

راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی

نشریه شماره ۳۸۱

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا

<http://sesc.moe.org.ir>

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی

نشریه شماره ۳۸۱

وزارت نیرو
دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا
<http://seso.moe.org.ir>

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>

فهرست برگه

ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی. دفتر نظام فنی اجرایی
راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی / معاونت نظارت راهبردی،
دفتر نظام فنی اجرایی؛ وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. - تهران: معاونت
برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی، ۱۳۸۷.
VII، ۷۷ ص: فرم. - (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. دفتر نظام فنی
اجرایی؛ نشریه شماره ۳۸۱) (انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور؛
۸۷/۰۰/۷۸)

ISBN 978-964-179-030-3

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۰/۱۳۹۱۹۱ مورخ ۱۳۸۶/۱۰/۵

کتابنامه: ص. ۷۷

۱. زهکشی زیرزمینی - تأثیر بر محیط‌زیست. ۲. محیط‌زیست - ارزشیابی اثرات. الف. ایران.
وزارت نیرو. دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. ب. ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه‌ریزی
و نظارت راهبردی. مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۷ ش. ۳۸۱ ۸۸ الف / TA ۳۶۸

ISBN 978-964-179-030-3

شابک ۳-۰۳۰-۱۷۹-۹۶۴-۹۷۸

راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی

ناشر: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی

چاپ اول، ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۷

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شفق

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی

شماره : ۱۰۰/۱۲۹۱۹۱	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ : ۱۳۸۶/۱۰/۵	
موضوع : راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی	
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 ۳۸۱ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، با عنوان «راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود. دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست. عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله ارسال دارند. امیرمنصور برقی معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور	

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه 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 می شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ معاونت

برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir

web: <http://tec.mporg.ir/>

پیشگفتار

طبق نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیدایش، مطالعات توجیهی، طراحی پایه و تفصیلی، اجرا، راه‌اندازی، تحویل و شروع بهره‌برداری طرح‌ها و پروژه‌های سرمایه‌گذاری به لحاظ رعایت جنبه‌های توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، تامین کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

با توجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور) با همکاری معاونت نظارت راهبردی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی (دفتر نظام فنی اجرایی) به استناد آیین‌نامه اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع 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 مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی؛
 - بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادهای واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت؛
 - پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور؛
 - توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران و سایر موسسات تهیه‌کننده استاندارد.
- با استفاده از نشریه حاضر که راهنمایی برای جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها به منظور انجام مطالعات ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی در سطح مزرعه و شبکه است سعی شده است تا میزان انطباق عملکرد شبکه زهکشی با اهداف اولیه طراحی تحلیل شود. ارزیابی یادشده در قالب دو مرحله اجمالی و تفصیلی تعریف شده تا در صورت عملکرد مطلوب سیستم در مرحله اجمالی از انجام مطالعات اضافی پرهیز شود.

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با به کارگیری 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. با همه‌ی تلاش انجام‌شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت مدیرکل محترم دفتر نظام فنی اجرایی، سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان این دفتر، نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد حاج‌رسولی‌ها و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

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

این استاندارد در دانشگاه تربیت مدرس توسط افراد زیر به ترتیب حروف الفبا تهیه شده است:

مجتبی اکرم	شرکت مهندسين مشاور آبساران	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
مجتبی رضوی نبوی	شرکت سهامی مدیریت منابع آب	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
کوروش محمدی	دانشگاه تربیت مدرس	دکتری آبیاری
محمد حسین مهدیان	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری	دکتری آبیاری و زهکشی
محمد باقر نحوی	شرکت مهندسين مشاور آبکاوش سرزمین	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی

گروه نظارت که مسئولیت نظارت تخصصی بر تدوین این پیش نویس را به عهده داشته اند، به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

محمد کاظم سیاهی	شرکت مهندسين مشاور پندام	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و عمران
احمد لطفی	شرکت مهندسين مشاور پندام	فوق لیسانس مهندسی آبیاری و آبادانی
انسیه محرابی	شرکت سهامی مدیریت منابع آب	فوق لیسانس تأسیسات آبیاری

اسامی اعضای کمیته تخصصی آبیاری و زهکشی دفتر استانداردها و معیارهای فنی که بررسی و تأیید پیش نویس حاضر را

به عهده داشته اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

ابراهیم پذیرا	دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	دکتری منابع آب
احمد پورزند	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	لیسانس آبیاری و زهکشی
محمد صادق جعفری	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
مجتبی رضوی نبوی	شرکت سهامی مدیریت منابع آب	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
سید رحیم سجادی	وزارت جهاد کشاورزی	لیسانس آبیاری و زهکشی
محمد کاظم سیاهی	شرکت مهندسين مشاور پندام	فوق لیسانس مهندسی عمران و مهندسی آبیاری
محمد حسن شمشیرساز	شرکت مهندسين مشاور پژوهاب	فوق لیسانس آبیاری و زهکشی
محمد جواد منعم	دانشگاه تربیت مدرس	دکتری آبیاری و زهکشی
انسیه محرابی	شرکت مدیریت منابع آب	فوق لیسانس تأسیسات آبیاری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۱	۱- کلیات
۱	۱-۱ هدف
۱	۲-۱ دامنه کاربرد
۲	۳-۱ تعاریف
۲	۱-۳-۱ سامانه
۲	۲-۳-۱ عامل
۲	۳-۳-۱ شاخص
۲	۴-۳-۱ معیار
۳	۲- راهنمای ارزیابی عملکرد زهکشیهای زیرزمینی
۳	۱-۲ کلیات
۳	۲-۲ عوامل ارزیابی وضعیت سامانه زهکشی زیرزمینی
۳	۱-۲-۲ شناسنامه کلی اراضی طرح
۳	۲-۲-۲ خلاصه مشخصات طراحی
۳	۳-۲-۲ خلاصه مشخصات اجرا شده طرح
۳	۴-۲-۲ اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی
۴	۱-۴-۲-۲ وضعیت عمومی زهکشیهای روباز
۴	۲-۴-۲-۲ وضعیت عمومی خطوط لوله‌های فرعی زهکش زیرزمینی
۴	۳-۴-۲-۲ وضعیت عمومی خطوط لوله‌های جمع کننده
۵	۴-۴-۲-۲ وضعیت عمومی سازه‌های سامانه زهکشی زیرزمینی
۵	۵-۴-۲-۲ نحوه عملکرد ایستگاههای پمپاژ زهکشی
۶	۶-۴-۲-۲ نحوه عملکرد شبکه زهکشی در مواقع بروز سیلاب
۶	۷-۴-۲-۲ وضعیت عمومی جاده‌های دسترسی و سرویس
۶	۸-۴-۲-۲ ساختار نگهداری و بهره‌برداری
۷	۹-۴-۲-۲ وضعیت سطح آب زیرزمینی
۸	۱۰-۴-۲-۲ وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک
۱۰	۳- ارزیابی اجمالی

۱۰	۱-۳ کلیات
۱۰	۱-۱-۳ فرم ۱-۳ شناسنامه کلی اراضی طرح
۱۰	۲-۱-۳ فرم ۲-۳ خلاصه مشخصات طراحی
۱۰	۳-۱-۳ فرم ۳-۳ خلاصه مشخصات طرح اجرا شده
۱۱	۴-۱-۳ فرم ۴-۳ اطلاعات پایه مورد نیاز به منظور ارزیابی بهره‌برداری سامانه زهکشی زیرزمینی
۱۱	۵-۱-۳ فرم ۵-۳ ارزیابی کلی سامانه زهکشی زیرزمینی
۱۱	۲-۳ نحوه جمع‌آوری و ثبت اطلاعات مورد نیاز
۱۱	۳-۳ نیروی انسانی و امکانات لازم برای ارزیابی عملکرد
۱۲	۴-۳ تهیه برنامه و نظارت
۱۲	۵-۳ نصب تجهیزات
۱۲	۶-۳ نحوه گردآوری و ثبت وضعیت سطح آب زیرزمینی
۱۲	۱-۶-۳ استفاده از اطلاعات موجود
۱۲	۲-۶-۳ استفاده از آمار چاههای موجود
۱۳	۳-۶-۳ پیشنهاد حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای
۱۳	۴-۶-۳ وضعیت رویش گیاه و عملکرد محصولات
۱۴	۴- ارزیابی تفصیلی
۱۴	۱-۴ کلیات
۱۴	۲-۴ نحوه انتخاب مزارع نمونه
۱۴	۳-۴ ابعاد و اندازه و تعداد مزارع نمونه
۱۵	۱-۳-۴ تعداد خطوط لوله مورد نیاز برای آزمایش
۱۵	۲-۳-۴ ابعاد قطعات
۱۵	۳-۳-۴ اندازه مزرعه نمونه
۱۵	۴-۳-۴ تعداد مزارع نمونه
۱۵	۵-۳-۴ حفر چاهکهای مشاهده‌ای
۱۶	۱-۵-۳-۴ وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری
۱۶	۲-۵-۳-۴ انجام مشاهدات و تحلیل نتایج
۱۸	۴-۴ اطلاعات پایه مورد نیاز
۱۸	۱-۴-۴ اطلاعات و آمار مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل
۱۸	۲-۴-۴ روشهای آزمایش
۱۸	۱-۲-۴-۴ روشهای آزمایش در شرایط آبیاری

۱۹	۲-۲-۴-۴ مدت زمان انجام آزمایشها
۱۹	۳-۲-۴-۴ فراوانی مشاهدهها
۲۰	۴-۲-۴-۴ معیارهای عملکرد خطوط لوله‌های زهکش
۲۱	۵-۴ جمع‌بندی نهایی
۲۳	۵- بررسی اثرهای زهکشی بر محیط زیست
۲۳	۱-۵ کلیات
۲۳	۲-۵ بررسی اثرهای زهکشی بر خاک و آب زیرزمینی
۲۳	۱-۲-۵ سطح آب زیرزمینی، غرقاب و ماندابی شدن
۲۴	۲-۲-۵ فرسایش
۲۴	۳-۲-۵ نشست زمین
۲۴	۴-۲-۵ دمای خاک
۲۴	۵-۲-۵ رفت و آمد ماشینهای کشاورزی
۲۴	۶-۲-۵ زهکشی سطحی اراضی
۲۵	۷-۲-۵ شوری خاک
۲۵	۸-۲-۵ سدیمی شدن خاک
۲۵	۹-۲-۵ اسیدیته
۲۵	۱۰-۲-۵ سایر موارد
۲۶	۳-۵ اثرهای زهکشی بر محیط زیست انسانی، حیوانی و گیاهی
۲۶	۱-۳-۵ سلامت انسانها
۲۶	۱-۱-۳-۵ مالاریا
۲۶	۲-۱-۳-۵ شistosومیا
۲۷	۳-۱-۳-۵ ورم مغزی ژاپنی
۲۷	۴-۱-۳-۵ فیلاریازیس لنفاوی
۲۷	۲-۳-۵ سلامت حیوانها
۲۷	۳-۳-۵ سلامت گیاهان
۲۸	۴-۵ اثرهای زهکشی بر بوم‌زیست
۲۸	۱-۴-۵ اثر بر بوم‌زیست انسان
۲۸	۲-۴-۵ اثر بر جانوران آبزی
۲۸	۳-۴-۵ اثر بر جانوران خشکی‌زی
۲۹	۴-۴-۵ اثر بر پرندگان

۲۹	۵-۴-۵	علفهای هرز و اثر بر تنوع زیستی
۲۹	۶-۴-۵	آفتها و بیماریها
۲۹	۷-۴-۵	اراضی حاشیه طرح و پایین دست
۳۰	۵-۵	اثرهای زهکشی بر انتقال و انتشار مواد آلوده کننده محیط
۳۰	۱-۵-۵	کود دامی و شیمیایی
۳۰	۲-۵-۵	سموم کشاورزی
۳۱	۳-۵-۵	فلزات سنگین
۳۱	۴-۵-۵	آلاینده های آلی
۳۲	۶-۵	اثرهای زهکشی بر اوضاع اقتصادی - اجتماعی
۳۲	۱-۶-۵	افزایش تولید، درآمد و رفاه عمومی
۳۲	۲-۶-۵	مهاجرت و تغییر جمعیت
۳۲	۳-۶-۵	اشتغال
۳۲	۴-۶-۵	تفریح
۳۳	۵-۶-۵	گروه های اجتماعی بهره مند شده یا زیان دیده از طرح
۳۳	۶-۶-۵	عقیده عمومی مردم نسبت به طرح
۳۳	۷-۵	اثرهای زهکشی بر آب برگشتی
۳۳	۱-۷-۵	کمیت آب برگشتی
۳۳	۱-۱-۷-۵	مقیاس مزرعه
۳۴	۲-۱-۷-۵	آبراهه اصلی
۳۴	۳-۱-۷-۵	مقیاس حوضه
۳۵	۲-۷-۵	کیفیت آب برگشتی
۳۶	۳-۷-۵	تأثیر بر منابع آب و اراضی و مصرف کنندگان پایین دست
۳۶	۴-۷-۵	تأثیر بر زیست بوم اراضی پایین دست
۳۷		پیوست ۱
۶۷		پیوست ۲
۷۳		پیوست ۳
۷۷		منابع و مآخذ

مقدمه

ارزیابی عملکرد یک سامانه عبارت است از میزان دستیابی به یک یا چند عامل از عواملی که به عنوان شاخصهای دستیابی به اهداف سامانه انتخاب شده‌اند. ارزیابی عملکرد یک سامانه زهکشی زیرزمینی، روشی برای تعیین سطح کارایی یک سامانه اجرا شده با استفاده از تعدادی شاخص است. در واقع، ارزیابی عملکرد، نشان‌دهنده میزان انطباق عملکرد شبکه زهکشی با اهداف اولیه طراحی است. همچنین در ارزیابی عواملی که احتمال اشتباه در طراحی آنها زیاد است، باید دوباره بررسی گردند. بدیهی است که در این ارزیابی هدف تعیین فرد مقصر نبوده بلکه یافتن اشکالهای احتمالی و یا حصول اطمینان از عملکرد صحیح سامانه می‌باشد.

ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری و زهکشی، معمولاً به صورت توأم است. گاهی نیز عملکرد هر یک از آنها به تنهایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. گرچه شباهتهای زیادی بین ارزیابی عملکرد این دو سامانه وجود دارد، ولی از بعضی جنبه‌ها این دو تفاوت دارند. آبیاری معمولاً نسبت به زهکشی به عملیات بهره‌برداری بیشتری نیاز دارد و متغیرهای بیشتری در بهره‌برداری از آن تأثیر دارند. از این‌رو، نیاز به ارزیابی عملکرد زهکشی کمتر احساس شده است. در حال حاضر، ارزیابی سامانه‌های زهکشی علاوه بر حصول اطمینان از عملکرد مناسب زهکشها از نظر کارکرد مناسب در کنترل سطح آب و شوری خاک، به دلیل اهمیت مسائل زیست‌محیطی، اهمیت خاصی دارد و به نظر می‌رسد این موضوع در آینده، اهمیت بیشتری یابد. از این‌رو، شناخت ابزارها و تحلیل اطلاعات مورد نیاز به منظور ارزیابی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی ضروری است.

آنچه که در این نشریه می‌آید، راهنمایی است برای انجام مطالعات ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی براساس فهرست خدمات نشریه شماره ۳۲۰ و می‌توان تمامی و یا بخشهایی از آن را در ارزیابی عملکرد به کار گرفت. از آنجا که تاکنون توجه زیادی به مسائل زهکشی و اثرهای زیست محیطی آن نشده است، در این نشریه سعی گردیده است که مسائل محیط زیست با جزییات بیشتری مورد بحث قرار گیرد. در ارزیابی عملکرد هر سامانه زهکشی، تنها قسمتهای مرتبط با آن مورد استفاده واقع می‌شود. لازم به ذکر است که تفسیر نتایج بدست آمده از فرمهای ارزیابی باید توسط ارزیاب صورت گیرد.

۱- کلیات

۱-۱ هدف

هدف از این راهنما تعیین شاخصها، جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها به منظور ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی می‌باشد و می‌توان میزان انطباق عملکرد شبکه زهکشی با اهداف اولیه طراحی را به صورت سازماندهی شده بررسی کرده و تحلیل نمود.

۲-۱ دامنه کاربرد

گستره راهنما برای ارزیابی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی در سطح مزرعه و شبکه می‌باشد.

۳-۱ تعاریف

۱-۳-۱ سامانه

به مجموعه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری که به‌طور منظم با یکدیگر ارتباط چند جانبه دارند و مجموعه آنها وظیفه واحد مشخصی را انجام می‌دهند، سامانه^۱ گفته می‌شود. هر سامانه می‌تواند از چند زیرسامانه تشکیل شده باشد. برای نمونه، یک سامانه آبیاری و زهکشی، مجموعه کانالهای اصلی و فرعی داخل مزرعه، زهکشهای اصلی و فرعی، سازه‌های آبی، زهکشهای زیرزمینی، جاده‌های دسترسی و ... همراه با تشکیلات سازمانی، بودجه، نیروی انسانی، دستورالعملهای بهره‌برداری و نگهداری و ... را شامل می‌شود، به‌نحوی که هر یک از آنها با سایر عوامل به‌صورت منظم ارتباط دارند و وظیفه واحد مشخصی را انجام می‌دهند. یک سامانه آبیاری را می‌توان به چند زیرسامانه تقسیم کرد که در اصطلاح به هر یک از آنها نیز سامانه گفته می‌شود. برای مثال، سامانه زهکشی می‌تواند خود یک زیرسامانه آبیاری و زهکشی محسوب گردد و زهکشهای روباز، رو بسته، سطحی و زیرزمینی، سازه‌های وابسته، راه‌های دسترسی و ... را شامل شود.

۱-۳-۲ عامل

هر یک از اطلاعات اولیه کسب شده برای ارزیابی عملکرد را عامل می‌نامند. عوامل توسط اندازه‌گیری و یا مشاهده‌های میدانی به‌دست می‌آیند. بنابراین، هریک از عوامل می‌تواند کمی و یا کیفی باشد. هر یک از مواردی که در فرمهای ۱-۳، ۲-۳ و بخشی از موارد فرم ۳-۴ ذکر شده است، یک عامل محسوب می‌شود.

۱-۳-۳ شاخص

به منظور ارزیابی وضعیت و هم‌چنین عملکرد زهکشها، تعدادی شاخص تعریف می‌شود. شاخصها، از تلفیق و ترکیب چند عامل حاصل می‌گردند. شاخصها در فصل دوم و فرم ۳-۵ تعیین و معرفی شده‌اند.

۱-۳-۴ معیار

معیار، وضعیت و یا کیفیت مربوط به یک شاخص را تعیین می‌کند و مشخص می‌نماید که مقدار شاخص، در یک محدوده قابل قبول قرار دارد یا خیر. برای مثال، در مورد شوری خاک وضعیت آن را می‌توان آن را غیرشور، کمی شور، شور و خیلی شور رده‌بندی کرد. معیارهای ارزیابی وضعیت و عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی به ترتیب در فرمهای ۳-۵ الف، ب و ج معرفی شده‌اند.

۲- راهنمای ارزیابی عملکرد زهکشیهای زیرزمینی

۱-۲ کلیات

به منظور انجام ارزیابی عملکرد و وضعیت سامانه‌های زهکشی، ضروری است ابتدا ارزیابی اجمالی از نحوه عملکرد و وضعیت سامانه زهکشی صورت گیرد. چنانچه در بررسیهای اولیه، عملکرد سامانه در حد مطلوب و یا نسبتاً مطلوب باشد و دستگاه بهره‌برداری و کشاورزان نیز از نحوه کارکرد زهکشیها رضایت داشته باشند، بررسیها در این مرحله خاتمه یافته تلقی شده و گزارش ارزیابی تنظیم و مستند می‌شود. چنانچه براساس ارزیابی اجمالی، عملکرد زهکشیها مطلوب نباشد، بررسیهای دقیق‌تر ضروری است. به منظور روشن شدن نحوه انجام ارزیابی عملکرد، نمودار ۱-۲ تهیه شده است. راهنمای عملکرد سامانه زهکشیهای زیرزمینی، در دو مرحله ارزیابی اجمالی و تفصیلی تهیه شده است که به شرح زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد. پیش از ارائه و بررسی فرمهای ارزیابی، شاخصهای ارزیابی به شرح زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۲ عوامل ارزیابی وضعیت سامانه زهکشی زیرزمینی

عوامل مربوط به وضعیت ظاهری و عمومی سامانه زهکشی را می‌توان با بازدید صحرایی و اندازه‌گیریهای محدود مشخص کرده و فرمهای مربوط را پر نمود. بدین منظور اطلاعات زیر جهت تعیین شاخصها لازم است که تهیه شوند.

۱-۲-۲ شناسنامه کلی اراضی طرح

اطلاعات مربوط به اراضی طرح و مشخصات کلی منابع آب در فرم ۱-۳ درج می‌گردد که شامل مواردی از قبیل وضعیت راههای دسترسی، اقلیم، فیزیوگرافی عمومی منطقه، کاربری اراضی، نوع تأسیسات موجود و منابع آب منطقه می‌باشد.

۲-۲-۲ خلاصه مشخصات طراحی

به منظور مقایسه و بررسی میزان دستیابی به اهداف طراحی، خلاصه مشخصات طراحی سامانه آبیاری و زهکشی مطابق فرم ۲-۳ جمع‌آوری می‌گردد.

۳-۲-۲ خلاصه مشخصات اجرا شده طرح

از آنجا که امکان دارد که طرح اجرا شده با سامانه طراحی شده متفاوت باشد و در حین اجرا تغییراتی در آن ایجاد شده باشد، وضعیت عمومی طرح اجرا شده در فرم ۳-۳ جمع‌آوری می‌شود.

۴-۲-۲ اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی

وضعیت عمومی سامانه زهکشی درحال بهره‌برداری برای ارزیابی مورد نیاز بوده و این اطلاعات در فرم ۴-۳ درج می‌گردند. مهمترین این اطلاعات به شرح زیر می‌باشند

۲-۲-۴-۱ وضعیت عمومی زهکشهای روباز

وضعیت عمومی زهکشهای روباز شامل عوامل زیر است :

- پایداری شیب
 - وجود علفهای هرز، درختچه یا بوته در بدنه و کف زهکشها
 - سرعت و نحوه جریان آب در زهکشها
 - میزان رسوب در مقطع زهکش
 - سازه‌ها و ابنیه فنی مسیر زهکشها
- شرایط عمومی زهکشهای روباز ممکن است کاراً، نسبتاً کاراً، باکارایی متوسط و یا باکارایی ضعیف تلقی گردد. معیار تشخیص، تجربه ارزیاب و مقایسه با سایر پروژه‌ها و یا بخشهای دیگر می‌باشد.

۲-۲-۴-۲ وضعیت عمومی خطوط لوله‌های زهکش زیرزمینی

وضعیت عمومی لوله‌های زهکش مزرعه^۲ شامل موارد زیر است :

- سالم بودن و یا شکستگی لوله‌ها
 - وجود رسوبات در لوله‌ها
 - پیدایش و وجود نشستهای موضعی در طول مسیر لوله‌ها
 - تجمع شاخ و برگ و دیگر اجسام خارجی در محل اتصال لوله‌های زهکش مزرعه به لوله‌های جمع‌کننده^۳ و یا زهکشهای روباز جمع‌کننده
 - نحوه خروج آب از لوله‌ها (آزاد یا مستغرق)
 - وضعیت دریچه‌های یکطرفه لوله‌های زهکش تخلیه‌شونده به زهکش روباز
 - بررسی وضعیت گرفتگی فیلتر (پوشش) در اطراف لوله‌های زهکش
- وضعیت عمومی لوله‌های زهکش مزرعه ممکن است کاراً، نسبتاً کاراً، باکارایی متوسط و یا باکارایی ضعیف باشند.

۲-۲-۴-۳ وضعیت عمومی خطوط لوله‌های جمع‌کننده

در برخی از سامانه‌های زهکشی، لوله‌های فرعی زهکش مزرعه به جای تخلیه به زهکشهای روباز به جمع‌کننده‌های لوله‌ای تخلیه می‌شوند. در این شرایط باید وضعیت عمومی لوله‌های جمع‌کننده نیز ارزیابی شود. این عوامل به شرح زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- وجود رسوب در طول لوله و در محل اتصال لوله‌های فرعی زهکش مزرعه
- سالم بودن و یا شکستگی لوله‌ها
- پیدایش و وجود فروچالهای موضعی و یا نشست در طول مسیر لوله‌ها
- کفایت چاهکهای بازدید

2- Lateral
3- Collector

- سرعت و نحوه جریان آب در لوله‌های جمع‌کننده
- شرایط عمومی لوله‌های جمع‌کننده ممکن است کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف باشند.

۲-۲-۴ وضعیت سازه‌های سامانه زهکشی

سازه‌های سامانه زهکشی به طور معمول شامل چاهکهای آدمرو، سازه اتصال لوله‌های فرعی زهکشی به کانالهای روباز، سازه اتصال زهکشهای مزرعه به جمع‌کننده‌های لوله‌ای، سازه‌های تقاطعی، پلها و ... می‌باشد. وضعیت عمومی سازه‌ها شامل عوامل زیر است:

- وضعیت سازه‌های تقاطعی
- وجود علائم تخریب، شامل ترک‌خوردگی در سطح بتن و یا خردشدگی
- فرسایش عمومی زهکش روباز در محل تخلیه لوله زهکش
- نشست پایه‌های پلها، چاهکهای بازدید و دیگر سازه‌های مرتبط
- وضعیت آدمروها
- شرایط عمومی سازه‌ها ممکن است کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف باشد.

۲-۲-۵ نحوه عملکرد ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی

عملکرد مطلوب و یا نامطلوب ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی در نحوه خروج آب از زهکشها و تخلیه آب اضافی از نیمرخ خاک مؤثر است. در طرحهایی که تخلیه زهاب توسط ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی انجام می‌شود، چنانچه عملکرد ایستگاه‌ها مطلوب نباشد، عملکرد خطوط شبکه زهکشی تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. عوامل زیر در بررسی وضعیت عمومی ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی مورد نظر واقع می‌شود.

- وضعیت عمومی تجهیزات مکانیکی شامل سرویس و نگهداری مطلوب آنها
- وضعیت عمومی تجهیزات برقی شامل سرویس و نگهداری مطلوب آنها
- وجود و یا عدم وجود پمپهای یدک یا انتظار
- کفایت ظرفیت ایستگاه پمپاژ برای تخلیه جریانها
- نحوه رسوب‌زدایی از دهانه ورودی و حوضچه مکش پمپها
- وجود شبکه آشغال‌گیر در محل ورودی ایستگاه پمپاژ
- نحوه خروج آب به تخلیه‌گاه نهایی در مواقع سیلاب
- تعداد دفعات و مدت زمان توقف پمپها به علت خرابی موتور پمپ، نبود برق و نحوه عمل سامانه خودکار راه‌اندازی و توقف پمپها

عملکرد عمومی ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی ممکن است کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف باشد.

۲-۴-۶ نحوه عملکرد شبکه زهکشی در مواقع بروز سیلاب

هرچند پدیده سیلاب به طور عمده در مبحث زهکشی سطحی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد، ولی نحوه عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی در مواقع بروز سیلاب و پس از آن باید در شاخصهای ارزیابی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی مورد توجه واقع گردد. در این رابطه باید به عوامل زیر توجه کرد و خلاصه نتایج آن در فرم ۳-۴ پر گردد.

- پس زدن آب از زهکشهای اصلی به فرعی و متعاقباً پس زدن آب به خطوط لوله زهکش زیرزمینی
- انباشت رسوب در لوله های زهکش زیرزمینی و زهکشهای تخلیه پس از فروکش کردن سیلاب
- باقی ماندن خار و خاشاک و دیگر اجسام خارجی در دهانه لوله های زهکش زیرزمینی و زهکشهای روباز که موجب کندی حرکت زهابها می گردند
- مدت زمان استغراق زهکشها و عدم امکان تخلیه مناسب زهکشی زیرزمینی (تا زمان فروکش کردن سیلاب)

با توجه به این موارد، اثرهای سیلاب بر نحوه عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی، ممکن است تأثیر زیاد، مؤثر، با کمی تأثیر و یا بی تأثیر باشد. به طور کلی در این شرایط، وضعیت عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف دسته بندی می شود.

۲-۴-۷ وضعیت عمومی جاده های دسترسی و سرویس

جاده های دسترسی و سرویس در کنترل و بازدید شبکه زهکشی نقش مؤثری دارند. هرچند که این عامل به طور مستقیم در عملکرد شبکه زهکشی تأثیرگذار نیست، ولی به دلیل نقش و اهمیت آن در نگهداری مطلوب زهکشها در درازمدت، در عملکرد شبکه مؤثر خواهد بود. با توجه به موارد زیر ممکن است شرایط عمومی جاده های دسترسی و سرویس، کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف باشد.

- موقعیت و تناسب عرض جاده
- وضعیت عمومی سطح رویه جاده و سهولت تردد در تمامی سال، به خصوص در فصلهای بارندگی
- وجود و یا عدم وجود گودالهای موضعی در سطح جاده
- وجود سازه های تقاطعی مناسب در محل تقاطع با نهادهای مزرعه
- آب گرفتگی جاده در شرایط بارندگی منطقه
- وجود تابلوهای هشداردهنده مانند تعیین سرعت مجاز و عدم عبور وسایل نقلیه سنگین

۲-۴-۸ ساختار نگهداری و بهره برداری

عملکرد مناسب ساختار بهره برداری و نگهداری در درازمدت، ضامن عملکرد مطلوب سامانه زهکشی احداث شده خواهد بود. از این رو، توجه به این مسئله اهمیت زیادی دارد. در واقع ممکن است شاخصهای ارزیابی در آغاز بهره برداری، عملکرد مطلوبی را

نشان دهند، ولی فقدان یک ساختار کارآمد بهره‌برداری و نگهداری موجب عملکرد نامناسب تأسیسات آبیاری و زهکشی می‌شود. به این دلیل، ارزیابی کلی عملکرد ساختار بهره‌برداری و نگهداری باید همواره به عنوان عاملی تعیین‌کننده مد نظر قرار گیرد. عوامل زیر باید در خصوص ساختار یاد شده در ارتباط با وضعیت سامانه زهکشی زیرزمینی مورد توجه قرار گیرد:

- تعداد و نوع تخصص کارکنان در ارتباط با بهره‌برداری و نگهداری سامانه زهکشی زیرزمینی
- تناسب تخصص کارکنان شاغل در تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری
- نوع و تعداد ماشین‌آلات در دسترس
- نحوه انجام بازدیدهای دوره‌ای (هفتگی، ماهانه، سالانه)
- نحوه ارائه گزارشهای بازدید توسط تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری
- نحوه انجام خدمات نگهداری از تأسیسات موجود و تعمیرات دوره‌ای مورد نیاز
- نحوه پاکسازی و شستشوی قسمتهای مختلف سامانه زهکشی زیرزمینی در مواقع سیلابی و پس از فروکش کردن سیلاب

وضعیت ساختار بهره‌برداری و نگهداری در ارتباط با بخش زهکشهای زیرزمینی ممکن است کارآ، نسبتاً کارآ، با کارایی متوسط و یا با کارایی ضعیف باشد.

۹-۴-۲-۲ وضعیت سطح آب زیرزمینی

یکی از شاخصهای مؤثر در ارزیابی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی، مقایسه وضعیت سطح آب زیرزمینی، قبل و پس از اجرای طرح زهکشی می‌باشد. از آنجا که ممکن است وضعیت سطح آب زیرزمینی در فصول مختلف سال تفاوت‌های محسوسی را نشان دهد، نباید بررسیها محدود به یک فصل خاص باشد و این موضوع دست کم در یک دوره یکساله، مورد توجه قرارگیرد. افزون بر این، از آنجا که ممکن است در محدوده اراضی مورد مطالعه، حالت‌های متفاوتی از نظر اجرای شبکه زهکشی وجود داشته باشد، بنابراین ضروری است در صورت امکان، با توجه به شرایط منطقه، این مسئله نیز در ارزیابی وضعیت سطح آب زیرزمینی مد نظر قرار گیرد. این شرایط عبارتند از :

- وجود شبکه پیزومتری
- وضعیت سطح آب زیرزمینی در اراضی تحت پوشش شبکه زهکشی قبل و بعد از احداث
- وضعیت سطح آب زیرزمینی در اراضی زیر پوشش شبکه آبیاری و زهکشی ساخته شده که هنوز شبکه فرعی آبیاری و زهکشی زیرزمینی آنها اجرا نشده است.
- وضعیت سطح آب زیرزمینی در محدوده اراضی که شبکه اصلی و فرعی آبیاری در آن اجرا شده است و شبکه اصلی زهکشی نیز اجرا شده است ولی شبکه فرعی زهکشی زیرزمینی در آن اجرا نشده است.
- وضعیت سطح آب زیرزمینی در محدوده اراضی که شبکه اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی آن به طور کامل اجرا نشده است.

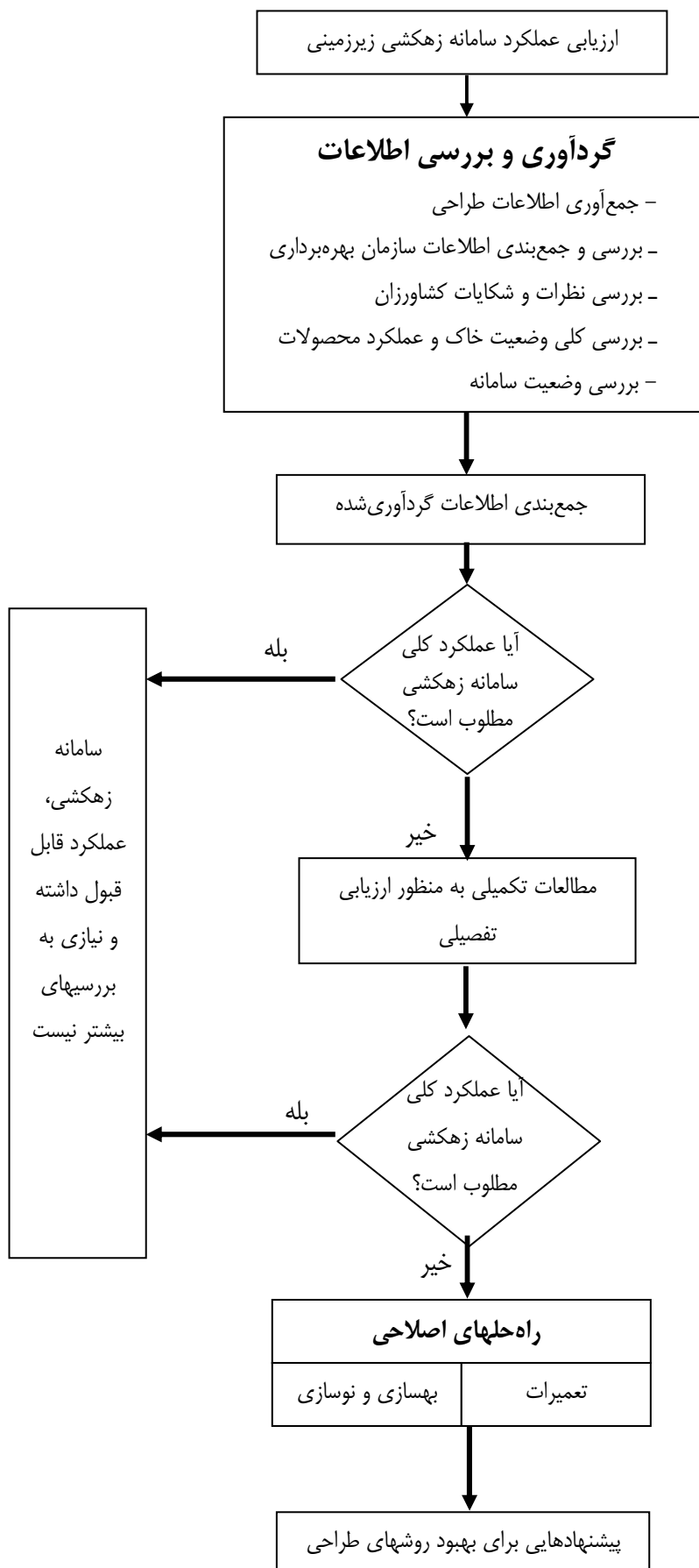
با توجه به شرایط ذکر شده، باید ضمن ثبت اطلاعات مربوط به عمق برخورد به آب زیرزمینی (سطح ایستابی)، اثر احداث سامانه زهکشی زیرزمینی بر وضعیت سطح ایستابی مورد ارزیابی قرار گیرد. عملکرد سامانه زهکشی و مقایسه آن با وضعیت قبل از احداث سامانه ممکن است کاملاً مؤثر، مؤثر، کمی مؤثر و یا بی‌تأثیر باشد. منظور از کاملاً مؤثر رسیدن سطح ایستابی به وضعیت پیش‌بینی شده در طراحی بوده و منظور از بی‌تأثیر، عدم عملکرد زهکشها در پائین انداختن سطح ایستابی است. مؤثر و کمی مؤثر با توجه به تجربه ارزیاب و مقایسه با سایر پروژه‌ها تعیین می‌شود.

۲-۲-۴-۱۰ وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک

یکی دیگر از شاخصهای ویژه در ارزیابی عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی، بررسی اثرهای احداث شبکه زهکشی بر میزان شوری و سدیمی بودن خاک در محدوده اراضی مورد ارزیابی است. در این ارتباط عوامل زیر باید مد نظر قرار گیرد:

- آیا اراضی قبل از زهکشی شور بوده‌اند؟
- آیا اراضی نیاز به آبشویی اولیه داشته‌اند؟
- آیا ابتدا زهکشهای زیرزمینی اجرا شده است و سپس آبشویی صورت گرفته است؟
- در صورت انجام آبشویی اولیه، نحوه آبشویی اراضی به شرح زیر مشخص گردد:
- ارتفاع آب کاربردی و نحوه آبشویی چگونه بوده است؟
- کیفیت آب مورد استفاده برای آبشویی چگونه بوده است؟
- آبشویی اولیه چه نتایجی را حاصل نموده است؟
- آیا در وضعیت فعلی، اثرهای شوری خاک به صورت لکه‌های سفید موضعی در سطح اراضی مشاهده می‌شود؟
- آیا اثرهای وجود سدیم، به صورت لکه‌های سیاه در سطح خاک وجود دارد؟
- در وضع کنونی، کیفیت شیمیایی خاک چگونه است؟
- در وضع حاضر کیفیت زهاب خروجی از زهکشهای زیرزمینی چگونه است؟

لازم به ذکر است، در صورت عدم وجود اطلاعات مورد نیاز، تعدادی نمونه خاک از اعماق ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ متری خاک تهیه و نسبت به اندازه‌گیری ESP، SAR، Cl^- و EC در فصل آبیاری و غیرآبیاری (۲ نوبت) اقدام می‌گردد. تعداد نمونه‌ها بستگی به شرایط متفاوت منطقه طرح دارد. در هر صورت، تعداد اندازه‌گیریها باید در حدی باشد که بتوان با توجه به وسعت طرح و میزان شوری و سدیمی بودن خاکها، درباره اثرهای زهکشی بر کاهش شوری خاک اطلاعات کلی ارائه دهد.



نمودار ۱-۲- نحوه انجام ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی

۳- ارزیابی اجمالی

۱-۳ کلیات

در این مرحله، هدف از ارزیابی کلی سامانه زهکشی در شبکه زهکشهای روباز و زهکشهای لوله‌ای، بررسی نحوه و میزان خروج آب از زهکشها، وضعیت عمومی زهکشها، تجهیزات و سازه‌های مربوط به آنها، وضعیت ایستگاههای پمپاژ زهکشی (در صورت وجود)، وضعیت جاده‌های سرویس، وضعیت درختچه‌ها، علفهای هرز و رسوبات در زهکشهای روباز و در خروجی زهکشها است. افزون بر این، ضمن جمع‌بندی نظرات دستگاه بهره‌بردار و زارعین، وضعیت عمومی سطح آب زیرزمینی پس از اجرای شبکه آبیاری و زهکشی، شوری خاک، و عملکرد محصولات به صورت کلی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای این کار باید ابتدا شاخصهای ارزیابی وضعیت و عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی همان‌گونه که در فصل دوم بیان شد، مشخص و سپس نحوه جمع‌آوری و نوع اطلاعات مورد نیاز تعیین شود. در این ارتباط، بجاست که اطلاعات مرتبط با موارد یاد شده، در فرمهای مربوط که بدین منظور تهیه شده است، ثبت گردد. لازم به ذکر است که فرمهای تهیه‌شده به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز ارزیابی وضعیت و عملکرد زهکشی زیرزمینی تهیه شده است.

۱-۱-۳ فرم ۱-۳ شناسنامه کلی اراضی طرح

در این فرم، ثبت اطلاعات کلی درخصوص موقعیت، وسعت اراضی، وضعیت اقلیمی و وضعیت منابع آب و خاک مد نظر است.

۲-۱-۳ فرم ۲-۳ خلاصه مشخصات طراحی

هدف از تکمیل فرم یاد شده، ثبت اطلاعات مربوط به مطالعات انجام‌شده و نتایج به‌دست آمده شامل اهداف، مشخصات سیمای طرح ارائه‌شده، روشهای آبیاری، الگوی کشت، آب مورد نیاز، سطوح پیش‌بینی‌شده برای اجرای شبکه زهکشی برحسب اولویت اراضی، نوع و جنس لوله‌های زهکشی، نحوه تخلیه زهابها به خارج از طرح و مشخصات زهکشهای روباز است. در واقع، نتیجه مطالعات قبلی در این فرم آمده است. افزون بر این، در ستون ملاحظات، آنچه که به صورت موردی و شرایط ویژه‌ای که از دیدگاه مسائل زهکشی وجود دارد، قید خواهد شد.

۳-۱-۳ فرم ۳-۳ خلاصه مشخصات طرح اجراشده

منظور از تکمیل این فرم آن است که ضمن اشاره به موضوع پیمانهای انجام‌شده، خلاصه‌ای از وضعیت اجراشده طرح را چه از لحاظ وسعت و چه از لحاظ تغییرات احتمالی انجام‌شده با طرح اولیه ارائه دهد. در این بررسی، به مشخصات سامانه‌های آبیاری، انتقال، سازه‌های تقاطعی، مجرای انتقال آب، شبکه اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی، مشخصات ایستگاههای پمپاژ و ... اشاره شده است. نتیجه این فرم، ضمن ترسیم مشخصات طرحهای اجراشده، مشخصات کلی حاصل از تغییرات حین اجرا در بخش زهکشهای زیرزمینی ارائه می‌شود. افزون بر این، مواردی مانند وسعت اراضی تحت پوشش زهکشهای زیرزمینی اجراشده، نحوه تخلیه زهابها و به‌طور کلی مشخصات بهره‌برداری از شبکه زهکشی زیرزمینی قید می‌شود.

۳-۱-۴ فرم ۳-۴ اطلاعات پایه مورد نیاز به منظور ارزیابی بهره‌برداری سامانه زهکشی زیرزمینی

فرم ۳-۴ که براساس اطلاعات فرم ۳-۳ و تفکیک اجزای طرح تهیه شده است، شامل اطلاعات پایه مورد نیاز است که به منظور ارزیابی وضعیت بهره‌برداری سامانه زهکشی زیرزمینی و بررسی اثر اجرای طرح زهکشی زیرزمینی در مناطق مختلف آن تهیه شده است.

۳-۱-۵ فرم ۳-۵ ارزیابی کلی سامانه زهکشی زیرزمینی

این فرم که براساس اطلاعات چهار فرم قبلی تهیه شده است، عوامل مؤثر بر ارزیابی سامانه زهکشی زیرزمینی شامل وضعیت سطح آب زیرزمینی، وضعیت شوری و سدیمی بودن اراضی، عملکرد محصولات و وضعیت عمومی زهکشهای روباز و خطوط لوله‌های زهکشی را مورد بررسی توصیفی قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که شاخصهای نسبی بدین صورت تعریف شده است که کارا حداقل ۸۰ درصد، نسبتاً کارا ۶۵ تا ۸۰ درصد، با کارایی متوسط ۵۰ تا ۶۵ درصد و با کارایی ضعیف کمتر از ۵۰ درصد، نمره معیار مربوط را اخذ می‌نماید. در مورد هر شاخص، معیار مبنا، میزان وضعیت و یا عملکرد مطلوب آن شاخص در نظر گرفته شده است.

لازم به ذکر است که در ارزیابی اجمالی، تکمیل فرمهای ۳-۱ تا ۳-۴ کافی است، ولی در ارزیابی تفصیلی، علاوه بر پرکردن فرمهای چهارگانه، تکمیل موارد مربوط به ارزیابی عملکرد خطوط لوله نیز ضروری است. توضیحات لازم در فصل چهارم ارائه شده است. به منظور توصیف کیفی نتایج، فرم ۳-۵ تهیه شده است که در جمع‌بندی ارزیابی سامانه زهکشی زیرزمینی از آن استفاده می‌شود (فرمهای ۳-۱ تا ۳-۵ در پیوست ۱ ارائه شده‌اند).

فرمها در مرحله اجمالی با استفاده از گزارشهای موجود، بازدهیهای محدود صحرایی و قضاوتهای کارشناسی پر می‌شود، گرچه در مرحله تفصیلی به بررسیهای میدانی و جمع‌آوری آمار و اطلاعات بیشتری نیاز دارد.

۳-۲ نحوه جمع‌آوری و ثبت اطلاعات مورد نیاز

به منظور ثبت اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی سامانه زهکشی زیرزمینی، ضروری است ضمن دسته‌بندی نوع اطلاعات مورد نیاز، موارد یاد شده در قالب فرمهای جداگانه جمع‌آوری شود. در این رابطه، بسته به نوع اطلاعات، سه فرم جداگانه تهیه شده است (فرمهای ۳-۱ تا ۳-۳) که ضمن جمع‌بندی آنها و با انجام بررسیهای میدانی، فرم ۳-۴ به عنوان فهرست کنترل مطالعات پایه ارزیابی سامانه زهکشی زیرزمینی تکمیل می‌شود. در فرم ۳-۵، شاخصهای کیفی سامانه زهکشی زیرزمینی با توجه به اهمیت موضوع به شاخصهای کمی و قابل اندازه‌گیری تبدیل شده‌اند.

۳-۳ نیروی انسانی و امکانات لازم برای ارزیابی عملکرد

برای تعیین نیروی انسانی و امکانات مورد نیاز روش خاصی وجود ندارد زیرا نه تنها اهداف ارزیابی، بلکه شرایط حاکم بر منطقه نیز در تعیین نیروی انسانی تأثیر دارد.

بررسی سوابق و اطلاعات موجود باید توسط گروهی علمی که از صلاحیت لازم برخوردار باشد، صورت پذیرد. در این رابطه باید موارد زیر را مشخص کرد:

- هدفهای کلی طرح و مشکلات اصلی برای رسیدن به آن چیست؟
- جمع‌بندی سوابق مطالعاتی و آمار و ارقام موجود
- به‌طور کلی در شرایط معمول برای ارزیابی شبکه‌های زهکشی زیرزمینی (با توجه به وسعت طرح) تیمی متشکل از افراد زیر مورد نیاز است:
- کارشناس ارشد با تجربه کافی در امر مطالعات و طراحی شبکه زهکشی زیرزمینی (دست‌کم یک نفر)
- کارشناس با تجربه کافی در زمینه ساخت شبکه‌های زهکشی (دست‌کم یک نفر)
- کارشناس بهره‌برداری
- تکنیسین به تعداد لازم با توجه به نوع و وسعت کار

۴-۳ تهیه برنامه و نظارت

به منظور انجام اندازه‌گیریهای مورد نیاز، تهیه برنامه و نظارت بر حسن انجام کار عوامل بسیار مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

۵-۳ نصب تجهیزات

نصب چاهکهای مشاهده‌ای و قرائت سطح آب از چاهکهای مطالعاتی باید توسط یک کارشناس یا تکنسین باتجربه در زمینه مطالعات صحرایی زهکشی صورت گیرد. به‌طور کلی انجام رکوردگیریهای مورد نیاز و جمع‌آوری دیگر اطلاعات صحرایی باید توسط فردی که درباره اهداف مطالعات ارزیابی اطلاعات کافی دارد، صورت گیرد. اطلاعات جمع‌آوری شده در فرم ۳-۴ مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۶-۳ نحوه گردآوری و ثبت وضعیت سطح آب زیرزمینی

۱-۶-۳ استفاده از اطلاعات موجود

اولین قدم در بررسی وضعیت سطح آب زیرزمینی، جمع‌آوری اطلاعات موجود درباره وضعیت سطح ایستابی قبل و پس از اجرای سامانه زهکشی زیرزمینی است. این اطلاعات را می‌توان از گزارشهای مطالعات و طراحی بهره‌برداری و نگهداری به‌دست آورد.

۲-۶-۳ استفاده از آمار چاههای موجود

یکی دیگر از مواردی که می‌توان اطلاعات وضعیت سطح آب زیرزمینی را جمع‌آوری کرد، استفاده از آمار سطح آب چاههای مشاهده‌ای و دستی موجود و در حال بهره‌برداری است. این اطلاعات از گزارشهای مطالعات آبهای زیرزمینی (در صورت وجود) و یا از بانک اطلاعات پایه منابع آب وزارت نیرو قابل استخراج است. در صورت عدم وجود این اطلاعات، اندازه‌گیری میدانی ضروری است.

۳-۶-۳ پیشنهاد حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای

در صورت نیاز، پیشنهاد حفر و تجهیز چاهکهای مشاهده‌ای به عنوان یک اقدام تکمیلی، باید مد نظر قرار گیرد. درخصوص تعداد چاهکهای مشاهده‌ای به منظور ارزیابی وضعیت سطح آب‌زیرزمینی، قاعده خاصی را نمی‌توان عنوان کرد و تعداد آنها به میزان اطلاعات موجود و شرایط طرح بستگی دارد. با توجه به این موارد، اطلاعات و آمار موجود باید در حدی باشد که امکان شناخت کافی از وضعیت سطح آب زیرزمینی را در محدوده اراضی مورد مطالعه فراهم نماید. به طور معمول، حفر و تجهیز دست کم یک چاهک مطالعاتی در هر واحد عمرانی و در بین دو خط زهکشهای احداث شده توصیه می‌شود. عمق چاهکهای یاد شده بستگی به عمق سطح آب زیرزمینی مورد مطالعه دارد.

با توجه به موارد ذکر شده، اطلاعات مربوط به سطح آب زیرزمینی دسته‌بندی و منطبق با جدول مربوط در فرم ۳-۴ تکمیل می‌گردد.

۳-۶-۴ وضعیت رویش گیاه و عملکرد محصولات

عملکرد محصولات در اراضی زهکشی‌شده، نسبت به شرایط قبل از اجرای طرح زهکشی، یکی از شاخصهایی است که تأثیر احداث شبکه زهکشی را بر بهبود نسبی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کنترل سطح ایستابی بیان می‌کند. هر چند این عملکرد به دیگر عوامل و نهاده‌های کشاورزی نیز بستگی دارد، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کنترل سطح ایستابی نیز از عوامل مؤثر در میزان عملکرد محصولات به شمار می‌روند. برای بررسی و مقایسه میزان عملکرد در شرایط قبل از اجرای طرح و پس از آن، می‌توان از گزارشهای مطالعات طرح، اطلاعات سازمانهای کشاورزی در مناطق مورد مطالعه و نتایج پرسش‌نامه‌های میدانی، استفاده کرد و پاسخهای مورد نیاز را به‌دست آورد.

۴- ارزیابی تفصیلی

۱-۴ کلیات

مبانی ارزیابی اجمالی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی، به‌طور عمده بر اساس جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود است. همان‌گونه که اشاره شد، این اطلاعات شامل وضعیت عمومی زهکشهای روباز و خطوط لوله زهکشی، وضعیت عمومی سطح آب زیرزمینی پس از اجرای طرح زهکشی و مقایسه آن با شرایط قبل از اجرای طرح، تأثیر زهکشی بر وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک و عملکرد محصولات زراعی است. چنانچه بررسیهای مذکور، عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی را کارا و یا نسبتاً کارا نشان دهد، مطالعات ارزیابی خاتمه یافته تلقی می‌شود. چنانچه نتایج ارزیابی اجمالی به‌خصوص در شاخصهای ویژه، نمره قابل قبولی را کسب ننماید، برای پی بردن به علل مشکلات ایجادشده، انجام ارزیابی تفصیلی ضروری است. در این راستا لازم است علاوه بر استفاده از اطلاعات موجود، تهیه برنامه برای گردآوری اطلاعات تکمیلی میدانی را نیز در دستور کار قرار داد. از آنجا که عموماً این بررسیها به زمان و هزینه نسبتاً زیادی نیاز دارد، لذا ضروری است اهداف روشنی برای انجام عملیات میدانی تکمیلی مشخص شود.

پس از مشخص شدن اهداف ارزیابی، بسته به میزان مشکلات موجود و شرایط منطقه، ضروری است مزارع نمونه برای بررسیهای میدانی انتخاب و نسبت به آزمایشهای مورد نیاز اقدام شود. در این رابطه ضمن تدقیق فرمهای ۳-۱ تا ۳-۴، آزمایش ارزیابی عملکرد خطوط لوله‌های جانبی به‌شرح مندرج در این دستورالعمل صورت خواهد گرفت. لازم است که بررسیها در یک فصل زراعی تداوم داشته باشد.

۲-۴ نحوه انتخاب مزارع نمونه

محل مزرعه نمونه برای انجام آزمایش خطوط لوله، باید شرایطی داشته باشد که امکان بررسیهای مورد لزوم و تعمیم آنها به محدوده طرح، مقدور و عملی باشد تا بتوان به نتیجه مناسبی دست یافت. خاک محل آزمایش، باید نماینده تمام یا بخش عمده‌ای از اراضی باشد که تحت زهکشی قرار گرفته‌اند. به علاوه باید امکان بالاآوردن سطح آب زیرزمینی در طول دوره آزمایش مهیا باشد. آب آبیاری قابل تأمین بوده و در محدوده آن عوارضی مانند، مسیل، رودخانه، چاه و زهکشهای عمیق (طبیعی یا احداث شده) وجود نداشته باشد. در محل انتخابی فشار آرتزین وجود نداشته باشد. به‌علاوه اراضی انتخابی قابل کشت بوده، دسترسی به آن ساده و کشاورزان آمادگی همکاری با برنامه مطالعاتی را داشته باشند.

۳-۴ ابعاد و اندازه و تعداد مزارع نمونه

در ارزیابی عملکرد خطوط لوله اندازه، ابعاد و تعداد مزارع نمونه به وسعت اراضی تحت زهکشی، تنوع شرایط، امکانات، بودجه و اهداف ارزیابی بستگی دارد که به شرح زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۳-۱ تعداد خطوط لوله مورد نیاز برای آزمایش

حداقل تعداد خطوط زهکش در هر واحد آزمایشی، سه خط است و اندازه‌گیری فقط در زهکش میانی انجام می‌گیرد. تعداد مناسب و مطلوب زهکشها ۴ یا ۵ خط است که در این صورت می‌توان اندازه‌گیریها را در ۲ یا ۳ خط میانی زهکش انجام داد.

۴-۳-۲ ابعاد قطعات

ابعاد قطعه‌ای که برای انجام آزمایشها انتخاب می‌شود باید در حدی باشد که تا حد امکان جریان آب در طول زهکشها یکنواخت باشد. به همین دلیل عمل آبیاری نیز باید یکنواخت صورت گیرد. اثرهای انتهایی قطعات یعنی اثرهایی که در نتیجه وضعیت خاص قطعات در انتها به وجود می‌آید مانند وجود زهکش جمع‌کننده روباز در عمق زیاد، سطح ایستابی پایین به دلیل عدم آبیاری و نشت به کانالهای مجاور را می‌توان با افزایش نسبت طول به عرض قطعه، کاهش داد. حداقل این نسبت چهار در نظر گرفته می‌شود. برای مثال اگر عرض قطعه حدود ۵۰ متر باشد، در این صورت طول قطعه باید حداقل ۲۰۰ متر در نظر گرفته شود. در هر صورت انتظار می‌رود نتایج به‌دست آمده در بخشهای حاشیه‌ای مزارع نمونه با بخشهای میانی، نتایج متفاوتی را به‌دست می‌دهد و توصیه می‌شود نتایج بخشهای میانی را برای دیگر بخشها تعمیم داد.

۴-۳-۳ اندازه مزرعه نمونه

اندازه مزرعه نمونه در ارزیابی خطوط لوله به ابعاد قطعات، تعداد خطوط زهکش در هر واحد و تعداد واحدها بستگی دارد. طول مناسب خط زهکش دست‌کم ۱۵۰ متر و به‌طور معمول ۳۰۰ متر مناسب است. برای مثال چنانچه در نظر باشد ۵ خط زهکش مورد آزمایش قرار گیرد و فاصله آنها ۷۵ متر و طول خطوط لوله ۳۰۰ متر در نظر گرفته شود، مساحت مزرعه نمونه حدود ۱۲ هکتار خواهد بود (شکل ۴-۱).

۴-۳-۴ تعداد مزارع نمونه

تعداد مزارع نمونه بستگی به گستردگی منطقه، شرایط خاک اراضی و تنوع مشکلات زهکشی در منطقه مشکل‌دار طرح دارد. پیشنهاد می‌شود متناسب با امکانات هر منطقه، تعداد قطعات مناسب را انتخاب کرد تا تعمیم نتایج به محل محدوده تحت ارزیابی امکان‌پذیر باشد.

۴-۳-۵ حفر چاهکهای مشاهده‌ای

به منظور بررسی وضعیت سطح آب زیرزمینی به چاهکهای مشاهده‌ای نیاز است. موقعیت این چاهکها به شرح زیر توصیه می‌شود:

- نصب چاهک در وسط دو خط زهکش، به منظور اندازه‌گیری بار هیدرولیکی.
- نصب چاهکها نزدیک یک یا چند خط زهکش به‌منظور بررسی نیمرخ سطح آب. این چاهکها ترجیحاً در فاصله ۰/۴ تا ۰/۵، ۱/۵ و ۵ متری از زهکشها قرار داده می‌شوند.

— اگر فاصله زهکشها بیش از ۷۵ متر باشد پیشنهاد می‌شود که یک چاهک اضافی نیز در فاصله ۱۰ تا ۱۵ متری خط زهکش نصب شود.

— در انتهای بالایی و پایینی مزرعه نمونه، به‌منظور مشاهده اثرهای مرزی، نصب چاهکهای مشاهده‌ای توصیه می‌شود.

— چنانچه هدف، ارزیابی نحوه کارکرد پوشش زهکش باشد، توصیه می‌شود که یک چاهک نیز در داخل ترانشه حفر شود تا مقاومت ورودی جریان قابل اندازه‌گیری باشد.

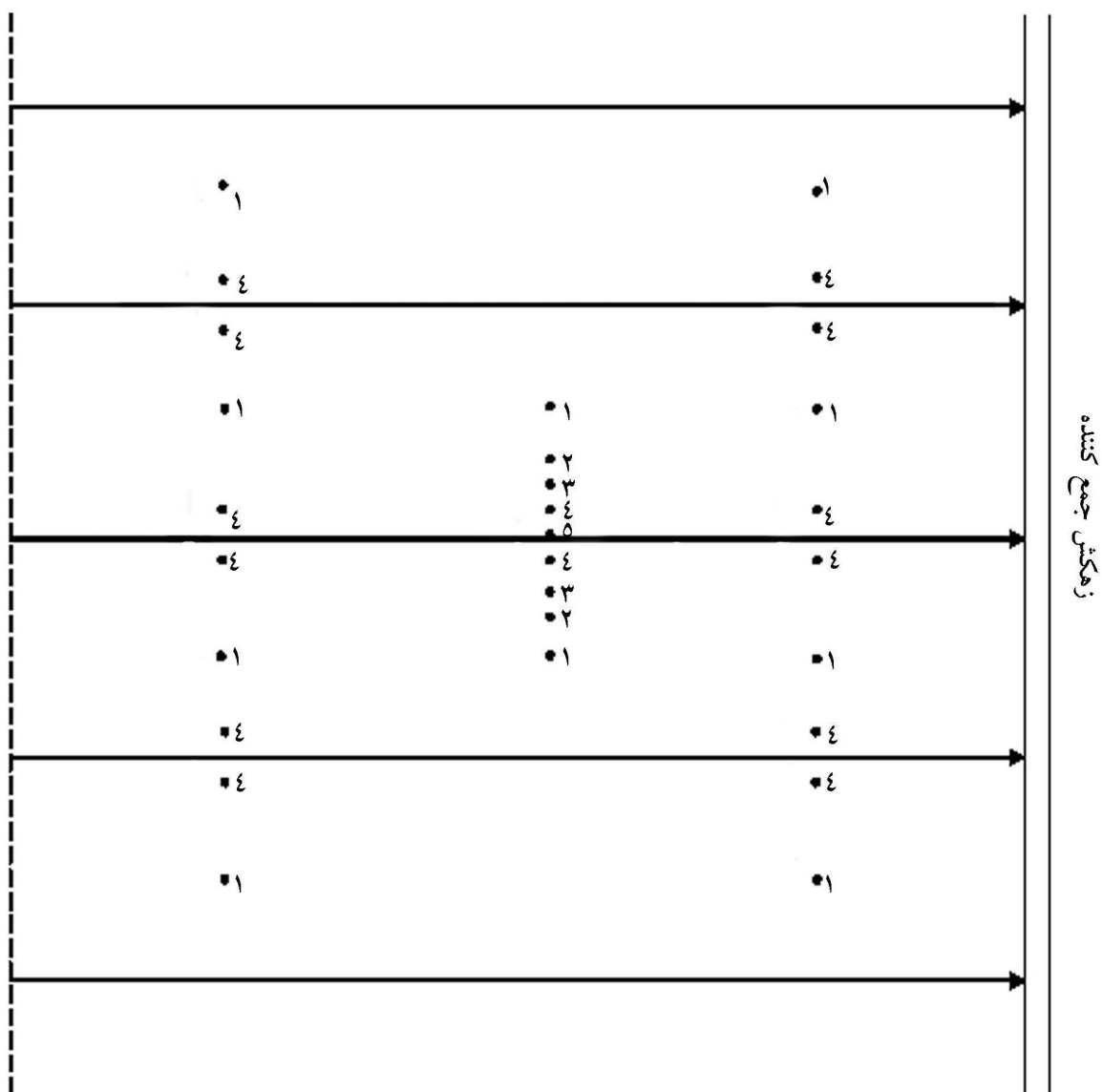
توصیه‌های ذکرشده به عنوان راهنما ارائه شده است. در عین حال ضرورت دارد پس از نصب چاهکها، با مطالعه اولین سری آمار به‌دست آمده از سطح آب چاهکهای مشاهده‌ای، کفایت و یا عدم کفایت شبکه چاهکهای مشاهده‌ای مشخص شود. برای مثال اگر تغییرات زیادی در ارقام سطح آب چاهکهای مشاهده‌ای ملاحظه شد، در این صورت ضرورت دارد ضمن بررسی علت آن، در صورت نیاز تعدادی پیزومتر و یا چاهکهای اضافی مابین چاهکهای موجود، حفر شود. شکل ۴-۱ نمونه شبکه چاهکهای مشاهده‌ای در یک واحد آزمایشی را نشان می‌دهد.

۴-۳-۵-۱ وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری

وسایل و امکانات مورد نیاز برای حفاری، لایه‌بندی، تجهیز پیزومترها و چاهکهای مشاهده‌ای و قرائت سطح آب از چاهکهای یاد شده، قبلاً توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور چاپ شده است (نشریه شماره ۳۴۸). به منظور تعیین بده ورودی به مزرعه، وسایلی مانند پارشال فلوم، سرریز کفایت می‌کند. به منظور اندازه‌گیری میزان جریان خروجی از زهکشها، باید از وسایل دستی و یا خودکار استفاده کرد. بدیهی است استفاده از هر روش محاسن و معایبی را به دنبال دارد. با توجه به تجربیات حاصل از طرحهای مورد آزمون و مطالعه محاسن و معایب دو روش فوق، اندازه‌گیری به طریق دستی در شرایط ایران قابل اعتمادتر و آسان‌تر است. به منظور اندازه‌گیری به طریق دستی، ظرفی با حجم معین و کرنومتر مورد نیاز است. این ظرف از نظر اندازه باید چنان باشد که به‌طور مناسب در خروجی زهکش قرار گیرد. در ضمن باید به اندازه کافی نیز بزرگ باشد تا زمان پرشدن آن با دقت معقولی اندازه‌گیری شود. در بیشتر موارد، حجم ۱۰ تا ۱۵ لیتر کافی است. قابل ذکر است که اندازه‌گیریه‌ها در طی روز باید در چند نوبت انجام شوند تا بتوان مقادیری را که به‌دست می‌آیند به یک روز نسبت داد. یک تخته و کاغذ برای یادداشت کردن تاریخ قرائت، شماره زهکش، حجم ظرف و مدت زمان پرشدن برای هر نوبت اندازه‌گیری ضروری است.

۴-۳-۵-۲ انجام مشاهدات و تحلیل نتایج

به‌طور معمول، انجام مشاهدات و تحلیل نتایج توسط دو گروه جداگانه انجام می‌گیرد. در صورتی که نتایج بلافاصله بعد از جمع‌آوری، مورد تجزیه و تحلیل ابتدایی قرار گیرد، این مزیت را دارد که مقادیر مشکوک مشخص شده تا در فاصله بین اندازه‌گیریهای بعدی اصلاح شود. از این رو، باید که به مشاهدات و تجزیه و تحلیل نتایج، به یک اندازه بها داده شود. در مواردی مشاهده می‌شود که داده‌های صحرائی توسط افرادی که به خوبی به اهمیت آزمایشها آگاه نیستند، برداشت می‌شود. داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط گروه دیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مجدداً تأکید می‌شود که تجزیه و تحلیل پی‌درپی و مرحله‌ای داده‌ها، به منظور افزایش آگاهی و تشخیص اشتباه‌های هر مرحله، مسئله‌ای بسیار مهم است که باید مورد توجه قرار گیرد.



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 مسیر لوله زهکش

شکل ۴-۱ - نمونه شبکه چاهکهای مشاهده‌ای در یک واحد آزمایشی

۴-۴ اطلاعات پایه مورد نیاز

۴-۴-۱ اطلاعات و آمار مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل

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

- اطلاعات مربوط به لایه‌بندی خاک تا عمق حدود ۶ تا ۹ متری در محل نصب چاهکهای مشاهده‌ای و تهیه نمونه‌های خاک به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک،
 - آمار سطح آب چاهکهای مشاهده‌ای نسبت به یک سطح مبنا،
 - اطلاعات مربوط به میزان بده آب آبیاری ورودی به مزرعه و مدت زمان آبیاری،
 - اطلاعات مربوط به کیفیت شیمیایی آب آبیاری،
 - اطلاعات مربوط به میزان بده و کیفیت شیمیایی آب خروجی از زهکشها،
 - اطلاعات دانه‌بندی خاک و پوشش اطراف لوله‌های زهکش،
 - مشاهده‌های مربوط به وجود رسوب در لوله‌های زهکش، و
 - مشاهده‌های مربوط به استحکام و کارکرد مطلوب لوله‌های زهکش
- به منظور درج آمار و اطلاعات ذکرشده، فرمهای ثبت اطلاعات، تهیه شده است (پیوست ۲) که در زیر به آنها اشاره می‌شود:
- فرم ۴-۱، شرایط و مشخصات حین نصب زهکشها را ارائه کرده است.
 - فرم ۴-۲، ثبت داده‌های پایه، شامل موقعیت عمومی مزرعه، وضعیت توپوگرافی و ریخت‌شناسی اراضی، شرایط و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت و میزان آب کاربردی (آب آبیاری) را ارائه داده است.
 - فرم ۴-۳، حاوی مشخصات نصب چاهکهای مشاهده‌ای و اطلاعات مربوط به قرائت سطح آب چاهکهای مشاهده‌ای است.

۴-۴-۲ روشهای آزمایش

۴-۴-۲-۱ روشهای آزمایش در شرایط آبیاری

- قبل از هر آبیاری، ارتفاع سطح ایستابی در چاهکهای مشاهده‌ای یادداشت می‌شود.
- یک قسمت از سطح مورد آزمایش که تا حد ممکن وسیع است به‌طور یکنواخت آبیاری می‌شود. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، حداقل سطح آبیاری، سطحی است که دارای سه خط زهکش باشد.
- حجم آب مورد استفاده باید به اندازه کافی زیاد باشد به‌گونه‌ای که سبب بالاآوردن سطح آب زیرزمینی تا نزدیک سطح زمین در وسط دو زهکش شود (حجم آب ورودی نیز اندازه‌گیری می‌شود). این عمل را می‌توان در فصل غیر آبیاری و با شرایط مصنوعی و به‌کارگیری آب زیاد انجام داد.

- آب قطع می‌شود و عمق سطح آب در چاهکهای مشاهده‌ای و جریان خروجی زهکشها اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیریها در دوره پایین افتادن سطح آب تا نزدیک سطح نصب زهکشها ادامه می‌یابد.
- پس از هر بار اندازه‌گیری، داده‌های جمع‌آوری شده پردازش می‌شوند تا در صورت اشتباه و یا ابهامی، در اندازه‌گیریهای بعدی مورد دقت و توجه بیشتری قرار گیرند. این موضوع در مراحل بعدی و در پردازش نهایی داده‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است.
- در صورتی که سطح آب در یک‌بار کاربرد آب، به اندازه کافی بالا نیاید و یا در حین پایین افتادن سطح آب، بارندگی شود، در این صورت لازم است اندازه‌گیری رقوم سطح آب و جریان خروجی از زهکشها در یک دوره طولانی‌تر انجام شود تا بتوان اطلاعات مورد نیاز را برای اهداف آزمایش جمع‌آوری کرد.
- اثر تبخیر در موقعیت سطح آب تا حد امکان باید کاهش داده شود. به همین دلیل بهتر است که آزمایش در دوره‌ای از سال صورت گیرد که کمترین حد تبخیر در منطقه مورد آزمایش، وجود دارد.

۴-۲-۴-۲ مدت زمان انجام آزمایشها

برای بررسی روابط میان میزان محصول، تغییرات سطح آب و وضعیت تعادل آب و نمک در خاک، ممکن است لازم باشد اندازه‌گیریها تا چند سال تداوم داشته باشد. ولی به‌طور کلی برای ارزیابی عملکرد خطوط لوله‌های زهکشی، مشاهده‌ها در یک دوره کوتاه بین زمان پایین افتادن سطح آب از نقطه‌ای نزدیک به سطح زمین تا نقطه‌ای در سطح قرارگیری زهکشها، در طی یک دوره آبیاری (با ۲ تا ۳ آبیاری)، کافی خواهد بود. هر بار که سطح آب با آبیاری بالا آمده و به سطح زمین نزدیک می‌شود، کافی است میزان پایین افتادن سطح آب و جریان خروجی به‌طور همزمان اندازه‌گیری شود. قابل ذکر است که در عمل ممکن است غیریکنواختی ارتفاع سطح آب در شروع دوره مشاهده، گرفتگی چاهکهای مشاهده‌ای و غیریکنواختی بده خروجی از زهکشها بروز نماید. چنانچه در طول دوره آزمایش این حالت ادامه یابد، ضروری است نسبت به وضعیت چاهکهای مشاهده‌ای و خطوط لوله زهکش مورد آزمایش، بررسیهای بیشتری را صورت داد. در صورت نیاز نسبت به حفر مجدد چاهکهای مشاهده‌ای اقدام نموده و یا آزمایش در خطوط لوله جدید صورت پذیرد.

۴-۲-۴-۳ فراوانی مشاهده‌ها

فراوانی مشاهده‌ها بستگی به شرایط محلی مانند آب، هوا و خاک دارد. به همین دلیل هیچ روش صریحی را نمی‌توان بدین منظور ارائه کرد. به‌طور کلی راهنمای زیر به عنوان معیار عمومی برای فراوانی مشاهده‌ها پیشنهاد می‌شود:

- یک اندازه‌گیری درست قبل از آبیاری
- یک اندازه‌گیری در پایان کاربرد آب
- تعداد مشاهده‌ها بعد از آبیاری در جدول زیر ارائه شده است:

روز پس از آبیاری	۱	۲	۳	۴	۵
تعداد مشاهده‌ها	۳	۳	۲	۲	۱

لازم به ذکر است که ضروری است با توجه به وضعیت بافت و رطوبت خاک بعد از کاربرد آب آبیاری، امکان دسترسی به چاهکهای موردنظر وجود داشته باشد.

۴-۲-۴-۴ معیارهای عملکرد خطوط لوله‌های زهکش

به منظور ارزیابی عملکرد خطوط لوله‌های زهکش فرعی ابتدا مؤلفه‌های ورود جریان آب به داخل لوله‌های زهکش بررسی می‌شود. جریان آب به داخل زهکشها به چهار مؤلفه زیر تقسیم می‌شود (شکل ۲-۴):

- مؤلفه عمودی در محل بین زهکش و رقوم سطح آب (در حد فاصل دو زهکش)
- مؤلفه افقی جریان به طرف زهکشها
- مؤلفه شعاعی جریان در مجاورت زهکش و در زیر آن
- مؤلفه ورودی جریان بین دیواره ترانشه و لوله زهکش

بنابراین کل افت بار هیدرولیکی جریان به داخل لوله زهکش به صورت زیر است :

$$h_{tot} = h_v + h_h + h_r + h_e \quad (۱-۴)$$

که در آن h_v و h_h و h_r و h_e به ترتیب به مؤلفه عمودی، افقی، شعاعی و ورودی جریان مربوط می‌شوند. در ارزیابی عملکرد خطوط زهکش، مؤلفه ورودی جریان به داخل لوله‌های زهکش 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:

$$r_e = \frac{h_e}{q_u} \quad \text{یا} \quad r_e = \frac{h_e L}{Q} \quad (۲-۴)$$

که در آن r_e مقاومت ورودی برحسب متر، h_e افت بار ورودی برحسب متر، q_u بده برحسب متر مکعب بر روز به‌ازای واحد طول زهکش، Q بده کل برحسب مترمکعب بر روز در طول L برحسب متر.

از مطالب فوق چنین برمی‌آید که مقاومت ورودی، پارامتری مناسب برای ارزیابی عملکرد پوشش و منافذ ورودی لوله‌های زهکشی اجرا شده است. h_e به صورت اختلاف ارتفاع عمودی بین مرکز لوله زهکش و سطح آب واقع در چاهکی به فاصله ۴۰ سانتی‌متری آن، یعنی درست در کنار دیواره ترانشه، 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. ترجیح داده می‌شود که افت بار ورودی به صورت کسری از افت بار کل (h_e / h_{tot}) در بده‌های بالا، یعنی نزدیک به مقادیر بده طراحی زهکشهای زیرزمینی، نشان داده شود. شکل ۳-۴ میزان افت کل (h_{tot}) و افت بار ورودی (h_e) را نشان می‌دهد. در جدول ۱-۴ معیار و

شاخص عملکرد خطوط لوله‌های زهکش را براساس نسبت افت بار ورودی به افت کل در شرایطی که عمق زهکشها معادل ۱/۸ متر، فاصله زهکشها ۵۰ متر، سطح سفره آب زیرزمینی بعد از آبیاری ۱ متر و ضریب زهکشی ۴ میلی‌متر بر روز است، برای شرایط معمول در اراضی تحت آبیاری به‌عنوان نمونه ارائه شده است. در جدول ۴-۲، معیار و شاخص ارزیابی مقاومت ورودی برای مناطق خشک تحت آبیاری به‌عنوان معیار ارزیابی عملکرد خطوط لوله زهکشی ارائه شده است.

جدول ۴-۱ معیار و شاخص عملکرد خطوط زهکشهای زیرزمینی براساس نسبت افت بار ورودی به افت کل

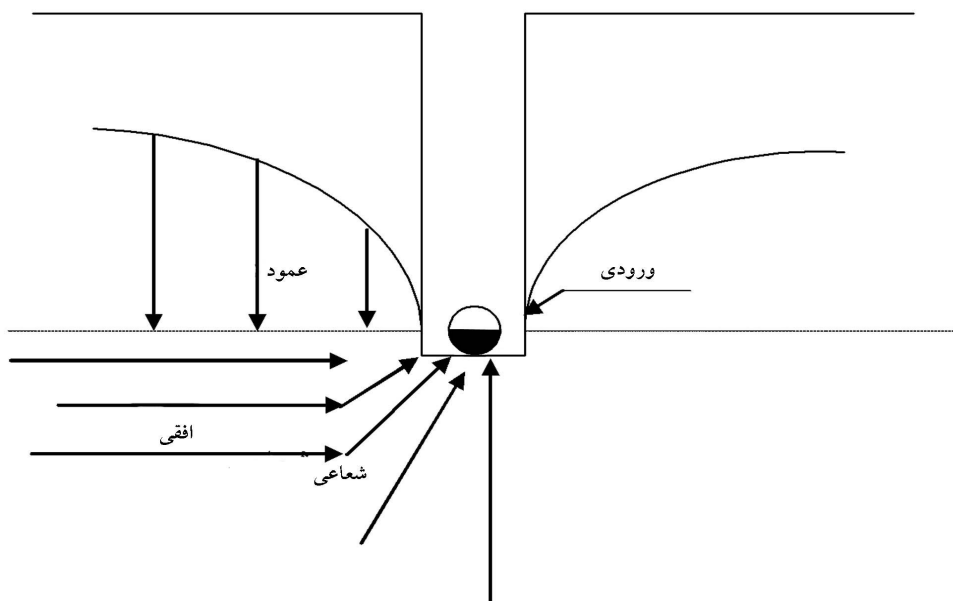
نسبت افت بار ورودی به افت کل (h_e / h_{tot})	عملکرد خطوط زهکش
< 0.2	خوب
$0.2 - 0.4$	متوسط
$0.4 - 0.6$	ضعیف
> 0.6	خیلی ضعیف

جدول ۴-۲ معیار و شاخص ارزیابی مقاومت ورودی زهکشها

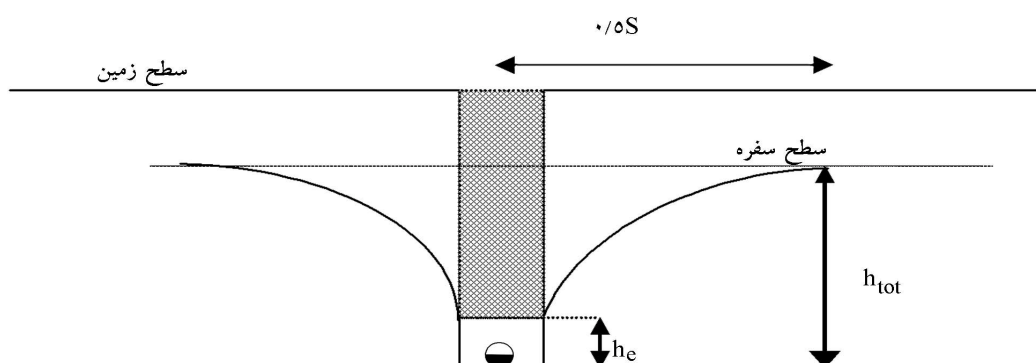
مقاومت ورودی ($r_e h_e / q$)	افت ورودی (h_e, m)	توصیف عملکرد زهکشها
< 0.75	> 0.15	خوب
$0.75 - 1.5$	$0.15 - 0.3$	متوسط
$1.5 - 2.25$	$0.3 - 0.45$	ضعیف
> 2.25	> 0.45	خیلی ضعیف

۴-۵ جمع‌بندی نهایی

با توجه به مجموعه اطلاعات حاصل شده در ارزیابی کلی و نهایی، با استفاده از فرمهای ۳-۵ و تعیین ارزیابی سامانه زهکشی زیرزمینی، علل بروز مشکلات و کافی نبودن کارایی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی تعیین و راهکارهای مناسب در این خصوص ارائه خواهد شد.



شکل ۴-۲- مؤلفه‌های جریان به داخل زهکش



شکل ۴-۳- افت بار ورودی و افت بار کل

علل بروز مشکلات می‌تواند به دو دسته کلی تقسیم گردند که عبارتند از نقص در طراحی سامانه و یا بهره‌برداری نادرست از شبکه با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در فرم ۳-۲ که عمدتاً مربوط به طراحی سامانه است و مقایسه آن با وضع موجود، می‌توان تشخیص داد که آیا مشکلات بروز کرده در ارتباط با نقص طراحی است. از طرفی جمع‌بندی شاخصهای ارائه شده در فرم ۳-۵- ب تا حدودی بیانگر تأثیر طراحی سامانه زهکشی بر منطقه می‌باشد.

فرم ۳-۴ بیشتر به اطلاعات دوره بهره‌برداری اختصاص یافته و نتایج آن می‌تواند در تشخیص اثر بهره‌برداری بر عملکرد زهکشها کمک نماید. جمع‌بندی شاخصها و معیارهای ارزیابی در فرمهای ۳-۵ وضعیت سامانه زهکشی را از نظر بهره‌برداری و وضعیت موجود نشان می‌دهد که نتایج ضعیف آن می‌تواند ناشی از بهره‌برداری ضعیف و نادرست از شبکه باشد.

لازم به ذکر است که تنها تکمیل فرمها، ارزیابی را تکمیل نکرده و ارزیاب باید نسبت به تفسیر آنها اقدام کند و در صورت لزوم، انجام مطالعات تکمیلی را پیشنهاد نماید.

۵- بررسی اثرهای زهکشی بر محیط زیست

۱-۵ کلیات

هدف اصلی زهکشی در کشاورزی پایین انداختن سطح آب زیرزمینی به حدی است که به گیاه آسیبی وارد نشود. این امر گاهی موجب می‌شود که تالابها خشک شوند و یا مراتع و مرغزارها دچار کم آبی و خشکی گردند و جوامع گیاهی و جانوری دستخوش دگرگونی شوند. در نتیجه این کار، محیط زیست دچار تغییر می‌گردد. بنابراین، از دیدگاه محیط زیست ممکن است که بتوان این تغییرات را گاه در جهت مثبت و گاه در جهت منفی ارزیابی کرد. زهکشی می‌تواند با پایین انداختن سطح آب- زیرزمینی باعث تغییر محیط زیست جانوری شده و یا موجب کاهش املاح اراضی شور نیمرخ خاک شود و در نتیجه آب رودخانه شور شده و به این ترتیب بر حیات گیاهان آبی و خشکی‌زی و جانوران آبی تأثیر گذارد. از این رو، در ظاهر در برخی موارد زهکشی به محیط زیست صدمه می‌زند.

آنچه که در این بخش بیان می‌شود، تنها راهنمایی کلی است که می‌تواند در ارزیابی اثرهای زهکشی بر محیط زیست بصورت کیفی (نه کمی) مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که تاکنون در طرح‌های زهکشی اجراشده در کشور، به مسائل محیط زیست توجه چندانی نشده است، این بخش از نشریه با جزییات بیشتری نوشته شده تا بتواند راهنمایی برای دست اندرکاران باشد. بدیهی است که در ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی، تنها بخشهایی از آن مورد استفاده قرار خواهد گرفت که به موضوع مربوط به هر طرح خاص ارتباط داشته باشد.

چنانچه یک طرح زهکشی با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی به اجرا در آمده باشد، به عبارت دیگر قبل از اجرای طرح پیش‌بینی و برآوردی از عملکرد آن انجام شده باشد، در این مرحله باید ارزیابی با توجه به هدف‌گذاریهای طرح انجام شود. در غیر این صورت، چاره‌ای جز ارزیابی با نگرش مطلق و مقایسه مزایا و معایب آن نیست.

۲-۵ بررسی اثرهای زهکشی بر خاک و آب زیرزمینی

۱-۲-۵ سطح آب زیرزمینی، غرقاب و ماندابی شدن

زهکشی به هر شکل ممکن، موجب کاهش غرقابی و ماندابی شدن اراضی می‌شود. چنانچه این امر به خشک شدن تالابها و مردابها و اراضی باتلاقی دائمی منجر شود، این کار از نظر حفاظت محیط زیست اقدامی نابخردانه تلقی می‌گردد.

زهکشهای موازی و حایل، موجب تثبیت نسبی سطح آب زیرزمینی می‌شوند. چاههای زهکشی موجب می‌شوند که سطح آب زیرزمینی پایین بیفتد. در حالت اول، امکان تغییر در شوری خاک وجود دارد و باید مشخص شود که رعایت نیاز آبشویی موجب کاهش شوری می‌شود و یا اینکه بالا آمدن و سپس تثبیت سطح ایستابی باعث افزایش شوری خاک می‌گردد؟ در چاههای زهکشی، نه تنها ممکن است تغییراتی در کیفیت آب و یا خاک پیش آید، بلکه احتمال دارد که پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی به دلیل بارانهای فصلی افزایش یابد. به عکس زهکشی بیش از حد توسط چاه می‌تواند موجب کاهش آبدهی چشمه‌ها، چاههای مجاور و سایر منابع آبی شود.

۵-۲-۲ فرسایش

زهکشیها به طور معمول در اثر پایین انداختن سطح ایستابی، فضایی را در درون خاک برای ذخیره آب باران فراهم می آورند و فرسایش خاک در اثر ایجاد رواناب را کاهش می دهند. میزان اثر زهکشی بر فرسایش خاک به ویژگیهای خاک (مثل شیب و نفوذپذیری) و مشخصات باران ارتباط دارد.

۵-۲-۳ نشست زمین

افت سطح ایستابی ممکن است منجر به نشست اراضی و در نهایت وارد آمدن خسارت به سازه های منطقه شود. اراضی پرارزش کشاورزی، به طور معمول، دارای ذرات رس و برخی رسوبات ریزبافت دیگر هستند که به نشست حساسند. هرگونه تغییر در ساختار خاک، مانند نشست اغلب برگشتناپذیر هستند. از آنجا که در زهکشی با چاه، سطح آب زیرزمینی بیشتر پایین می افتد، احتمال نشست بیشتر است. در خاکهای آلی این خطر زیاد است و در بعضی موارد امکان نشست خاک در اثر زهکشی با چاه وجود دارد. همان گونه که قبلاً گفته شد، نشست خاک تقریباً غیرقابل برگشت است. از این رو، تخلیه بیش از حد سفره می تواند عواقب شدیدی بر محیط زیست داشته باشد.

۵-۲-۴ دمای خاک

دمای ویژه آب به مراتب بیشتر از خاک است. بنابراین خاکی که از آب اشباع نباشد، با دریافت مقدار معینی گرما، زودتر گرم می شود. خاکهایی که زهکشی شده اند، زودتر از بقیه اراضی گرم شده و آماده بذرافشانی می گردند، بنابراین طول دوره رشد بیشتری دارند. این موضوع امکان تنوع زیستی گسترده تری را فراهم می کند و به طور معمول اثر منفی بر محیط زیست ندارد.

۵-۲-۵ رفت و آمد ماشینهای کشاورزی^۱

در اراضی زهکشی شده، به علت اشباع نبودن خاک و دمای بیشتر، زمین زودتر به حالت گاورو درآمده و می توان از ماشینهای کشاورزی استفاده کرد. در صورتی که زمین آماده رفت و آمد ماشینهای کشاورزی نباشد، خطر فشردگی^۲ خاک افزایش می یابد.

۵-۲-۶ زهکشی سطحی اراضی

زهکشی زیرزمینی، فضای لازم را برای نفوذ آب به داخل خاک فراهم می آورد و از این رو، وضعیت زهکشی سطحی اراضی نیز بهبود می یابد. بهبود وضعیت زهکشی سطحی، موجب کاهش رواناب و در نتیجه کاهش فرسایش خاک می شود. به طور معمول این امر اثر مثبت بر محیط زیست دارد.

1- Trafficability
2- Compaction

۵-۲-۷ شوری خاک

زهکشی زیرزمینی، به‌طور معمول به دو دلیل موجب بهبود وضعیت خاک از نظر شوری می‌شود:

- کاهش صعود مویینه‌ای و تجمع نمک در لایه‌های بالای خاک

- آبشویی بهتر زمین و کاهش نمک نیمرخ خاک

بهبود شوری خاک موجب می‌شود که زهاب حاصل شورتر شود. این امر می‌تواند زمینهای پایین‌دست را که با آن آبیاری می‌شود، تخریب کند. افزون بر این، احتمال دارد که به سبب انحلال‌پذیری متفاوت انواع نمکها، تعادل و توازن موجود در خاک در اثر آبشویی به‌هم بخورد. بنابراین ارزیابی اثرهای شوری بر محیط زیست باید به‌شکل همه‌جانبه‌ای مورد توجه قرار گیرد.

۵-۲-۸ سدیمی‌شدن خاک

تجمع سدیم در خاک، به‌ویژه در خاکهای رسی، موجب تخریب ساختار خاک می‌شود. این پدیده شرایط رشد گیاه را تضعیف می‌کند و بهسازی خاک از طریق آبشویی با دشواری روبه‌رو می‌شود. آنچه که در سدیمی‌شدن خاک تأثیر دارد، تنها تجمع سدیم نیست، بلکه نسبت سدیم یک ظرفیتی به کاتیونهای دوظرفیتی (کلسیم و منیزیم) است که از اهمیت بیشتری برخوردار است. سدیمی‌شدن خاک را می‌توان با افزایش گچ یا دیگر مواد اصلاح‌کننده به خاک درمان کرد. در هر حال، سدیمی‌شدن خاک نقش مهمی در تخریب محیط زیست دارد. ارزیابی سدیمی‌شدن خاک تنها با ملاحظه و بررسی روند تغییرات آن قبل از اجرای طرح زهکشی و پس از آن به مرور زمان انجام می‌گیرد.

۵-۲-۹ اسیدیته

خاکهای ایران، به‌طور عمده، غیر اسیدی هستند. خاکهای اسیدی تنها در بخش کوچکی از شمال کشور که بارندگی زیاد دارد به چشم می‌خورد. این پدیده شرایط رشد بسیاری از گیاهان را با دشواری روبه‌رو می‌کند و می‌تواند موجب آزاد شدن فلزات سنگین در خاک شود که بسیار خطرناک است. اسیدی‌شدن خاک موجب کاهش مواد آلی خاک و تخریب ساختمان آن می‌گردد. رفع مشکل بالا بودن اسیدیته خاک می‌تواند بسیار پرهزینه باشد.

۵-۲-۱۰ سایر موارد

از دیگر مواردی که در ارزیابی اثرهای زهکشی بر خاک می‌توان مورد بررسی قرار داد عبارتند از تغییرات در ساختار خاک، نفوذپذیری، حاصلخیزی، مواد آلی خاک و تشکیل لایه‌های سخت^۱.

۳-۵ اثرهای زهکشی بر محیط زیست انسانی، حیوانی و گیاهی

۱-۳-۵ سلامت انسانها

زهکشی اراضی و بهبود کشاورزی اساساً موجب پیدایش شرایط بهتری برای سلامت انسان می‌شود. ایجاد امنیت غذایی و بهبود وضعیت مالی خانوارهای روستایی، امکان رعایت بهتر موارد بهداشتی و کاهش مراجعه به مراکز درمانی را در پی دارد. بیماری‌هایی که در اثر فعالیتهای آبیاری و زهکشی به انسان سرایت می‌کنند، به‌طور عمده، از طریق حیوانات ناقل منتقل می‌شوند. با افزایش جمعیت ناقلین و با ازدیاد طول عمر آنها، خطر شیوع بیماری افزایش می‌یابد. بیماری‌های عفونی و پوستی مهم‌ترین امراض ناشی از آب زهکشهاست. جدول ۱ پیوست ۳ بیماری‌های عفونی عمده مرتبط با آب را نشان می‌دهد. در زیر توضیحاتی در مورد برخی از بیماری‌های مرتبط با آب ارائه می‌شود. مواجه شدن با این بیماری‌ها در طرحهای زهکشی، هشداری به عملکرد نامناسب آنهاست.

۱-۳-۵-۱ مالاریا

با نیش پشه آنوفل، لاروهای عفونی انگل پلاسمودیوم وارد جریان خون میزبان می‌شوند. فقط پشه‌های ماده این عمل را انجام می‌دهند. دمای هوا، رطوبت و وجود آب در حال سکون یا با حرکت آهسته، عوامل زیستی اصلی پشه‌ها می‌باشند که محدودیتهای مکانی و زمانی شیوع بیماری مالاریا را مشخص می‌کنند. همه پشه‌های آنوفل مالاریا را منتقل نمی‌کنند، اما به عنوان یک قاعده کلی، توسعه آبیاری موجب افزایش تعداد و تنوع حشرات شده و شرایط مطلوبی را برای گونه‌های ناقل بیماری فراهم می‌سازد. قبل از پیش‌بینی اثرهای تغییرات زیست‌محیطی و ارائه طراحی‌های ویژه یا هرگونه مداخله پیشگیرانه، دانستن جزئیات نیازهای زیستی گونه‌های ناقل موجود در محل ضروری است. به‌طور معمول با زهکشی زیرزمینی، بیماری مالاریا کاهش می‌یابد. زیرا که از سطح اراضی مرطوب و مردابی کاسته می‌شود. در هر حال، برای ارزیابی دقیق باید به محل و نحوه جمع‌آوری زهاب توجه شود.

۲-۱-۳-۵ شیسستوزومیا

شیستوزومیا توسط کرمهای Trematode عارض می‌شود. این کرمها به هنگام بلوغ در خون انسان ساکن می‌شوند و برای تکمیل چرخه حیات خود باید در نوعی حلزون آبی یا دوزیست، مرحله نوزادی را سپری کنند. نیازهای محیطی این حلزونها، عامل مهمی برای شناسایی نحوه انتشار این بیماری است. علفهای هرزآبی پناهگاه و محیط رشد مناسبی برای حلزونها فراهم می‌نمایند. حلزونها برخلاف پشه‌ها عامل بیماری‌زا را از انسان به انسان منتقل نمی‌کنند. تکمیل چرخه زندگی آنان به سطح بهداشت (نحوه دفع مدفوع و ادرار) و روشهای انتقال آب بستگی دارد. بنابراین نحوه عملکرد انسانها نیز عامل تعیین کننده دیگری است. به‌طور معمول با انجام زهکشی زیرزمینی، این بیماری کاهش می‌یابد زیرا از تراکم علفهای هرزآبی که محیط مناسبی برای پرورش حلزونها هستند، از بین می‌رود.

۵-۳-۱ ورم مغزی ژاپنی

گونه‌های معدودی از پشه‌ها، ویروس این بیماری را منتقل می‌کنند. مهم‌ترین آنها *Culex tritaeniorhynchus* و *Culex gelidus* هستند که به‌طور عمده در مزارع آبیاری‌شده کشت برنج بارور می‌شوند. خوکها اصلی‌ترین میزبان تقویت کننده ویروس بیماری هستند و گمان می‌رود پرندگان مهاجر نقش زیادی در پخش ویروس در مسافت‌های دور داشته باشند. پشه‌ها نیز از خون حیوانات تغذیه می‌کنند و موجب انتشار بیماری می‌شوند. شیوع بیماری معمولاً از شرایط آب و هوایی تأثیر می‌پذیرد که باعث افزایش جمعیت عوامل بیماری‌زا در حدی می‌شود که از آستانه بحرانی می‌گذرد، به گونه‌ای که افزایش تغذیه از خون انسان توسط پشه‌ها موجب سهولت بیشتر ابتلای جمعیت انسانی به بیماری می‌شود. با گسترش زهکشی، به‌طور معمول به دلیل محدود شدن زیستگاه پشه‌ها، شیوع این بیماری کاهش می‌یابد.

۵-۳-۴ فیلاریازیس لنفاوی

این بیماری به وسیله یکی از دو نوع انگل تک یاخته‌ای فیلاریاسیوم و وشریا بانکروفتی^۱، که توسط پشه‌های کولکس یا پشه‌های آنوفل منتقل می‌شود و یا بورژیامالایی که به وسیله پشه‌هایی از انواع مانزونیا^۲ انتقال می‌یابند، منتشر می‌شود. ارتباط آبیاری با بیماری فقط جایی وجود دارد که پشه ناقل موجود باشد، مانند آفریقای مرکزی و جنوب شرقی آسیا، جایی که لاروهای پشه مانزونیا می‌توانند با اتصال به ریشه علفهای هرز آبی رشد و گسترش یابند. با گسترش زهکشی، به‌طور معمول این بیماری کاهش می‌یابد.

۵-۳-۲ سلامت حیوانات

حیوانات نیز همانند انسان در معرض بیماری‌های مرتبط با آب هستند. حیوانات ممکن است برای انسان منبع انتقال عفونت باشند و حشرات ناقل بیماری را با خود به نواحی مجاور منتقل کنند. جدول ۲ پیوست ۳ میزبانهای حیوانی عمده را نشان می‌دهد.

۵-۳-۳ سلامت گیاهان

زهکشی به‌طور معمول موجب کاهش گونه‌های گیاهی آبدوست و جایگزینی آن با محصولات زراعی می‌شود. گونه‌های گیاهی آبدوست گاهی زیستگاه مناسبی را برای پرورش عوامل بیماری‌زا مانند حلزون‌ها یا پشه‌ها فراهم می‌آورند. زهکشی با ایجاد شرایط هوازی در خاک، موجب سلامت بیشتر گیاهان و گسترش ریشه می‌شود و به‌طور معمول، اثر مثبتی بر سلامت گیاهان دارد.

1- Wuchereria Bancrofti
2- Mansonia

۴-۵ اثرهای زهکشی بر بوم‌زیست

۵-۴-۱ اثر بر بوم‌زیست انسان

توسعه طرحهای آبیاری و زهکشی، به‌طور معمول، با تراکم فعالیتهای انسانی در اطراف آن همراه است. این امر به دلیل حرکت مردم به سوی محدوده طرحها، به منظور بهره‌گیری اقتصادی روی می‌دهد. تراکم فعالیتهای انسانی موجب تبدیل زراعت دیم به آبی، توسعه کشاورزی متراکم، افزایش تعداد دام و افزایش استفاده از جنگلها و مراتع حاشیه اراضی می‌شود. تمامی این عوامل موجب افزایش فرسایش در منطقه می‌شود و کم و بیش از حاصلخیزی خاک می‌کاهد.

زهکشی، سطح آب زیرزمینی را پایین می‌اندازد، غالباً از شوری خاک می‌کاهد و به شوری آب رودخانه در پایین‌دست می‌افزاید، در تغذیه و تخلیه سفره آب زیرزمینی دگرگونی ایجاد می‌کند، کاربری اراضی تغییر می‌یابد و این موضوع بر اراضی اطراف و حتی بر زیست بومهای آبی تأثیر می‌گذارد. تنوع زیستی تغییر می‌کند، بهداشت انسانی دستخوش تغییر می‌شود و پایین افتادن سطح آب زیرزمینی ممکن است مردم را به تغییر الگوی مصرف و استفاده از آب آشامیدنی ناسالم مجبور کند. زیستگاه برخی از حیوانات از بین می‌رود و به عکس زیستگاهی برای برخی دیگر از حیوانات ایجاد می‌شود. همه این عوامل، در نهایت محیط زیست انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

برای ارزیابی این موارد، ضروری است که مطالعاتی جامع در مورد تک تک آنها انجام شود و در نهایت اثرهای مثبت و منفی آنها جمع‌بندی شود.

۵-۴-۲ اثر بر جانوران آبزی

زهکشی در اراضی تالابی توصیه نمی‌شود زیرا که ارزش تالابها به مراتب بیش از ارزش تولید زراعی آنهاست. در هر حال، چنانچه تالابی در اثر زهکشی خشک شود، ماهیان و آبزیان دیگر از بین می‌روند و به جامعه پرندگان آبزی آسیب می‌رسد. چنانچه این جانوران نادر و یا در خطر انقراض باشند، شدت فاجعه زیست‌محیطی بیشتر است. در هر حال برای ارزیابی اثرهای طرح بر محیط زیست باید به موارد یادشده توجه خاصی شود.

۵-۴-۳ اثر بر جانوران خشکی‌زی

اجرای طرح زهکشی، ممکن است در اثر کاهش آزادی حرکت، دشواری دسترسی به آب و کاهش محل‌های استراحت، بر حیات جانوران خشکی‌زی تأثیر بگذارد. افزون بر این، استتار آنها را در مقابل حیوانات شکارچی افزایش یا کاهش دهد. ممکن است که میزان غذای در دسترس آنها کم یا زیاد شود. بنابراین، شناخت اثرهای اجرای طرح بر جانوران خشکی‌زی به شناسایی گونه‌های جانوری منطقه نیاز دارد.

۵-۴-۴ اثر بر پرندگان

اراضی زهدار و به ویژه زمینهای ماندابی، به طور معمول، محیط بهتری را برای تخم گذاری و لانه گزینی پرندگان فراهم می-آورد. کنترل علفهای هرز و پایین رفتن سطح آب موجب به هم خوردن تعادل زیستی می شود، ولی از سوی دیگر برخی از عوامل بیماری زا و مخاطره انگیز سلامت انسانها را کاهش می دهد.

۵-۴-۵ علفهای هرز و اثر بر تنوع زیستی

از بین رفتن محل سکونت طبیعی گیاهان و ایجاد کشاورزی تک محصولی تأثیر زیادی بر کاهش تنوع زیستی گیاهان و جانوران دارد. معرفی گونه های جدید می تواند باعث نابودی گونه های بومی و یا باعث ایجاد عوامل بیماری زا شود که ممکن است بر گیاهان، جانوران و حتی انسان تأثیر بگذارد. به عکس استفاده از کودها و شسته شدن و خارج شدن آنها از سامانه زهکشی، موجب می شود که آبهای سطحی از مواد غذایی انباشته شوند و علفهای هرز آبی در زهکشیهای روباز و یا در تخلیه-گاه نهایی افزایش یابد و تعادل زیستی تغییر کند.

۵-۴-۶ آفتها و بیماریها

کشت فاریاب، اغلب شرایط را برای گسترش بیماریهای گیاهی، بویژه بیماریهای قارچی و باکتریایی فراهم می آورد. علفهای هرز و بیماریها می توانند از طریق استفاده مجدد از پسابها و زهابها به سرعت رشد کنند. هرچه محیط یکنواخت تر می شود، سازگاری گونه ها با طیف وسیعی از شرایط جدید افزایش می یابد و یا اینکه گونه های ناسازگار از بین می روند. در اثر تغییر در کاربری اراضی و افزایش مصرف آفت کشها، برخی از شکارچیان طبیعی مثل مارها، پرندگان و عنکبوتها از بین رفته و در نهایت در وضعیت آفات تغییر ایجاد می شود.

۵-۴-۷ اراضی حاشیه طرح و پایین دست

با اجرای طرح زهکشی، به طور معمول، اراضی حاشیه آن نیز کم و بیش توسعه می یابد. اگر در اراضی طرح، قبلاً آبیاری انجام نشده است، احتمال دارد که اراضی حاشیه ای نیز به مشکل زهکشی دچار شوند. بنابراین، موضوع زهکشی اراضی مجاور نیز باید در دستور کار قرار گیرد.

پساب طرحهای زهکشی، به طور معمول به رودخانه تخلیه می شود و کیفیت آب اراضی پایین دست را تخریب می کند. بنابراین، تأثیری منفی بر پایین دست دارد. در هر حال ارزیابی اثرهای طرحهای زهکشی بر اراضی و زمینهای پایین دست باید بسته به مورد، بررسی شود.

۵-۵ اثرهای زهکشی بر انتقال و انتشار مواد آلوده کننده محیط

۵-۵-۱ کود دامی و شیمیایی

یکی از مهم ترین مشکلات طرحهای زهکشی، شستشوی نیتروژن از خاک و ورود آن به آبهای سطحی و آب آشامیدنی است. غلظت نترات در زهاب بسیاری از سامانه های زهکشی زیرزمینی به اندازه ای زیاد است که مصرف آن به عنوان آب آشامیدنی موجب نگرانی است. هرچه خاک، زهکشی داخلی ضعیف تری داشته باشد، خطرات ناشی از نیتروژن کمتر است. بنابراین، زهکشی زیرزمینی از نظر دفع نیتروژن، عاملی منفی تلقی می شود که می تواند به تخریب محیط زیست کمک کند. راههایی برای کاهش اثر تخریبی دفع نیتروژن وجود دارد. زهکشهای سطحی نیز حامل مقداری نیتروژن هستند که مقدار آن پس از کوددهی زیاد می شود.

فسفر باعث می شود که زیست بومهای آب شیرین مغذی^۱ شوند. در اثر مغذی شدن این آبها، موجودات گیاهی کوچک و بزرگ در آب رشد می کنند و تعادل زیست محیطی آن را به هم می زنند. حرکت فسفر از یک حوضه آبخیز به یک محیط آبی (جویبار، رود و تالاب) از طریق جریانهای سطحی و زیر سطحی انجام می شود. این امر به خصوصیات خاک و محل بستگی دارد. غلظت فسفر انتقالی با توجه به سابقه استفاده از فسفر در حوضه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تراکم عملیات کشاورزی و هیدرولوژی منطقه متفاوت است. جابه جایی فسفر به دو صورت حلشده و یا ذرات معلق صورت می گیرد. فسفر حلشده از طریق جریانهای سطحی و زیر سطحی منتقل می شود و فسفر معلق به مواد ریز یا مواد آلی موجود در آب یا خاک می چسبد. تراز بحرانی مقدار فسفر حلشده و فسفر کل به ترتیب برابر ۱۰ و ۲۰ میکروگرم بر لیتر است و تراکم بیشتر آن موجب مغذی سازی محیط آبی می شود.

انتقال فسفر، هم به وسیله جریانهای سطحی و هم به وسیله جریانهای زیرزمینی رخ می دهد. در اکثر خاکهای معدنی با نفوذ عمقی کم، انتقال فسفر به طور معمول از طریق رواناب سطحی انجام می شود و به عکس در خاکهای سبک به وسیله زهکشی زیرزمینی صورت می گیرد.

نوسان سطح آب در خاکهایی که از نظر زهکشی ضعیف هستند، می تواند باعث متلاشی شدن و فساد مواد آلی خاک و در نتیجه، افزایش میزان فسفر آزاد شده گردد. کودهای دامی که خود حاوی فسفر هستند، موجب تشدید این فرایند می شوند. نباید فراموش کرد که زهکشی، به خودی خود مسئول تخریب محیط زیست نیست، بلکه به طور معمول وضعیت آن را بهبود می بخشد. بدیهی است چنانچه کود کمتری مصرف شود، دفع نیتروژن و فسفر نیز کاهش خواهد یافت.

۵-۵-۲ سموم کشاورزی

سموم دفع آفات نباتی (حشره کشها و علف کشها)، یکی از مهم ترین آلاینده های محیط زیست به شمار می روند. آفت کشها از منابع سمی بسیار متداولی هستند که با طرحهای آبیاری ارتباط دارند. این سموم برای گیاهان، آبزیان، پرندگان، پستانداران و انسان مضرند. آفت کشهای کلره ماندگار (مانند د.د.ت، الدرین و دی الدرین) برای آبزیان بسیار خطرناکند و به سرعت در زنجیره

1- Eutrophication

غذایی آنها رسوب می‌کند. خطر آفت‌کشها در شرایط کشت تک محصولی بیشتر است، زیرا که علفها و آفتها در اثر تناوب کنترل نمی‌شوند و به‌طور معمول، در این مناطق از سموم بیشتری استفاده می‌گردد.

استفاده از علف‌کشها و آفت‌کشها، امروزه کم و بیش از اجزای ضروری تولیدات کشاورزی به‌شمار می‌روند. این مواد برای افزایش عملکرد گیاهان منافی دارند، لیکن هنگامی که به صورت نادرست استفاده شوند، اثرهای معکوس گسترده‌ای بر جای می‌گذارند.

به‌طور معمول، سموم کشاورزی هم در زهکشیهای زیرزمینی و هم در زهکشیهای سطحی دیده می‌شوند ولی معمولاً تراکم آن در زهکشیهای سطحی بیشتر است. این تراکم، بویژه در رواناب حاصل از اولین آبیاری پس از اعمال سم، بیشترین مقدار را دارد. چنانچه نفوذپذیری خاک زیاد باشد، سهم زهکش سطحی کم می‌شود و بنابراین فرایند تجزیه مواد شیمیایی تا حدودی در خاک انجام می‌گیرد و زهاب زیرزمینی مقدار مواد آلاینده کمتری دارد. با افزایش فاصله زهکشیهای زیرزمینی از یکدیگر، زمان و طول مسیر حرکت زهاب بیشتر می‌شود و در نتیجه زهکشیهای با فاصله بیشتر، فرصت تجزیه بیشتری دارند و در اثر بالاتر بودن توان پالایش خاک، مواد آلوده‌کننده کمتری را وارد سامانه می‌کنند.

۳-۵-۵ فلزات سنگین

چنانچه غلظت نمکهای حلشده بیش از حد زیاد شود، اثر سمی بر جای می‌گذارند. آلومینیم، آرسنیک، بریلیم، سلنیم، کروم، کادمیم، جیوه، نیکل، آنتیموان، قلع و برخی دیگر از فلزهای سنگین از جمله آلاینده‌های مهم محیط زیست به‌شمار می‌روند. برخی عناصر دیگر مانند بُر، کبالت، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و روی نیز مسمومیت‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند ولی وجود آنها برای گیاهان ضروری است. استفاده از فاضلابهای شهری و صنعتی احتمال ایجاد مشکلات محیط زیست را افزایش می‌دهد و ضروری است که در هر مورد، مطالعات ویژه‌ای انجام شود.

۴-۵-۵ آلاینده‌های آلی

منبع اصلی آلاینده‌های آلی در خاک، استفاده از کود حیوانی، فاضلاب انسانی تصفیه‌نشده و یا با تصفیه ضعیف است. این مواد به‌طور معمول حاوی مقادیر زیادی ویروس، باکتری و پروتوزوا هستند و مشکلات بهداشتی زیادی به‌وجود آورده و انواع بیماریها مانند مشکلات گوارشی، وبا و یرقان را ایجاد می‌کنند.

مواد آلی چنانچه مغذی باشند، برای اغلب آبزیان سمی هستند و رشد جلبکها را تسریع می‌کنند. این امر باعث کاهش میزان اکسیژن حلشده در آب شده و منجر به خفگی ماهیان و موجودات کفزی می‌شود. هرچه آب صاف‌تر و شفاف‌تر باشد، این مشکلات شدیدتر خواهد بود زیرا عمل فتوسنتز در آب تشدید می‌شود و جلبکها بیش از حد رشد می‌کنند. از این رو، مخازن و آبهای با جریان کم در معرض بیشترین مخاطره هستند.

مخازن با سطح بالای آلودگی مواد آلی مانند فضولات انسانی، زیستگاه مناسبی برای تکثیر پشه‌های کولیسین^۱ که عامل بیماری فیلازیازیس هستند، به‌وجود می‌آورند.

1- Culicine

۵-۶ اثرهای زهکشی بر اوضاع اقتصادی - اجتماعی

۵-۶-۱ افزایش تولید، درآمد و رفاه عمومی

طرحهای آبیاری و زهکشی برای کسب منافع و رفاه جوامع انسانی به اجرا در می‌آیند. امروزه، بدون اجرای چنین طرحهایی، اصولاً تأمین غذای مردم کره زمین غیرقابل تصور است. تنها حدود ۲۰ درصد اراضی جهان آبیاری می‌شوند ولی حدود ۵۰ درصد غذای تولیدی از این اراضی به‌دست می‌آید. همین موضوع عاملی بوده است که در برنامه‌های توسعه دو قرن اخیر توجه اساسی به افزایش تولیدات کشاورزی معطوف شود و برهم خوردن تعادل زیست‌محیطی ناشی از این توسعه نادیده گرفته شود. شک نیست که تنها یک محیط زیست متعادل می‌تواند تضمین‌کننده پایداری طرحها و پایداری رفاه مردم باشد. در همه طرحها، بدون شک باید به حداقل رساندن اثرهای منفی زیست‌محیطی مورد توجه قرار گیرد. برای مثال می‌توان به اثرهای بالآآمدن سطح آب زیرزمینی و یا ایجاد شرایط ماندابی در زمینهایی اشاره کرد که در اثر آبیاری بی‌رویه و یا نشت از کانالها به‌وجود می‌آید. افزایش آلودگی آبهای سطحی و سفره‌های زیرزمینی به‌علت نفوذ زهاب و آبهای شور نیز می‌تواند نمونه دیگری از این اقدامها باشد.

۵-۶-۲ مهاجرت و تغییر جمعیت

مهاجرت و جابه‌جایی روستاییان (به غیر از عشایر)، حاصل شکسته‌شدن ساختار جامعه روستایی در اثر ناآرامیهای اجتماعی است. این امر به‌طور معمول، در روستاها مشکلاتی مانند سوء تغذیه و انتشار بیماریها را فراهم می‌آورد. در طرحهای زهکشی باید مشخص شود که آیا اجرای طرح موجب تغییرات مشخص جمعیتی در محدوده پروژه و یا نقاط اطراف آن، به‌گونه‌ای که آهنگ رشد اجتماعی را تحت تأثیر قرار دهد می‌شود یا خیر؟ همچنین باید مشخص شود که آیا اجرای پروژه موجب مهاجرت روستاییان به منطقه‌ای دیگر می‌شود و یا اینکه به سبب آن، مهاجرینی به منطقه وارد می‌شوند؟

۵-۶-۳ اشتغال

اجرای طرحهای زهکشی، به‌طور معمول موجب افزایش اشتغال می‌شود. در این صورت باید برای اسکان افراد جدیدی که به محل پروژه وارد می‌شوند و خانواده آنها، برنامه‌هایی در نظر گرفته شود و آموزش و بهداشت آنها مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی باید به نحوه زندگی این افراد پس از ورود به محل اجرای طرح توجه شود.

۵-۶-۴ تفریح

در ارزیابی زیست‌محیطی طرحهای زهکشی باید به امکانات تفریحی جدیدی که به‌وجود می‌آید و یا از بین رفتن امکانات موجود نیز توجه شود. از جمله این موارد می‌توان به ماهیگیری، شکار، قایقرانی، شنا و گشت و گذار اشاره کرد.

۵-۶-۵ گروههای اجتماعی بهره‌مند شده یا زیان‌دیده از طرح

هدف عمده طرحهای آبی، افزایش تولید محصولات کشاورزی و در نتیجه، بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق تحت تأثیر پروژه‌هاست. شاید بسیاری از طرحها باعث بهبود وضعیت اقتصادی شوند، اما رضایت خاطر مردم فقط از منافع اقتصادی به‌دست نمی‌آید بلکه باید بهبود وضعیت اجتماعی را نیز به همراه داشته باشد.

یکی از دلایل عمومی بروز مسائل و مشکلات، تغییر در الگوی کاربری اراضی است. تغییر و تبدیل زمینها به مزارع فاریاب، در اثر توسعه منابع آب، کوچکی واحدهای زراعی، حقوق عمومی مربوط به کاربریهای مختلف و بروز تعارض در حقوق سنتی و قانونی زمینهای زیرکشت از جمله مسائلی هستند که گروهی از آن بهره‌مند می‌شوند و گروهی دیگر زیان می‌بینند. علاوه بر این، بروز نارساییها و تغییرات شدید در الگوهای مالکیت و تصرف زمین نیز گروهی را بهره‌مند و دسته‌ای را متضرر می‌کند. شناخت گروههایی که اجرای طرح را مفید و گروهی که آن را مضر می‌دانند به پایداری طرح کمک می‌کند. در هر مورد باید اقدامهایی صورت گیرد که منافع گروه بیشتری از مردم تأمین شود.

۵-۶-۶ عقیده عمومی مردم نسبت به طرح

مجموعه آنچه که در مبحث اقتصادی - اجتماعی گفته شد، می‌تواند رضایت خاطر و یا عدم رضایت مجموعه بهره‌برداران را مشخص کند. به عبارت دیگر گرچه در درجه اول، برای روستاییان افزایش درآمد مطرح است، ولی آنها به مسائلی مانند هماهنگی فرهنگی با دیگر افراد روستا، آموزش، بهداشت، تفریحات و عوامل اجتماعی بسیاری نیز توجه می‌کنند. از این رو باید دریافت که عقیده عمومی مردم نسبت به اجرای طرح چیست. ارزیابی عقیده عمومی مردم بسیار دشوار است. به‌طور معمول، افراد رضایت خاطر قلبی خود را نشان نمی‌دهند. بنابراین برداشت از مصاحبه‌های دوستانه و غیررسمی می‌تواند نشانه‌هایی از عقیده مردم را نشان دهد.

۵-۷ اثرهای زهکشی بر آب برگشتی

۵-۷-۱ کمیت آب برگشتی

هرگونه اظهار نظر پیرامون تأثیر زهکشی بر روی جریان آبراهه‌ای پایین‌دست باید با توجه به مقیاس و اندازه مزرعه، طول آبراهه اصلی یا ترکیبی از این دو در مقیاس حوضه‌ای صورت گیرد.

۵-۷-۱-۱ مقیاس مزرعه

زهکشی سطحی، جریان حداکثر را به دلیل جمع‌آوری سریع آب و عدم وجود فرصت کافی برای نفوذ در خاک، افزایش می‌دهد. این امر بدون تردید توسط مطالعات صحرایی و نیز مدل‌های کامپیوتری تأیید شده است.

تأثیر زهکشی زیرزمینی بستگی به رطوبت اراضی دارد. چنانچه سطح ایستابی به دلیل بارندگی زیاد، یا نفوذپذیری ضعیف، نزدیک سطح زمین باشد، جریانهای طبیعی از سطح خاک و از میان لایه‌های نفوذپذیر سطحی حرکت می‌کند در این صورت،

زهکشی ظرفیت ذخیره خاک و نیز میزان آب قابل نفوذ را افزایش می‌دهد و در نتیجه، رواناب سطحی و جریان سیلاب حداکثر کاهش می‌یابد. چنانچه سطح ایستابی به دلیل اقلیم خشک یا وجود خاکهای نفوذپذیر عمیق‌تر باشد، جریانهای طبیعی از میان نیمرخ خاک عبور خواهد کرد. در این حالت، زهکشی مصنوعی به دلیل مسیر کوتاه جریان و شیب تند هیدرولیکی، جریان حداکثر را افزایش خواهد داد.

۵-۷-۱-۲ آبراهه اصلی

اثرهای بهسازی آبراهه‌های اصلی به وسیله لایروبی، مستقیم‌سازی مسیر آنها و تعمیق بستر، مشابه بهسازی زهکشی سطحی است. جریانهای حداکثر به دلیل‌های یاد شده بالا افزایش می‌یابند.

۵-۷-۱-۳ مقیاس حوضه

در مقیاس حوضه رودخانه‌ای، توجه به دو نکته ضرورت دارد. اول اینکه همزمانی جریانهای از زیرحوضه‌های مختلف، تخلیه حداکثر در نقطه مورد نظر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دوم اینکه اهمیت نسبی زهکشی مزرعه و آبراهه‌های اصلی با میزان رگبار تغییر می‌یابد. زهکشی مزرعه در رگبارهای کم و متوسط اثر تعیین‌کننده‌ای دارد، در حالی که برای رگبارهای بزرگتر، بهسازی آبراهه‌ها عاملی مهم‌تر به شمار می‌رود. این وضعیت، زمانی که شدت بارندگی بیشتر از ظرفیت نفوذپذیری خاک باشد، رخ خواهد داد. بنابراین وجود زهکشهای زیرزمینی کمترین تأثیر را خواهد داشت؛ لیکن آبراهه‌های بهسازی‌شده، رواناب سطحی را به سرعت از منطقه خارج خواهد ساخت.

به‌طور کلی، روشن است که شبکه‌های زهکشی با زهکشهای سطحی و آبراهه اصلی بهسازی‌شده، جریانهای حداکثر بیشتری را به سمت پایین‌دست هدایت خواهند کرد.

تأثیر زهکشی بر جریانهای کم (پایه)، نسبت به نوع زهکشی متفاوت می‌باشد. در حالت زهکشی سطحی، جریانهای کم توسط خروج آب اضافی کاهش خواهد یافت. بدیهی است در صورتی که زهکشی سطحی وجود نداشته باشد آب اضافی به آهستگی از نیمرخ خاک، زهکشی خواهد شد. در این حالت، در زهکشی زیرزمینی، جریانهای کم افزایش می‌یابد. سامانه زهکشی مصنوعی نسبت به زهکشی طبیعی، آب را از لایه عمیق‌تری از نیمرخ خاک خارج می‌کند. در غیر این صورت، چنانچه زهکشها عمیق‌تر از نهرهای طبیعی نباشند، جریان معکوس برقرار شده و جریان به‌طور محسوسی در زهکش مصنوعی احداث شده، افزایش می‌یابد.

زهکشی زیرزمینی تحت شرایط گوناگون رطوبت خاک، جریانهای سیلابی را افزایش یا کاهش می‌دهد. چنانچه بارندگی از ظرفیت نفوذپذیری اراضی فراتر رود، در این صورت هر نوع بهسازی زهکشی سطحی اهمیت خواهد یافت. همین‌طور با توجه به اینکه زهکشی سطحی و آبراهه اصلی، زمان جریان را کاهش می‌دهد، به‌طور کلی تأثیر آنها بر پایین‌دست، بستگی به اهمیت نسبی جریانهای مزرعه و آبراهه اصلی خواهد داشت. این امر بستگی به وسعت اراضی و میزان جریان سیلاب و زمان نسبی جریانهای سیلاب از زیرحوضه‌ها دارد.

از آنچه گفته شد، چنین مشخص می‌شود که ارزیابی اثرهای طرح بر جریانهای سطحی و زیرزمینی بسیار دشوار است و در هر مورد باید دقت‌های لازم انجام شود تا بررسی‌کننده بتواند اثرهای اجرای طرح را بر جریانهای حداکثر (سیلاب) و جریانهای کمینه ارزیابی کند.

۵-۷-۲ کیفیت آب برگشتی

بیشترین اشکالهای احتمالی زیست‌محیطی در مقابل زهکشی اراضی، مبتنی بر تبدیل اراضی مرطوب به اراضی کشاورزی و یا دیگر کاربریهاست. بین تغییر کاربری اراضی و اثرهای زیست‌محیطی مترتب بر آن با بهبود زهکشی زمینهایی که در حال حاضر تحت کشت هستند، تفاوت زیادی وجود دارد. در حال حاضر در کشورهای پیشرفته، نهضت‌های زیست‌محیطی از زهکشی اراضی مرطوب دارای پوشش گیاهی طبیعی به منظور کشاورزی جلوگیری کرده است. توسعه آینده زهکشی اراضی با مقاصد کشاورزی به احتمال زیاد تنها محدود به زمینهایی خواهد بود که در حال تولید محصول است.

بدیهی است هرگونه بهبود زهکشی اراضی کشاورزی اثرهای پیچیده‌ای بر کیفیت آب دارد. بهبود زهکشی سطحی به تنهایی قادر است مقادیر دفع رسوبات و فسفر را افزایش دهد، در حالی که بهبود زهکشی زیرزمینی باعث کاهش رسوبات به میزان ۳۰ تا ۶۰ درصد می‌شود. با انجام زهکشی زیرزمینی میزان فسفر حلشده و نیز کل فسفر دفع‌شده از خاک نیز کاهش خواهد یافت. زمینهایی که از نظر زهکشی زیرزمینی ضعیف هستند ممکن است مقادیر متناهی فسفر را با رسوبات ناشی از فرسایش خاک از دست بدهند. رواناب سطحی در خاکهای معدنی نیز حاوی مقادیر زیادتری فسفر حل‌نشده نسبت به زهاب زیرزمینی هستند. کل مقدار فسفر دفع شده با زهکش زیرزمینی از خاکهای معدنی معمولاً در محدوده بین ۰/۲ تا ۲/۴ کیلوگرم بر هکتار بر سال است.

دفع فسفر از طریق جریانهای زیرزمینی در خاکهای آلی بیشتر از خاکهای معدنی صورت می‌گیرد. با بهبود زهکشی، این مشکل تشدید می‌شود زیرا فسفر آلی موجود در خاک در این حالت سریع‌تر به فسفر معدنی تبدیل می‌شود. میزان فسفر تخلیه شده در زهاب خاکهای آلی بین ۱ تا ۳۷ کیلوگرم بر هکتار بر سال است.

بهبود زهکشی زیرزمینی باعث کاهش دفع نیتروژن آلی از طریق زهابها شده اما میزان تخلیه $\text{NO}_3 - \text{N}$ معمولاً از مقدار کاهش نیتروژن آلی بیشتر بوده بنابراین کل نیتروژن دفع‌شده تقریباً همواره در سامانه‌های زهکشی زیرزمینی بیشتر خواهد بود. نیتروژنی که بدین طریق در زهکشی زیرزمینی دفع می‌شود عمدتاً وابسته به مقدار نیتروژنی است که به زمین افزوده شده است. با وجود این، در تناوبهایی که آخرین محصول آنها سویا یا دیگر گیاهان تیره لگومینوز باشد، میزان دفع نیتروژن نسبتاً بیشتر می‌شود. نوع زهکشی اثر شگرفی نیز بر دفع سموم نباتی از طریق زهاب دارد. معمولاً غلظت آفت‌کشها در روانابهای سطحی بسیار بیشتر از مقداری است که در آبهای خروجی از نیمرخ خاک وجود دارد. بدین ترتیب بهبود زهکشی زیرزمینی اراضی کشاورزی، منجر به کاهش مقادیر آفت‌کش دفع‌شده می‌شود. پاره‌ای سموم نباتی از خلال زهکشهای عمقی نیز عبور می‌کنند لیکن کل مقادیر دفع‌شده حداکثر ۰/۱۵ درصد مقدار مصرفی است. در حالی که، مقدار سموم دفع‌شده با زهابهای سطحی می‌تواند به حدود ۵ درصد یا بیشتر برسد.

تحقیقات نشان داده است که گزینه‌های مختلفی در طرحهای زهکشی وجود دارد که می‌تواند هدف تولید محصول را برآورده کرده و در عین حال محیط زیست را نیز حفظ کند. هرچقدر سامانه زهکشی بهتری احداث شود، شرایط بهتری برای

مدیریت کشاورزی، چه از نظر اقتصادی و چه از نظر زیست‌محیطی فراهم می‌گردد. برای مثال، فقط مزارعی که زهکشی زیرزمینی خوبی دارند، با اعمال زهکشی کنترل‌شده^۱، میزان فسفر و $\text{NO}_3 - \text{N}$ دفع‌شده کاهش خواهد یافت. همچنین نشان داده شده است که با زهکشی کنترل‌شده میزان ازت و فسفر دفع‌شده توسط آبهای سطحی، به ترتیب کاهشی برابر ۴۵ و ۳۵ درصد دارند.

مدهاست که آشکار شده است عبور زهابهای سطحی از خلال فیلترهای گیاهی کیفیت آب را بهبود می‌بخشد. این فیلترهای گیاهی می‌تواند طبیعی یا مصنوعی و یا فقط از یک نوار باریک سبز که بین اراضی کشاورزی و جریانهای آبی ایجاد می‌شوند، تشکیل شده باشد. اطلاعاتی که اخیراً به‌دست آمده است، نشان می‌دهد که نیترات به‌طرز مؤثری از زهابهای زیرزمینی که از میان پوشش گیاهی رودها و مسیرهای جریان می‌گذرد و به جریانهای سطحی می‌پیوندد، خارج می‌شود. همچنین نشان داده شده است که مخازنی که زمان ماند را افزایش می‌دهند می‌توانند تا ۹۵ درصد فسفر غیرآلی و ۸۵ درصد فسفر حلشده را از زهابهای کشاورزی جدا سازند.

خلاصه این‌که بدون شک زهاب اراضی کشاورزی زهکشی‌شده حاوی مواد آلوده بیشتری نسبت به آبی است که از پوششهای طبیعی گیاهی خارج می‌شود و یا در تالابها وجود دارد. در عین حال گزینه‌های متعدد مدیریتی که می‌تواند به مقدار زیادی آلودگی زهابهای کشاورزی را کاهش دهد نیز وجود دارد. واضح است که سامانه‌های زهکشی کماکان باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند تا هر دو هدف تولید بیشتر و بهبود کیفیت آب تأمین گردد. امروزه این یقین به وجود آمده است که تولید محصولات کشاورزی همراه با یک زهکشی خوب و پیشرفته می‌تواند با هدف بهبود کیفیت آب نیز همساز باشد.

۳-۷-۵ تأثیر بر منابع آب و اراضی و مصرف کنندگان پایین‌دست

تأثیر زهکشی بر آب و خاک مناطق پایین‌دست به کیفیت آب آبیاری، کیفیت خاک، مقدار و نوع نهاده‌های کشاورزی مانند سموم علف‌کش، آفت‌کش، کودهای آلی، کودهای شیمیایی، خواص خودپالایی آبراهه‌ها و بسیاری عوامل دیگر بستگی دارد که قبلاً در مورد آنها بحث شده است.

۴-۷-۵ تأثیر بر زیست بوم اراضی پایین‌دست

زهکشی بر پوشش گیاهی، جانوران خشکی‌زی، آبزیان، پرندگان و گیاهان آبی تأثیر می‌گذارد. زهکشی زیستگاه گیاهان و جانوران را می‌تواند تخریب کرده و یا اینکه به عکس موجب پیدایش زیستگاههای جدید و یا بهبود زیستگاههای موجود شود. افزون بر این، بر پهنه‌های آبی مانند مخازن، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و دیگر مجاری عبور آب تأثیر می‌گذارد. گونه‌های نادر گیاهی و جانوری و یا گونه‌های در خطر انقراض را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مهاجرت جانوران را تسهیل می‌کند و یا موجب ممانعت آن می‌شود، بر فعالیتهایی مانند شیلات، تهیه هیزم، شکار، تولید عسل و یا چشم‌اندازها و مناظر تأثیر می‌گذارد.

۱- زهکشی کنترل‌شده یعنی کنترل سطح ایستابی در خاک. این کار به‌طور معمول با تعبیه شیر در انتهای زهکش جانبی و یا کارگذاری سرریز در زهکش روباز صورت می‌گیرد

پیوست ۱

مختصات جغرافیایی:

شهرستان:

استان:

موقعیت اراضی:

وسعت اراضی و وضعیت راههای دسترسی و ارتباطی

وضعیت کلی اقلیمی

حداکثر	دما (درجه سانتیگراد)
متوسط	
حداقل	

بارندگی سالانه (میلی متر)

تبخیر سالانه (میلی متر)

وضعیت فیزیوگرافی عمومی منطقه و محل اجرای طرح

محل اجرای طرح		وسعت عمومی منطقه مورد ارزیابی		اراضی
درصد	وسعت (هکتار)	درصد	وسعت (هکتار)	
				تپه ماهوری
				دشتهای دامنه‌ای
				پست

نحوه کاربری اراضی در محدوده اراضی زهدار

شرح	اراضی دیم	اراضی آبی	بایر	مناطق مسکونی و متفرقه
قبل از اجرای طرح زهکشی				
پس از اجرای طرح زهکشی				

نوع تأسیسات موجود

مشخصات کلی	نوع تأسیسات
	سد مخزنی
	سد انحرافی
	ایستگاههای پمپاژ
	شبکه مدرن آبیاری و زهکشی (شبکه اصلی)
	تجهیز و نوسازی اراضی در محدوده شبکه فرعی
	شبکه سنتی موجود

منابع آب

منبع آب طرح	نحوه برداشت	حجم برداشت سالانه (میلیون مترمکعب)
سطحی	سد مخزنی	
	سد انحرافی	
	ایستگاههای پمپاژ	
زیرزمینی	چاه	
	چشمه	
	قنات	
جمع		
میانگین آب وارد شده به هر هکتار در اراضی زهکشی شده (مترمکعب)		

اهداف طراحی

وسعت اراضی

مرحله مطالعاتی	نوع مطالعات	وسعت (هکتار)	نوع اراضی
			اراضی مطالعه شده
			اراضی مطالعه نشده دشت
			اراضی پیش‌بینی شده برای توسعه یا بهبود آبیاری
			اراضی طراحی شده برای توسعه یا بهبود زهکشی زیرزمینی

خلاصه مشخصات سیمای طرح ارائه شده

روشهای آبیاری توصیه شده

روش آبیاری	وسعت (هکتار)	درصد
شیاری		
نواری		
کرتی		
بارانی		
قطره‌ای		
جمع		

جدول الگوی کشت و نیاز آبی گیاهان پیشنهادی و وضعیت موجود

نیاز آبی سالانه (مترمکعب)			وضع موجود		الگوی پیشنهادی		نوع گیاه
کل در وضع موجود	کل در شرایط طرح	واحد سطح	درصد	وسعت (هکتار)	درصد	وسعت (هکتار)	
							جمع

آب مورد نیاز آبشویی و نحوه اصلاح اراضی

فواصل و عمق نصب زهکشهای زیرزمینی در نواحی مختلف طرح

واحد عمرانی	ناحیه	وسعت (هکتار)	عمق نصب (متر)	فواصل نصب (متر)

پیش‌بینی نحوه تخلیه زهابهای سطحی و زیرزمینی به تخلیه‌گاه نهایی

ترکیب ثقیل و پمپاژ ☐ پمپاژ ☐ ثقیل ☐

تخلیه‌گاه نهایی طرح

رودخانه ☐ دریاچه ☐ تالاب ☐ سایر ☐

مشخصات زهکشهای زیرزمینی مزرعه (لترال):

جنس ☐ قطر (میلی‌متر) ☐ شیب متوسط کارگذاری ☐ کارخانه ساخت ☐

مشخصات پوشش خطوط لوله زهکشی پیش‌بینی‌شده در طرح

شن و ماسه دانه‌بندی‌شده ☐ مصنوعی ☐ محل تهیه ☐

نوع جمع‌کننده‌ها

جمع‌کننده‌های لوله‌ای ☐ زهکش روباز ☐

واحد عمرانی	شماره زهکش	جنس	قطر (میلی‌متر)	شیب کارگذاری (۱۰۰۰ متر / متر)	اختلاف ارتفاع متوسط سطح آب زهکشهای مزرعه و جمع‌کننده‌های لوله‌ای

مشخصات هندسی زهکشهای درجه ۱، ۲ و تخلیه کننده پیش بینی شده در طرح

مشخصات هندسی					نام زهکش
شیب کف (درصد)	شیب بدنه (افقی : عمودی)	عرض کف یا قطر لوله (متر)	عمق (متر)	طول (متر)	
					تخلیه کننده
					درجه ۱
					درجه ۲

مشخصات کلی ایستگاههای پمپاژ زهکشی

- ظرفیت ایستگاههای پمپاژ

مترمکعب بر ثانیه	
------------------	--

- ارتفاع پمپاژ

دینامیک	استاتیک	
		متر

- بده پمپها (لیتر بر ثانیه)

- نوع و تعداد پمپ

- میزان و نحوه تأمین انرژی (برقی - دیزلی)

- نحوه راه اندازی دستی یا خودکار و یا هر دو روش

فرم ۳-۳- خلاصه مشخصات اجراشده طرح

سازۀ اجراشده	واحد	مقدار	سال شروع	سال خاتمه
تأسیسات آبیگری و انتقال	-			
سد انحرافی	-			
خط انتقال لوله	متر			
کانال آبرسانی	متر			
شبکه اصلی آبیاری	هکتار			
شبکه اصلی زهکشی	هکتار			
شبکه فرعی آبیاری	هکتار			
شبکه فرعی زهکشی	هکتار			
زهکش تخلیه کننده	متر			
جاده های دسترسی	کیلومتر			
ایستگاههای پمپاژ آبیاری	-			
ایستگاههای پمپاژ زهکشی	-			

تغییرات ایجادشده در طرح هنگام اجرا:

شرح	نوع تغییرات	دلایل تغییر
آبیگری و انتقال		
سد انحرافی		
خط انتقال لوله		
کانال آب آور		
شبکه اصلی آبیاری		
شبکه اصلی زهکشی		
شبکه فرعی آبیاری		
شبکه فرعی زهکشی		
زهکش تخلیه کننده		
جاده های دسترسی		
ایستگاههای پمپاژ آبیاری		
ایستگاههای پمپاژ زهکشی		

مشخصات کلی تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری زهکشیها

مدیران	نفر:	کارشناس	نفر:	تکنسین	نفر:	سایر کارکنان	نفر:
--------	------	---------	------	--------	------	--------------	------

تعداد کارکنان

نمودار سازمانی دستگاه بهره‌برداری و نگهداری

خلاصه‌ای از شرح وظایف دستگاه بهره‌برداری و نگهداری در ارتباط با شبکه زهکشی:
توضیحات :

دوره بازدید از شبکه:

نامشخص

سالانه

ماهانه

هفتگی

توضیحات :

خلاصه‌ای از چگونگی تهیه گزارش وضعیت عملکرد زهکشیها (تواتر گزارش، محتوای گزارش)

وضعیت و نوع ماشین‌آلات قابل دسترسی (موجود) در ارتباط با شبکه زهکشی.

نوع ماشین	تعداد	عمر متوسط (سال)	ساعات متوسط کارکرد سالانه

وضعیت عمومی زهکشهای روباز

– نوع و میزان علف‌های هرز، درختچه و یا درخت در زهکشهای روباز

نوع علف هرز، درختچه و یا درخت	خیلی زیاد	زیاد	کم	مشاهده نمی‌شود

در محل اتصال نهرهای زهکشی فرعی به اصلی، تجمع خار و خاشاک و دیگر اجسام خارجی چگونه است؟

خیلی زیاد ☐ زیاد ☐ کم ☐ مشاهده نمی‌شود ☐

وضعیت رسوب در زهکش اصلی چگونه است؟

وضعیت رسوب	حالت	بلی	خیر
خیلی زیاد	جریان از زهکش فرعی به اصلی ناممکن است.		
زیاد	جریان از زهکش فرعی به اصلی دشوار است.		
متوسط	جریان از زهکش فرعی به اصلی امکان‌پذیر است ولی انباشت رسوب در زهکش دیده می‌شود		
کم	مشکلی در جریان آب از زهکش فرعی به اصلی مشاهده نمی‌شود		

پایداری شیب بدنه زهکشهای روباز مطلوب است و فرسایش و یا فروچال (Sink hole)، در بدنه آنها مشاهده نمی‌شود.

☐

خیر

☐

بلی

آیا علایم تخریب در بدنه زهکش روباز ناشی از ورود روانابهای سطحی مشاهده می‌شود؟

☐

خیر

☐

بلی

مشاهده‌ها مربوط به نحوه جریان آب در زهکشهای روباز:

پس‌زدگی آب از زهکشهای اصلی به فرعی مشهود است و حرکت آب در زهکشهای فرعی به اصلی با مشکل مواجه است.

☐

خیر

☐

بلی

آیا جریان آب در تقاطع زهکشهای درجه یک به تخلیه‌کننده به راحتی و با سرعت مناسب صورت می‌گیرد؟

☐

همراه با پس‌زدگی

☐

خیر

☐

بلی

آیا جریان آب در تقاطع زهکشهای درجه دو به درجه یک به راحتی و با سرعت مناسب صورت می‌گیرد؟

☐

همراه با پس‌زدگی

☐

خیر

☐

بلی

آیا جریان آب در زهکش انتقال به سمت خروجی مطلوب است و اثرهایی از پس‌زدگی و یا حالت ماندابی در مسیر جریان آب در زهکشهای اصلی مشاهده نمی‌شود؟

☐

خیر

☐

بلی

مقدار شیب طولی زهکش چه مقدار می‌باشد؟

مقدار سرعت جریان در زهکش چه مقدار می‌باشد؟

آیا شیب طولی زهکش مناسب است؟

☐

خیر

☐

بلی

آیا سرعت جریان در زهکش مناسب است؟

☐

خیر

☐

بلی

وضعیت عمومی لوله‌های زهکش زیرزمینی

وجود رسوبات فیزیکی:

کم

متوسط

زیاد

امکان مشاهده وجود ندارد

وجود رسوبات شیمیایی:

کم

متوسط

زیاد

امکان مشاهده وجود ندارد

جمع‌بندی کلی از نحوه وجود رسوبات:

وجود پوشش زهکشی:

کم

متوسط

زیاد

امکان مشاهده وجود ندارد

جمع‌بندی کلی از وضعیت عملکرد پوشش زهکشی:

وجود پوسیدگی و شکستگی لوله‌ها:

کم

متوسط

زیاد

امکان مشاهده وجود ندارد

جمع‌بندی کلی از وضعیت پوسیدگی و شکستگی لوله‌ها

توضیح: مواردی از اطلاعات فوق با شکافتن زمین و حفر ترانشه قابل استحصال است که تنها برای ارزیابی تفصیلی توصیه می‌شود.

آیا اثری از نشست در مسیر لوله‌های زهکش مشاهده می‌شود؟

بلی

خیر

 درصد مشاهده‌ها

--

آیا جریان آب به صورت آزاد از لوله‌های زهکشی به جمع‌کننده‌ها صورت می‌گیرد؟

بلی

خیر

 درصد مشاهده‌ها

--

در صورت آزاد نبودن جریان آیا این موضوع مربوط به نحوه طراحی اولیه و یا تغییرات حین اجرا بوده است؟

طراحی اولیه

بلی

خیر

حین اجرا

بلی

خیر

آیا وجود رسوب در داخل جمع‌کننده‌ها باعث این مشکل شده است؟

	نقش رسوب در این عامل کم تأثیر بوده است (در ۱۰ درصد موارد و یا کمتر این عامل مشاهده شده است)
	نقش رسوب در این عامل نسبتاً مؤثر بوده است (در ۱۰-۳۰ درصد موارد این عامل مشاهده شده است)
	نقش رسوب در این عامل مؤثر بوده است (در بیش از ۳۰ درصد موارد این عامل مشاهده شده است)

آیا تغییر تراز لوله‌ها به خاطر نشست و جابه‌جایی از مسیر اولیه باعث ایجاد اختلال در جریان شده است؟

	نقش این عامل کم تأثیر بوده است (در ۱۰ درصد موارد و یا کمتر این عامل مشاهده شده است)
	نقش این عامل نسبتاً مؤثر بوده است (در ۱۰-۳۰ درصد موارد این عامل مشاهده شده است)
	نقش این عامل مؤثر بوده است (در بیش از ۳۰ درصد موارد این عامل مشاهده شده است)

به‌طور کلی جمع‌بندی مشاهده‌کننده از وضعیت نشست در مسیر لوله‌ها، نحوه جریان آب از زهکشهای لوله‌ای به جمع‌کننده‌ها و وضعیت رسوب در سامانه زهکشی توضیح داده شود.
توضیحات :

آیا در دهانه خروجی زهکشها، نصب توری یا وسیله دیگری به منظور جلوگیری از ورود حیوانات چونده پیش‌بینی شده است؟

☐ بلی	☐ خیر	درصد مشاهده‌ها
------------------------------	------------------------------	----------------

آیا تجمع شاخ و برگ و دیگر اجسام خارجی در محل خروجی زهکشهای مزرعه به زهکشهای جمع‌کننده مشاهده می‌شود؟

☐ بلی	☐ خیر	درصد مشاهده‌ها
------------------------------	------------------------------	----------------

رقوم کف لوله‌های زهکش مزرعه نسبت به سطح آب نرمال زهکشهای روباز و یا لوله‌ای جمع‌کننده چقدر اختلاف دارد؟

اختلاف ارتفاع (سانتی‌متر)	درصد

در صورت جمع‌آوری زهابها توسط جمع‌کننده‌های لوله‌ای

قطر و جنس لوله‌های کلکتور

طول متوسط	قطر (cm)	جنس	شیب (%)	درصد

فاصله متوسط آدم‌روها روی جمع‌کننده‌ها	
فاصله (متر)	درصد

فاصله متوسط آدم‌روها روی لوله جانبی	
فاصله (متر)	درصد

آیا جریان آب در جمع‌کننده‌ها، با سرعت مناسب صورت می‌گیرد؟

سرعت جریان آب			درصد مشاهده‌ها
نامناسب	نسبتاً مناسب	مناسب	
			جمع‌بندی کلی

توضیحات:

آیا رسوب در چاهک‌های آدم‌رو مشاهده می‌شود؟

وجود رسوب در چاهک‌های آدم‌رو			درصد مشاهده‌ها
زیاد ^۳	متوسط ^۲	کم ^۱	
			جمع‌بندی کلی

توضیحات:

- ۱- حدود ۱/۳ فاصله کف آدم رو تا کف زهکش مزرعه و یا جمع‌کننده از رسوب پر شده است
 ۲- حدود ۲/۳ فاصله کف آدم رو تا کف زهکش مزرعه و یا جمع‌کننده از رسوب پر شده است
 ۳- بیشتر از ۲/۳ فاصله کف آدم رو تا کف زهکش مزرعه و یا جمع‌کننده از رسوب پر شده است

آیا در مسیر جمع‌کننده‌ها، فروچالها مشهود است؟

وجود فروچال			درصد مشاهده‌ها
زیاد	متوسط	کم	
			جمع‌بندی کلی

توضیحات:

آیا نشست و تغییر مسیر لوله‌های جمع‌کننده‌ها از وضعیت اولیه به چشم می‌خورد؟

وجود نشست و تغییر مسیر لوله‌های جمع‌کننده			درصد مشاهده‌ها
زیاد	متوسط	کم	
			جمع‌بندی کلی

در صورت مثبت بودن پاسخ، مشکل در چه زمانی پس از اجرا حادث شده است؟

توضیحات:

آیا تاکنون نسبت به بازسازی مسیر لوله‌های زهکش در محل نشستها و فروچالها، اقدام شده است؟

☐

خیر

☐

بلی

نوع اقدامات ذکر شود.

وضعیت سازه‌های سامانه زهکشی

سازه تقاطعی در محل اتصال زهکشهای فرعی به اصلی

وضعیت عمومی			درصد مشاهده‌ها
نامناسب ^۱	نسبتاً مناسب ^۲	نامناسب ^۳	
			جمع‌بندی کلی

آیا پس از اجرا، برنامه بازسازی آنها موردنظر دستگاه بهره‌برداری بوده است؟

درصد بازسازی شده	
------------------	--

بلی	☐	خیر	☐
-----	--------------------------	-----	--------------------------

توضیحات راجع به نحوه بازسازی و مدت زمان مربوط به آن.

وضعیت سازه‌های ورودی لوله‌های زهکشی به زهکشهای روباز

نامناسب	نسبتاً مناسب	مناسب	درصد مشاهده‌ها
			جمع‌بندی کلی

آیا اجرای برنامه بازسازی و مرمت آنها، مورد نظر دستگاه بهره‌برداری بوده است.

درصد بازسازی شده	
------------------	--

بلی	☐	خیر	☐
-----	--------------------------	-----	--------------------------

توضیحات :

آدم روها

در مسیر زهکش مزرعه و یا جمع‌کننده‌های لوله‌ای، سالم هستند.

بلی	☐	خیر	☐
-----	--------------------------	-----	--------------------------

۱- کمتر از ۱۰ درصد تخریب کلی وجود دارد

۲- بین ۱۰ تا ۳۰ درصد تخریب کلی وجود دارد

۳- بیش از ۳۰ درصد تخریب کلی وجود دارد

آیا دارای درپوش می باشند؟

درپوش دارند	درپوش وجود ندارد
درصد مشاهدهها	

و یا کنار گذاشته شده است؟

بلی	☐	خیر	☐	درصد مشاهدهها	☐
مدفون هستند؟					

بلی	☐	خیر	☐	درصد آدمروهای مدفون	☐
از سطح زمین بالاتر می باشد؟					

بلی	☐	خیر	☐	درصد مشاهدهها	☐
تداخل با کار ماشینهای کشاورزی وجود دارد؟					
بلی	☐	خیر	☐	درصد مشاهدهها	☐

آیا تاکنون عمل شست و شوی لوله های زهکش از طریق آدمروها صورت گرفته است؟

بلی	☐	خیر	☐	درصد عملیات شستشو	☐
-----	--------------------------	-----	--------------------------	-------------------	--------------------------

آیا تاکنون عملکرد آدمروهای مدفون مورد آزمایش قرار گرفته است؟

بلی	☐	خیر	☐	درصد موارد آزمایش شده	☐
-----	--------------------------	-----	--------------------------	-----------------------	--------------------------

جمع بندی کلی از وضعیت سازه های فنی شبکه زهکشی.

شرح	کارا	نسبتاً کارا	با کارایی متوسط	با کارایی ضعیف	سازه اجرا نشده بر مبنای طراحی
سازه آدمروها					
سازه خروجی لوله ها به کانالهای روباز					
سازه تقاطعی زهکشها					
سازه هدایت هرزآبهای سطحی به کانالهای زهکشی					
سازه تقاطعی و پلها					

در صورت وجود ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی

تعداد ایستگاه‌های پمپاژ:

نوع و تعداد پمپ:

ارتفاع پمپاژ:

بده پمپها:

چگونگی تأمین انرژی به ایستگاه‌های پمپاژ:

برق	
-----	--

دیزل	
------	--

تعداد پمپهای یدک در صورت وجود:

آیا ظرفیت پمپها برای تخلیه زهابها کافی است؟

آیا در دهانه ورودی و یا حوضچه مکش رسوب مشاهده می‌شود؟

☐

زیاد

☐

کم

☐

وجود ندارد

شبکه آسفال گیر در محل ورودی ایستگاه پمپاژ وجود دارد؟

آیا عملکرد ایستگاه پمپاژ در هنگام سیلاب مطابق طراحی می‌باشد؟

آیا در بهره‌برداری از ایستگاه‌های پمپاژ مشکلات حادی بروز کرده است؟

☐

خیر

☐

بلی

توضیحات (تعداد دفعات و مدت زمان توقف، علت خرابی و ...):

کارایی عملکرد ایستگاه‌های پمپاژ

کارا	نسبتاً کارا	با کارایی متوسط	با کارایی ضعیف
جمع‌بندی کلی			

توضیحات:

سیلابها

تعداد سیلابهای مهم اتفاق افتاده در زمان بهره‌برداری که منجر به غرقاب شدن اراضی شده است:

سال وقوع: دوره تقریبی برگشت: مدت دوام سیلاب: آیا اثرهای مخرب در سطح شبکه داشته است؟ توضیحات:

آیا در طول زهکشهای فرعی و اصلی، سازه‌های حفاظتی در محل ورود سیلابها و رواناب سطحی اجرا شده است؟

بلی ☐ خیر ☐ اصولاً پیش‌بینی نشده است ☐

وضعیت سازه‌های یاد شده چگونه است؟

عمدتاً تخریب شده‌اند ☐ کمتر از ۵۰ درصد آنها سالم هستند ☐ بطور عمده سالم هستند ☐

آیا درخصوص وضعیت عملکرد زهکشهای روباز در وقوع سیلابهای مهم مشاهده‌ها مربوطه ثبت شده است؟

آیا سیلابهای اتفاق افتاده باعث گرفتگی پلها و سازه‌های تقاطعی شده و این موضوع باعث پس‌زدن آب به زهکشهای فرعی شده است؟

بلی ☐ خیر ☐ درصد لوله‌های زهکش که آب در آنها پس‌زده است ☐

توضیحات:

آیا پس‌زدن آب باعث تجمع رسوب و خار و خاشاک در لوله‌های زهکش شده و باعث گرفتگی آنها شده است؟

بلی ☐ خیر ☐ درصد مشاهده‌ها ☐

آیا رسوب‌زدایی لوله‌های زهکش و اصلاح و مرمت کانالها، بلافاصله پس از سیلابها صورت گرفته است؟

درصد مشاهده‌ها	بلافاصله انجام شده	با تأخیر انجام شده	اصلاحی انجام نشده

مسدودشدن لوله‌های زهکش و گرفتگی آنها

درصد مسدودشدن لوله‌های زهکشی	
میزان خسارت تقریبی (میلیون ریال)	

توضیحات:

مدت زمان برگشت آب به شبکه زهکشی فرعی (به گونه ای که تخلیه زهابهای عمقی از لوله های زهکشی به سمت زهکشهای اصلی تر مقدور نمی باشد)

زمان (ساعت)	درصد مشاهده ها (براساس سطح تحت پوشش زهکشهای مذکور)
۲۴	
۴۸	
۷۲	
۹۶	
>۹۶	

جمع بندی درخصوص عملکرد سامانه زهکشی عمقی در زمان وقوع سیلابها:

	سامانه زهکشی کارا و خوب عمل کرده است
	سامانه زهکشی تاحدودی مناسب عمل کرده است ولی در هر صورت مشکلاتی در زمان وقوع سیلابها به- دلیل پس زدن آب در آنها مشاهده شده است
	سامانه زهکشی ناکارا بوده است و عملاً در زمان وقوع سیلابها دارای عملکرد مناسبی نبوده است و امکان تخلیه جریان آب از لترالها به جمع کننده ها و خروجی ها وجود نداشته است

وضعیت جاده های دسترسی و سرویس

عرض جاده سرویس

☐ خیر ☐ بلی

آیا سطح رویه جاده وضعیت مناسبی دارد؟

آیا نشست و فروچال در مسیر جاده به چشم می خورد؟

اگر پاسخ مثبت است، چه مدت پس از احداث ایجاد شده است.

وضعیت سازه های تقاطعی جاده با نهرها و رودخانه ها

درصد مشاهده ها	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
جمع بندی کلی			

آیا اجرای برنامه بازسازی و مرمت آنها، مورد نظر دستگاه بهره‌برداری بوده است.

	درصد بازسازی شده
--	------------------

☐

خیر

☐

بلی

توضیحات :

آیا در هنگام بارندگی، آب‌گرفتگی جاده مشاهده می‌شود؟

	درصد آب‌گرفتگی
--	----------------

☐

خیر

☐

بلی

آیا تابلوهای هشداردهنده به اندازه کافی وجود دارد؟

ساختار بهره‌برداری و نگهداری

آیا سامانه زهکشی دارای شرکت بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد؟

☐

خیر

☐

بلی

تعداد کارکنان و نوع تخصص آنها

تخصص	تعداد	تناسب برای تشکیلات

تعداد و نوع ماشین‌آلات

نوع ماشین	تعداد	تناسب برای تشکیلات

آیا برنامه بازدیدهای دوره‌ای وجود دارد؟

آیا گزارشهای بازدید به‌طور مرتب و منظم تهیه می‌شود؟

آیا برنامه تعمیرات دوره‌ای وجود دارد؟

آیا تعمیرات در زمان مناسب و با کیفیت انجام می‌گیرد؟

آیا برنامه بازسازی و مرمت در زمان مناسب و با کیفیت مناسب انجام می‌شود؟

وضعیت عمومی نگهداری از زهکشهای روباز

نوع زهکش روباز	کارا	نسبتاً کارا	با کارایی متوسط	با کارایی ضعیف
زهکش روباز درجه ۳				
زهکش روباز درجه ۲				
زهکش روباز درجه ۱				
زهکش روباز تخلیه‌کننده				

نحوه جریان آب در زهکشهای روباز و خروجی

نوع زهکش روباز	کارا	نسبتاً کارا	با کارایی متوسط	با کارایی ضعیف
زهکش روباز درجه ۳				
زهکش روباز درجه ۲				
زهکش روباز درجه ۱				
زهکش روباز تخلیه‌کننده				
محل خروجی				

توضیحات :

عملکرد شبکه زهکشی درخصوص کنترل سطح ایستابی، شوری و سدیم‌زدایی خاکها

آیا از شبکه پیرومتری در زمان بهره‌برداری رکوردگیری شده است؟

بلی

خیر

وضعیت سطح آب زیرزمینی در اراضی تحت پوشش شبکه زهکشی قبل و پس از اجرای طرح زهکشی

آیا اراضی با مشکلات حاد بالابودن سطح ایستابی مواجه هستند:

اراضی دارای مشکلات حاد زهکشی	وسعت (هکتار)
اراضی دارای شبکه اصلی آبیاری و بدون شبکه فرعی	
اراضی دارای شبکه اصلی و فرعی آبیاری	
اراضی دارای شبکه آبیاری و شبکه اصلی زهکشی	
اراضی دارای شبکه کامل آبیاری و زهکشی	

مقایسه وضعیت سطح ایستابی قبل و پس از اجرای طرح زهکشی:

عمق آب زیرزمینی (متر)		< ۰/۶		۰/۶ - ۰/۷		۰/۷ - ۰/۹		> ۰/۹	
وضعیت	وسعت (هکتار)	درصد	وسعت (هکتار)	درصد	وسعت (هکتار)	درصد	وسعت (هکتار)	درصد	وضعیت
قبل از اجرای طرح									
پس از اجرای طرح									

وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک

آیا اراضی طرح منطبق با برنامه طراحی، آبشویی شده‌اند؟

وضعیت	وسعت	درصد
اراضی که مطابق برنامه آبشویی شده‌اند		
اراضی که مطابق برنامه طراحی آبشویی نشده‌اند		
اراضی که اصلاً آبشویی نشده‌اند		

نحوه آبشویی اراضی

ارتفاع آب اعمال شده برای آبشویی	۰/۵ متر	۱ متر	۱/۵ متر
وسعت اراضی			
درصد			

توضیحات :

آیا اراضی قبل از زهکشی شور بوده‌اند؟

آیا اراضی نیاز به آبشویی اولیه داشته‌اند؟

آیا آبشویی پس از احداث شبکه زهکشی زیرزمینی انجام شده است؟

نحوه انجام آبشویی اولیه

وجود اثرهای شوری و سدیمی خاک

وضعیت میزان شوری و سدیمی بودن خاک در اراضی آبشویی شده (تحت پوشش زهکشی) در زمان ارزیابی

- هدایت الکتریکی متوسط خاک (دسی زیمنس بر متر):
- درصد سدیم تبادل‌ی خاک (ESP):
- در اراضی آبشویی نشده (تحت پوشش زهکشی):
- هدایت الکتریکی متوسط خاک (دسی زیمنس بر متر):
- درصد سدیم تبادل‌ی خاک (ESP):

آیا کیفیت زهاب خروجی از لوله‌ها اندازه‌گیری شده است؟

- تعداد و دوره اندازه‌گیریها:

آیا اندازه‌گیری کیفیت آب ورودی آبیاری صورت گرفته است؟

- تعداد و دوره اندازه‌گیریها :

مقایسه میزان شوری و سدیم خاک در قبل و پس از اجرای شبکه زهکشی.

در اراضی آبشویی شده :

شوری EC (ds/m)		< ۴		۴-۸		۸-۱۶		۱۶-۳۲		> ۳۲	
سدیم ESP(%)		< ۱۵		۱۵-۳۰		۳۰-۴۵		> ۴۵			
وضعیت		وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد
قبل از اجرای طرح											
پس از اجرای طرح											

در اراضی آبشویی نشده :

شوری EC (ds/m)		< ۴		۴-۸		۸-۱۶		۱۶-۳۲		> ۳۲	
سدیم ESP(%)		< ۱۵		۱۵-۳۰		۳۰-۴۵		> ۴۵			
وضعیت		وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد
قبل از اجرای طرح											
پس از اجرای طرح											

اثرهای طرح زهکشی بر وضعیت عملکرد محصولات

با توجه به پرسشهای کلی، میزان رضایت و یا عدم رضایت زارعین از عملکرد محصولات قبل و پس از اجرای طرح شبکه آبیاری و زهکشی اخذ گردد.

عملکرد محصولات زراعی عمده یکساله از طریق پرسشنامه میدانی:

عملکرد باغهای عمده میوه از طریق پرسشنامه میدانی:

فرم ۳-۵-الف جمع‌بندی شاخصها و معیارهای ارزیابی کیفی عملکرد سامانه زهکشی زیرزمینی

شاخص	کارایی مناسب	نسبتاً کارا	کارایی متوسط	کارایی ضعیف	جمع‌بندی کلی
متوسط شوری EC_e/EC_{iw}	$< 1/5$	$1/5 - 2$	$2 - 3$	> 3	
عملکرد محصول (نسبت میزان محصول در منطقه زهکشی شده به عملکرد متوسط منطقه قبل از اجرای طرح زهکشی)	> 2	$1/5 - 2$	$1 - 1/5$	< 1	
متوسط عمق سطح آب زیرزمینی در دوره آبیاری در منطقه مورد ارزیابی (متر)	> 0.9	$0.7 - 0.9$	$0.6 - 0.7$	< 0.6	

فرم ۳-۵-ب جمع‌بندی شاخصها و معیارهای ارزیابی وضعیت سامانه زهکشی زیرزمینی

ردیف	شاخص	حداکثر نمره	توصیف کلی		
			کاراً	نسبتاً کاراً	کارایی متوسط ضعیف
۱	وضعیت عمومی زهکشهای روباز	۱۵	۱۲-۱۵	۱۰-۱۲	۸-۱۰ <۸
۲	وضعیت عمومی خطوط لوله زهکشی زیرزمینی (زهکش مزرعه)	۲۵	۲۰-۲۵	۲۰-۱۷	۱۴-۱۷ <۱۴
۳	وضعیت عمومی خطوط لوله زهکش جمع‌کننده	۱۸	۱۴-۱۸	۱۰-۱۴	۸-۱۰ <۸
۴	وضعیت عمومی سازه‌های زهکشی زیرزمینی	۱۲	۱۰-۱۲	۸-۱۰	۶-۸ <۶
۵	وضعیت عمومی جاده‌های دسترسی و سرویس	۸	۶-۸	۵-۶	۳-۵ <۳
۷	وضعیت عملکرد ایستگاههای پمپاژ یا سامانه تخلیه	۱۲	۱۰-۱۲	۸-۱۰	۶-۸ <۶
۸	وضعیت ساختار بهره‌برداری و نگهداری سامانه زهکشی زیرزمینی	۱۰	۸-۱۰	۷-۸	۵-۷ <۵
	جمع	۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۶۵-۸۰	۵۰-۶۵ <۵۰

فرم ۳-۵-ج جمع‌بندی شاخصها و معیارهای ارزیابی عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی

ردیف	شاخص	حداکثر نمره	توصیف کلی		
			کارآ	نسبتاً کارآ	کارایی متوسط ضعیف
۱	تأثیر احداث شبکه زهکشی زیرزمینی بر وضعیت سطح آب زیرزمینی	۴۰	۳۲-۴۰	۲۶-۳۲	۲۰-۲۶ <۲۰
۲	تأثیر احداث شبکه زهکشی زیرزمینی بر وضعیت شوری و سدیمی بودن خاک و بهبود نسبی شرایط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک	۳۰	۳۰-۲۵	۲۰-۲۵	۱۶-۲۰ <۱۶
۳	نحوه عملکرد شبکه زهکشی زیرزمینی در مواقع بروز سیلاب	۱۰	۱۰-۸	۷-۸	۵-۷ <۵
۴	تأثیر احداث شبکه زهکشی زیرزمینی بر عملکرد محصولات	۲۰	۱۵-۲۰	۱۲-۱۵	۹-۱۲ <۹
	جمع	۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۶۵-۸۰	۵۰-۶۵ <۵۰

پیوست ۲

فرم ۴-۱- شرایط نصب زهکشها در مزرعه نمونه^۱

نصب زهکشها

تاریخ نصب:

شرایط آب و هوایی در زمان نصب زهکشها:

نیمرخ رطوبتی خاک در محل نصب زهکشها در زمان اجرا:

رقوم سطح آب:

نوع دستگاه حفاری:

عرض ترانشه:

شکل ترانشه:

پایداری دیواره ترانشه:

نوع مصالح مورد استفاده برای پوشش زهکشی و پرکردن ترانشه:

ارزیابی عمومی از شرایط نصب زهکشها:

☐

بد

☐

نسبتاً خوب

☐

خوب

نوع لوله‌های زهکش:

کیفیت لوله‌های زهکش:

۱- اطلاعات این فرم از گزارشها و صورت جلسات دوره اجرا قابل حصول می باشد.

نام مشاهده کننده:

تاریخ:

محل پروژه:

☐	خشک	اقلیم:	☐	کم	تغییرات شیب:	☐	توپوگرافی:	مسطح (۰-۱٪)
☐	نیمه خشک		☐	زیاد		☐	شیب کم (۱-۲٪)	
☐	نیمه مرطوب					☐	شیب زیاد (۲-۵٪)	
☐	مرطوب					☐	عمق آب کاربردی در هر آبیاری:	
						☐	کیفیت شیمیایی آب کاربردی:	
						☐	تعداد نوبت آبیاری:	

کیفیت شیمیایی خاک:

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

اسیدیته خاک:

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

عمق و ضخامت لایه نیم‌تراوا:

وضعیت لایه‌های خاک در مزرعه نمونه:

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

فرم ۴-۳- فرم صحرایی تعیین عملکرد خطوط لوله‌های زهکش							
شماره چاهک	روز پس از آبیاری	h_{tot} (m)	h_e (m)	V حجم آب خروجی از لوله زهکش (m^3)	t زمان (روز)	جریان خروج آب از لوله زهکش (m^3 / day) (Q)	q_u بده واحد طول زهکش ($m^3 / day / L$)
I	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						
II	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						
III	۱						
	۲						
	۳						
	۴						
	۵						
	۶						
	۷						

پیوست ۳

جدول ۱- بیماریهای عفونی عمده مرتبط با آب [۱]

گروه	بیماری	فراوانی	شدت	دوره زمانی	درصد کاهش مشخص شده در اثر بهبود کیفیت آب
۱	وبا	+	+++		۹۰
۱	حصبه	++	+++		۸۰
۱	لپتوز پیروسیز	+	++		۸۰
۱	تولارمی	+	++		۴۰
۱	شبه حصبه	+	++		۴۰
۱	یرقان عفونی	++	+++	+	۱۰
۱	بیماریهای روده‌ای ویروسی	++	+		۱۰
۲-۱	اسهال باسیلی	++	+++		۵۰
۲-۱	اسهال آمیبی (خونی)	+	++	++	۵۰
۲-۱	بیماریهای معده‌ای روده‌ای (گالسترداکتریت)	+++	+++		۵۰
۲	زخمها و عفونتهای پوستی	+++	+	+	۵۰
۲	تراخم	+++	++	++	۶۰
۲	ورم ملتحمه	++	+	+	۷۰
۲	جرب - گال	++	+	+	۸۰
۲	یاز	+	++	++	۷۰
۲	جذام	++	++	++	۵۰
۲	کرم کدو	+	+		۵۰
۲	تبهای ناشی از شپش مانند تیفوس		+++		۴۰
۲	بیماریهای اسهالی	+++	+++		۵۰
۲	بیماری انگلی کرم آسکاریس	+++	+	+	۴۰
۳-الف	شیستوزومیا	++	++	++	۶۰
۳-ب	کرم گینه (پیوک)	++	++	+	۱۰۰
۴	بیماری خواب گامبیایی	+	+++	+	۸۰
۴	کوری رودخانه	++	++	++	۲۰
۴	تب زرد	+	+++		۱۰

ادامه جدول ۱- توضیحات

روشهای پیشگیری	گروه
بهبود کیفیت آب، ممانعت استفاده از منابع بهسازی نشده	۱- بیماریهای مدفوعی - دهانی منتقله توسط آب
بهبود کیفیت آب، بهبود بهداشت، بهبود دسترسی به آب	۲- بیماریهای مرتبط با شستشو با آب
کاهش تماس با آب، کنترل حلزون‌ها، بهبود کیفیت آب	۳- بیماریهای ناشی از آب
	الف - نفوذ به داخل پوست
	ب - عفونی
بهبود مدیریت آبهای سطحی، از بین بردن مکانهای تخم‌ریزی، کاهش تماس حشرات با انسان	۴- بیماریهای مرتبط به حشرات ناقل آبی

* افزایش تعداد نماد + نشان دهنده افزایش فراوانی یا شدت یا دوره زمانی است.

جدول ۲- میزبانهای حیوانی عمده بیماریهای دارای عامل انتقال (برگرفته از بیرلی، ۱۹۸۹)

انسان (میزبان اصلی)	گوشتخواران	حلقه خواران بزرگ	میمونها	چونداگان	پرندهگان	خوکها	
•			•				تب دانگی
•			•				تب دانگی با خونریزی
			•				تب زرد
					•	•	ورم مغزی
•	•		•				دراکونکولیاژیس
							فیلاریاژیس:
•							بانکروفتی
•		•					بروژیا
•		•					لوآژیس
•							کوری رودخانه
							لیشمانیاسیز:
	•		•				جلدی
	•		•				احشایی
•							مالاریا
							شیستوزومیا:
•				•	•		مانسونی
•							هماتوبیوم
	•	•		•		•	ژاپنی
							تب خواب افریقایی:
		•	•			•	رودزیایی
•						•	گامبیایی

منابع و مأخذ

- ۱- تحلیلی بر ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی طرحهای آبیاری و زهکشی. ۱۳۷۷. گروه کار اثرهای زیست‌محیطی طرحهای آبیاری، زهکشی و کنترل سیلاب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران - شماره ۱۹.
- ۲- راهنمای ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی طرحهای آبیاری، زهکشی و کنترل سیلاب. ۱۳۷۶. گروه کار اثرهای زیست‌محیطی طرحهای آبیاری، زهکشی و کنترل سیلاب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۳- زهکشی، کمیت و کیفیت جریان برگشتی. ۱۳۸۱. ترجمه و تدوین گروه کار زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵۷.
- 4- Anonymous. 1984. Mardan Scarp Subsurface Drainage Design Analysis, Pakistan Water and Power Development Authority, Published by Canadian Drainage Team.
- 5- Dieleman, P.J. and B.D. Trafford. 1984. Drainage Testing, FAO Publication, Rome, Italy.
- 6- Dougherty, T.C. and A.W. Hall. 1995. Environmental Impact Assessment of Irrigation and Drainage Projects, FAO Publication No. 53, Rome Italy.
- 7- Framji, K.K., B.C. Grag and S.P. Kaushish. 1987. Design Practices for Covered Drains in an Agricultural Land Drainage System, ICID.
- 8- Gallichand, J., J.F. Metzger, J.S.A. Brichieri, F. Nosseir and D.I. MacIntyre. 1990. Design Criteria for a large-scale subsurface drainage project in Egypt, Applied Engineering in Agriculture, 6(4), 425-431.
- 9- Scheumann, w. and C. Freisem. 2001. The forgotten factor: Drainage and its role for sustainable agriculture, Int. Conference on Fresh Water, Bonn, Germany, Dec. 3-7.
- 10- Smedama, L.K., S.M. Abdel-Dayem, W.F. Vlotman, A. Abdel-Aziz and H. van Leuven. 1996. Performance assessment of land drainage systems, Keynote address for Performance Assessment Workshop, ICID 16th Congress, Cairo, Egypt.
- 11- Smedema, L.K. and W.F. Vlotman. 1996. Proceedings of Workshop on Performance Assessment of Drainage Systems, Drainage Research Institute and EPADP, Cairo, Egypt.

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Guidelines for Performance Assessment of Subsurface Drainage Systems

No. 381

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution System

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Energy

Bureau of Engineering and Standards
for Water and Wastewater

<http://seso.moe.org.ir>

2009

این نشریه

با عنوان "راهنمای ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی" راهنمایی برای جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها به منظور انجام مطالعات ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی در سطح مزرعه و شبکه است. با انجام این مطالعات، میزان انطباق عملکرد شبکه زهکشی با اهداف اولیه طراحی به صورت سازماندهی شده بررسی و تحلیل می‌شود. ارزیابی به دو مرحله اجمالی و تفصیلی تقسیم شده تا در صورت عملکرد مطلوب سیستم در مرحله اجمالی از انجام مطالعات اضافی پرهیز شود.

مرکز داده‌ورزی و اطلاع رسانی

ISBN: 978-964-179-030-3



9789641790303