

ارزیابی تاثیرات پخش سیلاب دهندر بر منابع آبی دشت هشتبندی، استان هرمزگان

حمید مسلمی^{۱*}، علیجان آبکار^۲ و سعید چوپانی^۳

^۱ کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان، ^۲ استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران و ^۳ مربی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، هرمزگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۳

چکیده

به طور کلی نگهداری و بهره‌برداری از آب‌های سطحی در مناطق خشک، با روش‌های مختلفی از قبیل طرح‌های پخش سیلاب صورت می‌پذیرد که بی‌شک بر توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی نقش مهمی دارد. به‌منظور ارائه راه‌کارهای مناسب اجرایی و مدیریتی پایش مستمر این طرح‌ها ضروری می‌باشد. به همین دلیل بررسی اثر پخش سیلاب دهندر بر آبخوان آزاد دشت پایین دست مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا موقعیت مکانی پخش سیلاب، وضعیت هیدروژئولوژیکی آبخوان پایین دست با استفاده از داده‌ها و اطلاعات شرکت سهامی آب منطقه‌ای هرمزگان همراه با بازدیدهای صحرائی مشخص شد. سپس تعداد هفت حلقه چاه مشاهده‌ای انتخاب شد. در نهایت میزان تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمی سفره با به‌کارگیری معادله بیلان آب زیرزمینی و هیدروگراف واحد قبل و بعد از احداث سیستم پخش سیلاب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، متوسط رقوم سطح آب از سطح دریا در قسمت‌های مرکزی و حاشیه‌ای دشت (که کمتر تحت تاثیر پخش سیلاب بوده‌اند) و مناطق نزدیک پخش سیلاب (که تحت تاثیر مستقیم پخش سیلاب بوده‌اند) در قبل و بعد از اجرای طرح به ترتیب برابر ۲۱۳/۴، ۲۰۹/۵ و ۲۵۱، ۲۵۴ می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت پخش سیلاب در توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی نقش مهمی دارد.

واژه‌های کلیدی: آبخوان، منابع آب زیرزمینی، مناطق خشک، هیدروژئولوژی، هیدروگراف واحد

مقدمه

بقیه آن به‌صورت رواناب از دسترس خارج می‌شود. در چنین شرایطی، بهره‌برداری از سیلاب‌ها کلید حل مسائل کم آبی قلمداد می‌شود (Kowsar, ۱۹۹۷). ایران سرزمینی خشک و نیمه‌خشک با نزولات آسمانی بسیار کم است، به طوری که میانگین بارندگی سالانه آن حدود ۲۷۴ میلی‌متر می‌باشد که در مقایسه با میانگین بارش در سطح کره زمین (حدود ۸۶۰

کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی در سراسر ایران به دلیل استخراج بیش از اندازه و حفر چاه‌های بدون پروانه معضلی است که همگان بر آن اتفاق نظر دارند. این در حالی است که از ۴۰۰ میلیارد مترمکعب بارش متوسط سالانه کشور، فقط ۳۵ میلیارد مترمکعب آن به مصرف تغذیه آبخوان‌ها می‌رسد و

(Hosseinpour, ۲۰۱۱). در بررسی تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی کوهدشت بیان نمودند، پیش از پخش سیلاب تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی تابع میزان بهره‌برداری بوده و روند کاهشی داشته است، با اجرای پخش سیلاب، این روند کاهشی متوقف شده و سطح آب زیرزمینی افزایش یافته است (Viskarami و همکاران، ۲۰۱۳). در بررسی اثر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان بیان نمود که با وجود آنکه روند عمومی سطح آب زیرزمینی دشت به رغم عملکرد پخش سیلاب حالت نزولی است دست کم در بخشی از محدوده دشت که تأثیر بیشتری بر پخش سیلاب می‌پذیرد، روند مثبت وجود داشته است (Salimikochi, ۲۰۱۱).

در بررسی اثرات پخش سیلاب بر منابع آبی دشت سهرین، بیان نمودند که پخش سیلاب تأثیر مثبت خیلی زیادی بر روی آب زیرزمینی منطقه داشته و با توجه به کاهش بارندگی از سال ۱۳۷۵ (زمان ورود آب به شبکه پخش سیلاب) سطح آب در منطقه شاهد ۶/۵ متر کاهش داشته، در صورتی که سطح آب در منطقه پخش سیلاب در همان سال‌ها در چاه‌های مختلف پنج تا ۱۰ متر افزایش نشان می‌دهد (Mousavi و Rezaei, ۲۰۱۱). در بررسی اثر پخش سیلاب کاشمر آب زیرزمینی، با بررسی وضعیت کلی سفره زیرزمینی در طول یک دوره ۱۰ ساله مشاهده شد که روند افت سطح آب در ناحیه غربی دشت که با اراضی کشاورزی و تراکم چاه‌های برداشت مطابقت دارد، شدیدتر است، از طرفی بررسی چاه‌های پیرومتری در ناحیه شمال شرقی دشت و محدوده اجرای پخش سیلاب نشان می‌دهد، چاه پیرومتری که در پایین‌دست فاز یک و دو پخش سیلاب می‌باشد، علی‌رغم افت سفره در سایر چاه‌های اطراف آن دارای کمترین میزان افت سالانه را نشان می‌دهد (Rajaei و Ahmadian Yazdi, ۲۰۰۷).

طرح‌های تغذیه مصنوعی جهت جلوگیری از پایین افتادن سطح آب زیرزمینی مناطق مختلف مورد استفاده قرار گرفته که بعد از اجرای این طرح‌ها وضعیت آبخوان‌ها بهبود پیدا کرده است (Voudouris و همکاران، ۲۰۰۵). هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر

میلی‌متر) این مقدار بسیار کم است (Alizadeh, ۲۰۰۰).

در این میان استان هرمزگان در جنوب ایران یکی از مناطق خشک کشور با متوسط بارندگی حدود ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. در این استان بیشتر رودخانه‌ها به صورت فصلی بوده و به علت وجود تشکیلات آلوده کننده، آب‌های سطحی نیز از کیفیت مناسب برخوردار نبوده و بیشتر آب مورد مصرف در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت از منابع آب‌های زیرزمینی استخراج می‌شود، به همین جهت لزوم تغذیه منابع آب زیرزمینی و تقویت آن از اهمیت زیادی برخوردار است (Moslemi, ۲۰۱۵). یکی از شیوه‌های نوین کنترل سیلاب‌ها در سال‌های اخیر اجرای طرح‌های آبخوانداری می‌باشد. آبخوانداری مجموعه‌ای از عملیات مکانیکی و بیولوژیکی است که با مهار و نفوذ سیلاب بر روی عرصه‌های آبخوان منجر به احیاء کمی و کیفی منابع آب و خاک، تقلیل و حتی حذف خسارت‌های سیل، احیا مراتع و ایجاد جنگل‌های دست کاشت و بهینه‌سازی محیط زیست می‌شود (Baza, ۲۰۰۱). در همین راستا و با هدف مهار سیلاب، تغذیه سفره آب زیرزمینی و توسعه سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی مورد نیاز مردم اداره کل منابع طبیعی و آبخوانداری استان هرمزگان اقدام به اجرای پروژه پخش سیلاب در منطقه دهندر از توابع بخش هشتبندی در سال ۱۳۸۴ نموده است.

در مورد تأثیر پخش سیلاب بر سطح آب زیرزمینی تحقیقات فراوانی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است که می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد. در منطقه ژین-ژیانگ چین، نتایج بررسی‌ها نشان داد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک اثر پخش سیلاب همراه با تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها با در نظر گرفتن سودهای جانبی آن بهترین گزینه برای ذخیره آب در سرزمین‌های خشک است (Yuejun و همکاران، ۲۰۱۱). در بررسی تأثیر عملیات آبخوانداری بر آب‌های زیرزمینی دشت لاور استان هرمزگان به این نتیجه رسید که روند نزولی سطح آب زیرزمینی، پس از احداث سد خاکی تغییر یافته و در مقایسه قبل و بعد از احداث سد، در سال‌های با بارندگی مشابه افزایش سطح سفره به میزان ۱/۵ متر مشاهده می‌شود

۱۵۸/۹ میلی‌متر که تغییرات بارندگی در طول سال‌های مختلف نسبتاً زیاد می‌باشد.

تعداد ماه‌های خشک در سال نه ماه و تعداد ماه‌های مرطوب سه ماه در سال می‌باشد، میزان رطوبت نسبی متوسط سالانه ۵۴ درصد و میزان متوسط درجه حرارت سالیانه در حوضه ۲۶/۷ برآورد شده است. دمای حداکثر مطلق برابر ۴۹/۵ درجه سانتی‌گراد در تیر ماه و حداقل مطلق به یک درجه سانتی‌گراد در ماه دی و بهمن و آذر می‌رسد، میزان تبخیر پتانسیل متوسط سالیانه به ۳۱۳۰ میلی‌متر در سال برآورد شده است. وزش باد غالب جنوبی و جنوب غربی است و میانگین سرعت باد ۷/۶ گره می‌رسد. این حوضه از نظر طبقه‌بندی اقلیمی جز اقلیم خشک قرار می‌گیرد. در منطقه مورد مطالعه سه تیپ فیزیوگرافی شامل کوه و تیپ ماهور که بیشترین واحد فیزیوگرافی است و سپس تیپ تراس‌های فوقانی و فلات‌های مرتفع وجود دارد.

چگونگی گردآوری آمار و اطلاعات برای ارزیابی

اثرات طرح: بدین منظور ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه موقعیت مکانی منابع آب زیرزمینی، نقشه آبراهه‌ها، نقشه موقعیت مکانی سیستم پخش سیلاب دهندر و بررسی‌های میدانی و کارشناسی جهت بررسی محدوده تحت تاثیر پخش سیلاب و انتخاب چاه‌های مشاهده‌ای اقدام و در نهایت محدوده تحت تاثیر پخش سیلاب انتخاب شد (شکل ۲). جمع‌آوری و اطلاعات مورد نیاز و ارزیابی اثرات کمی پخش سیلاب دهندر بر منابع آب زیرزمینی در بعد مکان و زمان انجام شد. در این تحقیق از چهار سری آمار استفاده شد.

۱- آمار تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی (شرکت آب منطقه‌ای استان هرمزگان)، ۲- آمار برداشت از منابع و چاه‌های بهره‌برداری (شرکت آب منطقه‌ای استان هرمزگان)، ۳- آمار ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه (شرکت آب منطقه‌ای هرمزگان) و ۴- اطلاعات سطح و تراکم کشت در اراضی کشاورزی در قبل و بعد از اجرای طرح (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان و اداره کل جهاد کشاورزی استان هرمزگان).

پخش سیلاب دهندر پس از گذشت ۱۰ سال از تأسیس آن بر نوسانات سطح سفره‌های آب زیرزمینی دشت هشتبندی بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز دهندر،

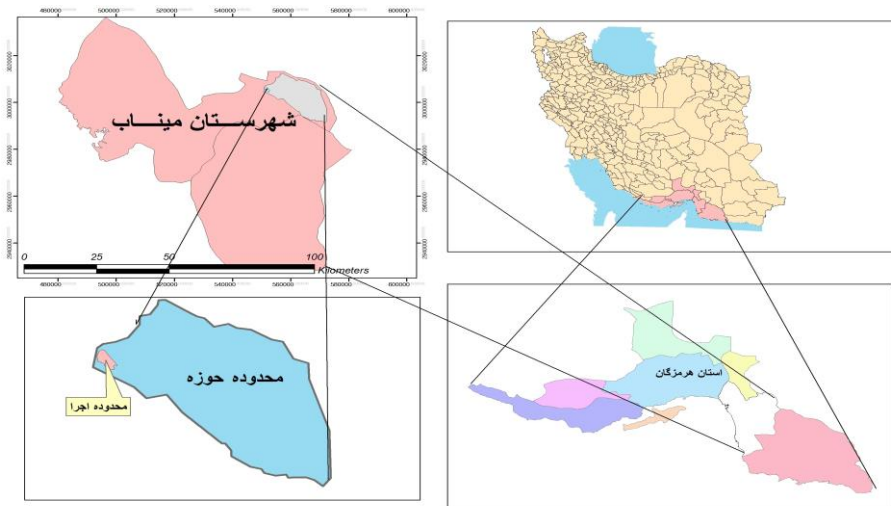
در جنوب شرقی ایران و در محدوده بین عرض‌های جغرافیایی $27^{\circ} 14' 8''$ تا $27^{\circ} 1' 58''$ شمالی و طول‌های جغرافیایی $57^{\circ} 32' 33''$ تا $57^{\circ} 44' 45''$ شرقی، در شرق بخش هشتبندی و در فاصله هفت کیلومتری آن قرار دارد که ورودی حوضه از کوهستان‌های شهرستان منوجان و خروجی آن روستاهای دهندر، کهورتاک، کوی هجرت، چراغ‌آباد، نصرآباد، ریگ دراز و هشتبندی می‌باشد. این دشت جزء حوزه آبخیز رودخانه میناب محسوب و دارای وسعتی بیش از ۵۶۴ کیلومتر مربع با طول متوسط ۳۰ کیلومتر و با عرض متوسط ۱۸ کیلومتر، طول آبراهه اصلی ۲۸ کیلومتر، شیب آبراهه اصلی ۱/۵ درصد، ارتفاع متوسط ۷۱۱ متر، شیب متوسط وزنی ۱۳ درصد و محیط حوضه ۱۱۹ کیلومتر و زمان تمرکز به روش کرپیچ ۲/۵۴ ساعت برآورد شده است.

از نظر خاک‌شناسی خاک‌های منطقه عمدتاً جزء رده‌های آنتی‌سول و اریدی‌سول بوده و رژیم رطوبتی آن‌ها توریک و رژیم حرارتی هایپرترمیک می‌باشد. مطالعات ژئوالکتریک انجام شده، نشان می‌دهد، سفره آب زیرزمینی دشت هشتبندی تنها از یک سفره و از نوع آزاد می‌باشد. این دشت از دیدگاه زمین‌شناسی بین زون‌های مکران و سنندج- سیرجان قرار دارد. به‌طور کلی متوسط ضخامت رسوبات آبرفتی دشت برابر ۵۲ متر و سن رسوبات آبرفتی مربوط به دوران چهارم زمین‌شناسی و بافت رسوبات دشت را عمدتاً شن، ماسه و رس تشکیل می‌دهد.

ضرب ذخیره سفره چهار درصد و ضریب نفوذ سیلابی به آبخوان از طریق رودخانه ۲۰ درصد، ضریب هدایت الکتریکی متوسط آبخوان ۴۲/۳ حدود متر بر روز، ضریب قابلیت انتقال متوسط آبخوان حدوداً ۲۶۵۰ مترمربع در روز به‌دست آمده است. متوسط بارندگی سالیانه حوضه (۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳)

جدول ۱- مشخصات فنی سیستم پخش سیلاب دهندر، هشتبندی

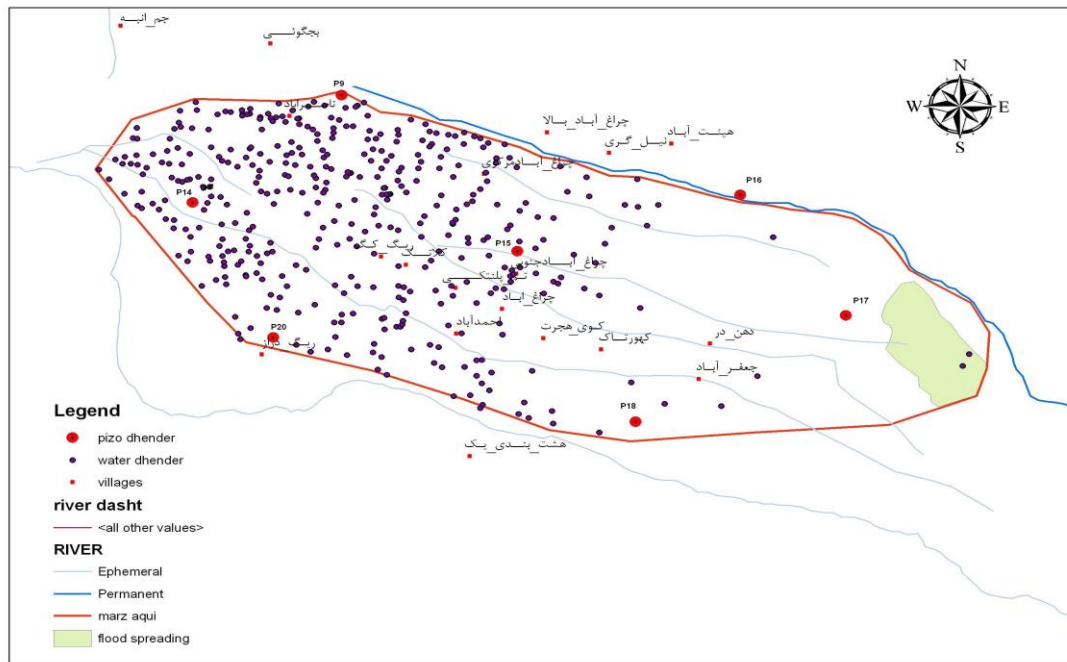
ردیف	شرح مختصات	واحد	مقدار	ملاحظات
۱	مساحت حوزه آبخیز	هکتار	۲۱۳۵۶	سیستم پخش سیلاب از نوع
۲	آورد (رواناب) سالانه حوضه	مترمکعب در سال	۱۲۸۰۰۰۰۰	گسترشی است که در دو فاز و در
۳	حجم آبیگری	مترمکعب	۵۴۰۰۰۰۰	سطح ۲۱۹ هکتار در سال ۱۳۸۴
۴	سطح اراضی کشاورزی پایین دست	هکتار	۴۸۰۰	اجرا شده که شامل بند انحرافی،
۵	سطح اراضی مرتعی پایین دست	هکتار	۵۰۰۰	کالورت آبگیری، کانال
۶	تعداد چاه‌های پایین دست	حلقه	۴۰۸	آبرسان، عرصه‌های پخش و
۷	مختصات جغرافیایی بر حسب (UTM)	درجه	۳۰ ۰۵۱۳۵	کانال برگشت می‌باشد. همچنین
۸	متوسط بارندگی حوضه	میلی متر	۵۵ ۲۷ ۴۳	یک دستگاه سد خاکی به ارتفاع
۹	مساحت سیستم پخش سیلاب	هکتار	۱۹۳	۵/۵ متر در خروجی سیستم
۱۰	دبی ورودی به سیستم	مترمکعب در ثانیه	۲۱۹	احداث شد. اولین سیلاب سیستم
۱۱	تعداد کانال های پخش	عدد	۱۲	در آبان ماه ۱۳۸۵ و آخرین آن
۱۲	تعداد دروازه‌ها	عدد	۱۹	بهمن ۸۹ وارد سستم شد.
۱۳	شیب طولی سطح پخش	درصد	۶۷	بیشترین سیلاب در دی ماه
			۱/۱	۱۳۸۸ وارد سیستم شده است.



شکل ۱- موقعیت پخش سیلاب دهندر در کشور، استان هرمزگان و منطقه مورد مطالعه

جدول ۲- مختصات جغرافیایی چاه‌های مشاهده‌ای منطقه مورد پژوهش

شماره چاه	مختصات (UTM)	نام محل	ارتفاع نقطه نشانه		فاصله تا پخش سیلاب (m)	عمق چاه
			از سطح دریا (m)	از سطح زمین (m)		
۹	۵۴۲۳۳۶-۳۰۱۰۲۷۳	کلاتک	۲۲۶/۷۷۶	۰/۸	۹۶۳۵	۲۵/۳
۱۴	۵۳۹۹۱۳-۳۰۰۸۲۸۲	ناصرآباد	۲۲۲/۲۲۴	۰/۷۵	۱۱۴۷۳	۴۱/۳
۱۵	۵۴۵۱۹۵-۳۰۰۷۳۷۸	چراغ‌آباد جنوبی	۲۴۶/۰۲۳	۰/۷	۶۱۳۴	۴۲/۵
۱۶	۵۴۸۸۱۷-۳۰۰۸۴۲۳	مزرعه تفضلی	۲۷۲/۹۷۸	۰/۶	۳۰۰۰	۶۰/۶
۱۷	۵۵۰۵۳۵-۳۰۰۶۱۸۸	دهندر	۳۰۷/۲۵۶	۰/۴	۵۵۵	۶۳
۱۸	۵۴۷۱۱۶-۳۰۰۴۲۱۶	کهورتاک	۲۷۳/۲۹۸	۰/۵	۴۳۷۰	۷۷/۸
۲۰	۵۴۱۲۲۶-۳۰۰۵۷۸۳	ریگ‌دراز	۲۳۲/۳۶	۰/۵	۱۰۰۰۰	۳۳



شکل ۲- موقعیت مکانی سیستم پخش سیلاب دهندر و منابع آب و روستاهای موجود در محدوده تاثیر آن

سال آبی ۸۹-۸۸ با بارندگی ۲۲۹ میلی‌متر (بعد از اجرای پخش سیلاب) استفاده شد. علاوه بر این، برای بررسی تغییرات در چاه‌های مشاهده‌ای اقدام به مقایسه سطح آب در سه دوره مهر ماه ۱۳۸۵ قبل از اولین آبیگری، مهر ۱۳۹۰ بعد از آخرین آبیگری پخش سیلاب و مهر ۹۲ که در طرح آبیگری نشده بوده، شد.

ترسیم منحنی‌های هم‌افت آب زیرزمینی دشت: جهت این کار، افت سطح آب در هفت چاه مشاهده‌ای از تفاضل سطح آب تراز شده سال ۱۳۸۲ و ۱۳۹۳ به دست آمد، از جمع این اعداد با اعداد نقاط نشانه چاه، افت سطح آب از سطح آب دریا به دست می‌آید، با استفاده از نرم‌افزار Surfer منحنی‌های هم‌افت دشت تهیه شد.

شیوه تجزیه و تحلیل اطلاعات: در این پژوهش سعی شده است که با تحلیل آمار موجود (سطح آب زیرزمینی، میزان بارندگی، میزان بهره‌برداری) اثر پخش سیلاب بر وضعیت آب‌های زیرزمینی محدوده تاثیر طرح مورد بررسی قرار گیرد. میزان تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات سطح آب زیرزمینی و همچنین، تغذیه سفره آب زیرزمینی در طی یک دوره قبل و بعد از احداث سیستم پخش سیلاب و روند تغییرات سطح آب زیرزمینی به کمک هیدروگراف واحد منطقه و معادلات بیلان مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در

وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت هشت‌بندی: تعداد چاه‌ها، عمق و آبدهی چاه‌ها و میزان تخلیه چاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

تهیه نمودار تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای: تغییرات سطح آب در هفت چاه مشاهده‌ای منطقه در سال‌های آبی مختلف بررسی و پس از کسر آن از نقاط نشانه هر چاه، سطح آب نسبت به سطح آزاد آب دریا محاسبه و در نرم‌افزار Excel در مقابل سال‌های آماری قرار گرفت.

بررسی داده‌های بارندگی: با توجه به وجود ایستگاه باران‌سنجی در منطقه، جهت بررسی داده‌های بارندگی از آمار ۲۳ ساله ایستگاه مربوط به سال‌های آبی ۸۳-۸۲ تا ۹۳-۹۲ استفاده شد.

تهیه هیدروگراف (آب‌نگار) محدوده عمل پخش سیلاب: با شبکه‌بندی منطقه مورد بررسی به روش تیسن و با توجه به آمار سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای، هیدروگراف واحد آب زیرزمینی منطقه ترسیم شد.

بررسی تاثیر پخش سیلاب بر سطح آب زیرزمینی: جهت بررسی میزان تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی، از دو سال آبی ۸۴-۸۳ با بارندگی سالانه ۳۱۹ میلی‌متر (قبل از اجرای پخش سیلاب) و

(شکل ۲). عمق متوسط چاه‌های منطقه معادل ۳۶/۱۳ متر، متوسط آبدهی چاه‌ها در منطقه برابر ۱۵ لیتر بر ثانیه بوده و حداکثر و حداقل آبدهی به ترتیب یک و ۷۵/۶ لیتر بر ثانیه و حجم تخلیه سالانه در محدوده مورد مطالعه بر اساس آخرین اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای هرمزگان بالغ بر ۳۹/۳۳ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است.

بررسی روند تغییرات سطح آب در هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای: سطح آب در هفت حلقه چاه مشاهده‌ای حفر شده در محدوده دشت مورد بررسی که به صورت ماهانه توسط شرکت آب منطقه‌ای هرمزگان انجام شده، مورد استفاده قرار گرفت. بر همین اساس نمودار تغییرات سطح آب نسبت به زمان در طول دوره ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۳ برای هر چاه ترسیم شد (شکل ۳).

تجزیه و تحلیل داده‌ها و تهیه گراف‌های مربوط از نرم‌افزار Excel و برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی و نقشه‌های مربوط از بسته‌های نرم‌افزار Arc GIS، ILWIS، Surfer استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس مراحل کار انجام شده که در روش پژوهش آورده شد، نتایج به صورت زیر بیان می‌شود.

وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیر زمینی دشت: حجم تخلیه سالانه دشت هشتبندی بر اساس آخرین اطلاعات آب منطقه‌ای هرمزگان در (جدول ۳) آورده شده است. مهمترین عامل تخلیه کننده سفره آب زیرزمینی در منطقه چاه‌های کشاورزی می‌باشند. در محدوده مورد مطالعه بالغ بر ۴۲۱ حلقه چاه وجود دارد

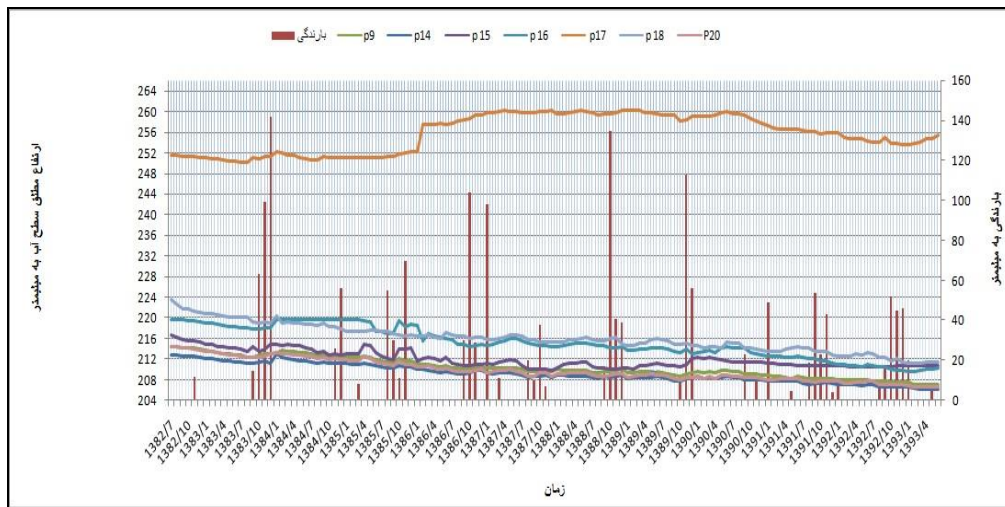
جدول ۳- وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت هشتبندی جهت مصارف مختلف

سال آبی	تعداد چاه‌ها	تخلیه بر حسب نوع مصرف (مترمکعب)			جمع تخلیه (میلیون مترمکعب)
		کشاورزی	صنعت	شرب	
۸۲-۸۳	۳۷۵	۳۶۵۸۶۵۶۲/۶۳	۰	۶۵۰۰۰۰	۳۷/۲۴
۸۳-۸۴	۳۸۰	۳۷۰۷۴۳۸۳/۴۶	۰	۶۶۵۰۰۰	۳۷/۷۴
۸۴-۸۵	۳۸۵	۳۷۵۶۲۲۰۴/۳	۰	۶۷۸۰۰۰	۳۸/۲۴
۸۵-۸۶	۳۹۵	۳۸۵۳۷۸۴۵/۹۷	۰	۶۹۵۰۰۰	۳۹/۲۳
۸۶-۸۷	۴۰۳	۳۹۳۱۸۳۵۹/۳	۰	۷۲۵۰۰۰	۴۰/۰۴
۸۷-۸۸	۴۱۴	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۰	۷۶۲۵۰۰	۴۱/۱۵
۸۸-۸۹	۴۱۴	۴۰۳۹۱۵۶۵/۱۴	۰	۷۷۸۵۰۰	۴۱/۱۷
۸۹-۹۰	۴۱۵	۴۰۴۸۹۱۲۹/۳۱	۰	۸۱۰۰۰۰	۴۱/۳۰
۹۰-۹۱	۴۱۶	۴۰۵۸۶۶۹۳/۴۷	۰	۸۴۵۰۰۰	۴۱/۴۳
۹۱-۹۲	۴۱۷	۴۰۶۸۴۲۵۷/۶۴	۰	۸۶۵۰۰۰	۴۱/۵۵
۹۲-۹۳	۴۲۱	۴۱۰۷۴۵۱۴/۳۱	۰	۸۹۲۵۰۰	۴۱/۹۷
متوسط	-----	۳۹۳۳۶۰۹۸/۲۴	۰	۷۶۰۵۴۵،۴۵	۴۰/۱۰
جمع دوره بیلان	۴۲۱	۴۳۲۶۹۷۰۸۰/۶	۰	۸۳۶۶۰۰۰	۴۴۱/۰۶

۱۱ساله از مهر ماه سال ۱۳۸۲ تا شهریور ماه سال ۱۳۹۳ انتخاب شد. با توجه به اینکه ترسیم این نمودار نیاز به شبکه تیسن دارد، ابتدا موقعیت هفت چاه مشاهداتی که دارای طول داده مناسبی می‌باشند، وارد نرم‌افزار GIS شد. سپس با استفاده از ابزار Create Thiessen Polygons این نرم‌افزار محدوده‌های تیسن برای هر یک از این چاه‌های مشاهده‌ای ترسیم (شکل

بررسی هیدروگراف واحد محدوده دشت هشتبندی: با شبکه‌بندی منطقه مورد بررسی به روش تیسن و با توجه به آمار متوسط سطح آب زیرزمینی در هفت چاه‌های مشاهداتی (جدول ۴)، هیدروگراف واحد آب زیرزمینی منطقه ترسیم شد (شکل ۵). جهت ترسیم هیدروگراف واحد پس از بررسی داده‌ها چاه‌های مشاهداتی منطقه یک دوره

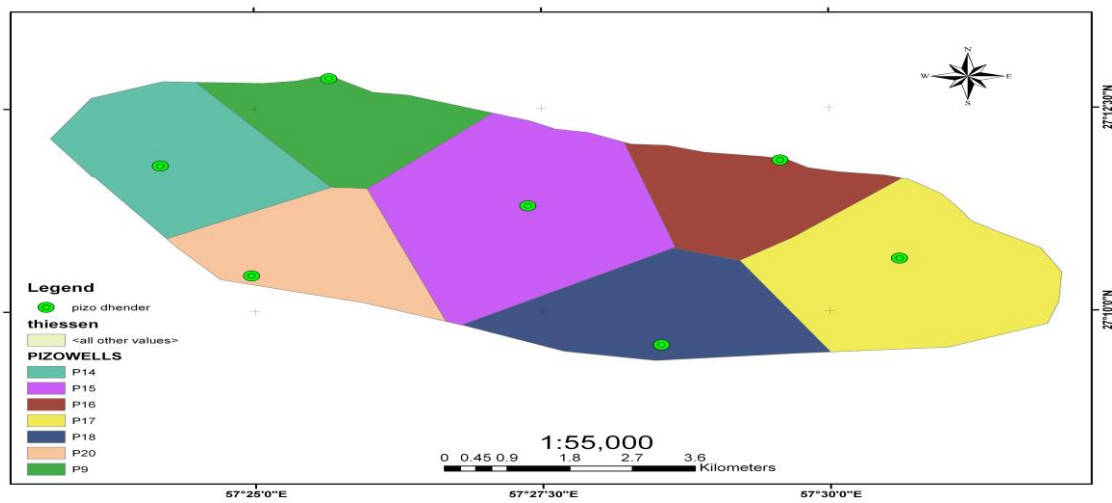
(۴) و مساحت مربوط به هر محدوده محاسبه شد (جدول ۴).



شکل ۳- نمودار تغییرات هر کدام از چاه‌های مشاهده‌ای

جدول ۴- وسعت محدوده‌های مرز مورد نظر

وسعت محدوده (کیلومتر مربع)	شماره چاه مشاهده‌ای
۵/۶۶	۹
۸/۱	۱۴
۱۳/۳	۱۵
۵/۸۷	۱۶
۱۱/۶۱	۱۷
۷/۹	۱۸
۶/۳۶	۲۰



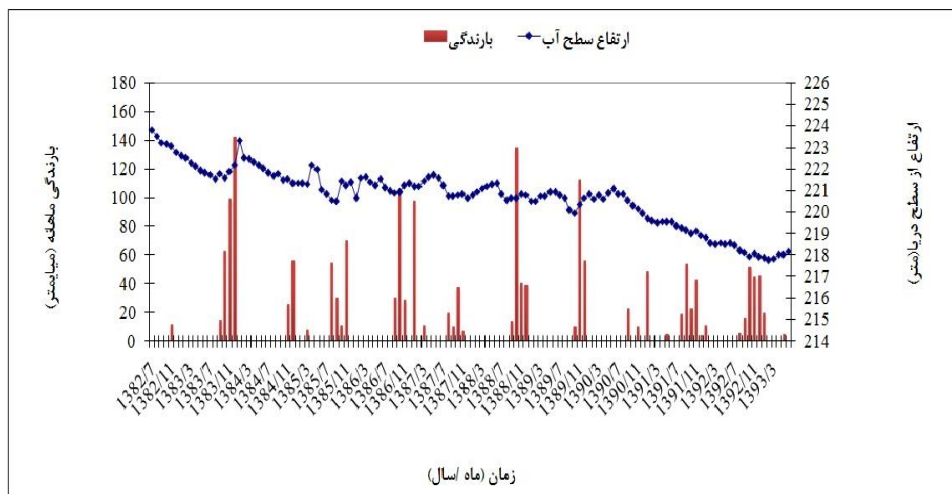
شکل ۴- نقشه محدوده تیسن چاه‌های مشاهده‌ای در دشت هشتبندی

جدول ۵- آمار بارندگی ماهانه و سالانه ایستگاه باران سنج چراغ آباد، هشتبندی از سال ۸۲ تا ۹۳

روزهای بارانی	حد اکثر ۲۴ ساعته	جمع سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال
۱	۱۲	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	۰	۰	۰	۸۲-۸۳
۱۷	۷۰	۳۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۲	۹۹	۶۳	۱۵	۰	۰	۸۳-۸۴
۵	۴۰	۸۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۶	۲۶	۰	۰	۰	۰	۸۴-۸۵
۱۱	۳۰	۱۷۴	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۷۰	۱۱	۳۰	۵۵	۰	۸۵-۸۶
۹	۳۰	۱۶۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹	۱۰۴	۳۰	۰	۰	۸۶-۸۷
۱۴	۴۳	۱۸۴	۰	۰	۰	۱۱	۰	۹۸	۰	۷	۳۸	۱۰	۲۰	۰	۸۷-۸۸
۱۱	۹۰	۲۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۹	۴۱	۱۳۵	۱۴	۰	۰	۸۸-۸۹
۵	۷۰	۱۷۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۶	۱۱۳	۱۰	۰	۰	۰	۸۹-۹۰
۴	۱۳	۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۰	۲۳	۰	۰	۰	۹۰-۹۱
۱۶	۲۶	۱۹۷	۰	۵	۰	۰	۰	۴۹	۴	۴۳	۲۳	۵۴	۱۹	۰	۹۱-۹۲
۱۷	۳۶	۱۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱	۴۶	۴۵	۵۲	۱۶	۶	۰	۹۲-۹۳

جدول ۶- ارتفاع مطلق متوسط سطح آب زیرزمینی محدوده دشت مورد نظر (۱۳۸۲-۱۳۹۳)

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال
۲۲۱/۸۴	۲۲۱/۹۴	۲۲۲/۱۱	۲۲۲/۲۷	۲۲۲/۵۳	۲۲۲/۶۱	۲۲۲/۷۹	۲۲۳/۰۶	۲۲۳/۱۹	۲۲۳/۲۴	۲۲۳/۵۳	۲۲۳/۸۲	۸۲-۸۳
۲۲۲/۰۲	۲۲۲/۱۷	۲۲۲/۳۳	۲۲۲/۴۶	۲۲۲/۵۱	۲۲۳/۳۴	۲۲۲/۱۹	۲۲۱/۹۰	۲۲۱/۵۹	۲۲۱/۸۰	۲۲۱/۵۲	۲۲۱/۷۵	۸۳-۸۴
۲۲۱/۰۶	۲۲۱/۹۹	۲۲۲/۲۰	۲۲۱/۳۰	۲۲۱/۳۲	۲۲۱/۳۶	۲۲۱/۳۴	۲۲۱/۵۴	۲۲۱/۴۸	۲۲۱/۸۱	۲۲۱/۶۶	۲۲۱/۸۲	۸۴-۸۵
۲۲۱/۵۳	۲۲۱/۲۲	۲۲۱/۴۱	۲۲۱/۶۴	۲۲۱/۶۱	۲۲۰/۶۴	۲۲۱/۳۷	۲۲۱/۲۴	۲۲۱/۴۵	۲۲۰/۵۲	۲۲۰/۵۷	۲۲۰/۸۳	۸۵-۸۶
۲۲۱/۵۷	۲۲۱/۸۳	۲۲۱/۶۲	۲۲۱/۴۵	۲۲۱/۲۰	۲۲۱/۱۸	۲۲۱/۳۳	۲۲۱/۲۴	۲۲۰/۹۴	۲۲۰/۹۱	۲۲۰/۹۹	۲۲۱/۱۲	۸۶-۸۷
۲۲۱/۳۱	۲۲۱/۲۷	۲۲۱/۲۱	۲۲۱/۱۰	۲۲۰/۹۵	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۶۳	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۸۰	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۷۲	۲۲۱/۲۲	۸۷-۸۸
۲۲۰/۹۵	۲۲۰/۹۳	۲۲۰/۷۲	۲۲۰/۷۶	۲۲۰/۵۱	۲۲۰/۵۰	۲۲۰/۸۱	۲۲۰/۸۳	۲۲۰/۶۴	۲۲۰/۶۵	۲۲۰/۵۵	۲۲۰/۸۲	۸۸-۸۹
۲۲۱/۰۹	۲۲۰/۹۰	۲۲۰/۶۰	۲۲۰/۷۹	۲۲۰/۶۰	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۶۶	۲۲۰/۳۷	۲۱۹/۹۷	۲۲۰/۰۹	۲۲۰/۶۲	۲۲۰/۷۸	۸۹-۹۰
۲۱۹/۵۴	۲۱۹/۵۶	۲۱۹/۵۷	۲۱۹/۵۰	۲۱۹/۶۰	۲۱۹/۷۱	۲۱۹/۹۶	۲۲۰/۱۶	۲۲۰/۲۹	۲۲۰/۵۲	۲۲۰/۸۵	۲۲۰/۸۵	۹۰-۹۱
۲۱۸/۵۷	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۸	۲۱۸/۵۰	۲۱۸/۵۷	۲۱۸/۸۲	۲۱۸/۹۴	۲۱۹/۱۲	۲۱۹/۰۲	۲۱۹/۱۶	۲۱۹/۲۴	۲۱۹/۳۵	۹۱-۹۲
۲۱۸/۱۸	۲۱۸/۰۰	۲۱۸/۰۰	۲۱۷/۸۴	۲۱۷/۷۸	۲۱۷/۸۶	۲۱۷/۹۲	۲۱۸/۰۵	۲۱۷/۹۴	۲۱۸/۱۳	۲۱۸/۲۱	۲۱۸/۴۵	۹۲-۹۳



شکل ۵- هیدروگراف واحد دشت از مهر ۸۲ تا شهریور ۹۳

آبخوان (S) برابر چهار درصد و مساحت محدوده بیلان برابر ۵۸/۸ کیلومتر مربع، از رابطه $\Delta V = A \times S \times \Delta t$ ، تغییرات حجم ذخیره دینامیک آبخوان طی دوره ۱۱ ساله بیلان معادل منفی ۱۳/۲۶ میلیون مترمکعب بوده و یا سالیانه به طور متوسط ۱/۲ میلیون مترمکعب کاهش نشان می‌دهد که افت متوسط سالیانه برابر ۰/۵۱۲ متر در سطح سفره آب زیرزمینی را به همراه دارد.

مقایسه تغییرات متوسط سطح آب زیرزمینی برای سال‌های قبل و بعد از احداث پخش

سیلاب: جهت بررسی تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی علاوه بر استفاده از روش هیدروگراف واحد دشت و هیدروگراف هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای در طول دوره بیلان، از دو سال آبی ۸۴-۸۳ با بارندگی سالانه ۳۱۹ میلی‌متر (قبل از اجرای طرح) و سال آبی ۹۰-۸۹ با بارندگی ۲۲۹ میلی‌متر (بعد از اجرای طرح) استفاده شد. بدین ترتیب بعد از محاسبه ارتفاع متوسط سطح دشت برای دو سال آبی فوق، تغییرات سطح آب از شروع سال آبی تا پایان سال آبی محاسبه شد. محاسبات نشان می‌دهد که میزان تغییرات سطح آب در سال آبی ۸۴-۸۳ با بارندگی ۳۱۹ میلی‌متر برابر ۰/۲۶ و میزان تغییرات برای سال آبی ۹۰-۸۹ با بارندگی ۱۷۹ میلی‌متر برابر ۰/۳۱ متر بوده است. یعنی حتی با کاهش میزان بارندگی رقوم سطح آب چاه‌ها با وجود پخش سیلاب، افزایش داشته که این تفاوت به رقم ۰/۰۵ متر در کل سطح سفره آب زیرزمینی منجر شده است که این مهم قطعا در اثر احداث پخش سیلاب و تغذیه ناشی از آن در طول سال آبی ۹۰-۸۹ بوده و با داشتن ضریب ذخیره آبخوان چهار درصد و سطح کل سفره ۵۸/۸ کیلومتر مربع، حجم ذخیره از طریق پخش سیلاب به رقمی بالغ بر ۰/۱۱۷۶ میلیون مترمکعب در سال ۹۰-۸۹ می‌رسد.

بررسی تغییرات سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای موجود در سال‌های قبل و بعد از

احداث طرح: برای بررسی تغییرات در چاه‌های مشاهده‌ای اقدام به مقایسه سطح آب در سه دوره، مهر ماه ۱۳۸۵ (قبل از اولین آبیگیری پخش سیلاب) و

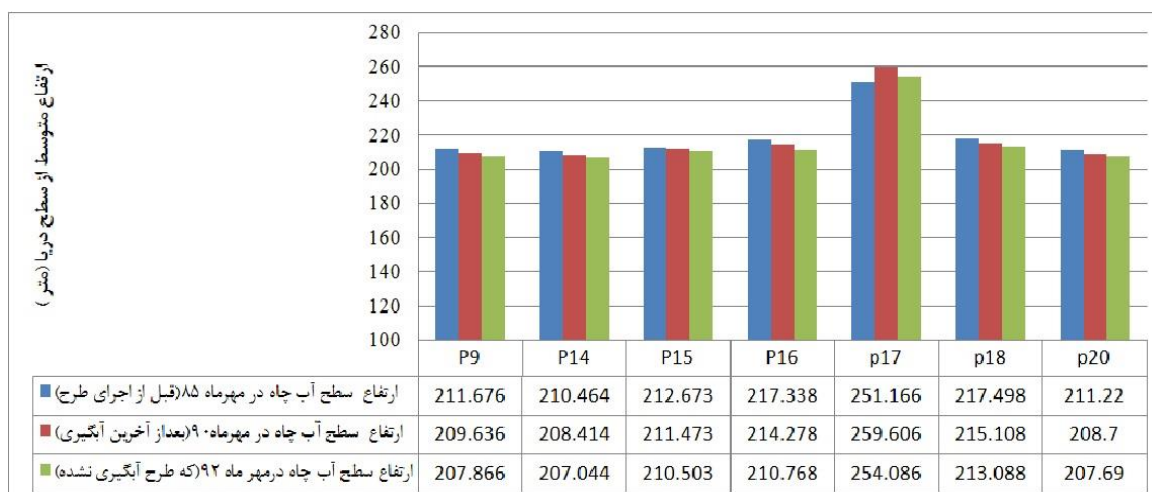
نتایج حاصل از بررسی هیدروگراف واحد دشت نشان می‌دهد که از اول مهر ۱۳۸۲ تا پایان شهریور ۱۳۸۵ رقوم سطح آب از ۲۲۳/۸۲ به ۲۲۱/۰۶ کاهش یافته است، یعنی در طول دوره سه‌ساله ۲/۷۶ متر افت در سطح سفره را نشان می‌دهد (در طی سه سال ۶/۴۹ میلیون مترمکعب افت را نشان می‌دهد). از ابتدای سال آبی ۸۶-۸۵ رقوم سطح آب از ۲۲۰/۸ به رقوم ۲۱۸/۱۸ در پایان شهریور ماه ۱۳۹۳ رسیده است، یعنی در طول یک دوره هشت‌ساله به میزان ۲/۶۲ متر کاهش در سطح آب را نشان می‌دهد. با وجود اینکه تعداد چاه‌ها نیز افزایش صعودی داشته است، ولی میزان افت سطح آب بسیار کمتر از دوره سه‌ساله ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۵ می‌باشد. یعنی در طول این دوره هشت‌ساله به طور متوسط سالانه ۰/۳۲ متر کاهش در سطح سفره آب مشاهده می‌شود (در طول هشت سال ۶/۱۶ میلیون مترمکعب افت را نشان می‌دهد) اما در طول دوره سه‌ساله قبل از احداث سیستم پخش سیلاب این مقدار به طور متوسط سالانه رقمی معادل ۰/۹۲ متر افت را نشان می‌دهد.

با توجه به هیدروگراف واحد دشت از ابتدای دوره روند کاهشی ارتفاع سطح آب شروع شده و روند افزایشی دوباره هیدروگراف از دی ماه سال ۸۵ همزمان با شروع آبیگیری طرح پخش سیلاب بوده که سبب افزایش تدریجی ارتفاع سطح آب شده است و این روند تا سال ۹۰-۸۹ ادامه داشته و بعد از این تاریخ به علت خشکسالی بر منطقه مستولی بوده و طرح آبیگیری نشده که به تبع آن هیدروگراف روند کاهش در پیش گرفته و به تدریج بر سرعت کاهش ارتفاع سطح آب دشت افزوده شده است. به طور کلی از ابتدای دوره بیلان در مهر ماه سال آبی ۸۳-۸۲ لغایت پایان دوره در شهریور ماه ۹۳-۹۲ ارتفاع مطلق سطح آب دشت از رقوم ۲۲۳/۸۲ متر تا رقوم ۲۱۸/۱۸ متر کاهش یافته و جمعا ۵/۶۴ متر و به عبارتی دیگر سالیانه به طور متوسط ۰/۵۱۲ متر از ارتفاع مخزن آب زیرزمینی کاسته شده است.

تغییرات حجم ذخیره آب آبخوان (ΔV): با احتساب تغییرات سطح آب محدوده دشت طی مهر ماه سال آبی ۸۳-۸۲ (۲۲۳/۸۲) و شهریور ماه سال آبی ۹۳-۹۲ که برابر ۵/۶۴- متر بوده و اعمال ضریب

۱۳۹۰، بعد از آن آخرین آبیگری پخش سیلاب، ۸/۴۴ متر افزایش را نسبت به قبل از اجرای طرح نشان می‌دهد، ولی زمانی که طرح به‌علت کاهش بارندگی و عدم سیلاب آبیگری نشده یعنی مهر ماه ۱۳۹۲، سطح آب همین چاه، ۵/۵۲ متر کاهش را نسبت به قبل از آخرین آبیگری طرح نشان می‌دهد که این نشان دهنده میزان تأثیر پخش سیلاب در افزایش سطح آب چاه مذکور می‌باشد.

مهر ۱۳۹۰ (بعد از آخرین آبیگری) و مهر ۱۳۹۲ (که طرح آبیگری نشده بود)، شد. به‌طور کلی، متوسط رقوم سطح آب از سطح دریا در قسمت‌های مرکزی دشت و حاشیه‌ای (که کمتر تحت تأثیر پخش سیلاب بوده اند) و مناطق نزدیک پخش سیلاب (که تحت تأثیر مستقیم پخش سیلاب بوده‌اند) در قبل و بعد از اجرای طرح به‌ترتیب برابر ۲۱۳/۴، ۲۰۹/۵ و ۲۵۱، ۲۵۴ می‌باشد. از طرفی با توجه به چاه شماره ۱۷ در شکل ۶، نشان می‌دهد که سطح آب چاه در مهر



شکل ۶- مقایسه سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در قبل و بعد از اجرای پخش سیلاب

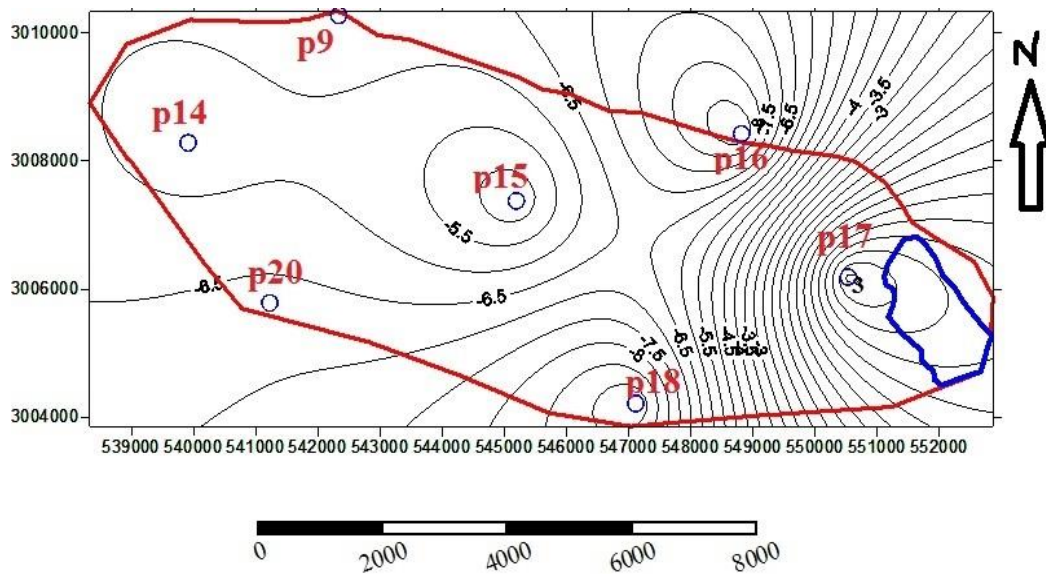
سیلاب قرار داشته و بیشترین حجم سیل‌گیری را دارد، بنابراین افزایش آب آن را می‌توان به تأثیر پخش سیلاب نسبت داد و بیشترین افت، مربوط به چاه مشاهده‌ای P16 و P18 است که علت این امر در حاشیه قرار گرفت چاه مشاهده‌ای و تأثیر کم شبکه پخش سیلاب و قرار گرفتن آن‌ها در مرکز اراضی کشاورزی پایین‌دست می‌باشد.

بررسی منحنی هم‌افت آب زیرزمینی دشت هشتبندی: با استفاده از داده‌های هفت چاه مشاهده‌ای منطقه در محیط سورفر این منحنی‌ها ترسیم شدند (شکل ۷).

بررسی منحنی‌های هم‌افت دشت نشان می‌دهند که بیشترین افزایش تراز آب زیرزمینی مربوط به چاه مشاهده‌ای شماره P17 بوده که در ۵۵۵ متری پخش

جدول ۷- میزان افت سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای نسبت به آغاز دوره بیان

شماره چاه مشاهده‌ای	میزان افت نسبت به آغاز دوره
۹	-۶/۳۶
۱۴	-۵/۷۲
۱۵	-۴/۵۳
۱۶	-۹
۱۷	۳/۳
۱۸	-۹/۵۲
۲۰	-۶/۷۱



شکل ۷- نقشه هم‌افت آب زیرزمینی دشت هشتبندی نسبت به آغاز دوره بیلان

نتیجه‌گیری

تأثیر چند مرحله سیل‌گیری در هیدروگراف کلی دشت، علی‌رغم تأثیرگذاری نسبی در بیلان سفره مشخص نیست، اما در هیدروگراف چاه مشاهده‌ای نزدیک طرح پخش سیلاب قابل رویت است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، با وجود آنکه روند عمومی سطح آب زیرزمینی به رغم عملکرد پخش سیلاب حالت نزولی است، دست کم در بخش از محدوده شرقی دشت یعنی چاه مشاهده‌ای شماره ۱۷ که تأثیر بیشتری از پخش سیلاب می‌پذیرد، سطح آب چاه به میزان $2/92$ نسبت به قبل از اجرای طرح افزایش یافته است و با فاصله از طرح پخش سیلاب به سمت غرب از اثرات آن کاسته می‌شود. اما بیشترین افت در قسمت‌های حاشیه‌ای و مرکزی و غربی آبخوان رخ می‌دهد، که اثرات تغذیه بر روی آن ناچیز است و تراکم چاه‌های بهره‌برداری نیز در منطقه زیاد است. به‌طور کلی پخش سیلاب هشتبندی باعث توقف روند افت آبخوان نشده است، اما تا حدودی از شدت افت آبخوان کاسته است. با توجه به نتایج ذکر شده می‌توان به فرضیه پژوهش پاسخ مثبت داد و بیان داشت که پخش سیلاب هشتبندی بر تغییرات کمی سفره آب زیرزمینی تأثیر مثبت دارد، نتایج حاصل از تحقیق حاضر در این زمینه با نتایج تحقیق Rajae و Ahmadian Yazdi (۲۰۰۷)، Salimikochi (۲۰۱۱)،

Ghahari (۲۰۰۰)، Choopani (۲۰۰۷)، Moghadas و Viskarami (۲۰۱۴)، Gandomkar و همکاران (۲۰۱۳) و Ghazanfarpour و Daheshizadeh (۲۰۰۷) مطابقت دارد. در تحقیق‌های مذکور، چاه‌هایی که کمترین فاصله را نسبت به شبکه‌های پخش سیلاب داشته‌اند، بیشترین مقدار تغییرات را در سطح آب داشته‌اند.

پیشنهادات

جهت جلوگیری از بحرانی شدن وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت، پیشنهاد می‌شود که با نصب کنتور هوشمند بر روی تمام چاه‌ها امکان مطالعه دقیق تراز آب زیرزمینی دشت هشتبندی وجود داشته باشد. همچنین، توجه فوری به لگام گسیخته تراز آب زیرزمینی دشت، از طریق بستن چاه‌های غیرمجاز و محدود کردن استخراج از سایر چاه‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است که نادیده گرفتن آن موجب نابودی اقتصاد کشاورزی دشت و شور شدن منابع آب شور را فراهم می‌آورد. بدین جهت پیشنهاد می‌شود، به‌منظور جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی ممنوعیت دشت همچنان ادامه یابد. همچنین، جهت ارزیابی و پایش دقیق‌تر کمی و کیفی پخش سیلاب بر آبخوان پیشنهاد می‌شود، در ابتدای ورودی سیلاب به محدوده، سیستم هیدرومتری احداث و نصب شود.

تشکر و قدردانی

منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان میناب به خصوص از مهندس خسرو مسلمی به خاطر در اختیار دادن داده‌ها و اطلاعات لازم تقدیر و تشکر نمایند.

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان به خصوص مهندس هدایت‌اله ذاکری نوبندگان و اداره

منابع مورد استفاده

1. Alizadeh, A. 2000. Principles of applied hydrology. Astan Quds Razavi, Mashhad, 870 pages.
2. Baza, M. 2001. Inference of a drought mitigation action plan. Expert Consultation and Workshop on Drought Preparedness and Mitigation in the Near East and Mediterranean Organized by FAO/RNG. ICARDA and EV, Syria 27-31.
3. Ghahari, Gh.R. and A. Gandomkar. 2015. Effect of aquifer management on groundwater changes in Gareh Bygone Plain. Watershed Engineering and Management, 2: 172-183 (in Persian).
4. Choopani, S. 2000. Groundwater investigation in the Sarchahan Plain, Hormozgan, Iran, in the framework of the Sarchahn flood spreading evaluation. MSc Thesis in Water Resources, ITC, The Netherland, 80 pages.
5. Ghazanfarpour, N. and M. Daheshtizadeh. 2007. The effects of watershed plans at the groundwater level changes in Ardestan Plains region. 4th National Conference on Science, Engineering and Management of Watershed Management (in Persian).
6. Hosseinpour, A. 2011. Assessing the impact of operations on the quantity and quality of groundwater watershed plain Lavr. MSc Thesis Watershed Management, University of Hormozgan, 84 pages.
7. Kowsar, S.A. 1997. An introduction to flood mitigation and optimization of flood water utilization: flood irrigation, artificial recharge of ground water, small earth dams. No: 150. Ministry of Jihad-e-Sazandegi, Technical Press, 520 pages (in Persian).
8. Moslemi, H. 2015. Effect of floodwater spreading underground water resources plain Hasht Bandi Province. MSc Thesis Watershed Management, Islamic Azad University Sirjan, 100 pages.
9. Moghadas, H. 2007. The effect of artificial recharge of groundwater quantity and quality of Sabzevar Plain. MSc Thesis, University Shahrood, 60 pages.
10. Mousavi, S.J. and A. Rezaei. 2011. The effects of water spreading on groundwater resources in Soharin Plain (Zanjan). The 2nd National Conference on Applied Research of Water Resources (in Persian).
11. Rajaei, S.H. and M.J. AhmadianYazdi. 2007. Evaluate the performance of systems spreading in groundwater recharge of Kashmar. The 3rd Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management (in Persian).
12. Salimikochi, R. 2011. The effects of water spreading on groundwater resources in Gareh Bygone Fasa plain. MSc Seminar, Watershed Management, Islamic Azad University of Arsanjan, 94 pages.
13. Voudouris, K., P. Diamantopoulou, G. Giannatos and P. Zannis. 2005. Groundwater recharge via deep boreholes in the Parts Industrial Area aquifer system (NW Peloponnesus, Greece). Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 65: 297 –308.
14. Viskarami, K., A. Payamani, A. Shahkarami and A.R. Sepahvand. 2013. The effects of water spreading on groundwater resources in Kohdasht Plain. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 17(65): 19-29 pages (in Persian).
15. Yuejun, Z., L. Haitao, L. Wenpeng, D. Xinguang and K. Wolfgang. 2011. Water resources management using artificial groundwater recharge to replace shallow surface water reservoirs: an example from Xinjiang China. Water Research, 55: 31-45.