سومین کارگاه فنی زهکشی
۲۳ مهر ماه ۱۳۸۳

ارزیابی عملکرد زهکش‌های زیرزمینی احداث شده در منطقه مغان

سید ابوالقاسم حقایقی مقدم و کرامت اخوان

۱-چکیده:

در شبکه آبیاری مغان پس از احداث شبکه‌های آبیاری و شروع کشت و زرع در این دشت، تنها با گذشت ۵ سال از احداث کانال اصلی شبکه، سطح آب زیرزمینی بسرعت در نواحی خروجی دشت بالا آمده و اراضی زیادی را در معرض خطر نابودی قرار داده است. در سال‌های اخیر شبکه‌ای از زهکش‌های زیرزمینی در برخی از این مناطق زه‌دار احداث شده و با بهبود نسبی وضعیت، اراضی مذکور زیر کشت محصولات زراعی قرار گرفته است. با گذشت چندین سال از احداث این شبکه‌ها، ارزیابی عملکرد زهکش‌های اجرا شده و بررسی نقاط ضعف و قوت، می‌تواند نگاهی جامع‌تر برای طرح‌های آینده را در اختیار برنامه‌ریزان و طراحان قرار دهد.

این طرح با هدف ارزیابی روابط حاکم بر طراحی زهکش‌های زیرزمینی در منطقه مغان در سال ۲-۱۳۸۱ به اجرا درآمد. بدین منظور ۶ خط زهکشی به طول ۳۰۰-۲۵۰ متر با فاصله ۱۰۰ متر انتخاب گردید. قطعه انتخاب شده شامل ۴ مزرعه هر یک به مساحت ۴ هکتار بود که بطور کامل زیر کشت پنبه قرار داشت. در طی ۱۶۹ روز ازفصل کشت پنبه (۶۴ روز درسال اول و ۱۰۵ روز در سال دوم)، پارامترهای دبی خروجی از زهکش‌ها (به روش حجمی)، فاصله سطح ایستابی تا سطح زمین (در ۳۸ چاهک مشاهده‌ای)، Ec آب آبیاری و آب خروجی از زهکش‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که عمق سطح ایستابی بیشتر از ۱ متر و حداقل ۱۰۹ سانتیمتر بوده است. بنابراین زهکش‌ها از نظر کنترل سطح ایستابی بخوبی عمل می‌کنند. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در مجموع دو سال، متوسط EC آب آبیاری۲/۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر و EC آب خروجی از زهکش‌ها حداقل ۱۰، حداکثر ۲۱ و متوسط ۱۳/۸ دسی‌زیمنس برمتر به دست آمده است. بنابراین زهکش‌ها باعث شستشوی املاح در ستون خاک گردیده و محیط مناسب برای رشد و نمو گیاهان را فراهم می‌آورند. دو مقدار برای K برابر با ۱/۶ و ۱/۶۸ متر در روز از داده‌های سطح ایستابی و دبی خروجی بدست آمد که این مقادیر در محدوده K برآورد شده با روش چاهک (۰/۵ تا ۲ متر در

روز) می‌باشند. بنابراین برآورد ضریب هدایت هیدرولیکی با روش چاهک انطباق خوبی با شرایط واقعی داشته و می‌توان از داده‌های آن در طراحی زهکش‌های زیر زمینی استفاده بعمل آورد. قبل از احداث سامانه زهکشی در منطقه، این مزارع لم‌یزرع بوده و قابلیت تولید محصولات زراعی را نداشتند. با احداث سامانه زهکشی و شروع کشت در این مزارع، وضعیت زراعی زمین‌ها بهبود پیدا کرده، بطوری که متوسط عملکرد پنبه از ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از زهکشی به ۲۶۰۰ کیلو گرم در هکتار در سال ۱۳۸۲ افزایش یافته است.

۲-واژه‌های کلیدی: زهکشی زیرزمینی، طراحی، ارزیابی

۳-مقدمه:

قسمت وسیعی از اراضی کشور ما بدلیل شرایط اقلیمی‌بارندگی ناچیز و تبخیر زیاد از یک طرف و اعمال آبیاری با مدیریت نامناسب از طرف دیگر، در معرض شوری و ماندابی شدن است. همزمان با رشد و توسعه در چند دهه گذشته به مسائل آبرسانی به دشتها توجه خاصی شده است بطوریکه در پروژه‌های بزرگی نظیر دشت قزوین، میاندوآب و مغان، هزینه‌های هنگفتی صرف ساختن سدها و شبکه‌های آبیاری شده است اما متاسفانه آن‌چنان‌که به مسائل آبیاری و آبرسانی توجه شده به مسئله زهکشی و مسائل و مشکلات آن اهمیت داده نشده است. در شبکه آبیاری مغان پس از احداث شبکه‌های آبیاری، بر اثر آبیاری‌های متعددی که صورت گرفت، سطح آب زیرزمینی بسرعت در نواحی خروجی دشت بالا آمد و اراضی زیادی رادر معرض خطر نابودی قرار داد. در حال حاضر مناطقی از اراضی زیر کانال A برگشتی و اراضی بخشهای ۲ و ۳ کشت وصنعت مغان بصورت زهدار و غیر قابل کشت در آمده است. در سالهای اخیر شبکه ای از زهکشهای زیرزمینی در اراضی کانال A برگشتی احداث و با بهبودی نسبی وضعیت، اراضی مذکور به زیر کشت محصولات زراعی قرار گرفته است . امروزه ضرورت توجه به مسائل زهکشی و برنامه‌ریزی بمنظور پژوهشهای علمی‌و تحقیقاتی بیش از پیش احساس می‌گردد. متاسفانه، علی‌رغم پیشرفت‌های نظری که در امر زهکشی انجام شده است در بسیاری از موارد تنها توجه به مسائل تئوری نمی‌تواند پاسخگوی نیازها باشد با توجه به موارد ذکر شده و احداث و شروع بکار زهکشهای زیرزمینی در مناطقی از اراضی زهدار مغان، این امر رامی‌طلبد تا با کاوش و تحقیق عملی اقدام به ارزیابی و بررسی نقاط ضعف وقوت پروژه‌های احداث شده گردد تا با بررسی این کاوشها با دیدی بازتر به طرحهای آینده نگریسته شود. جهت تحقق این هدف با انتخاب یک مزرعه آزمایشی (۱۶هکتار) در اراضی زیرکانالA برگشتی اقدام به ارزیابی زهکشهای زیرزمینی احداث شده گردیده است.

۳-۱-مروری بر تحقیقات گذشته:

زهکشی تاریخچه ای سه هزار ساله دارد ولی شاید بتوان گفت از عمر زهکشی به شیوه امروزی حدود ۱۹۰ سال می‌گذرد. عقیده بر این است که هوخهات اولین کسی بود که در سال ۱۹۴۰ زهکشی مبتنی بر

شیوه‌های علمی‌را پایه‌گذاری کرد. از آن پس تحولات علمی‌زهکشی ابتدا به آزمایش‌های زهکشی معطوف شد و همزمان با آن،اصول و مبانی زهکشی در مورد تعیین فاصله و عمق زهکش‌ها توسعه یافت و روابط ریاضی بسیاری ارائه شد .پیدایش لوله‌های پلاستیکی در دهه ۱۹۶۰ و رواج استفاده از ماشین‌های زهکشی در دهه ۱۹۷۰ شتابی چشمگیر به توسعه زهکش‌های زیرزمینی داد اما در این چند دهه نیز توجه دانشمندان به طور عمده هنوز به ابداع و ارائه روابط مربوط به تعیین فاصله زهکش‌ها معطوف بود. در دهه ۱۹۷۰ همزمان با پیشرفت بشر در زمینه کامپیوتر،حل عددی روابط ریاضی بیش از پیش مرسوم شد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ اولین مدل‌های زهکشی ابداع شد و در دهه ۱۹۹۰ توسعه بیشتری یافت بطوری‌که شاید بتوان این دهه را دوره تدوین و پردازش مدل‌های ریاضی زهکشی به حساب آورد.

تاکنون تحقیقاتی در مورد ارزیابی زهکش‌های اجرا شده در داخل و خارج کشور انجام شده که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- ضریب زهکشی در پروژه‌های جدید در پاکستان به طور قابل ملاحظه ای پایین تر از پروژه‌های قدیمی‌است. تمایل عمومی‌برای کاهش ضریب زهکشی پس از ارزیابی عملکرد پروژه‌های اجرا شده در پاکستان ایجاد گردید، بطوری که ضریب زهکشی از رقم ۳/۵ میلیمتر در روز در پروژه EKTDP (۱۹۷۶) تا ۰/۹۵ میلیمتر در روز در پروژه MTD2 (۱۹۹۴) کاهش یافت.(۵)

- در مصر پروژه‌های جدید زهکشی در دلتای نیل با ضریب زهکشی معادل یک میلیمتر در روز طراحی می‌شود. اگرچه این مقدار برای کنترل سطح ایستابی در حد یک متر از سطح زمین کافی است، لیکن بررسی‌های انجام یافته حکایت از این دارد که برای کنترل شوری و رطوبت خاک برای گیاهان مختلف در اراضی پست ناکافی است. اخیرا سازمان ملی پروژه‌های زهکشی مصر ضریب زهکشی را در نواحی شمال دلتای نیل به ۱/۲۵ و در نواحی پست و کم ارتفاع به ۱/۵ میلیمتر در روز افزایش داده است. این تصمیم براساس نتایج آزمایش‌های مختلف درمزارع آزمایشی متعدد اتخاذ شده است.(۱۵)

- طرح زهکشی دشت مغان ابتدا بر اساس برنامه آبیاری محصول یونجه با مصرف آب ۱۸۴۰۰ متر مکعب در سال طراحی شده بود. پس از اجرای بخش‌هایی از شبکه ومشاهده تخلیه کمتر از حد انتظار زهکش‌ها و عمق بیشتر از حد مورد نظر سطح ایستابی، گرایش به کاهش ضریب زهکشی قوت گرفت. در تجدید نظر اساسی طرح، محصول پنبه با سطح کشت بیشتر از یونجه و آب مصرفی ۱۱۲۰۰ متر مکعب در سال در نظر گرفته شد و ضریب زهکشی تا ۲/۸ میلیمتر در روز کاهش یافت.(۱)

- لطفی(۱۳۸۰) عملکرد عمومی‌و لوله‌های زهکش‌های زیرزمینی احداث شده در شبکه آبیاری دشت بهبهان را مورد بررسی قرار داده و بر لزوم بررسی‌های میدانی در مرحله مطالعات برای شناخت پتانسیل زهکشی طبیعی تاکید نموده است. در طرح زهکشی بهبهان، ضریب زهکشی براساس نیاز آبی محصول یونجه و ذرت تحت شرایط ماندگار محاسبه شده است. میانگین شدت تغذیه در دو ماه حداکثر مصرف برابر ۴ میلیمتر در روز برآورد شده که پس از کسر پتانسیل زهکشی طبیعی به میزان ۱/۵ میلیمتر در روز، ضریب زهکشی طرح معادل ۲/۵ میلیمتر در روز مبنای محاسبات قرار گرفته است.(۶)

– در طرح توسعه کشت و صنعت اکالیپتوس، میزان ضریب زهکشی براساس برنامه آبیاری درختان اکالیپتوس برابر ۲/۱ میلیمتر در روز منظور شده است.(۹)

– آذری و مصطفی زاده (۷۹-۱۳۷۸) در تحقیقی نشان دادند که جمع کننده‌ها در شبکه‌های زهکشی می‌توانند ۲۵ تا ۳۰ درصد زه آب اراضی را تخلیه نمایند. جمع کننده‌ها در محل تحقیق (شبکه زهکشی مغان) قبل از احداث لترال‌ها ۰/۹۲ میلی متر در روز از زه آب اراضی را تخلیه می‌کردند. پس از احداث لترال‌ها، میزان تخلیه به ۲/۰۴ میلی متر در روز رسید. ضریب زهکشی الگوی کشت منطقه به هنگام طراحی ۲/۸ میلی متر در نظر گرفته شده بود. اختلاف ضریب زهکشی طراحی واندازه گیری شده، ناشی از در نظر نگرفتن مقداری برای تخلیه جمع کننده‌ها و زهکشی طبیعی منطقه می‌باشد. این مقدار یعنی ۰/۷۶ میلی متر در روز معادل ۲۷ درصد ضریب زهکشی طراحی است و انجام این تعدیل در ضریب زهکشی فواصل لترال‌ها را ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش می‌دهد که موجب صرفه جویی در هزینه‌های اجرایی خواهد بود.(۱)

– وطن زاده و همکاران (۱۳۸۰) با انجام آزمایشات زهکشی در دو قطعه ۷ و ۹ هکتاری طرح زهکشی زرینه رود نشان دادند که عمق لایه محدودکننده بیش از ۶ متر می‌باشد. همچنین تخلخل قابل زهکشی بر اساس آزمایش‌های صورت گرفته معادل ۵ درصد برآورد گردید.(۱۲)

– اندازه مزارع آزمایشی بستگی به تعداد متغیرهای مورد آزمایش (تعداد، نوع لوله‌ها و مواد پوششی) و فاصله زهکش‌ها،طول خطوط و دفعات تکرار محل آزمایش دارد.حداقل تعداد خطوط زهکش در هر واحد آزمایشی سه خط می‌باشد همچنین جریان آب به زهکش‌ها در طول آن باید حتی الامکان یکنواخت باشد به همین جهت عمل آبیاری نیز باید یکنواخت صورت گیرد فواصل آزمایشی نصب زهکش‌ها باید حداقل یک برابر بزرگتر (یا کوچکتر) از فواصل بدست آمده است.(۱۲)

– محمد نواز و همکاران (۱۹۹۲) در مطالعاتی که در پاکستان انجام دادند برای مزرعه آزمایشی شرایط زیر را در نظر گرفتند:

تعداد خطوط زهکش در مزرعه زیاد باشد. عمق زهکش‌ها بوسیله مقاطع عرضی مشخص گردد.کمترین تعداد کانال آبیاری وارد هر قسمت شود و دسترسی به مزرعه آسان باشد.(۱۴)

ایروین و شارون (۱۹۸۷) با اندازه‌گیری ۱۹۰۰ خروجی زهکش سفالی نتیجه گرفتند که بایستی برای هر فصل ضریب زهکشی متفاوتی درنظرگرفت.(۱۶)

واکر و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که شدت افت سطح ایستابی بستگی به هدایت هیدرولیکی خاک، تخلخل قابل زهکشی و فواصل زهکش‌ها دارد. در این آزمایش ۶۰ نوع خاک مختلف ایالت ایلینویز انتخاب شد.در کرت‌های تحت آبیاری بعد از رسیدن سطح ایستابی به سطح زمین، آبیاری قطع می‌شد. سپس عمق سطح ایستابی و جریان خروجی زهکش‌ها اندازه‌گیری می‌گردید. تخلخل قابل زهکشی،هدایت هیدرولیکی و فاصله بین زهکش‌ها از داده‌های جمع‌آوری شده محاسبه گردید .تخلخل قابل زهکشی برای اراضی مذکور از ۰/۰۳۴ تا ۰/۰۴۸۳ به دست آمد و هدایت هیدرولیکی از ۱۹ تا ۶۳/۲ میلیمتر در روز برآورد گردید.(۱۷)

۴-مواد و روشها

۴-۱- مشخصات دشت مغان

جلگه حاصلخیز مغان در شمال شرقی استان اردبیل واقع و از شمال و غرب به رودخانه ارس و از شرق به مرز ایران و جمهوری آذربایجان و از جنوب به ارتفاعات سبلان مشرف می‌باشد.

محصولات زراعی رایج در منطقه مغان عبارت از گندم، پنبه، چغندر قند، یونجه، ذرت و صیفی و در مراتب بعدی سویا، جو، کنجد و بادام زمینی می‌باشد. از محصولات باغی منطقه می‌توان به باغات گلابی، سیب، هلو و فندق اشاره نمود.

از نظر اقلیم شناسی مغان منطقه ای نیمه خشک معتدل است که دارای تابستان‌های گرم و نسبتاً مرطوب و زمستان‌های معتدل همراه با بادهای خشک و سرد و دارای یخبندان محدود می‌باشد. متوسط بارندگی در فصل پاییز ۷۸/۵، زمستان ۸۲، بهار ۱۰۶/۵ و تابستان ۳۲ میلی متر می‌باشد. متوسط بارندگی طبق آمار ۲۵ ساله پارس آباد ۳۳۲ میلی متر گزارش شده است. متوسط تبخیر سالانه در ایستگاه اصلاندوز ۱۴۸۲ میلی متر و در پارس آباد ۱۴۸۶ میلی متر اندازه گیری شده است.

رودخانه ارس به طول ۱۰۷۲ کیلومتر به عنوان عمده ترین منبع آبیاری دشت از دامنه کوههای بینگول داغ ترکیه سرچشمه می‌گیرد. حداکثر دبی اندازه‌گیری شده ارس در سال‌های معمولی ۱۱۰۰ متر مکعب در ثانیه در محل سد مخزنی ارس و ۲۶۰۰ متر مکعب در ثانیه در محل سد انحرافی میل ومغان می‌باشد. این ارقام در سالهای خشک ۳۲ و ۱۸۰ متر مکعب در ثانیه گزارش شده است.

۴-۲-مشخصات فیزیکی طرح زهکشی مغان

شبکه زهکش‌های زیرزمینی دشت مغان شامل مجموعه‌ای از خطوط زهکشی زیرزمینی مزرعه و نیز جمع‌کننده‌های زیرزمینی است که در نهایت به شبکه جمع‌کننده‌های روباز و به زهکش مرزی می‌ریزند.

۴-۲-۱- هدایت هیدرولیکی:

ضریب هدایت آبی یا ضریب آبگذری خاک در مطالعات زهکشی دشت از طریق حفر چاهک در صحرا و بکار بردن فرمول ارنست و در یک شبکه ۱*۱کیلو متری در نواحی زهدار اندازه گیری شده است. تعداد کل نقاط اندازه گیری در این مطالعات ۱۹۶ نقطه بوده است. بطور کلی اکثریت خاکهای نواحی زهدار دشت دارای ضریب آبگذری متوسط بین ۲-۰/۵ متر در روز می‌باشد.

۴-۲-۲- ضریب زهکشی:

ضریب زهکشی مقدار آبی است که در مدت ۲۴ ساعت بایستی از طریق زهکش‌ها تخلیه گردد تا سطح ایستابی در عمق مورد نظر کنترل شود. در طرح زهکشی مغان ضریب زهکشی طراحی لترالها بر اساس

نفوذ عمقی ناشی از آبیاری پنبه با مصرف سالانه ۱۱۲۰۰ متر مکعب در هکتار معادل ۲/۸ میلیمتر در روز و ضریب زهکشی الگوی کشت معادل ۲/۰۱ میلیمتر در روز برآورد شده است.

۴-۲-۳- عمق لایه محدودکننده:

از فاکتورهای مهم و تعیین کننده در مطالعات زهکشی و تعیین عمق کارگذاری زهکش‌های زیرزمینی عمق لایه محدودکننده می‌باشد. به منظور لایه‌بندی خاک و تعیین وجود یا عدم وجود لایه‌های محدودکننده و عمق قرارگیری آنها از سطح زمین، در مطالعات مرحله اول زهکشی اقدام به حفر چاهکهایی با مته دستی به عمق حدود ۵ متر گردیده است. نتیجه مطالعات نشان داده که عمق لایه محدودکننده در اکثر نواحی دشت بین ۴-۲ متر می‌باشد.

۴-۲-۴- پتانسیل زهکشی طبیعی:

مطالعات آب زیرزمینی دشت نشان می‌دهد که سطح آب زیرزمینی که در سال ۱۳۴۶ در نواحی مختلف دشت در عمق ۴۰-۱۲ متر از سطح زمین قرار داشته است، در سال ۱۳۶۲ به فاصله ۳۵-۰/۲ متر از سطح زمین رسیده است. علل بالا آمدن سطح ایستابی در حدود ۱۲ متر در طول ۱۶ سال در برخی نواحی دشت را باید با توجه به رویدادهایی که در این مدت در دشت مغان صورت گرفته است مورد بررسی قرار داد. پتانسیل طبیعی زهکشی در قسمت‌های مختلف دشت مغان متفاوت می‌باشد. عمده ترین زهکش طبیعی منطقه رودخانه ارس است که از اصلاندوز تا حوالی روستای دوستکندی که رودخانه تغییر جهت می‌دهد، اراضی مشرف به خود را که دارای شیب کافی بسمت ارس می‌باشند، بطورکافی زهکش می‌نماید. به طور کلی دلایل پایین بودن پتانسیل زهکش طبیعی در دشت مغان را می‌توان علاوه بر فقدان زهکش طبیعی مناسب، سنگینی بافت خاک و وجود لایه‌های پراکنده و نازک رسی در نزدیکی سطح زمین ذکر کرد.

۴-۲-۵- عمق کنترل سطح آب زیرزمینی:

با توجه به وضعیت منطقه مغان و در نظر گرفتن مسایل زراعی و شوری، عمق کنترل سطح آب زیرزمینی در طراحی زهکشی برابر ۱ متر در نظر گرفته شده است.

۴-۲-۶- عمق نصب زهکش‌ها:

در دشت مغان بطور متوسط عمق ۱/۹ تا ۲/۲ متر برای نصب زهکش‌های زیرزمینی انتخاب شده است.

۴-۲-۷- فواصل زهکش‌ها:

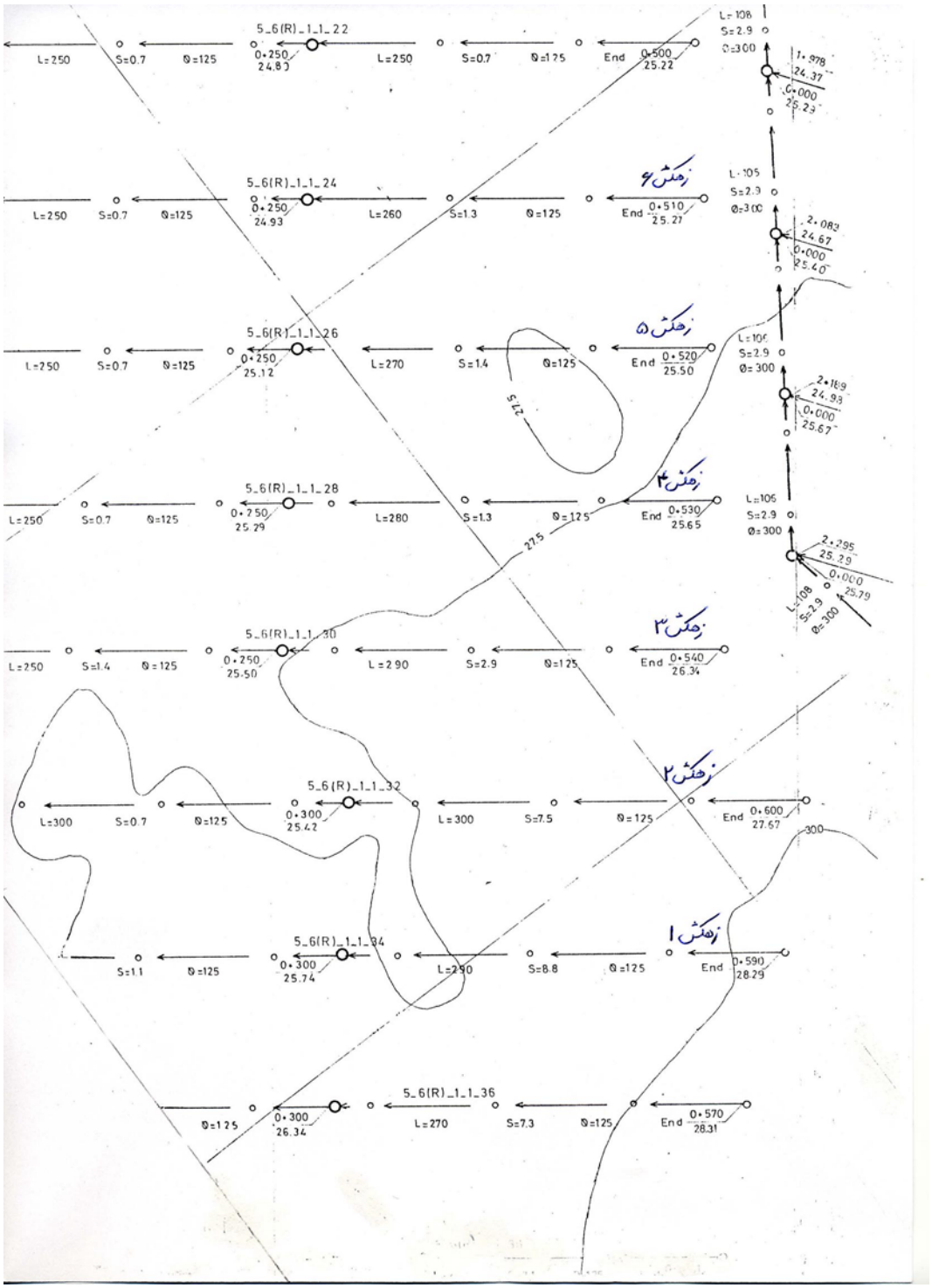
روش انتخاب شده برای محاسبه فاصله زهکش‌ها در دشت مغان روش تعادل دینامیکی بوده است. با توجه به محاسبات، در ۴/۵ درصد اراضی فاصله زهکشها از ۹۰ تا ۱۲۰ متر، در ۵۰/۵ درصد اراضی فاصله از ۴۰ تا ۷۰ متر و در ۳۵ درصد اراضی فاصله از ۱۰ تا ۳۰ متر بدست آمده است.

۴-۳- محل و روش انجام تحقیق

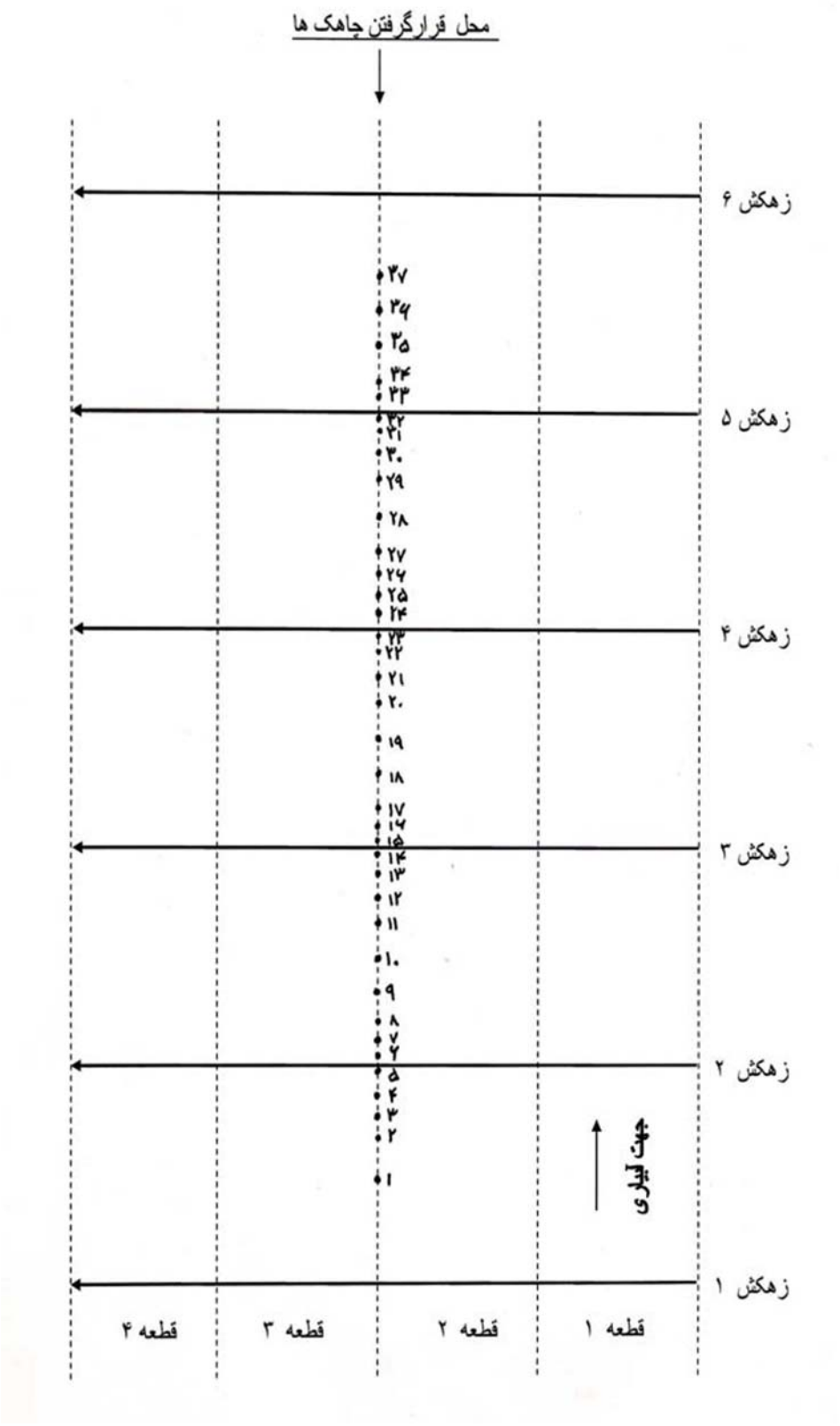
این تحقیق طی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در بخشی از اراضی زهدار دشت مغان که در آن زهکش زیرزمینی احداث و به بهره برداری رسیده، اجرا گردید. محل اجرای آزمایش اراضی واقع در حد فاصل کانال DC-5 و زهکش DR-5-6 به وسعت حدود ۱۶ هکتار بوده است.

شبکه زهکشی اجرا شده در محل، مرکب از لوله‌های پلاستیکی هستند که در عمق ۱/۹ تا ۲/۱ متر از سطح زمین متناسب با شیب طبیعی اراضی کارگذاری شده‌اند. این زهکش‌ها در جمع‌کننده‌های لوله ای از جنس بتن تخلیه شده و جمع‌کننده‌ها نیز در زهکش‌های روباز تخلیه و از آنجا از طریق زهکش مرزی به رودخانه ارس می‌ریزند.

با جمع‌آوری و بررسی مطالعات انجام شده برای احداث زهکش‌های زیرزمینی در منطقه، اقدام به انتخاب قطعه آزمایشی مناسب شامل ۶ خط زهکش به طول ۳۰۰-۲۵۰ متر با فاصله حدود ۱۰۰ متر گردید. قطعه آزمایشی شامل ۴ قطعه ۴ هکتاری بود که بطور کامل زیر کشت پنبه رفته قرار داشت. شکل شماره ۱ و ۲ موقعیت منطقه اجرای تحقیق و وضعیت قرار گرفتن زهکش‌ها و قطعات زراعی نسبت به یکدیگر را نشان می‌دهد.



شکل۱- موقعیت منطقه اجرای طرح



شکل۲ – محل قرار گرفتن زهکش‌ها، قطعات زراعی و چاهک‌های مشاهده ای

مراحل انجام آزمایش به شرح زیر می‌باشد:

۱- با حفر چاهک تا عمق ۳ متری در سه نقطه از قطعه انتخابی، عملیات لایه‌بندی خاک انجام شد. لایه بندی تا عمق ۳ متر لایه محدودکننده‌ای را مشخص ننمود.

۲- در کنار هر یک از ۶ خط زهکش، به فواصل ۰/۵، ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ متر اقدام به حفر چاهک مشاهده‌ای وتجهیز آنها با لوله‌های سوراخ دار از جنس پی‌وی‌سی گردید. در سال اول آزمایش(۱۳۸۱) تعداد چاهک‌ها ۱۹ حلقه بود که این تعداد در سال دوم(۱۳۸۲) به ۳۸ چاهک افزایش یافت.

۳- پس از تجهیز چاهک‌ها و فراهم آمدن امکان قرائت سطح ایستابی، بعد از هر آبیاری قرائت سطح ایستابی و همزمان با آن اندازه‌گیری دبی خروجی زهکش‌ها انجام شد. فواصل روزهای اندازه‌گیری بطور عمده ۱ تا ۲ روز بوده است.

۴- در زمان آبیاری مزرعه و اندازه‌گیری بده خروجی زهکش‌ها، از آب آنها برای بدست آوردن مقدار EC نمونه‌برداری بعمل آمد و به آزمایشگاه منتقل گردید.

۵- نتایج و بحث

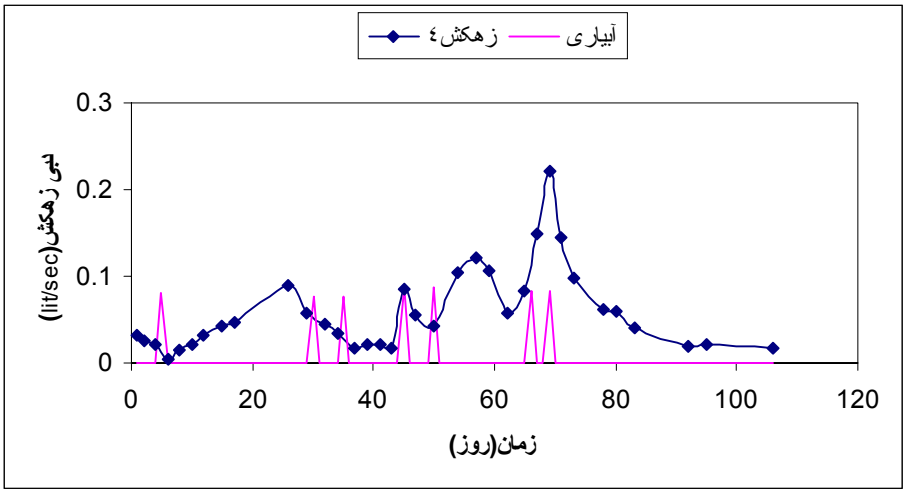
۵-۱-اندازه گیری پارامترهای زهکشی

۵-۱-۱- دبی خروجی از زهکشها

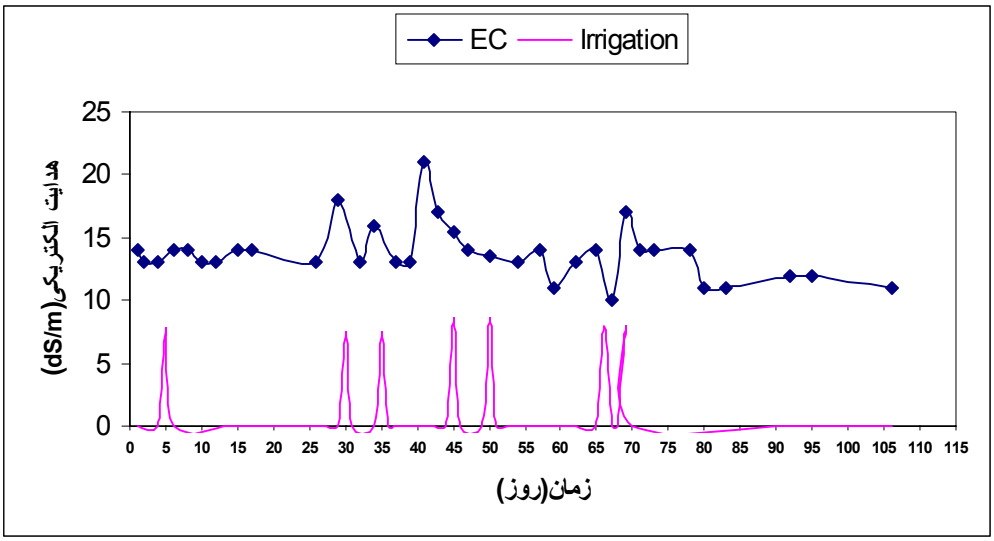
دبی خروجی از زهکش‌ها در این طرح با استفاده از ظرف با حجم معین و کرونومتر با سه تکرار اندازه‌گیری شد. در شکل شماره ۳ تغییرات دبی خروجی یکی از زهکش‌ها نسبت به زمان نشان داده شده است.

۵-۱-۲- اندازه گیری EC آب زهکشی و آبیاری

در هر بار اندازه‌گیری مقداری از آب خروجی زهکش‌ها به عنوان نمونه برداشته شد و در آزمایشگاه مورد آزمایش قرارگرفت. آب ورودی به مزرعه نیز نمونه برداری وEC آن تعیین گردید(شکل ۴).



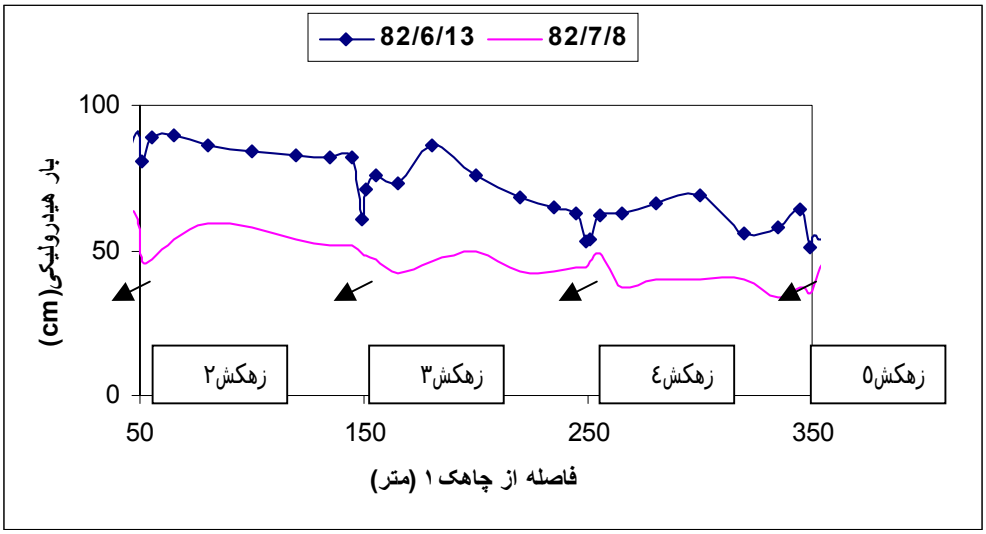
شکل۳ – تغییرات دبی خروجی از زهکش ۴ نسبت به زمان– سال ۱۳۸۲



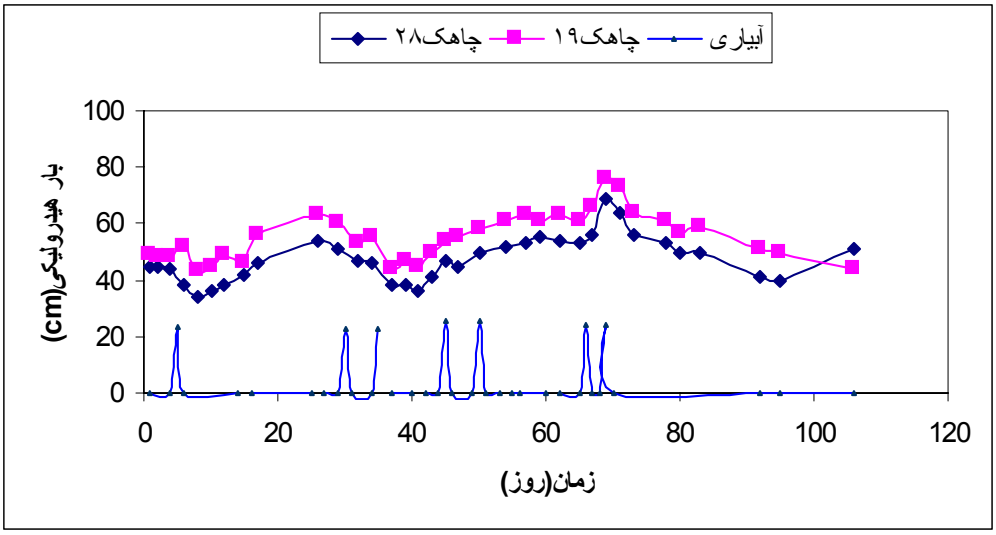
شکل۴ – تغییرات هدایت الکتریکی(EC) آب خروجی از زهکش‌ها نسبت به زمان– سال ۱۳۸۲

۵-۱-۳- نوسانات سطح ایستابی

قرائت چاهک‌های مشاهده‌ای به فواصل ۰/۵، ۵، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ متر از خط زهکش انجام شد. بدین منظور چاهک‌های مشاهده‌ای بین زهکش‌های شماره ۱ تا ۶ احداث و با استفاده از دوربین نقشه‌برداری ترازیابی شد. در هر بار اندازه گیری با استفاده از عمق سنج الکتریکی سطح آب نسبت به سطح زمین قرائت گردید (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل۵ – تغییرات سطح ایستابی در چاهک‌های مشاهده‌ای بعد از آخرین نوبت آبیاری– سال۱۳۸۲



شکل۶ – تغییرات سطح ایستابی در چاهک ۱۹ و ۲۸ دو طرف زهکش۴ نسبت به زمان– سال ۱۳۸۲

۵-۲- معادلات حاکم بر جریان

روابط حاکم بر طراحی زهکش‌های زیرزمینی در دو حالت ماندگار و غیرماندگار به شرح زیر برقرار می‌باشند:

۵-۲-۱- شرایط ماندگار

حالتی است که در آن در یک مدت طولانی سطح ایستابی تغییر نکرده و جریان خروجی از زهکش مقدار ثابت می‌باشد. از آنجا که شرایط حاکم بر مزرعه آزمایشی و بطور کلی اراضی تحت آبیاری ماندگار نمی‌باشد، از ذکر روابط مربوط به این حالت صرفنظر می‌شود.

۵-۲-۲- شرایط غیر ماندگار

در حالتی که نوسانات سطح آب زیرزمینی در اثر تغذیه خیلی سریع باشد، کاربرد فرمولهای جریان غیرماندگار توصیه شده است. با انجام آبیاری و تغذیه سفره آب زیرزمینی، سطح ایستابی بالا آمده و با قطع آبیاری پایین افتادن سطح آب شروع می‌شود. معادله زیر در مرحله افت سطح ایستابی بکار می‌رود (بر اساس روابط ارایه شده توسط گلوور– دام):

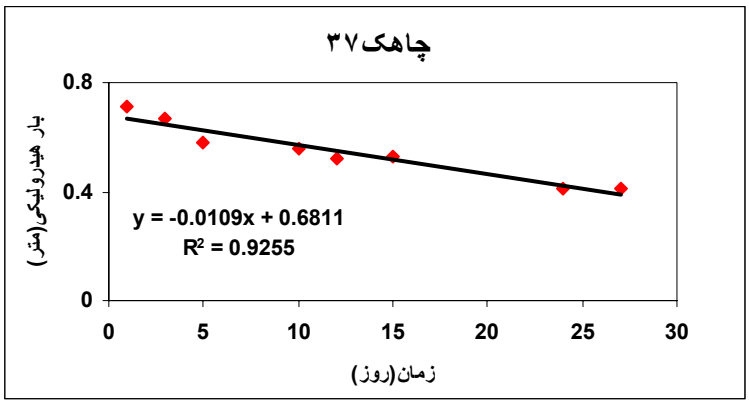
$$\alpha\, t = 2.3 \log (h_{t2} / h_{t1}) \qquad (۱)$$

که در آن t مدت زمان مشاهده بر حسب متر است که طی آن سطح آب از موقعیت h_{t2} به h_{t1} می‌رسد، h_{t2} و h_{t1} بار هیدرولیکی در زمانهای t2 و t1 برحسب متر، α ضریب عکس العمل برابر با $(\pi^2 kd)/\mu L^2$ برحسب day^{-1} و μ آبدهی ویژه بر حسب درصد می‌باشد.

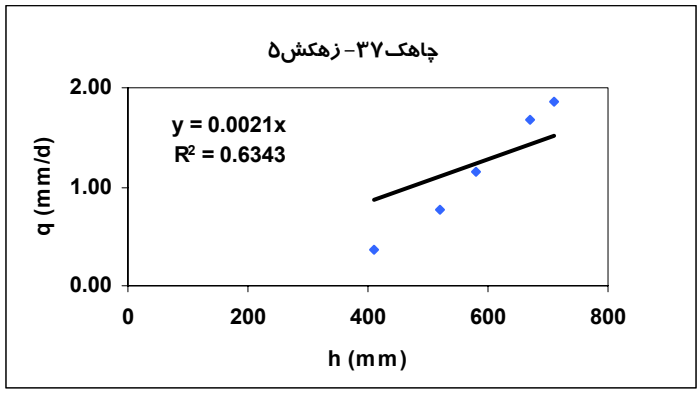
از طرفی در شرایط غیرماندگار رابطه زیر بین دبی خروجی از زهکش‌ها و بار هیدرولیکی در نقطه وسط دو زهکش برقرار می‌باشد (بر اساس روابط ارایه شده توسط کرانهوف- وان‌دلوور):

$$q = (2 \alpha \mu / \pi). h \qquad (۳)$$

با استفاده از روابط ۱ و ۲ می‌توان نسبت به تعیین آبدهی ویژه و ضریب هدایت هیدرولیکی خاک بشرح شکل‌ها و محاسبات زیر اقدام نمود.



شکل۷ – تغییرات بار هیدرولیکی در چاهک ۳۷ نسبت به زمان – سال ۱۳۸۲



شکل۸ – تغییرات دبی خروجی زهکش۵ نسبت به بار هیدرولیکی در چاهک ۳۷

از شکل ۷ داریم:

$h = - 0.0109\ t + 0.6811$

$\alpha = 2.3 [(\log(h2) - \log(h1)) / (t2 - t1)]$

$\boldsymbol{\alpha} = ۲/۳ [(\log(۰/۶۳۸) - \log(۰/۴۴۱)) / (۲۲ - ۴)] = ۰/۰۲۰۵$

از رابطه ۲ و شکل ۸ داریم:

$q / h = 2 \alpha \mu / \pi = ۰/۰۰۲۱$

$\boldsymbol{\mu} = (\pi / 2 \alpha).(q / h) = (۳/۱۴ \times ۰/۰۰۲۱) / (۲ \times ۰/۰۲۰۵) = ۰/۱۶۱$

از طرفی می‌دانیم ضریب عکس‌العمل برابر است با:

$\alpha = \pi^2 kd / \mu L^2$

$\mathbf{kd} = \alpha . \mu L^2 / \pi^2 = (۰/۰۲۰۵ \times ۰/۱۶۱ \times ۱۰۰^۲) / (۳/۱۴^۲) = ۳/۳۴۴ \ m^2 / day$

برای تعیین ضریب آبگذری بایستی مقدار d را از رابطه زیر محاسبه نماییم:

$d = dm + (h0 + ht) / 4$

در این رابطه dm عمق معادل پیشنهادی هوخهات و ho و ht بار هیدرولیکی در وسط دو زهکش در ابتدا و انتهای یک دوره آبیاری است. مقدار dm از روابط زیر قابل محاسبه می‌باشد(۳):

$dm = L / 8.F$ و $F = \{ (1/\pi).(Ln(D/1.414\ r0) + [(1- 1.414D/L)^2 / (8D/L)]\}$

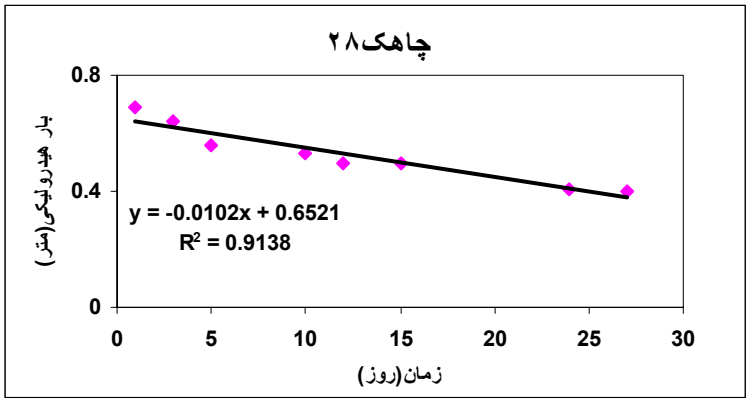
بر اساس مطالعات انجام شده، در منطقه اجرای طرح عمق لایه محدودکننده بین ۲ تا ۴ متر تشخیص داده شده است. از آنجا که عملیات لایه‌بندی خاک در محدوده زهکش‌های مورد آزمایش لایه محدودکننده را برای ما مشخص ننمود، لذا این عمق بر اساس مطالعات قبلی همان مقدار حداکثر برآورد شده یعنی ۴ متر در نظر گرفته می‌شود.

$D = 2 \ m$, $L = 100 \ m$, $2r0 = 125 \ mm$

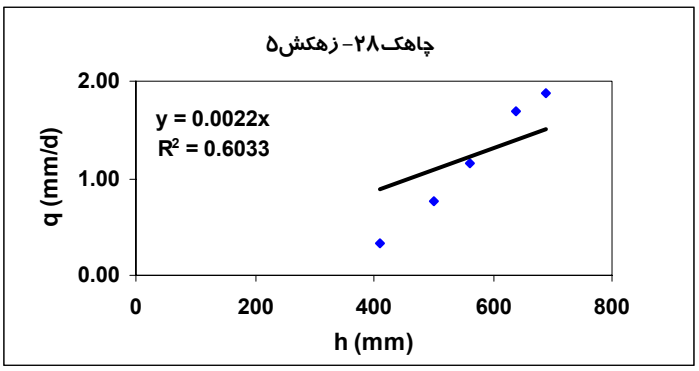
$F = ۶/۸۹۴$, $dm = (100 / 8 * 6.894) = ۱/۸۱ \ m$

$\mathbf{d} = ۱/۸۱ + [(۰/۷ + ۰/۴) / ۴] = ۲/۰۹ \ m$

$kd = ۳/۳۴۴$, $\mathbf{k} = ۳/۳۴۴ / ۲/۰۹ = ۱/۶ \ m/day$



شکل۹ – تغییرات بار هیدرولیکی در چاهک ۲۸ نسبت به زمان – سال ۱۳۸۲



شکل۱۰ – تغییرات دبی خروجی زهکش۵ نسبت به بار هیدرولیکی در چاهک ۲۸

از شکل ۹ داریم:

$h = - 0.0102\ t + 0.6521$

$\alpha = 2.3\ [\ (\log(h2) - \log(h1))\ /\ (t2 - t1)\ ]$

$\boldsymbol{\alpha} = ۲/۳\ [\ (\log(۰/۵۸۱) - \log(۰/۴۱۸))\ /\ (۲۳ - ۷)\ ] = ۰/۰۲۰۶$

از رابطه ۲ و شکل ۱۰ داریم:

$q / h = 2\ \alpha\ \mu / \pi = ۰/۰۰۲۲$

$\boldsymbol{\mu} = (\pi / 2\ \alpha).(q / h) = (۳/۱۴ \times ۰/۰۰۲۲) / (۲ \times ۰/۰۲۰۶) = ۰/۱۶۸$

از طرفی می‌دانیم ضریب عکس‌العمل برابر است با:

$\alpha = \pi^2 kd\ /\ \mu L^2$

$\boldsymbol{kd} = \alpha\ .\mu L^2 / \pi^2 = (۰/۰۲۰۶ \times ۰/۱۶۸ \times ۱۰۰^۲) / (۳/۱۴^۲) = ۳/۵۰۷\ m^2 / day$

برای تعیین ضریب آبگذری بایستی مقدار d را از رابطه زیر محاسبه نماییم:

$d = dm + (h0 + ht) / 4$

$d = ۱/۸۱ + [\ (۰/۷ + ۰/۴)\ /\ ۴\ ] = ۲/۰۹\ m$

$kd = ۳/۵۰۷\quad ,\ \mathbf{k} = ۳/۵۰۷\ /\ ۲/۰۹ = ۱/۶۸\ m/day$

۵-۳- بحث

با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات جمع آوری شده از اجرای طرح می‌توان نتایج زیر را به دست آورد:

۱- در طراحی زهکش‌های منطقه اجرای طرح، عمق کنترل سطح آب زیرزمینی ۱ متر در نظر گرفته شده است. تغییرات سطح ایستابی اندازه‌گیری شده در سال ۱۳۸۲ از طریق ۳۸ چاهک مشاهده ای در طول ۱۰۵ روز دوره آبیاری محصولات نشان می‌دهد که عمق سطح ایستابی بیشتر از ۱ متر و حداقل ۱۰۹ سانتیمتر بوده است. بنابراین زهکش‌ها از نظر کنترل سطح ایستابی بخوبی عمل می‌کنند و سطح ایستابی را بیشتر از حد انتظار پایین نگه می‌دارند.

۳- یکی از اهداف زهکشی اراضی، کنترل شوری و خارج کردن املاح اضافی از عمق توسعه ریشه گیاه می‌باشد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در مجموع دو سال، متوسط EC آب آبیاری۲/۱۵ دسی‌زیمنس‌برمتر اندازه‌گیری شده است. EC آب خروجی از زهکش‌ها حداقل ۱۰، حداکثر ۲۱ و متوسط ۱۳/۸ دسی‌زیمنس برمتر به دست آمده است. این داده‌ها نشان می‌دهند که زهکش‌ها باعث شستشوی املاح در ستون خاک گردیده و محیط مناسب برای رشد و نمو گیاهان را فراهم می‌آورند.

۴- قبلا ذکر شد که اکثریت خاکهای زهدار منطقه محل اجرای تحقیق، دارای ضریب آبگذری متوسط بین ۲-۰/۵ متر در روز (برآورد شده با روش چاهک) می‌باشند. اما با داشتن مقادیر دبی خروجی از زهکش‌ها و بار هیدرولیکی در نقطه وسط دو خط زهکش، می‌توان با استفاده از روابط غیرماندگار مقدار K را بدست آورد و با K برآورد شده از روش چاهک مقایسه نمود. در شکل ۷ تا ۱۰ دو مقدار برای K در

شرایط غیرماندگار برابر با ۱/۶ و ۱/۶۸ بدست آمده که این مقادیر در محدوده K برآورد شده با روش چاهک می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که برآورد ضریب هدایت هیدرولیکی با روش چاهک انطباق خوبی با شرایط واقعی داشته و می‌توان با اطمینان بالایی از داده‌های آن در طراحی زهکش‌های زیر زمینی استفاده بعمل آورد.

۴- از شکل ۷ تا ۱۰ در شرایط غیرماندگار دو مقدار برای آبدهی ویژه (μ) برابر با ۱۶/۸ و ۱۶/۱ درصد بدست آمده است. در هنگام طراحی زهکش‌های زیرزمینی مقدار μ، اغلب از رابطه جذر مقدار K بر حسب سانتیمتر در روز برآورد می‌شود. بر این اساس و با در نظر گرفتن مقدار K بین ۱۶۰ تا ۱۶۸ سانتیمتر در روز در شرایط غیرماندگار، μ بایستی معادل ۱۲/۶ تا ۱۳ درصد باشد. این مقدار با آنچه که از آزمایش‌های صحرایی بدست آمده انطباق قابل قبولی دارد. به عبارت دیگر استفاده از رابطه $\mu = K^{0.5}$ می‌تواند برآورد خوبی از مقدار آبدهی ویژه در هنگام طراحی باشد.

۵- علاوه بر نتایجی که از آزمایش‌های انجام شده بدست آمد، یک نتیجه‌گیری کلی نیز از نحوه بازدهی زهکش‌ها به لحاظ عملکرد محصولات زراعی در منطقه می‌توان بیان نمود. قبل از احداث سامانه زهکشی در منطقه، این مزارع لم‌یزرع بوده و قابلیت تولید محصولات زراعی را نداشتند. با احداث سامانه زهکشی و شروع کشت در این مزارع، وضعیت زراعی زمین‌ها بهبود پیدا کرده و برداشت ۳ تن پنبه در هکتار در ۲ سال گذشته نشان از بهبود وضعیت اراضی دارد.

جدول۲ - عملکرد پنبه در قطعات آزمایشی قبل و بعد از احداث زهکش‌های زیرزمینی
بر حسب کیلوگرم در هکتار

شماره قطعه	۱	۲	۳	۴
قبل از احداث سامانه زهکشی	۹۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۷۵۰
بعد از احداث سامانه زهکشی(سال۱۳۸۱)	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
بعد از احداث سامانه زهکشی(سال۱۳۸۲)	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰

مشکلی که این سامانه‌های زهکشی در حال حاضر دارند، عدم نگهداری صحیح آنها می‌باشد. این زهکش‌ها به هنگام گرفتگی بر اثر رسوب یا هر عامل دیگر بخوبی عمل ننموده و زارعین محلی نیز برای رفع مشکل توان و امکانات موردنیاز را در اختیار ندارند. لذا پیشنهاد می‌شود برای بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های زهکشی نیز شرکت‌های بهره‌برداری دولتی یا خصوصی تشکیل گردیده و یا بهره‌برداری از این شبکه‌ها به تشکل‌های مردمی‌همانند تعاونی‌های زراعی سپرده شود.

۶- منابع مورد استفاده

۱- آذری، اردوان و بهروز مصطفی زاده.۱۳۸۰ . تعدیل ضریب زهکشی در دشت مغان. مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی،کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه ۳۷-۶۰.

۲- اخوان گیگلو،ک .۱۳۷۷ . ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آب در ارتباط با مدیریت شبکه آبیاری مغان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. ۱۸۱ صفحه.

۳- بای‌بوردی، محمد. ۱۳۷۸. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۳۳۴. چاپ هشتم.

۴- برومندنسب، س .۱۳۶۷ . ارزیابی فرمولهای زهکشی در حالت غیر همگام با جمع آوری آمار و اطلاعات صحرایی . پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۰۸ صفحه.

۵- جعفری، ا. (مترجم). طراحی زهکش‌های لوله‌ای زیرزمینی در مزرعه در پاکستان. نشریه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران.

۶- لطفی، احمد . ۱۳۸۰ . ارزیابی شبکه زهکشی زیرزمینی دشت بهبهان. مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی،کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه ۲۸-۳۷.

۷- طایفه رضایی، ح . ۱۳۷۳ . تحلیلی بر علل زهدار شدن دشت مغان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. ۵۳۳ صفحه.

۸- مهندسین مشاور آبسو . ۱۳۷۰ . گزارش مطالعات مرحله اول تکمیل زهکشی دشت مغان، شماره ۵۳۱۳ در کتابخانه مهندسین مشاور یکم.

۹- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۷۵ . طرح توسعه کشت و صنعت اکالیپتوس در شمال خرمشهر. جلد هفتم. مطالعات زهکشی. تهران.

۱۰- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۶۰. گزارش مسائل زهکشی و شبکه موجود آبیاری دشت مغان. انتشارات مهندسین مشاور یکم، آرشیو سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی و اردبیل.

۱۱- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۶۳ . مطالعات آبیاری، زهکشی و اصلاح اراضی در سطح مزارع دشت مغان. جلد اول، زهکشی و اصلاح اراضی. انتشارات مهندسین مشاور یکم، شماره ۵۹۱۲ .

۱۲- وطن زاده، مصطفی و همکاران. ارزیابی پارامترهای طراحی زهکشی زیرزمینی در طرح زرینه رود. مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی،کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه ۶۰-۷۹.

۱۳- وزارت نیرو، امور آب. ۱۳۷۱ . دستورالعمل لایه بندی خاک در مطالعات زهکشی اراضی .

14-Bhutta, M. N. , W. F. vlotman, 1992, Performance evalution of sump 9 , fourth drainage project, Proceeding of 5th International drainage workshop, vol. 3.

15-Drainage Research Institute (DRI), 1989, Land drainage in Egypt, Nubar printing house, Cairo, Egypt.

16-Irwin, R. W., G. J. Bryant, 1987, Evalution of drainage coefficient for Brookston clay soil, ASAE transaction, vol. 30, No. 5, p. 1343-1346.

17-Walker, P. N., J. D. Wells, 1983, Pipe drainage of heavy soil, field evalution, Transaction of ASAE, vol. 26, No.1.