ویژگی‌های خطوط اجرا شده زهکش‌ها.

فرم شماره ۳-۱ - شرایط نصب زهکش‌ها

نصب زهکش

تاریخ نصب

شماره و نام زهکش

وضع آب و هوا در هنگام نصب

رطوبت خاک در محل نصب زهکش‌ها در هنگام نصب

موقعیت سطح آب در هنگام نصب

نوع دستگاه حفاری

عرض ترانشه

شکل کف ترانشه

پایداری دیواره ترانشه

مصالح ساختمانی مورد استفاده در پوشاندن ترانشه

ارزیابی عمومی از شرایط نصب زهکش‌ها

بد

نسبتاً خوب

خوب

نوع لوله‌های زهکش

کیفیت لوله‌های زهکش

پلان منطقه آزمایش

فرم شماره ۳-۲- فرم ثبت داده‌های پایه

نام مشاهده کننده

تاریخ

محل پروژه

<input type="checkbox"/> عمق آب کاربردی mm - <input type="checkbox"/> کیفیت شیمیایی آب کاربردی <input type="checkbox"/> تعداد نوبت‌های آبیاری	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	یکنواخت کم زیاد خشک نیمه خشک نیمه مرطوب مرطوب	تغییرات شیب : اقلیم :	<input type="checkbox"/> مسطح (۰ - ۱٪) <input type="checkbox"/> شیب کم (۱-۲٪) <input type="checkbox"/> شیب زیاد (۲-۵٪)	توپوگرافی :
---	--	---	--------------------------	--	-------------

توزیع اندازه ذرات خاک (میکرون) :

> ۱۰۰	۵۰-۱۰۰	۲۰-۵۰	۲-۲۰	< ۲	لایه مربوط به عمق نصب زهکش‌ها

کیفیت شیمیایی خاک :

pH	EC (ds/m)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	ضخامت لایه (cm)
میلی‌اکی‌والان بر لیتر									
									۰ - ۵۰
									۵۰ - ۱۰۰
									۱۰۰ - ۱۵۰

هدایت هیدرولیکی خاک در عمق نصب زهکش‌ها (متر بر روز)

رطوبت خاک در عمق نصب زهکش‌ها

عمق و ضخامت لایه نیمه تراوا

- وضعیت لایه‌های خاک :

سایر مشاهدات	لکه رنگی	رنگ	ساختمان	بافت	ضخامت لایه (cm)
					۰ - ۵۰
					۵۰ - ۱۰۰
					۱۰۰ - ۱۵۰
					۱۵۰ - ۲۰۰
					۲۰۰ - ۳۰۰
					۳۰۰ - ۴۰۰
					۴۰۰ - ۵۰۰
					۵۰۰ - ۶۰۰

فرم شماره ۳-۳- فرم ثبت اطلاعات پایه مرتبط با نصب چاهک‌های مشاهده‌ای

	<u>شماره خط زهکش</u>	<u>خطوط زهکش</u>
تاریخ حفر و نصب چاهک مشاهده‌ای	فاصله پیزومتر یا چاهک از خروجی	نوع لوله
تاریخ آبیاری	ردیف I (متر)	قطر لوله
تاریخ اندازه‌گیری	ردیف II (متر)	نوع پوشش
	ردیف III (متر)	ضخامت مصالح و توزیع آن در اطراف لوله
	رقوم بالای پیزومتر یا چاهک (متر از سطح دریا)	معیارهای دانه‌بندی پوشش
	رقوم لوله خروجی (متر از سطح دریا)	
		فاصله زهکش (متر)
		عمق متوسط نصب زهکش (متر)
		طول زهکش (متر)
		مساحت تحت زهکشی (هکتار)

ردیف	شماره چاهک مشاهده‌ای	فاصله چاهک مشاهده‌ای از خط لوله زهکش	عمق سطح ایستابی از بالای درپوش لوله چاهک مشاهده‌ای	ارتفاع درپوش لوله از سطح زمین	عمق سطح ایستابی از سطح زمین	تراز ارتفاعی زمین در محل نصب چاهک نسبت به مرکز لوله زهکش	تراز سطح آب در محل چاهک مشاهده‌ای نسبت به مرکز لوله زهکش
I							
II							
III							

۲-۳ روش‌های اجرای آزمایش

۱-۲-۳ روش آزمایش در شرایط آبیاری

- قبل از هر آبیاری، ارتفاع سطح ایستابی از چاهک‌های مشاهده‌ای یادداشت و ثبت می‌شود.
- یک قسمت از سطح مورد آزمایش که باید تا حد امکان وسیع باشد، به طور یکنواخت آبیاری می‌شود. سطحی که دارای حداقل سه خط زهکش باشد، حداقل سطح آبیاری مورد نیاز است.
- حجم آب مورد استفاده باید به اندازه کافی زیاد باشد، به طوری که موجب بالا آوردن سطح ایستابی تا نزدیک سطح زمین در حد وسط دو زهکش شود (حجم آب ورودی نیز اندازه‌گیری می‌شود).
- جریان آب قطع می‌گردد و ارتفاع سطوح آب در چاهک‌های مشاهده‌ای و جریان خروجی زهکش‌ها اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها در یک دوره پایین افتادن سطح ایستابی تا نزدیک سطح نصب زهکش‌ها ادامه می‌یابد.
- پس از هربار اندازه‌گیری، داده‌های جمع‌آوری شده، پردازش می‌شوند تا در صورت اشتباه یا ابهامی در اندازه‌گیری‌های بعدی، مورد دقت و توجه بیشتری قرار گیرند. این موضوع، در مراحل بعدی و در پردازش نهایی داده‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- در صورتی که سطح آب در یکبار کاربرد آب، به اندازه کافی خیزش ننماید و یا در هنگام پایین افتادن سطح ایستابی، بارندگی صورت گیرد، در این صورت لازم است اندازه‌گیری رقوم سطح آب و جریان خروجی از زهکش‌ها در یک دوره طولانی‌تر صورت گیرد تا بتوان برای اهداف آزمایش، اطلاعات مورد نیاز را جمع‌آوری کرد.
- لازم به یادآوری است که به منظور تعیین نشت طبیعی و تبخیر، می‌توان با کاربرد آب آبیاری و بالا آوردن آب زیرزمینی تا نزدیکی سطح زمین و مسدود نمودن زهکش میانی به مدت حدود ۱ روز، میزان افت سطح آب را اندازه‌گیری کرد و از این طریق، میزان نشت طبیعی و تبخیر را برآورد نمود.

۲-۲-۳ روش آزمایش در شرایط غیرآبیاری (بارندگی)

در این شرایط، احتمال خیزش سریع سطح ایستابی و به دنبال آن وقوع یک افت پیوسته در سطح ایستابی، کم است. اگرچه اندازه‌گیری هرچه دقیق‌تر پایین افتادن سطح ایستابی اهمیت دارد، اما دانستن دامنه وسیعی از اطلاعات اندازه‌گیری ارتفاع سطح آب زیرزمینی و جریان‌های خروجی از زهکش‌ها در یک فصل بارندگی سودمند و ضروری است. اندازه‌گیری بلافاصله سطح آب زیرزمینی و خروجی زهکش‌ها، بعد از هر دوره بارندگی شدید، اکیداً توصیه می‌شود. لازم به یادآوری است که ایجاد شرایط مناسب برای اندازه‌گیری‌های مورد نیاز در شرایط ایران، به سبب بارندگی کم، به‌طور معمول امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۳-۳ مدت زمان انجام آزمایش‌ها

برای بررسی روابط بین میزان محصول، رژیم سطح ایستابی و وضعیت «تعادل آب و املاح» در خاک، ممکن است ضرورت داشته باشد که مزارع آزمایشی تا چند سال برقرار باقی بماند، بنابراین به منظور بررسی پارامترهای طراحی، این زمان به طور

قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در مناطق تحت آبیاری، این زمان به یک دوره آبیاری و در مناطق مرطوب به یک فصل کامل مرطوبی (بارندگی) محدود می‌شود.

به عبارت دقیق‌تر، تمرکز کلیه مشاهدات در یک دوره کوتاه‌مدت بین زمان پایین افتادن سطح آب از نقطه‌ای نزدیک به سطح زمین تا نقطه‌ای نزدیک به سطح زهکش‌ها کافی خواهد بود. هر بار که سطح آب با آبیاری بیش از حد خیزش نماید، کافی است که میزان پایین افتادن سطح آب و جریان خروجی اندازه‌گیری شود. با این حال ادامه مشاهدات و بررسی‌ها به منظور بررسی تغییرات مورد لزوم در مراحل بعدی کار با اهمیت خواهد بود. لازم به یادآوری است که در عمل، ممکن است پیچیدگی‌های خاصی مانند غیریکنواختی ارتفاع سطح آب در شروع دوره مشاهده، گرفتگی چاهک‌ها و غیر یکنواختی جریان خروجی زهکش‌ها نیز وجود داشته باشد.

۳-۴ فراوانی مشاهدات

فراوانی مشاهدات، به شرایط محلی مانند: آب، هوا و خاک و همچنین به هدف آزمایش بستگی دارد. به همین دلیل، هیچ قاعده مشخصی را نمی‌توان بدین منظور ارائه کرد؛ به طور کلی تعداد مشاهدات باید برای پردازش داده‌ها در شرایط جریان ماندگار و غیرماندگار کافی باشد. راهنمای زیر، به عنوان معیار عمومی برای فراوانی مشاهدات پیشنهاد می‌شود:

- یک اندازه‌گیری درست قبل از اعمال آبیاری،
 - یک اندازه‌گیری در پایان کاربرد آب آبیاری، و
 - حداقل سه اندازه‌گیری در روز بین تناوب‌های آبیاری با رقوم سطح ایستابی بالا، یعنی حداقل ۳ تا ۵ روز بعد از آبیاری به طوری که مشاهدات در یک دوره ۲۴ ساعته توزیع مناسبی را داشته باشند.
- قابل یادآوری است که اگر نیمرخ سطح ایستابی به خوبی معین باشد، در این صورت اندازه‌گیری‌ها بیشتر روی چاهک‌هایی صورت می‌گیرد که در حد وسط دو زهکش واقع شده باشند که بدین وسیله، تعداد اندازه‌گیری‌ها کاهش می‌یابد.

فصل چهارم - تجزیه و تحلیل نتایج اندازه‌گیری‌ها

۱-۴ مقدمه

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، اطلاعات جمع‌آوری شده شامل اندازه‌گیری میزان آب ورودی به مزرعه، کیفیت شیمیایی آب آبیاری، کیفیت شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های خاک، قبل و بعد از کاربرد آب آبیاری و مشاهدات مربوط به رسوب در لوله‌های زهکشی است. همچنین رقوم سطح آب از محل چاهک‌های مطالعاتی و میزان بده خروجی از زهکش‌ها در مرحله پایین افتادن سطح آب، به طور مرتب اندازه‌گیری می‌شود. در این رابطه، فرض بر آن است که آب آبیاری یا بارندگی، تنها منبع تغذیه‌کننده مخزن آب زیرزمینی هستند و هیچ‌گونه فشار آرتزینی از لایه‌های عمیق‌تر به محدوده زهکش‌ها وجود ندارد و آب دیگری نیز وارد محدوده اراضی مورد آزمایش نمی‌شود؛ به علاوه هیچ‌گونه افت سطح آب، ناشی از نشت طبیعی وجود ندارد. تبخیر و تعرق نیز ناچیز در نظر گرفته شده است.

۲-۴ معادلات جریان

معادلات جریان مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌ها، شامل معادلات جریان ماندگار و غیرماندگار به شرح زیر است :

۱-۲-۴ معادلات جریان در شرایط ماندگار^۱

شرایط جریان ماندگار حالتی است که در آن، طی زمان طولانی، موقعیت سطح آب تغییر نکند و جریان خروجی از زهکش‌ها نیز مقداری ثابت است. به بیان دیگر، مخزن آب زیرزمینی، حداقل به مدت چند روز به مقدار مساوی با جریان خروجی تغذیه شود. رسیدن به این شرایط، در مواقعی که آب آبیاری با روش‌های سطحی به کار گرفته می‌شود، به راحتی ممکن نیست. این شرایط در مواقع استفاده از سامانه‌های آبیاری بارانی و در دوره بارندگی مداوم، ممکن است تا حدودی ایجاد شود. اطلاعات به‌دست آمده از آزمایش‌های مزرعه‌ای در شرایط جریان ماندگار، در رابطه زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$q = \frac{\lambda k d h}{L'} + \frac{\nu k h^2}{L'} \quad (1-4)$$

که در آن :

q = میزان تخلیه بر حسب متر بر روز

h = بار هیدرولیکی یا ارتفاع سطح آب واقع در بالا و وسط زهکش‌ها بر حسب متر

k = هدایت هیدرولیک خاک بر حسب متر بر روز

L = فاصله زهکش‌ها بر حسب متر

$d =$ عمق معادل که به فاصله D_0 (فاصله عمق زهکش تا لایه غیرقابل نفوذ)، فاصله زهکشها (L) و محیط خیس شده (U) بستگی دارد.

اگر زهکشها روی لایه محدود کننده قرار گرفته باشند، در این صورت D_0 و در نتیجه d برابر صفر خواهد شد و معادله (۱-۴) به صورت زیر خواهد بود:

$$q = \frac{4kh^2}{L} \quad (2-4)$$

این معادله بیانگر جریان آب از بالای زهکشها خواهد بود.
و هرگاه $d \gg h$ باشد، معادله ۱-۴ به شکل زیر می‌باشد:

$$q = \frac{8kdh}{L} \quad (3-4)$$

که بیانگر جریان در زیر محل استقرار زهکشهای زیرزمینی است.
معادله شماره (۱-۴) را می‌توان به صورت زیر نوشت :

$$q = Ah + Bh^2 \quad \text{یا} \quad \frac{q}{h} = A + Bh \quad (4-4)$$

که در آن :

$$A = \frac{8kd}{L}, B = \frac{4k}{L} \quad (5-4)$$

لازم به یادآوری است که در روابط بالا، فرض شده است که خاک همگن و ایزوتروپ است، پس اگر نیمرخ خاک متشکل از دو لایه با هدایت هیدرولیک متفاوت باشد و مرز لایهها در سطح عمق نصب زهکشها قرار گرفته باشد، معادله (۱-۴) به صورت زیر خواهد بود :

$$q = \frac{8k_v dh}{L} + \frac{4k_h h^2}{L} \quad (6-4)$$

که در آن k_v, k_h هدایت هیدرولیک خاک به ترتیب در بالا و زیر سطح زهکشها می‌باشد. در صورتی که مرز دو لایه در قسمت زیر سطح زهکشها قرار گرفته باشد، معادله (۱-۴) را نمی‌توان استفاده کرد و باید از روابط دیگری مانند معادله ارنست استفاده کرد.

۴-۲-۲ معادلات جریان در شرایط غیرماندگار^۱

در صورتی که نوسانات سفره آب زیرزمینی تحت تأثیر عمل آبیاری به اندازه کافی سریع باشد، در این صورت کاربرد معادله‌های جریان غیرماندگار ترجیح داده می‌شود. این روابط دارای این مزیت هستند که محاسبات با آنها می‌تواند هم بر اساس رقوم سطح آب و هم جریان خروجی زهکش‌ها باشد. بنابراین اگر یکی از این دو نوع اطلاعات غیرقابل اعتماد باشد، اطلاعات نوع دیگر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین توصیه می‌شود که هم اطلاعات مربوط به رقوم سطح آب و هم جریان خروجی زهکش‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

با انجام عمل آبیاری و تغذیه سفره آب زیرزمینی، سطح ایستابی خیزش می‌نماید و سپس با قطع آبیاری، افت سطح ایستابی به تدریج شروع می‌شود. در طی زمانی که سطح ایستابی در حال بالا آمدن است، وضعیت جریان پیچیده می‌باشد و در این حالت رابطه بین بار هیدرولیکی و میزان تخلیه با حالتی که سطح آب در حال پایین افتادن است تفاوت دارد. پس از قطع تغذیه و گذشت مدت زمان t_A ، این رابطه تقریباً ثابت خواهد بود. معادلات زیر در این مرحله از افت سطح ایستابی به کار برده می‌شود. دام (۱۹۶۰) - (شکل شماره ۴-۲)

$$at = \text{Ln} \frac{1/16 h_0}{h_t} \quad (7-4)$$

که در آن :

$t =$ مدت زمانی است که سطح آب از موقعیت h_0 به h_t می‌رسد،

$h_0, h_t =$ به ترتیب بار هیدرولیکی در ابتدا ($t=0$) و انتهای مدت زمان مشاهده شده ($t=t$) ،

$a =$ ضریب بازتاب و برابر است با $\frac{\pi^2 kd}{\mu L^2}$ بر حسب $(\text{روز})^{-1}$ ،

$\mu =$ تخلخل قابل زهکشی یا تخلخل مؤثر در لایه‌ای از خاک که سطح ایستابی در آن نوسان می‌کند، و k, d, L قبلاً تعریف شده‌اند.

همچنین معادله :

$$at = \text{Ln} \frac{1/16 q_0}{q_t} \quad (8-4)$$

را نیز می‌توان نوشت .

که در آن :

$q_0, q_t =$ به ترتیب مقدار تخلیه زهکش در ابتدا ($t=0$) و در انتهای مدت زمان مشاهده شده ($t=t$) است.

از طرفی معادله کلی گلور- دام به شرح زیر می‌باشد.

$$L = \pi \left(\frac{kdt}{S} \right)^{1/2} \left(\text{Ln} \frac{1/16 h_0}{h_t} \right)^{-1/2} \quad (9-4)$$

معادله آخر را به شرح زیر نیز می توان نوشت :

$$L^2 = \left[\frac{\pi^2 \cdot k \cdot d}{S} \cdot t \right] \left[\ln \frac{h_0}{h_t} \right]^{-1} \quad (10-4)$$

که در آن: $\frac{\pi^2 \cdot k \cdot d}{\rho L^2}$ همان (a ضریب بازتاب) می باشد. داریم:

$$L^2 = \frac{\pi^2 k d}{S a} \quad (11-4)$$

با مساوی قرار دادن روابط ۳-۴ و ۱۱-۴ نتیجه می شود:

$$\frac{\lambda k d h}{q} = \frac{\pi^2 k d}{S a} \quad (12-4)$$

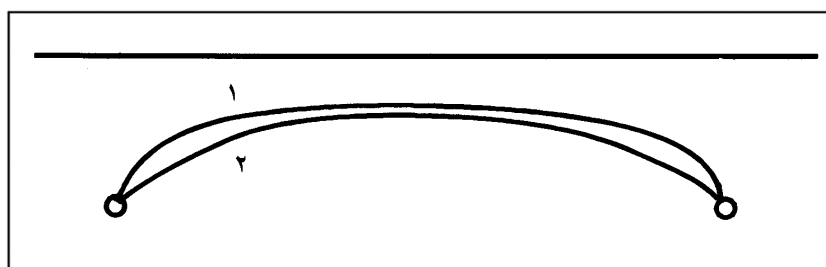
و یا :

$$q = \frac{\lambda \mu a}{\pi^2} h \quad (13-4)$$

همان گونه که اشاره شد، روابط بالا در مرحله پایین افتادن سطح ایستابی (جایی که رابطه بین بده تخلیه و بار آبی ثابت است) به کار برده می شود. مدت زمان مورد نظر برای رسیدن به این مرحله از رابطه زیر تخمین زده می شود:

$$t_A = \frac{0.4}{a} \quad (14-4)$$

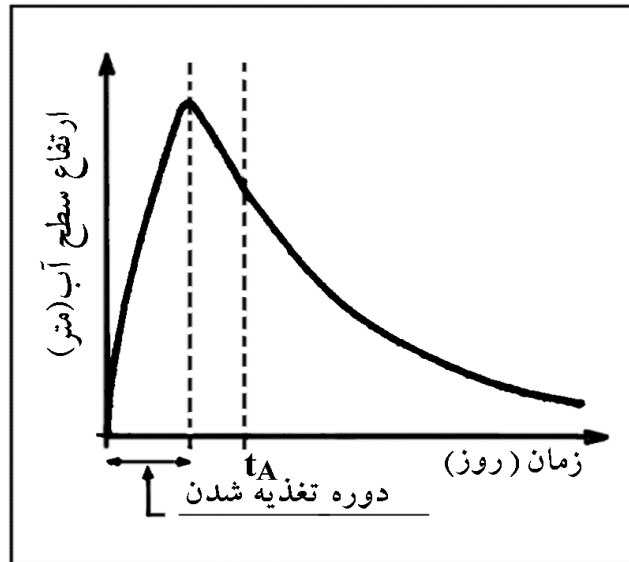
به عنوان مثال، اگر a برابر با ۰/۲ در روز که برای مناطق تحت آبیاری رقمی معمول است منظور شود، در این صورت t_A برابر با ۲ روز (۰/۲ : ۰/۴) بعد از پایان آبیاری شروع خواهد شد. از آنجایی که تعیین a یکی از اهداف اصلی آزمایش است، بنابراین مقدار a در ابتدای آزمایش نامشخص است و ضرورت دارد بلافاصله پس از پایان کاربرد آب آبیاری، اندازه گیری های دقیقی در این خصوص انجام گیرد.



شکل ۴-۱- وضعیت سطح آب هنگام تغذیه (۱) و هنگام حداکثر افت (۲)

۳-۴ پردازش، تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی و پردازش داده‌های آزمایش در شرایط جریان ماندگار و غیرماندگار، این مراحل باید انجام گیرد:



شکل ۴-۲- چگونگی تغییرات ارتفاع سطح آب نسبت به زمان

۱-۳-۴ شرایط جریان ماندگار

- بده خروجی از زهکش‌ها را به «میلی متر بر روز» تبدیل کرده و سپس نمودار رابطه بده - زمان را ترسیم کرده، بهترین خط از میان نقاط ترسیمی برازش داده شود.

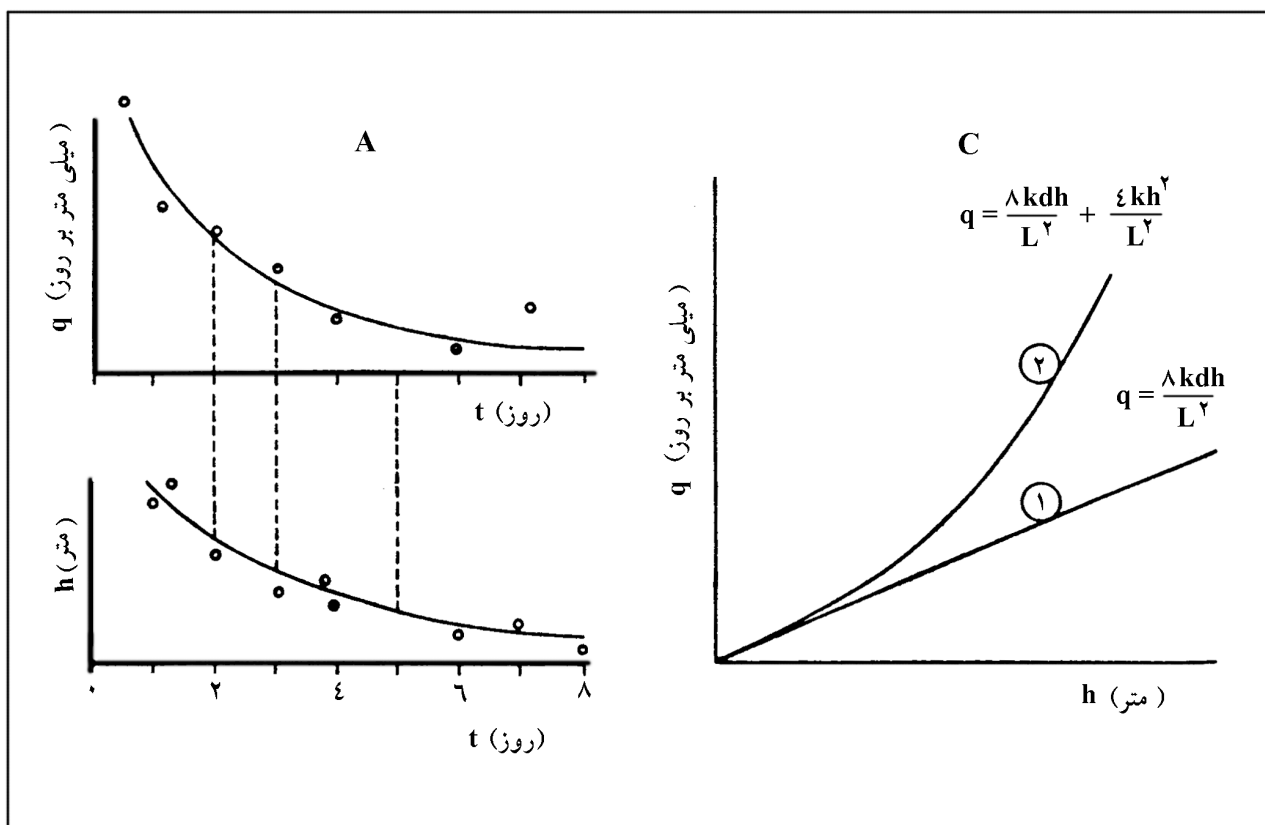
- ارتفاع سطح ایستابی به بار هیدرولیکی تبدیل، سپس این مقادیر نیز در مقابل زمان ترسیم شده و بهترین خط از میان نقاط برازش داده شود.

- مقادیر بده در مقابل بار هیدرولیکی ترسیم گردد و رابطه بده و بار هیدرولیکی به دست آید.

شکل ۳-۴ (A و B و C) نمونه نمودارهای گفته شده در بالا را نشان داده است.

معادله $q = Ah + Bh^2$ نشان می‌دهد که وقتی مقدار Bh^2 نسبت به مقدار Ah کوچک باشد، در این صورت رابطه q در مقابل h به یک خط مستقیم نزدیک خواهد شد (شکل ۳-۴ - C).

چنین شرایطی، بر این موضوع دلالت دارد که مقدار جریان وارد شده به خطوط زهکش‌ها، عمدتاً از زیر سطح زهکش‌ها صورت می‌گیرد. اگر جریان بالای سطح زهکش ناچیز و قابل صرف‌نظر کردن نباشد، در این صورت رابطه $q-h$ به شکل منحنی خواهد بود. شکل واقعی این منحنی، به توزیع نسبی دو قسمت راست معادله گفته شده در بالا بستگی دارد. هرچه سهم جریان ورودی از لایه‌های بالایی محل نصب زهکش‌ها بیشتر باشد، درجه انحنای منحنی نیز بیشتر خواهد بود.

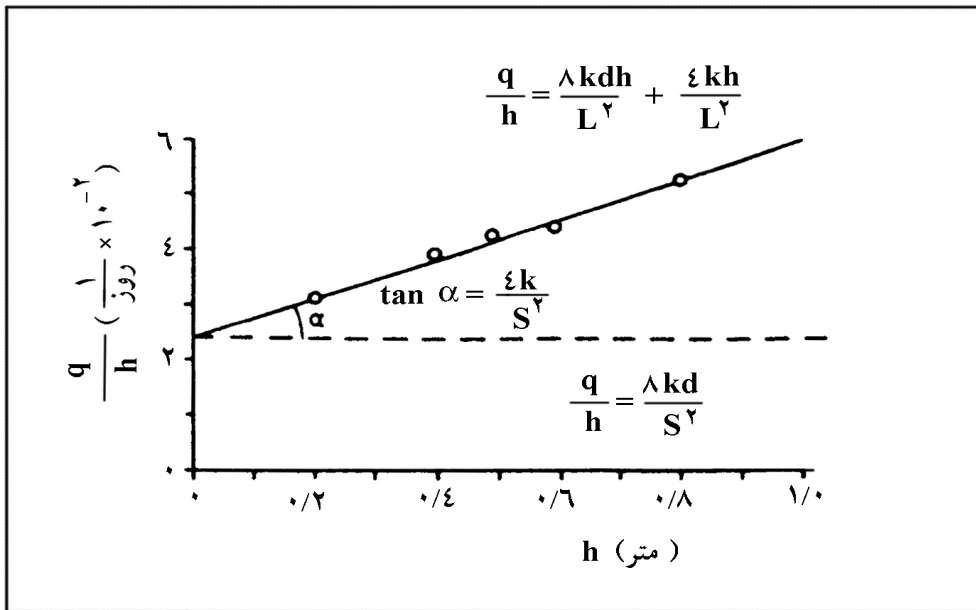


شکل ۴-۳- نمودارهای بده (A) و بار هیدرولیکی - زمان (B) و بده در مقابل بار هیدرولیکی (C)

علاوه بر منحنی $q-h$ ، رسم q/h در مقابل h نیز سودمند خواهد بود. این رابطه به وسیله خط مستقیمی که با محور افقی زاویه α می‌سازد، نشان داده شده است.

$$\tan \alpha = \frac{4k}{L^2} \quad (4-15)$$

وقتی نسبتاً کوچک باشد، خط q/h افقی خواهد بود. شکل ۴-۴ این ارتباط را نشان داده است. برای روشن شدن موضوع، مثال شماره ۱ در پیوست شماره ۲ ارائه شده است.



شکل ۴-۴- رابطه $\frac{q}{h}$ و h که به صورت خط مستقیم است.

۲-۳-۴ شرایط جریان غیرماندگار

- مقادیر بده مورد مشاهده را به «میلی متر بر روز» تبدیل و نمودار رابطه بده - زمان را ترسیم کرده، بهترین خط از نقاط ترسیمی برازش داده شود.
- رقوم سطح ایستابی مورد مشاهده.
- در وسط دو خط زهکشی را به بار هیدرولیکی تبدیل کرده و نسبت به زمان، نمودار مربوطه ترسیم و بهترین خط از نقاط ترسیمی برازش داده شود.
- h_t, q_t در مقابل زمان بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی رسم شود. این خطوط باید مستقیم و موازی هم باشند.
- ضریب بازتاب از معادلات زیر محاسبه گردد:

$$a = \frac{2/3(\log h_{t_2} - \log h_{t_1})}{t_2 - t_1} \quad (۱۶-۴)$$

$$a = \frac{2/3(\log q_{t_2} - \log q_{t_1})}{t_2 - t_1} \quad (۱۷-۴)$$

که در آن :

$a =$ ضریب بازتاب،

$h_{t_2}, h_{t_1} =$ به ترتیب بار هیدرولیکی سطح ایستابی در حد وسط دو زهکش در زمانهای t_2, t_1 . از هر دو رابطه بالا

می توان نتیجه گرفت که $a = 2/3 \tan \alpha$ است.

در این مورد، در پیوست شماره ۲، مثال شماره ۲ ارائه شده است.

۴-۴ معیارهای عملکرد

یکی دیگر از مواردی که در تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده باید مورد توجه قرار گیرد، چگونگی عملکرد مناسب خطوط زهکش‌های اجرا شده است. جریان آب به داخل زهکش‌ها، به صورت تصویری به چهار مؤلفه زیر تقسیم می‌شود (شکل شماره ۴-۵):

- مؤلفه عمودی درمحل بین زهکش و رقوم سطح آب (در حد فاصل دو زهکش)،
 - مؤلفه افقی جریان به طرف زهکش‌ها،
 - مؤلفه جریان شعاعی در مجاورت زهکش و در زیر آن، و
 - مؤلفه جریان ورودی بین دیواره ترانشه و لوله زهکش.
- بنابراین کل افت بار هیدرولیکی جریان به داخل لوله زهکش به صورت زیر است:

$$h_t = h_v + h_h + h_r + h_e \quad (۴-۱۸)$$

که در آن:

h_e, h_r, h_h, h_v به ترتیب به مؤلفه‌های عمودی، افقی، شعاعی و ورودی مربوط می‌شوند.

برای ارزیابی عملکرد خطوط زهکش، مؤلفه ورودی، هم به عنوان یک پارامتر مستقل و هم به عنوان جزئی از کل افت بار، عامل مهمی به شمار می‌رود. اگر مقاومت جریان به صورت افت بار در واحد میزان جریان تعریف شود، در این صورت برای مؤلفه ورودی می‌توان نوشت:

$$r_e = \frac{h_e}{q_u} \quad \text{یا} \quad r_e = \frac{h_e L}{Q} \quad (۴-۱۹)$$

که در آن:

r_e = مقاومت ورودی بر حسب متر،

h_e = افت بار ورودی بر حسب متر،

q_u = میزان جریان بر حسب متر مکعب بر روز به ازای واحد طول زهکش، و

Q = بده کل بر حسب متر مکعب بر روز در طول کل زهکش (L) بر حسب متر.

از مطالب بالا چنین برمی‌آید که مقاومت ورودی، پارامتری مناسب برای ارزیابی عملکرد خطوط زهکش‌های اجرا شده است. r_e عبارت از افت بار ورودی در واحد میزان جریان است.

h_e به صورت اختلاف ارتفاع بین مرکز لوله زهکش و سطح آب واقع در چاهکی است که به فاصله ۴۰ سانتی‌متری آن یعنی درست در کنار دیواره ترانشه نصب و اندازه‌گیری می‌شود. معیارهای مقاومت ورودی به عواملی مانند عمق نصب زهکش‌ها، عمق سطح ایستابی، نوسانات مطلوب سطح آب و مقادیر بده خروجی از زهکش‌ها بستگی دارد. نمایش افت بار ورودی به صورت کسری از افت بار کل (h_e/h_{tot}) در دبی‌های زیاد یعنی نزدیک به مقادیر بده طراحی زهکش‌های زیر زمینی، ارجح است.

شکل ۴-۶ میزان افت کل (h_{tot}) و افت بار ورودی (h_e) را نشان می‌دهد. جدول ۴-۱ نیز معیار عملکرد خطوط لوله‌های زهکشی بر اساس نسبت افت بار ورودی به افت کل را برای شرایطی که عمق زهکش‌ها ۱/۸ متر، فاصله زهکش‌ها ۵۰ متر، سطح سفره آب زیرزمینی بعد از آبیاری ۱ متر و ضریب زهکشی ۴ میلی‌متر در روز باشد نشان داده است.

جدول ۴-۱- معیارهای عملکرد خطوط زهکش‌های زیر زمینی بر اساس نسبت افت بار ورودی به افت کل. [۹]

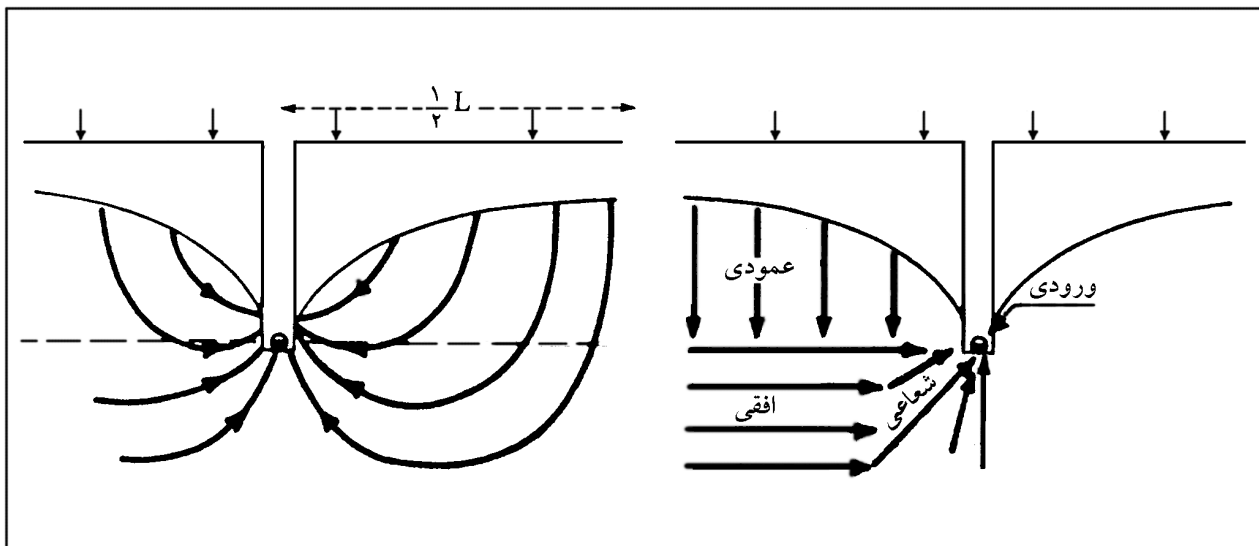
توصیف عملکرد خطوط زهکش	نسبت افت بار ورودی به افت کل (h_e/h_{tot})
خوب	< 0.2
متوسط	$0.2 - 0.4$
ضعیف	$0.4 - 0.6$
خیلی ضعیف	0.6

در جدول ۴-۲ نیز شاخص ارزیابی مقاومت ورودی برای مناطق خشک تحت آبیاری به عنوان معیار ارزیابی عملکرد خطوط لوله زهکشی ارائه شده است.

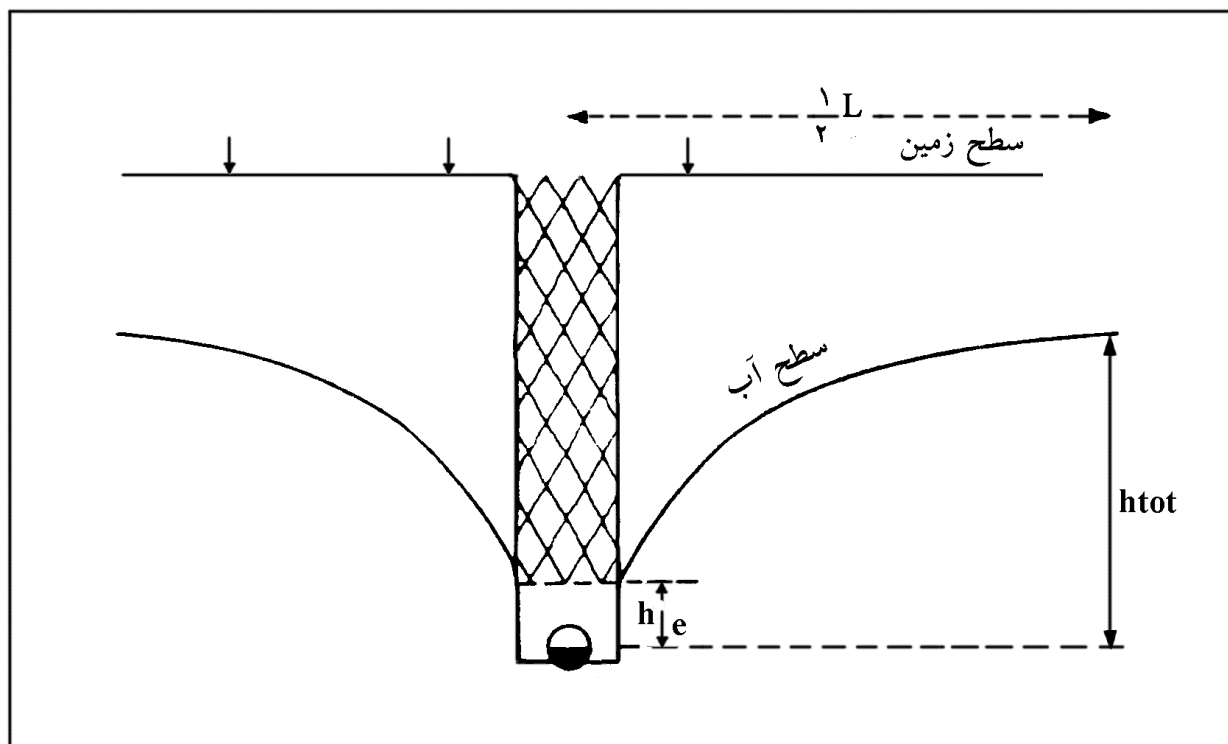
جدول ۴-۲- شاخص ارزیابی مقاومت ورودی زهکش‌ها

توصیف عملکرد زهکش‌ها	افت ورودی	مقاومت ورودی
خوب	> 0.15	< 0.75
متوسط	$0.15 - 0.3$	$0.75 - 1.5$
ضعیف	$0.3 - 0.45$	$1.5 - 2.25$
خیلی ضعیف	> 0.45	> 2.25

در فرم شماره ۴-۱ چگونگی ثبت اطلاعات صحرائی تعیین عملکرد خطوط لوله‌های زهکش درج شده است. فرم شماره ۴-۲ نیز به منظور محاسبه عملکرد خطوط لوله‌های زهکش تهیه شده است.



شکل ۴-۵- مؤلفه‌های جریان به درون زهکش



شکل ۴-۶- افت بار ورودی h_e و افت بار کل h_{tot}

فرم ۴-۱- فرم صحرائی تعیین عملکرد خطوط لوله‌های زهکش

شماره ردیف چاهک‌ها	روز پس از آبیاری	h_{tot} (m)	h_e (m)	V (حجم آب خروجی ازلوله زهکش m^3)	زمان t (روز)	Q جریان خروج آب از لوله زهکش (m^3/day)	q_u بده واحد طول زهکش ($m^3/day/m$)
I	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						
II	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						
III	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						

فرم شماره ۴-۲- فرم محاسبه عملکرد خطوط لوله‌های زهکش

شماره زهکش								شماره زهکش									روز پس از آبیاری
$r_e = h_e/q_u$				h_e/h_{tot}				$r_e = h_e/q_u$				h_e/h_{tot}					
متوسط	ردیف ۳	ردیف ۲	ردیف ۱	متوسط	ردیف ۳	ردیف ۲	ردیف ۱	متوسط	ردیف ۳	ردیف ۲	ردیف ۱	متوسط	ردیف ۳	ردیف ۲	ردیف ۱		
																۱	
																۲	
																۳	
																۴	
																۵	
																۶	
																۷	
																۸	
																۹	
																۱۰	

$\Sigma =$
 $\Sigma / n =$

$\Sigma =$
 $\Sigma / n =$

$\Sigma =$
 $\Sigma / n =$

$\Sigma =$
 $\Sigma / n =$

۴-۵ ارائه گزارش نهایی

گزارش نهایی باید شامل موارد زیر باشد :

- موقعیت عمومی و محدوده مزرعه آزمایشی با ارائه نقشه مناسب،
- خلاصه‌ای از منابع آب و خاک طرح،
- خلاصه‌ای از چگونگی استفاده از اراضی، روش‌های آبیاری، مشکلات و مسائل زهکشی منطقه،
- وضعیت موجود آبیاری و زهکشی،
- بررسی و جمع بندی طرح‌های پیشنهادی در مطالعات شبکه آبیاری و زهکشی در طرح کلی،
- ارائه معیارها برای احداث مزرعه آزمایشی،
- اهداف اجرای مزرعه آزمایشی،
- خلاصه‌ای از شرح آزمایش‌های مورد لزوم،
- چگونگی جمع‌آوری داده‌ها،
- چگونگی تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده،
- خلاصه‌ای از نتایج مهم و بحثی پیرامون آنها،
- ارائه توصیه‌ها و پیشنهادها در اجرای طرح کلی، و
- ضمیمه.

در ضمیمه گزارش، جزییات اطلاعات و آمار خام، نتایج تحلیل‌های آماری، اطلاعات و خصوصیات کامل فیزیکی و شیمیایی آب و خاک و برگه‌های نتایج و موارد مشابه ارائه می‌گردد.

پیوست شماره یک

سوابق اجرایی مزارع آزمایشی در سطح کشور و سایر نقاط دنیا

پیوست شماره یک

سوابق اجرایی مزارع آزمایشی در سطح کشور

بررسی سوابق موجود نشان می‌دهد که مزارع آزمایشی که هدف از اجرای آنها، تجزیه و تحلیل اطلاعات مرتبط با پارامترهای طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی است، عمدتاً در استان خوزستان و بعضاً در استان فارس متمرکز بوده‌اند. قبل از اینکه مشخصات مزارع مزبور مورد بررسی قرار گیرد، یادآوری این نکته ضروری است که به علت عدم تداوم بررسی‌ها و توجه به اهمیت به‌سزایی که نتایج این تحقیقات در طرح‌های اجرایی دارد، متأسفانه به اجرای این مزارع بهای لازم داده نشده است. مشکلات تملک اراضی، چگونگی تأمین آب، عدم پیش‌بینی بودجه و سازمان مشخص برای اجرا، نگهداری و بهره‌برداری از مزارع موردنظر و کلاً عدم اعتقاد سازماندهی شده و گاه شتاب‌های بی‌مورد به‌منظور اجرای طرح‌ها، باعث شده است که عملاً نتایج مشخصی از احداث این مزارع به‌دست نیاید.

۱- ایستگاه آزمایشی اصلاح اراضی شاور - استان خوزستان

اراضی شبکه آبیاری و زهکشی شاور از سمت شمال به اراضی شرکت کشاورزی جنوب، از شرق به رودخانه شاور و نهر لشکرآباد، از غرب به رودخانه کرخه و از جنوب به زهکش اصلی شاور محدود می‌گردد. مساحت این اراضی ۶۴۰۰ هکتار است که حدود ۵۲۰۰ هکتار آن به روش ثقلی از طریق سدهای انحرافی خیرآباد و شاور قابل آبیاری است و آبیاری ۱۲۰۰ هکتار نیز توسط پمپاژ از رودخانه شاور و نهرهای منشعب از آن امکان‌پذیر است.

احیای اراضی این منطقه، با عنوان طرح عمرانی شاور در نیمه دوم سال ۱۳۴۵ آغاز و گزارش مطالعات مذکور، در اسفند ماه ۱۳۴۸ تهیه گردیده است. این ایستگاه، در نیمه دوم سال ۱۳۴۹ به مؤسسه خاکشناسی واگذار و با عنوان ایستگاه تحقیقات اصلاح خاک و اراضی شاور تغییرنام یافت. به منظور بررسی امکان اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، بررسی‌های دقیق‌تری در قطعه زمینی به مساحت ۵ هکتار به انجام رسیده است. فواصل نصب زهکش‌های زیرزمینی با منظور نمودن عمق کنترل سطح ایستابی در ۱ متری و اعماق نصب زهکش‌ها در ۱/۸ متری، حدود ۲۵ متر حاصل گردید، اما در مزرعه آزمایشی، فواصل نصب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ متری مورد آزمون واقع شده است و عملیات اصلاح خاک و اراضی با و بدون کاربرد مواد اصلاح‌کننده، در آنها به انجام رسیده است. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که امکان اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شور، شور و سدیمی در اراضی منطقه، حتی در خاک‌های سنگین بافت منطقه شاور مشروط به نصب سامانه‌های زهکشی عمقی در فواصل ۱۰۰ متری (عمق نصب ۲ متر)، با کاربرد حداکثر ۱۵۰ سانتی‌متر آب کاربردی از آب رودخانه شاور و بدون کاربرد مواد اصلاح‌کننده، مقدور و عملی گزارش شده است.

۲- مزرعه آزمایشی شمال شرق اهواز

طرح شبکه آبیاری و زهکشی شمال شرق اهواز در وسعت ۲۰۰۰۰ هکتار در استان خوزستان در حال احداث است. این شبکه، با سامانه متمرکز مدیریت توزیع آب از ایستگاه پمپاژ ویس (ساحل رودخانه کارون) تغذیه می‌شود. کارفرمای این طرح، سازمان آب

و برق خوزستان و خدمات مهندسی، توسط شرکت مهندسین مشاور مهتاب قدس صورت پذیرفته است. این مزرعه با هدف بررسی پارامترهای طراحی آبیاری و زهکشی به مساحت تقریبی ۵۰ هکتار و در قسمت جنوب شرقی اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در جوار شبکه آبیاری و زهکشی شمال شرق اهواز احداث شده است. [۶]

محل تأمین آب رودخانه کارون و انتقال آب از طریق کانال دانشکده کشاورزی صورت پذیرفته است. در این مزرعه، شبکه کانال‌های نیم‌لوله پیش‌ساخته، آب مورد نیاز قطعات زراعی به وسعت حدود ۱۱ هکتار را تأمین می‌کند. زه آب اراضی از طریق مزرعه شهید قاسمی به زهکش اصلی دانشکده کشاورزی وارد شده و سرانجام به رودخانه کارون تخلیه می‌شود.

نقشه‌های اجرایی و اسناد مربوطه، توسط شرکت مهندسین مشاور مهتاب قدس تهیه شده و سازمان آب و برق خوزستان، عملیات اجرایی را در سال ۱۳۷۵ به پایان رسانده است. این مزرعه شامل چهار قطعه زراعی تسطیح شده به وسعت تقریبی ۱۱ هکتار است که در قطعات اول و دوم زهکش‌های زیرزمینی (لترال‌ها) تعبیه شده و در قطعات سوم و چهارم فقط اکتفا به تخلیه زه‌آب‌های سطحی و ساخت زهکش‌های عمیق روباز (جمع‌کننده‌ها) در جوار اراضی شده است. این مزرعه، به امکانات اندازه‌گیری بده در ورودی کانال‌ها و خروجی زهکش‌ها و اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی از طریق شبکه چاهک‌های مشاهده‌ای مجهز است.

۱-۲ اهداف احداث مزرعه

اهداف احداث مزرعه آزمایشی به شرح زیر اعلام شده است:

- بررسی کاربردی روش‌های اصلاح و بهسازی خاک با استفاده از آبی که تناسب کیفی با آب آبیاری در طرح توسعه را خواهد داشت،
- انجام بررسی‌های لازم به منظور شناسایی پارامترهای طراحی سامانه زهکشی عمقی به شکلی که زمینه ادامه طرح مناسب و اقتصادی را فراهم نماید،
- انجام آزمایش‌های مستمر به منظور بررسی چگونگی عملکرد زهکش‌های عمیق مشتمل بر مقایسه فواصل مختلف نصب زهکش‌ها، کنترل حد مجاز خیزش سطح ایستابی و تعیین ضریب زهکشی عمقی،
- بررسی طول مناسب نه‌رچه‌های آبیاری جویچه‌ای، طول و عرض مناسب در آبیاری کرتی،
- بررسی آب مصرفی گیاهان، دور آبیاری و مقادیر آب آبیاری ورودی به هر کرت،
- بررسی راندمان کاربرد آب در مزرعه،
- بررسی و دستیابی روش‌های اصلاح اراضی با زهکشی ضعیف و با استفاده از آب با کیفیت متوسط، و
- تجهیز و کاشت محصولات معرف، به صورت نمایشی در بلند مدت. [۶]

۲-۲ اطلاعات گردآوری و انجام شده

متناسب با اهداف احداث مزرعه آزمایشی، اندازه‌گیری‌های انجام شده از سطح آب چاهک‌های نصب شده در سطح اراضی، میزان جریان ورودی به مزارع و خروجی از زهکش‌ها، انجام آزمایش‌های کیفی آب و خاک به مدت یک‌سال صورت پذیرفته است. بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج در حال انجام است و در این خصوص فعلاً گزارشی تهیه نشده است.

۳- طرح زهکشی جزیره آبادان

مزرعه آزمایشی، به منظور بررسی پارامترهای طراحی شبکه آبیاری و زهکشی حدود ۱۵۰۰۰ هکتار از اراضی اطراف اروند رود که جزیی از طرح کلی جزیره آبادان است به وسعت ۱۰ هکتار مدنظر قرار گرفته است. کارفرمای طرح سازمان آب و برق خوزستان و خدمات مهندسی توسط شرکت مهندسین مشاور مهتاب قدس ارائه شده است. در زمان پیشنهاد این مزرعه، بخشی از اراضی محدوده طرح در حوالی رودخانه اروند در اثر سرریز شدن جریانات جزر و مدی به صورت باتلاقی بوده و پیش‌بینی شده که بعد از اجرای سامانه زهکشی در این محدوده و تخلیه زه آب، اراضی از حالت باتلاقی خارج شده و سطح آب زیرزمینی در عمق مشخصی از سطح خاک، تثبیت می‌شود. [۵]

۱-۳ اهداف احداث مزرعه

اهداف احداث مزرعه به شرح زیر مورد نظر مشاور طرح قرار گرفته است:

- بررسی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی و اصلاح ابعاد آن (عمق، طول، فاصله و قطر زهکش‌ها)،
- بررسی و کنترل مجدد اعداد و ارقام ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی اندازه‌گیری شده از طریق مطالعات چاهک و کنترل جریان خروجی زه آب از زهکش‌های زیرزمینی،
- بررسی نقش پوشش اطراف لوله‌های زهکش در عملکرد سامانه و تحقیق در زمینه مناسب‌ترین نوع مصالح با توجه به امکانات موجود و در نظر گرفتن هزینه‌ها،
- کسب اطلاعات عملی در زمینه اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک و ارزیابی آن با کیفیت آب کاربردی در شرایط اجرای طرح توسعه،
- بررسی در ترکیب تناوب زراعی پیشنهادی که استفاده بهینه از آب را به خصوص در فصول کم آبی ایجاب می‌نماید، و
- یافتن مناسب‌ترین سطح کنترل آب زیرزمینی در شرایط مختلف.

۲-۳ مطالعات انجام شده قبل از احداث مزرعه آزمایشی

در مطالعات اولیه و قبل از احداث مزرعه آزمایشی، حفر پروفیل‌های خاکشناسی و تشریح مجدد نیم‌رخ خاک محدوده مزرعه صورت پذیرفته است، به علاوه اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی خاک و آزمایش تعیین هدایت هیدرولیک خاک نیز انجام شده است.

۳-۳ اندازه‌گیری‌های انجام شده و نتایج حاصل از بررسی‌های به‌عمل آمده

پس از احداث مزرعه آزمایشی، نسبت به اندازه‌گیری ادواری به مدت یک‌سال از سطح آب چاهک‌ها و جریان‌های ورودی به مزرعه و خروجی از زهکش‌ها اقدام شده است. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که به دلایل زیر، اهداف اولیه اعلام شده توسط مشاور در مرحله عمل محقق نشده است:

- ورود جریان آب کنترل نشده در مقاطعی از اندازه‌گیری‌ها به محدوده اراضی،
- عدم نفوذ آب از سطح به درون خاک به دلیل نفوذپذیری بسیار کم خاک‌ها که ناشی از عدم شخم عمیق و ... به منظور افزایش نفوذپذیری آب به خاک اعلام شده است،
- عدم وجود یک سازمان منسجم و یکپارچه در هنگام اجرا و بهره‌برداری و انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای، و
- در یک جمع‌بندی نهایی، می‌توان اعلام کرد که عملاً اهداف مورد نظر مشاور تحقق نیافته است.

۴- مزرعه آزمایشی احداثی در اراضی طرح توسعه کشت و صنعت نیشکر اهواز

واحدهای نیشکر در جنوب اهواز در زمین‌هایی توسعه یافته است که در شرایط قبلی، به شدت شور بوده و به علت نزدیکی سطح آب زیرزمینی به سطح زمین احداث شبکه زهکشی عمقی در آن اجتناب ناپذیر بوده است. در طرح‌های ارائه شده توسط مشاورین طرح توسعه کشت و صنعت نیشکر، استفاده از لوله‌های p.v.c موج و مشبک در اعماق ۱/۸ تا ۲/۵ متر به منظور کنترل سطح آب زیرزمینی پیش‌بینی شده است. این سامانه به‌گونه‌ای طراحی شده که در دوره حداکثر مصرف آب، سطح آب زیرزمینی را در عمق ۱/۲ متری کنترل کند.

در محدوده طرح‌های توسعه کشت نیشکر در جنوب اهواز، به علت دور بودن مناطق استحصال مصالح شن و ماسه، تدارک آن برای مصرف در شبکه زهکشی زیرزمینی نسبتاً گران است و حمل و نقل حجم عظیم مصالح مورد نیاز، متضمن مشکلات زیاد و تدارکات ویژه است. ابعاد این مسائل و ضرورت تلاش برای کاهش هزینه‌های مترتبه، تفکر استفاده از مواد مصنوعی را به وجود آورد و در پی آن، برای ایجاد مزرعه آزمایشی برنامه‌ریزی شد.

هدف اصلی از اجرای این برنامه، بررسی چگونگی عملکرد پوشش‌های مصنوعی و مقایسه آن با پوشش شنی اعلام شده است. در این مزرعه، استفاده از دو نوع فیلتر پلاستیکی از نوع پلی‌پروپیلن به نام‌های pp450 و pp700 مورد آزمایش قرار گرفت. [۴]

با توجه به کوتاه بودن زمان، و به منظور اعلام نتایج استفاده و یا عدم استفاده از فیلترهای مصنوعی، برنامه‌های اجرایی مزرعه آزمایشی به‌گونه‌ای تدوین شد که طی یک دوره شش ماهه آبیاری، حجمی مانند مقدار آب مصرف شده در یک دوره آبیاری نیشکر به زمین نفوذ داده شود و طی آن عملکرد پوشش‌های کاربردی مورد بررسی واقع شود. در این برنامه تنظیم شده، انتظار بر این بوده که طی مدت آزمایش نشانه‌های کافی برای اظهار نظر در عملکرد پوشش‌ها به‌دست آید.

۱-۴ موقعیت و وسعت مزرعه آزمایشی

این مزرعه با وسعت حدود ۴۵ هکتار در مجاورت روستای صفحه به مرحله اجرا در آمده است. محل مزرعه از راه یک جاده انحرافی به طول ۷ کیلومتر و منشعب از کیلومتر ۴۵ جاده اهواز - آبادان قابل دسترسی بوده است.

۲-۴ منبع تأمین آب

آب مورد نیاز مزرعه از رودخانه کارون و از طریق ایستگاه پمپاژ واقع در روستای نثاره تأمین شده است. جریانی معادل ۷۰ لیتر بر ثانیه به مزرعه منتقل شده است. هدایت الکتریکی آب کاربردی در دوره آزمایش بین ۱/۵ تا ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) متغیر بوده است.

۳-۴ برنامه اندازه‌گیری‌های مزرعه آزمایشی

همان‌گونه که در بالا نیز اشاره شد، هدف اصلی احداث مزرعه آزمایشی، ارزیابی عملکرد انواع مختلف فیلترهای زهکش بوده و از این رو، برنامه کار بر اندازه‌گیری عوامل مربوط به این هدف متمرکز بوده است. در جوار این اندازه‌گیری‌ها، مشاهدات مربوط به روند اثرگذاری آبیاری در آبشویی خاک نیز صورت گرفت. در ارتباط با بررسی فیلترهای زهکشی مشاهدات زیر انجام شده است:

- اندازه‌گیری‌های شدت جریان خروجی از لوله‌های زهکش زیرزمینی،
 - اندازه‌گیری‌های تغییرات عمق آب زیرزمینی در مزرعه، و
 - اندازه‌گیری جریان رسوب از لوله‌های زهکش.
- در ارتباط با بررسی‌های آبشویی نیز اندازه‌گیری‌های زیر انجام شده است:
- اندازه‌گیری حجم آب آبیاری وارد شده به قطعات،
 - اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب در خاک،
 - اندازه‌گیری کیفیت زه‌آب زهکش‌ها،
 - اندازه‌گیری وضعیت شوری اولیه در نیمرخ خاک، و
 - اندازه‌گیری شوری در نیمرخ خاک پس از هر دور آبشویی املاح محلول.

۴-۴ جمع‌بندی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده

نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها مؤید این مطلب است که مصالح شنی به کار گرفته شده، بهترین و مطمئن‌ترین عملکرد را به‌دست داده است. به علاوه پوشش مصنوعی از نوع PP450 با عملکردی نزدیک به مصالح شنی نتایج قابل قبول را داشته است. به طور کلی، توصیه‌های زیر حاصل انجام آزمایش‌های مربوط در مزرعه آزمایشی اعلام شده است [۴]:

- برای خاک‌های سنگین و همگن، فیلتر مصنوعی از نوع PP450 می‌تواند جایگزین اقتصادی‌تری برای فیلتر شنی باشد و در صورت وجود ماسه در بین لایه‌های خاک استفاده از این فیلتر قابل توصیه نیست.

- برای خاک‌های محتوی ماسه خیلی ریز و سیلت، فیلترهای مصنوعی کارآیی لازم را نداشته و قابل توصیه نیست.
 - استفاده از لوله‌های بدون فیلتر نیز در شرایط خاک‌های منطقه طرح قابل توصیه نیست [۴].
- به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها و آزمایش‌های انجام شده، درخصوص هدف اصلی تحقیق برآورد شده است اما به دلیل کوتاه بودن زمان انجام آزمایش‌ها، فراگیر نبودن کلیه پارامترهای طراحی، منظور نکردن اهداف بلندمدت و عدم بررسی همه جانبه بهتر این بود که با برنامه‌ریزی درازمدت، مقدمات یک مزرعه تحقیقاتی در منطقه طرح فراهم می‌شد که متأسفانه این مهم صورت پذیرفته است.

۵- مزرعه آزمایشی در محدوده اراضی زربینه‌رود

براساس درخواست کارشناسان بانک جهانی، مبنی بر کنترل عملکرد زهکش‌های زیرزمینی، دو مزرعه شماره ۶۳ و ۷۳ با هدف کنترل عملکرد زهکش‌های زیرزمینی اجرا شده است. مساحت مزارع بالا، به ترتیب ۷ و ۱۲ هکتار بوده و طبق مطالعات خاکشناسی، اراضی انتخاب شده در کلاس‌های IIIAW و IVA قرار دارند. بافت خاک مزارع انتخابی بسیار سنگین گزارش شده است.

۱-۵ روش انجام آزمایش‌ها

در محدوده اراضی انتخاب شده، سه خط زهکش به فواصل ۱۰۰ و ۶۰ متر اجرا شده است. لوله‌های زهکش از نوع p.v.c موج و مشبک، و به قطر ۱۲۵ میلی‌متر در نظر گرفته شده است.

برای بررسی‌های مزرعه‌ای و جمع‌آوری آمار و اطلاعات از سطح آب و چگونگی افت آن متناسب با بده خروجی از زهکش‌ها، در طرفین زهکش میانی، چهار حلقه چاهک مشاهده‌ای نصب شده است. در محل نصب چاهک‌های مشاهده‌ای، عملیات لایه‌بندی تا عمق ۶ متر صورت گرفته و نمونه‌های خاک تا عمق ۱/۵ متری به منظور تعیین کیفیت شیمیایی خاک‌ها تهیه شده است. با اعمال آبیاری سنگین (معادل ۳۰۰ میلی‌متر) سطح آب زیرزمینی به نزدیکی سطح زمین رسانیده شده، و سپس آبیاری قطع و نسبت به اندازه‌گیری رقوم سطح ایستابی و بده خروجی از زهکش‌ها در روزهای بعد از آبیاری، حداقل به مدت ۸ روز اقدام شده است. پس از قطع آبیاری، اندازه‌گیری هدایت هیدرولیک خاک به روش چاهک در محل چاهک‌های مشاهده‌ای صورت پذیرفته است. چون در شرایط اجرای مزرعه آزمایشی، اراضی حالت ماندابی نداشته‌اند بنابراین نشت طبیعی معادل ۲ میلی‌متر در روز فرض شده است و با توجه به اطلاعات اخذ شده از رقوم سطح آب چاهک‌های مطالعاتی و بده خروجی از زهکش‌ها، هدایت هیدرولیک خاک، آبدهی ویژه و ضریب بازتاب به‌دست آمده است. این بررسی‌ها نشان داده که با توجه به پارامترهای حاصل شده و برنامه آبیاری محصولات مورد نظر، فواصل زهکش‌ها می‌توانسته تا ۵۰ درصد نیز افزایش داشته باشد. [۷]

۲-۵ چگونگی جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل نتایج

- اطلاعات سطح ایستابی از چاهک‌های مشاهده‌ای و بده خروجی از زهکش‌ها در شرایط رژیم غیرماندگار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و منحنی دبی-زمان و بار هیدرولیکی نسبت به زمان ترسیم و میزان هدایت هیدرولیک خاک توسط اطلاعات به‌دست آمده و معادلات مربوطه، تعیین شده است. درخصوص عملکرد زهکش‌ها و بررسی میزان افت جریان‌های ورودی به زهکش‌ها، در نظر است در مزرعه آزمایشی H77 بررسی‌های لازم صورت پذیرد که تاکنون در این مورد گزارشی تهیه و ارائه نشده است.

سوابق تحقیقات انجام شده در سایر نقاط دنیا

مروری بر تحقیقات انجام شده بیانگر این مطلب است که در دهه اخیر، گرایش مطالعات و تحقیقات مزرعه‌ای علاوه بر مسائل ساخت، نصب زهکش‌ها و بررسی و تدقیق پارامترهای طراحی معطوف به مطالعات زیست‌محیطی نیز بوده است. هرچند این نوع تحقیقات، مراحل ابتدایی خود را طی می‌کند اما به دلیل تأثیر مستقیم طرح‌های زهکشی در مسائل زیست‌محیطی، انتظار می‌رود در آینده، مطالعات زیست‌محیطی در مزارع آزمایشی نقش پررنگ‌تری را داشته باشد و پارامترهای زیست‌محیطی به عنوان شاخصی مؤثر بر عملکرد شبکه زهکشی تلقی گردد. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام‌شده در مزارع آزمایشی با محوریت مسائل زهکشی در زیر ارائه شده است:

در کشور مصر، استفاده از پوشش‌های دانه‌ای مطرود شده و پوشش‌های مصنوعی جایگزین آنها شده است. بنابراین در این رابطه، عملکرد پوشش‌های مصنوعی در مزارع آزمایشی در کشور مصر مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده توسط این محققین، نشان می‌دهد که عملکرد پوشش‌های حجیمی که از الیاف پلی‌پریلین ساخته می‌شود، نتایج قابل قبولی را عاید ساخته است. در همین تحقیق نیز بازدهی کار ماشین زهکشی بررسی شده که نشان می‌دهد بازدهی و عملکرد ماشین، رابطه مستقیمی با کیفیت ماده پوششی دارد. به همین دلیل است که کنترل کیفیت مواد پوششی مصنوعی در کارخانه باید به دقت مورد توجه قرار گیرد به شکلی که در مراحل مختلف کاری، ضمن اینکه عملکرد فنی آن مطلوب باشد، حداقل هزینه نصب را نیز به همراه داشته باشد. [۱۲]

L-Hamshary و همکاران مسائل و مشکلات مطرح در زهکشی را در ایستگاه تحقیقاتی بررسی کرده‌اند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که در پروفیل خاک و در همه اعماق شوری به مقدار کمی وجود دارد اما مشکل سدیمی بودن خاک، خود را بیشتر از شوری در اعماق مختلف نشان می‌دهد. همچنین روند افزایش درصد سدیم تبادلی از سطح به عمق مشاهده شده است. [۱۰]

در یک مزرعه آزمایشی اثر سه نوع فاصله (۲۰، ۴۰، ۸۰ متر) و در عمق زهکشی (۱/۲ و ۱/۵ متر) روی شوری خاک توسط Wahdan و همکاران مطالعه شده است. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که بعد از گذشت ۱۳ سال از شروع عملیات مزرعه آزمایشی، شوری خاک به خصوص در اعماق کم به مقدار معنی‌داری کاهش یافت. این روند متأثر از دو پارامتر عمق و فاصله بوده است. از اثرات مثبت زهکشی، پایداری خاکدانه‌ها و بهبود حرکت آب در داخل خاک گزارش شده است. زهکشی در منطقه مورد مطالعه، باعث افزایش تخلخل کل نشده اما سبب افزایش نسبت خلل و فرج درشت گردیده که در نتیجه باعث

افزایش هدایت هیدرولیکی به طور معنی‌دار گردید. در رابطه با عمق زهکشی، عمق زیادتر (۱/۵ متر) نسبت به عمق سطحی‌تر (۱/۲ متر) اثر بیشتری در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از قبیل شوری، خصوصیات خاکدانه‌ها و حرکت آب در داخل خاک داشته است. همچنین این محققین نشان دادند که تأثیر فواصل ۲۰ و ۴۰ متر روی خصوصیات خاک، مشابه بوده است. [۱۳]

در یک مزرعه آزمایشی در کشور اتیوپی، سه نوع ماده پوششی شامل خاکستر قرمز، گراول و یک ماده مصنوعی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده حاکی از این است که عملکرد گراول و Red Ash تقریباً مشابه و بهتر از ماده مصنوعی بوده است. [۱۴]

در سامپلا از ایالت هاریانای کشور هندوستان، بررسی‌هایی به منظور تعیین معیارهای طراحی زهکشی برای کنترل سطح ایستابی و شوری در خاک‌های آبرفتی با آب زیرزمینی شور و کم عمق در مزرعه آزمایشی به انجام رسیده است. نتیجه بررسی‌های به‌عمل آمده نشان می‌دهد که با اجرای زهکش‌های زیرزمینی به فاصله ۷۵ متر و عمق نصب ۱/۷۵ متر، می‌توان شرایط را برای رشد بهینه محصولات کشاورزی فراهم نمود. [۱۲]

برای بررسی اثر پوشش‌های متفاوت در خاک‌های با بافت مختلف در عملکرد زهکش‌های زیرزمینی، تحقیقاتی توسط مؤسسه خاک و آب وزارت کشاورزی مصر در شهر قاهره به انجام رسیده است. نتایج این تحقیقات، بیانگر این مطلب است که کاربرد مواد پوششی دانه‌بندی شده برای کاهش مقاومت هیدرولیکی بیشتر مؤثر بوده و مواد پوششی تهیه شده از مواد فیبری، کمترین تأثیر را در کاهش مقاومت هیدرولیکی و عملکرد زهکشی داشته‌اند. [۸]

۶- مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات زهکشی آونجان فارس

این مزرعه آزمایشی، توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (وابسته به سازمان تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی) در ۴۰ هکتار از اراضی منطقه آونجان رامجرد در ۷ کیلومتری شمال شرق روستای کوشکک از توابع شهرستان مرودشت فارس در دست احداث است. هدف از احداث این مزرعه، تحقیقات پایه‌ای و کاربردی در زمینه زهکشی با عنوان بررسی و تحقیق در کارایی فرمول‌های مناسب تعیین فاصله زهکش‌های زیرزمینی اعلام شده است. در این مزرعه، زهکش‌هایی با فواصل ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ متر در عمق ۱/۸ متری از سطح زمین نصب گردیده است. علاوه بر این، نصب زهکش‌های زیرزمینی بدون استفاده از فیلتر نیز در نظر گرفته شده است. در حال حاضر، در این مزرعه رکوردگیری‌های موردنظر شروع نشده و گزارش در این زمینه منتشر نگردیده است.

پیوست شماره دو

مثال روش‌های ماندگار و غیر ماندگار

مثال شماره ۱

در یک مزرعه آزمایشی، عمق نصب زهکش‌ها ۲ متر و فواصل نصب آنها ۱۰۰ متر بوده است. قطر لوله‌های زهکش ۱۰ سانتی‌متر است. بده خروجی از زهکش‌ها و سطح ایستابی از چاهک‌های مشاهده‌ای، به تناوب در طی دوره‌هایی که موقعیت سطح آب تغییرات ناچیزی داشته، اندازه‌گیری شده است. نتایج مشاهدات انجام شده در جدول شماره (۱-۱) ارائه شده است.

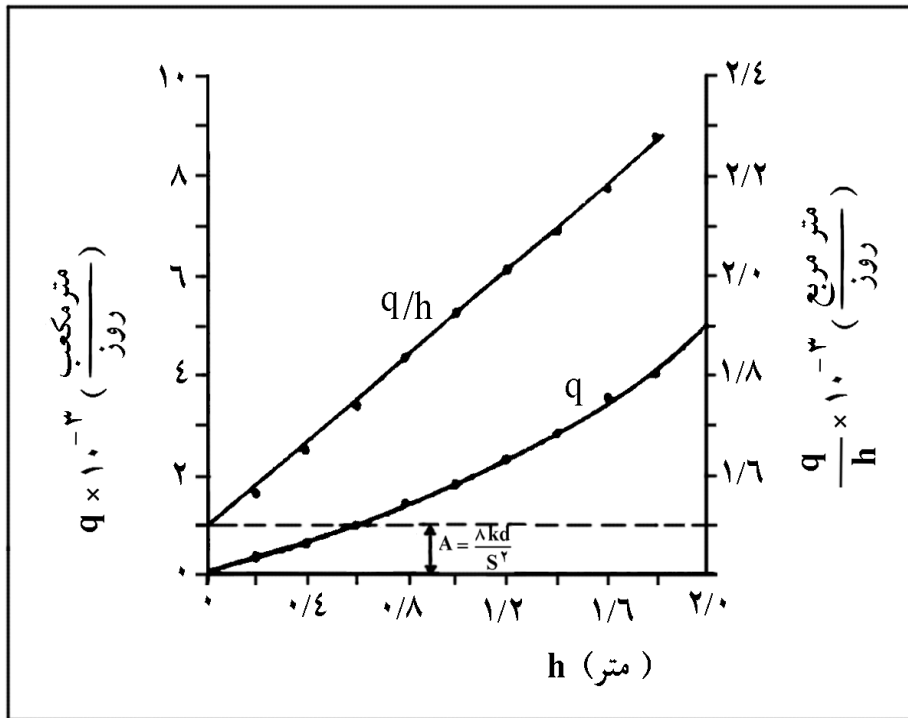
- مشاهدات انجام شده در شرایط جریان ماندگار زهکشی را تجزیه و تحلیل نموده و نتایج بررسی را ارائه کنید.

جدول ۱- مقادیر بده و بار هیدرولیکی مربوطه

نسبت بده به بار هیدرولیکی (q/h)	بار هیدرولیکی (h)	دبی (q)
(هزارمتر مکعب بر روز در هر متر)	(متر)	(هزارمتر مکعب بر روز)
۲/۳۵	۱/۸	۴/۲۳
۲/۲۵	۱/۶	۳/۶۰
۲/۱۴	۱/۴	۳/۰۰
۲/۱۰	۱/۲	۲/۵۲
۲/۰۰	۱/۰	۲/۰۰
۱/۹۱	۰/۸	۱/۵۳
۱/۸۳	۰/۶	۱/۱۰
۱/۷۵	۰/۴	۰/۷۰
۱/۶۵	۰/۲	۰/۳۳

حل :

با استفاده از نتایج جدول ۱، شکل شماره یک تهیه شده است.



شکل ۱- مقادیر شدت تخلیه (q) در مقابل بار هیدرولیکی (h) و نسبت q/h در مقابل بار هیدرولیکی

به طوری که ملاحظه می‌شود، خط q-h دارای اندکی انحناء است و نشان می‌دهد که قسمت اعظم آب از لایه‌های خاک واقع در بخش زیرین زهکش‌ها به خطوط لوله زهکش جریان می‌یابد.

رابطه q/h در مقابل h، خط مستقیمی است که شیب آن معادل 0.4×10^{-3} است ($\tan \alpha = 0.4 \times 10^{-3}$) که همان مقدار B در معادله (۳-۴) است. با توجه به روابط ارائه شده در متن می‌توان نوشت:

$$K = \frac{L^2 \tan \alpha}{4} = \frac{100^2 \times 0.4 \times 10^{-3}}{4} = 1 \quad \text{متر بر روز}$$

مقدار $A = \frac{Kd}{L^2}$ از محل تقاطع با محور عمودی برابر 1.06×10^{-3} حاصل می‌شود.

با داشتن k و L، d (عمق معادل)، نیز قابل محاسبه است.

$$1.06 \times 10^{-3} = \frac{8 \times 0.56 \times d}{100 \times 100} \Rightarrow d = 2 \quad \text{متر}$$

با استفاده از مقادیر معین از جمله : فاصله زهکش‌ها ($L = 100$ متر)، شعاع ($r = 0.05$ متر) و عمق معادل ($d = 0.2$ متر)، عمق واقعی لایه محدود کننده (D_0) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d = \frac{D_0}{\frac{\lambda D_0}{\pi L} \ln \frac{D_0}{u} + 1} \Rightarrow z = \frac{D_0}{\frac{\lambda D_0}{\pi 100} \ln \frac{D_0}{u} + 1}$$

$$u = \pi r = 3.14 \times 0.05 = 0.16 \text{ متر}$$

$$z = \frac{D_0}{\frac{\lambda D_0}{\pi \times 100} \ln \frac{D_0}{0.16} + 1} \Rightarrow D_0 \cong 2/3 \text{ متر}$$

مثال شماره ۲

مزرعه‌ای آزمایشی را در نظر بگیرید که توسط زهکش‌هایی به فاصله ۳۰ متر زهکشی شده است.

عمق نصب زهکش‌ها ۱/۸ متر است و لایه محدود کننده در عمق ۴/۸ متری از سطح زمین قرار دارد. مقدار آب کاربردی در هر آبیاری، ۱۴۰ میلی‌متر است که از این میزان، ۴۰ میلی‌متر به درون خاک نفوذ یافته و فرض شده است که کل این میزان آب در روز اول به لایه آبدار وارد می‌شود. در طی روز اول، کاربرد آب آبیاری و در روزهای بعد، عمق سطح ایستابی و میزان بده خروجی از زهکش‌ها، چندین بار در روز اندازه‌گیری شده است. جدول شماره ۲ خلاصه مشاهدات انجام شده را نشان می‌دهد. نتیجه اندازه‌گیری‌های به دست آمده را در شرایط جریان غیرماندگار زهکشی تجزیه و تحلیل کرده و نتایج به دست آمده را ارائه کنید.

جدول ۲- میزان آب نفوذ یافته به خاک (R)، بده خروجی از زهکش‌ها (q_t) و

بار هیدرولیکی مربوطه (h_t) در حد وسط دو خط زهکش

زمان روز (t)	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
R (mm)	۴۰	-	-	-	-	-	-	-
q_t (mm/day)	۱۴/۴	۵/۹	۴/۴	۳/۴	۲/۶	۲	۱/۶	۱/۲
h_t (mm)	۴۹۵	۴۳۰	۳۴۰	۲۶۵	۲۰۵	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰

با استفاده از ارقام جدول بالا، شکل‌های شماره ۲ و ۳ تهیه شده است.

با توجه به شکل شماره ۳ ملاحظه می‌شود که $\tan \alpha = \frac{1}{9/5} = 0/105$ می‌شود و بنابراین نتیجه می‌گردد که :

$$\alpha = 2/3 \times 0/105 = 0/242 \quad (\text{روز})^{-1}$$

همان گونه که قبلاً اشاره شد، پس از مدت زمان t_A روابط $q-t$ و $h-t$ به صورت خط مستقیم در می‌آیند. مقدار t_A وابسته به مقدار a است که مجهول می‌باشد. بنابراین لازم است که مشاهدات به صورت مکرر و دقیق، به طور مثال در دوره‌های بین روز دوم و ششم بعد از آبیاری نیز صورت گیرد. از آنجا که $\alpha = 0/242$ نتیجه شده است می‌توان نوشت :

$$t_n = \frac{0/4}{0/242} = 1/7 \approx 2 \quad \text{روز}$$

با استفاده از شکل شماره ۲ نیز مقدار نسبت $\frac{q}{h} = 0/0127$ استخراج می‌گردد.

لازم به یادآوری است که رابطه $\frac{q}{h}$ زمانی به صورت خط مستقیم در می‌آید که بخش اعظم آب از خاک زیر زهکش‌ها به لوله‌های زهکش جریان می‌یابد. در این صورت، تغییرات موقعیت سطح ایستابی در ضخامت لایه آبدار اثر کمی خواهد داشت و معادلات جریان ماندگار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

$$Kd = \frac{q}{h} \cdot \frac{L}{\lambda}$$

با جایگزینی مقادیر L و $\frac{q}{h}$ مقدار kd معادل $1/43$ متر مربع بر روز حاصل می‌گردد. برای به دست آوردن K از مقدار Kd ، رقم d را از رابطه زیر می‌توان محاسبه نمود:

$$d = \frac{D_0}{\frac{\lambda D_0}{\pi L} \ln \frac{D_0}{U} + 1}$$

به ازای $U = 0/3$ ، $L = 30$ متر و $D_0 = 3$ داریم :

$$d = 1/89$$

و در نتیجه $K = 0/75$ متر بر روز به دست می‌آید.

– محاسبه تخلخل مؤثر

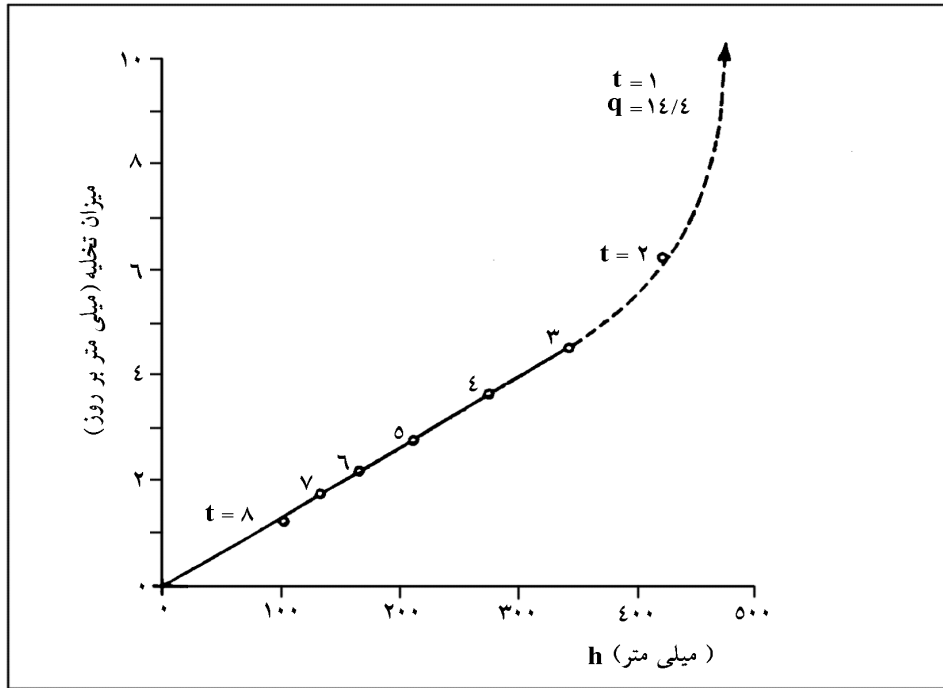
تخلخل مؤثر (S) از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\frac{q}{h} = \frac{\lambda Sa}{\pi^2} \quad \text{و} \quad a = \frac{\pi^2 kd}{SL^2}$$

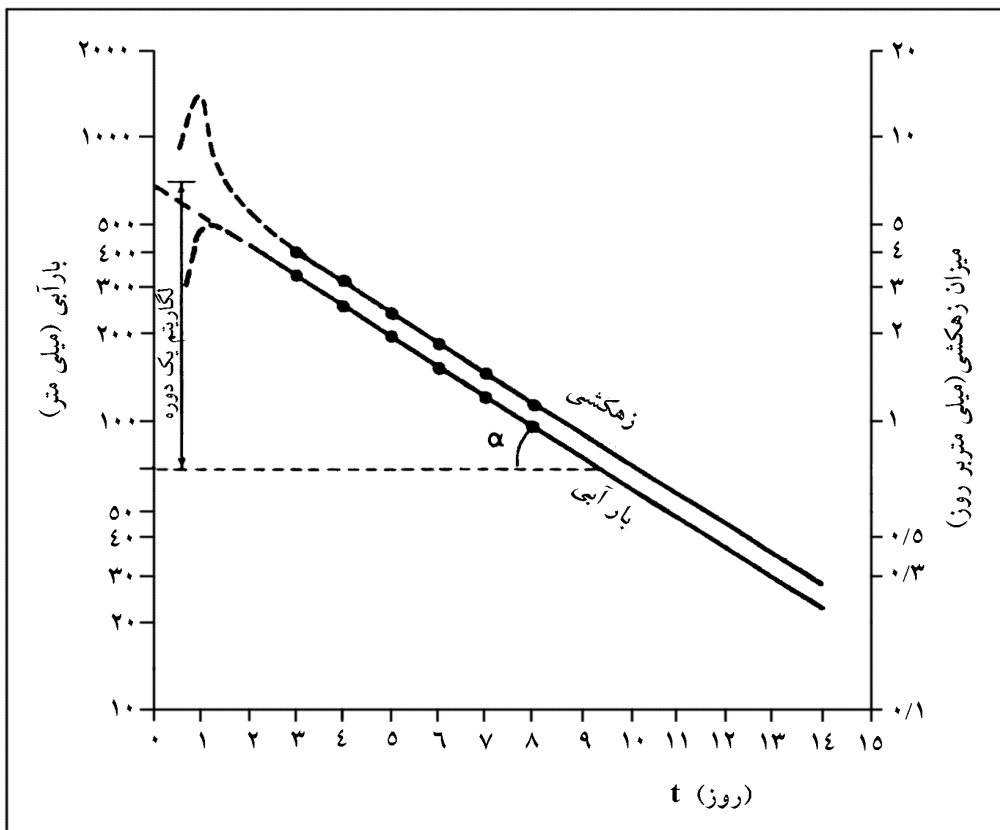
در رابطه اول، باید مقادیر a ، L و Kd و در رابطه دوم a ، q و h معلوم باشند.

اگر در معادله اول به جای مقادیر a ، Kd و L مقادیر مربوطه جایگزین گردد، در این صورت $S = 0/065$ حاصل می‌شود.

در معادله دوم نیز با جایگزینی مقادیر مربوطه، تخلخل مؤثر محاسبه می‌گردد ($S = 0/065$).



شکل ۲- موقعیت سطح آب و بده مورد مشاهده که به بار هیدرولیکی (میلی متر)



شکل ۳- مقادیر بده در مقابل بار هیدرولیکی

نتیجه‌گیری

چنانچه در مثالهای مذکور ملاحظه گردید، با استفاده از تغییرات بار هیدرولیکی نسبت به بده خروجی از زهکش‌ها می‌توان ضریب بازتاب (a)، هدایت هیدرولیک خاک (K)، عمق لایه محدودکننده و تخلخل مؤثر را محاسبه نمود که این مسئله، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا در مطالعات صحرایی زهکشی عمقی که میزان هدایت هیدرولیک خاک و عمق لایه محدودکننده، از طریق اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای، تعیین می‌گردد به دلیل تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در خصوصیات خاک و استنباط‌های متفاوت کارشناسی، ارقام مذکور بعضاً با خطا همراه است.

پس، می‌توان متناسب با تیپ مزارع آزمایشی انتخاب شده، نتایج حاصل از احداث مزارع آزمایشی را برای کل منطقه مطالعاتی قابل تعمیم دانست و پارامترهای طراحی را تدقیق نمود.

منابع و مراجع

- ۱- سیادت، حمید. ۱۳۵۰. راهنمای آزمایشات زهکشی، نشریه شماره ۳۱۱ مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک، وزارت کشاورزی، ۲۱ صفحه.
- ۲- وزیر، ژاله. ۱۳۶۳، خلاصه نتایج تحقیقات آبیاری سالهای ۱۳۴۵ - ۱۳۴۶، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۷۳۳، ۴۸ صفحه.
- ۳- مهاجر میلانی، پرویز. ۱۳۶۷. مروری بر تحقیقات بیست ساله اصلاح اراضی و زهکشی (۱۳۴۶ - ۱۳۴۵)، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۷۳۸، ۴۸ صفحه.
- ۴- مهندسین مشاور پندام. گزارش مزرعه آزمایشی کشت و صنعت نیشکر.
- ۵- مهندسین مشاور مهتاب قدس. ۱۳۷۲. گزارش احداث مزرعه آزمایشی آبادان.
- ۶- مهندسین مشاور مهتاب قدس. ۱۳۷۳. گزارش احداث مزرعه آزمایشی شمال شرق اهواز.
- ۷- مهندسین مشاور مهتاب قدس. ۱۳۸۰. گزارش احداث مزرعه آزمایشی زرینه رود.
- 8- Bishay, B.G. and M. Safwat – Youssef. 1976. Hydraulic resistance of Subsurface drains as Influence by Certain Filter Materials. Agricultural Research Review (Cairo).54(4): 55 – 61
- 9- Dieleman, P.J. and B.D. Trofford. 1984. Drainage Testing. FAO Irrigation and Drainage Paper, NO 28. FAO, Rome, Italy.
- 10- El – Hamshary, S.A., Sorour A.M. and A.A. El – Leithi 1992. Drainage and Salinity at Northern Middle Part of the Nile Delta . In : Proceedings 5 th International Drainage Workshop , Volume III. W.F. Vlotman (ed) February 8 –15, Lahore, Pakistan. PP:6.17 – 6.34.
- 11- Rao – Kvgk, Kumbhare, P.S., Kamra S.K., and R.J. Oosterbaan . 1990 . Reclamation of Waterlogged Saline Alluvial Soils in India by Subsurface Drainage . In : Proceedings of Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semiarid Regions, Drainage Research Institute , Cairo, Egypt.
- 12- Terbijhe , J.R., Broekhof P.P. and A. Omara. 1992. Experiences With Mechanical Wrapping of Drain Pipe in Egypt With Locally Made Synthetic Envelope Materials. In : Proceedings 5 th International Drainage Workshop , Volume III. W.F. Vlotman (ed.), February 8 – 16, Lahore , Pakistan. PP : 5.65 - 5.76.
- 13- Wahdan, A.A. , Helalia A.M. and H.M. Nasr. 1992. Impact of Subsurface Drainage on Some Soil Properties in Upper Egypt. In : Proceedings 5 th International Drainage Workshop , Volume III. W.F. Vlotman (ed.) , February 8-16. Lahore, Pakistan. PP: 7.71 – 7.79.
- 14- Woudeneh, T. 1987. The Melka Sadi Pilot Drainage Scheme. In : Proc. Symp. 25 th International Course on Land Drainage , Twenty – Five Years of Drainage Experience . J. Vos (ed.) Publ. 42, ILRI, Wageningen , The Netherland PP : 261 – 267.

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

***Criteria of Selection and Design of
Subsurface Drainage Testing***

این نشریه

تحت عنوان «ضوابط انتخاب و طراحی مزرعه آزمایشی زهکشی زیرزمینی» ابتدا به بیان ضرورت احداث مزارع آزمایشی می‌پردازد. مشکلات تعیین پارامترهای طراحی در تعیین فواصل زهکش‌های زیرزمینی نظیر هدایت هیدرولیک خاک، لایه محدودکننده در اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای و تعمیر آنها به مناطق موردنظر بر احداث و نصب زهکش‌های زیرزمینی، ابهامات موجود در تناسب پوشش اطراف لوله‌های زهکش، فرضیات موجود در نوع روابط به‌کار رفته در تعیین فواصل زهکش‌ها، از جمله مواردی هستند که در این بخش به آنها اشاره شده است. نحوه عملکرد زهکش‌ها در کنترل سطح ایستابی و آبشویی املاح از نیمرخ خاک، تناسب پوشش مناسب اطراف لوله‌های زهکش، تعیین پارامترهای طراحی فواصل و نصب زهکش‌ها و ... به عنوان اهداف احداث مزارع مذکور ذکر شده‌اند. ضوابط طراحی مزارع مذکور، شامل انتخاب مدل، وسعت، تعداد خطوط، ابعاد قطعات، تعداد واحدهای آزمایشی، تکرار محل‌های آزمایش، انتخاب فواصل نصب زهکش‌ها و چگونگی جمع‌آوری اطلاعات و نوع اندازه‌گیری‌های مورد نیاز نیز تشریح شده است. در پایان نحوه تجزیه و تحلیل نتایج متناسب با اهداف احداث مزارع مذکور ارائه شده است.

معاونت امور اداری ، مالی و منابع انسانی
مرکز مدارک علمی ، موزه و انتشارات

ISBN: 964-425-899-1



9789644258992