علوم و مهندسی آبیاری
جلد ٤١، شماره‌ی۲، تابستان ۹۷، ص. ۱۳۳-۱۱۹

آبخیزداری راه‌کاری مناسب جهت توسعه منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران (مطالعه موردی: سد خاکی لاور- استان هرمزگان)

حمید مسلمی[1*]، سعید چوپانی[2] و راحله درویشی[3]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات سیرجان hamidmoslemi65@gmail.com
۲- عضو هیات علمی و مربی پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.
۳- فارغ التحصیل کارشناسی جغرافیا دانشگاه زابل، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۶

چکیده

یکی از راه‌حل‌های مناسب و کارآمد برای بهینه‌سازی استفاده از رواناب در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از بندها و سدهای خاکی می‌باشد که ضمن کاهش انرژی تخریبی سیل، در توسعه منابع آبی منطقه نیز موثر می‌باشد. پژوهش حاضر به بررسی عملکرد سد خاکی در تغذیه مصنوعی و نقش آن در توسعه منابع آب منطقه می پردازد. دشت لاور در فاصله ٦٠ کیلومتری شمال بندرعباس با وسعت ۲۳/۵ کیلومترمربع قرار دارد. در این دشت، طرح سد خاکی در اواخر سال ۱۳۸۲ آغاز گردیده و از سال ۱۳۸۳ شروع به آبگیری نموده است. برای بررسی تغییرات کمی آب‌های زیرزمینی، میزان این تغییرات و مقایسه آن‌ها در قبل و بعد احداث سد از پارامتر سطح ایستابی مربوط به شش حلقه چاه مشاهده‌ای و همچنین هیدروگراف واحد استفاده شد. نتایج نشان داد که سطح آب زیرزمینی پس از احداث سد تا ۱/۵ متر افزایش یافته است.

کلیدواژه‌ها: دشت لاور، سد خاکی، تغییرات سطح آب زیرزمینی، چاه مشاهده‌ای، هیدروگراف.

مقدمه

استان هرمزگان بر روی کمربند خشک جهان قرار گرفته است و دارای بارندگی کم و در حدود ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد که این میزان کمتر از ۲۵ درصد متوسط بارش دنیاست. نوع رژیم بارندگی بصورت رگباری با شدت بالا در مدت کوتاه است، به‌نحوی که سهم بارش یک سال مناطق مختلف استان عمدتاً ظرف مدت چند روز محدود در طول سال و بعضاً حتی در یک روز و یک بارش رخ می‌دهد و در بقیه روزهای سال بارندگی وجود ندارد. در این استان بیشتر رودخانه‌ها بصورت فصلی بوده و بعلت وجود تشکیلات زمین شناسی آلوده کننده نظیر گنبدهای نمکی، بسیاری از رودخانه‌های دایمی از کیفیت مناسب برخوردار نیست و به‌همین دلیل با اتکاء به آبخوان‌ها، عمده آب مورد مصرف در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت از منابع آب‌های زیرزمینی استخراج می‌گردد، لذا بر لزوم تغذیه منابع آب زیرزمینی و تقویت آن می‌افزاید (Choopani, 2013). یکی از روش‌هایی که در این‌گونه مناطق در بهره‌برداری از پتانسیل بارش‌ها و توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی منطقه مفید می‌باشد، اجرای طرح‌های آبخیزداری است. در راستای همین اهداف از سوی مدیریت آبخیزداری استان هرمزگان در سال۱۳۸۲ اقدام به احداث سد خاکی در بالادست دشت لاور از توابع بخش فین شهرستان بندرعباس شده است.

در ارتباط با اثر سدها بر منابع آبی، تاکنون مطالعات بسیاری صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها در داخل و خارج از کشور اشاره می‌شود:

Klantari et al. (2012) علت افزایش سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت اوان دزفول را نفوذ آب دریاچه سد کرخه و توسعه شبکه آبیاری در دشت اوان بیان کردند.

نتایج پژوهش Fakhari et al. (2015) در بررسی تاثیر احداث سد خاکی دوستی بر منابع آب زیرزمینی دشت سرخس، نشان داد که با گذشت چند سال از احداث سد دوستی، برداشت بی‌رویه از منابع آبی از یک سو و کاهش میزان رواناب سد دوستی از سوی دیگر باعث افزایش میزان افت در سطح آب شده است. در طول چند سال اخیر احداث سد دوستی، باعث تغذیه آبخوان سرخس وابسته به حجم آب خروجی از سد گردیده است.

Moslemi et al. (2016) تاثیر سد آبخیزداری زروم بر کمیت آب‌های زیرزمینی قسمتی از دشت توکهور در استان هرمزگان را مورد بررسی قرار دادند، برای بررسی اثر سد بر سطح آب از دو حلقه چاه شاهد و سه حلقه چاه آزمایشی در دو دوره قبل و بعد از احداث سد استفاده کردند. نتایج نشان داد با وجود این که داده‌های بارش منطقه در دوره قبل و بعد از اجرای پروژه تغییرات

چندانی نداشته، ولی سطح آب در همه چاه‌های آزمایشی در دوره بعد از اجرای سد افزایش ولی در چاه‌های شاهد کاهش یافته است. Ashraf et al. (2007) در ارزیابی تاثیر سه سد کوچک بر سطح آب‌های زیرزمینی در بخش راولپندی پاکستان، تغییرات سطح آب در چاه‌های مجاورت سدها در قبل و بعد از احداث سدها مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد، سطح آب‌های زیرزمینی از سه تا پنج متر نسبت به‌قبل از احداث سد افزایش یافته است و با توجه به افرایش سطح آب زیرزمینی تعداد چاه‌ها از ۱۳۵ به ۵۰۰ حلقه رسید.

Bouri و Ben (2010) اثرات سی ساله یک طرح تغذیه مصنوعی (سد) را در تبولیا نونس مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این طرح شرایط کیفی و کمی آبخوان را بهبود بخشیده است.

در بررسی تغذیه آبخوان توسط سد که در نزدیک چنائی هند انجام دادند، نتایج نشان داد که سطح آب زیرزمینی پس از احداث سد اصلاحی تا ۱/۵ متر افزایش یافته است (Parimala Renganayaki and Elango, 2013).

تاثیر سدها بر آب‌های زیرزمینی می‌تواند از طریق تاثیر آن بر کاهش روند افت سطح آب زیرزمینی در پیزومترهای پایین‌دست منطقه و بالارفتن سطح آب زیرزمینی و رونق بیش‌تر کشاورزی در مناطق پایین‌دست طرح‌ها در مناطق مختلف سنجیده شود.

طرح احداث سد خاکی لاور با هدف اثرگذاری مثبت اقتصادی و اجتماعی در منطقه به اجرا در آمده است. لذا جهت بررسی و ارزیابی چگونگی این تاثیرگذاری نیاز به مطالعه دقیق و تحقیق در مورد اثرات آن بر منابع آبی منطقه می‌باشد. نتیجه این کار با دستیابی به اثرات مثبت یا منفی کمی سد بر منابع آب منطقه می‌تواند جهت مدیریت و برنامه‌ریزی این‌گونه طرح‌ها و مکان یابی مناسب آنها مورد استفاده قرار گیرد. پژوهش حاضر به بررسی عملکرد سد خاکی در تغذیه مصنوعی و نقش آن در توسعه منابع آب منطقه می پردازد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه و سد مورد مطالعه

دشت لاور در فاصله ۶۰ کیلومتری شمال شهرستان بندرعباس و بین طول‌های جغرافیایی۵۶ درجه و ۵۱ دقیقه و ۶ ثانیه تا ۵۶ درجه و ۹ دقیقه و ۵۵ ثانیه شرقی و عرض‌های ۲۷ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۵ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۳۲ دقیقه و۶ ثانیه شمالی واقع شده است (شکل ۱). این دشت در ناودیسی با وسعت ۲۳/۵ کیلومتر مربع با طول ۹ کیلومتر و با عرض متوسط ۲/۵ کیلومتر واقع شده است که حداقل ارتفاع آن از سطح دریا ۲۴۰ متر و حداکثر دارای ارتفاع ۳۰۰ متر می‌باشد. اقلیم منطقه مورد مطالعه (طبق روش آمبرژه) بیابانی گرم میانه تا بیابانی گرم شدید می‌باشد. سفره آب زیرزمینی دشت از نوع آزاد بوده و توسط ارتفاعات ماسه سنگی و کنگلومرایی احاطه شده است. از نظر زمین‌شناختی منطقه مورد مطالعه در ناحیه ساختاری زاگرس چین‌خورده قرار داشته و به لحاظ لیتولوژی و چینه‌شناسی، غالب منطقه متعلق به دوران سوم زمین شناسی می‌باشد. بافت رسوبات آبرفتی دشت را عمدتاً شن و ماسه تشکیل می‌دهد که در بین آن‌ها میان لایه‌های ریزدانه سیلتی و رسی نیز وجود دارد. سایر مشخصات حوضه آبخیز دشت در جدول (۱) ذکر گردیده است. سد خاکی در بالادست دشت لاور و در قسمت شرقی دشت در مختصات ۵۶ درجه و ۹ دقیقه و ۶ ثانیه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۳۳ دقیقه و ۴ ثانیه عرض شمالی و بر روی رودخانه‌ای که دارای تکیه‌گاه‌های کنگلومرایی است، احداث شده است و رواناب‌های حاصل از دو زیرحوضه سرزه رضوان و ارتفاعات گنو را در فصول سیلابی در مخزن این سد جمع‌آوری می‌کند. بخش عمده‌ای از حوضه‌های آبخیز این دو رودخانه شامل اراضی کوهستانی بوده و مرز حوضه به ارتفاعات کوه گنو در قسمت جنوب و کوه ذرتو در شمال منتهی می‌گردد. آبراهه‌های اصلی حوضه آبخیز با جهت کلی جنوب غربی به شمال شرقی نزولات جوی را جمع‌آوری می‌کنند. این حوضه از سرشاخه‌های رودخانه کل می‌باشد و براساس تقسیم بندی طرح جامع آب کشور، بخشی از حوضه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان به‌شمار می‌رود. سد خاکی از نوع همگن با سرریز جانبی می‌باشد. عملیات ساختمانی سد خاکی در سال ۱۳۸۰ آغاز و در سال ۱۳۸۲ به پایان رسید و در آذر ماه ۱۳۸۳ آب‌گیری این سد آغاز گردید. مشخصات فنی سد در جدول (۲) آورده شده است.

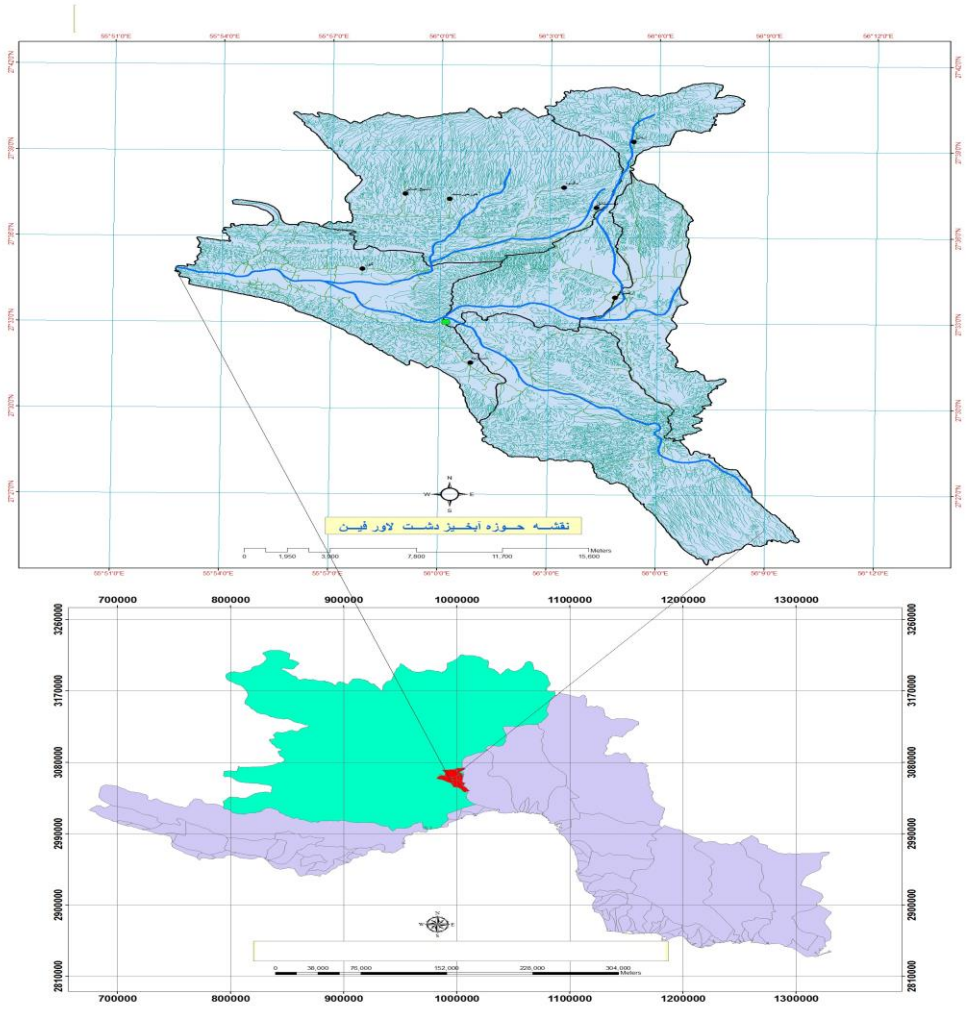
جدول ۱- برخی از مشخصات حوضه آبخیز دشت لاور

مشخصات	واحد	مقدار
وسعت دشت	کیلومتر مربع	۲۳/۵
میانگین دمای سالانه	درجه سانتی‌گراد	۲۵/۳
میانگین حداقل و حداکثر دما	درجه سانتی‌گراد	۱۷/۵ و ۳۳/۵
حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه	متر	۲۷۹ و ۲۳۴۹
متوسط تبخیر سالانه	متر	۲۷۷۸/۴
متوسط ضخامت آبرفت	متر	۵۰
متوسط وزنی ارتفاع دشت	متر	۲۵۱/۰۵

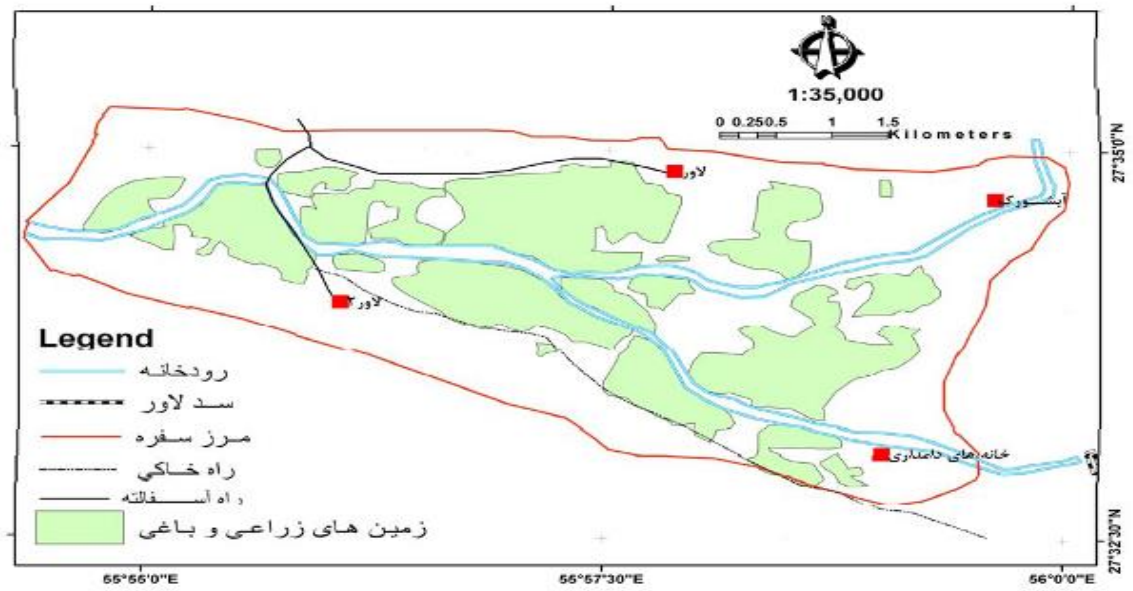
علوم و مهندسی آبیاری (مجله ی علمی- پژوهشی)، جلد ۴۱، شماره‌ی۲ تابستان ۹۷

جدول۲- مشخصات فنی سد خاکی لاور

شرح مشخصات	واحد	مقدار
مساحت حوضه آبخیز	هکتار	۲۰۳۶۹
حداکثر دبی رودخانه	مترمکعب در ثانیه	۱۸۹
ارتفاع سد	متر	۲۵
ارتفاع مؤثر	متر	۲۰
طول تاج	متر	۳۰۰
عرض تاج	متر	۱۰
عرض پایین	متر	۱۴۷/۵
عمق پی (کلید)	متر	۱/۵
شیب بدنه سراب	–	۱ : ۳
شیب بدنه پایاب	–	۱ : ۲/۵
ارتفاع سرریز	متر	۵
پهنای سرریز	متر	۲۰
دبی عبوری سرریز	مترمکعب در ثانیه	۱۹۸
قطر لوله تخلیه سد	میلی‌متر	۶۰۰
حجم آبگیری مخزن	میلیون مترمکعب	۳۵



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز لاور فین در استان هرمزگان



شکل ۲ - اراضی زیرکشت دشت لاور بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی

- میزان توسعه اراضی در قبل و بعد از اجرای سد

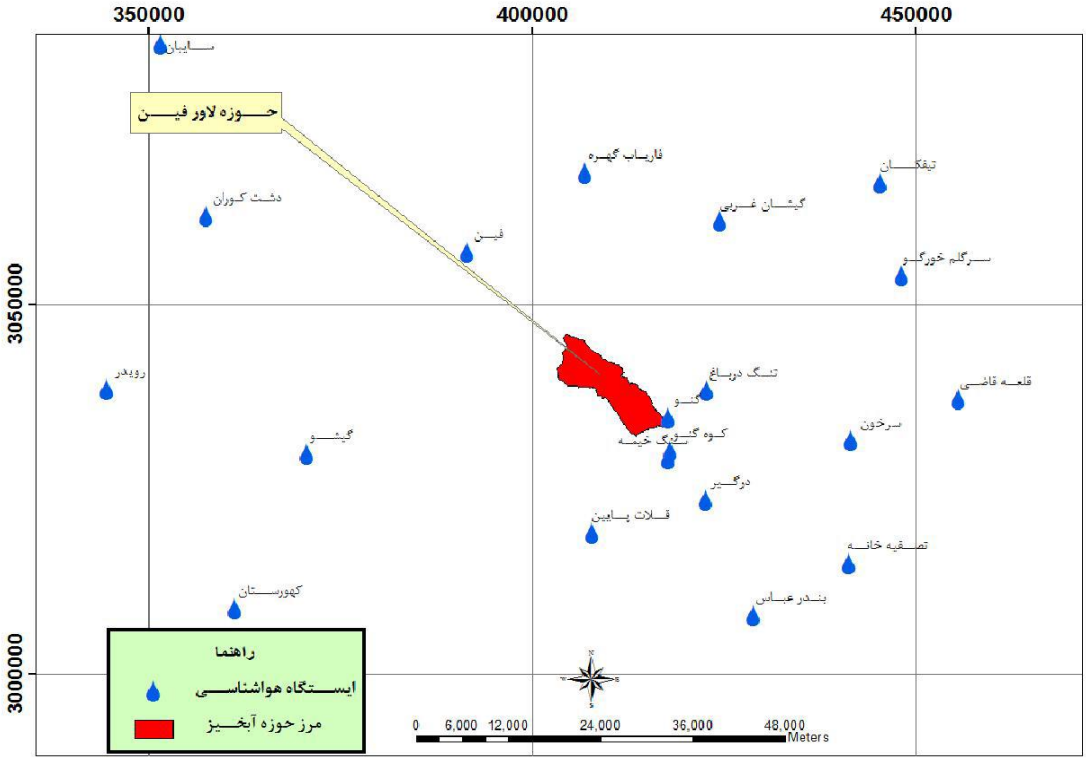
میزان زمین‌های زراعی و باغی مورد استفاده کشاورزی در دشت لاور فین به استناد مطالعات اولیه برای اجرای سد خاکی در سال ۱۳۸۱ برابر ۷۰۲ هکتار گزارش شده است. براساس تصاویر ماهواره‌ای (IRS 2010) و نقشه تهیه‌شده، میزان اراضی زیرکشت زراعی و باغی بعد از احداث سد برابر ۸۷۶ هکتار در سال ۹۰ به‌دست آمد (شکل ۲). یعنی رقمی حدود ۱۷۴ هکتار افزایش سطح زیرکشت مشاهده می‌شود. البته این رقم مربوط به اراضی زیرکشت بوده که در تصاویر ماهواره‌ای دیده می‌شوند. البته در بین این اراضی و در سطح دشت، اراضی به‌صورت آیش نیز وجود داشته است که از سطح دقیق آن‌ها چه در گذشته و چه در حال حاضر آمار دقیقی در دست نیست. لذا در تصاویر ماهواره‌ای کلیه اراضی که در بین اراضی زراعی کشاورزی واقع شده‌اند و فاقد هر گونه کشت می‌باشند، به‌عنوان اراضی آیش در نظر گرفته شدند.

- چگونگی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت لاور

منابع آب مورد استفاده در دشت لاور ترکیبی از منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد که عمدتاً برای مصارف کشاورزی استفاده می‌شود. چاه‌های در دست بهره‌برداری در قسمت‌های میانی دشت بیش‌تر از حواشی دشت می‌باشد. در مجموع ۸۵ حلقه چاه برای مصارف کشاورزی، یک حلقه چاه برای مصارف شرب و مصارف صنعتی می‌باشد. حجم تخلیه سالیانه بر اساس آخرین اطلاعات بالغ بر ۵/۵ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است. (Regional Water Company of Hormozgan Province, 2011)

- بررسی داده‌های بارندگی و تبخیر

در محدوده مورد مطالعه سه ایستگاه باران‌سنجی رضوان، فین و گنو موجود می‌باشد که ایستگاه‌های فین و گنو در خارج از حوضه آبریز دشت قرار دارند و ایستگاه باران‌سنجی رضوان با طول دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ در داخل حوضه آبریز سد لاور و دشت واقع شده است و پس از آن ایستگاه باران‌سنجی فین قرار دارد که با طول دوره آماری مناسب در قسمت شمال غربی دشت و در فاصله کمی از آن واقع شده است (شکل ۳). اما با توجه به مطالعات انجام‌یافته قبل از احداث سد که برای برآورد شاخص‌های بارش منطقه از آمار ایستگاه‌های مجاور استفاده شده است، بارش متوسط سالانه، بر پایه تحلیل آمار ایستگاه‌های مورد مطالعه ۲۴۱/۶ میلی‌متر محاسبه شد. بیشترین بارش منطقه مربوط به دی (۵۶/۵۹ میلی‌متر) و کمترین آن مربوط به خرداد (۱/۳۲ میلی‌متر) می‌باشد. از لحاظ پراکنش فصلی ۱۶/۵ درصد بارش سالانه در فصل پاییز (۳۵/۴۴ میلی‌متر)، ۶۸/۹ درصد در فصل زمستان (۱۴۷/۹۷میلی‌متر)، ۹/۸ درصد در فصل بهار (۲۱/۱۱ میلی‌متر) و ۴/۷ درصد در فصل تابستان (۱۰/۱ میلی‌متر) نازل می‌شود. برای محاسبه میانگین بارندگی دشت لاور فین و نواحی ارتفاعی آن در طول دوره با استفاده از آمار بارندگی ایستگاه‌های موجود و محاسبات انجام‌یافته، متوسط بارندگی دشت و نواحی اطراف آن محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۳). جهت بررسی تبخیر دشت لاور فین از ایستگاه تبخیرسنجی فین به‌عنوان ایستگاه معرف دشت استفاده گردیده است. میانگین تبخیر سالانه از سطح آزاد ۲۷۷۸/۴ میلی‌متر است.



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی

جدول۳- میزان تبخیر و بارندگی دشت لاور و نواحی ارتفاعی از سال ۸۰ تا ۹۰

سال آبی	بارندگی دشت (mm)	بارندگی ارتفاعات (mm)	روزهای بارانی	تبخیر سالانه (mm)
۸۰-۸۱	۱۳۹	۱۶۳	۱۲	۲۷۰۸/۲
۸۱-۸۲	۱۳۲/۷	۲۷۰/۴	۲۴	۲۶۲۶/۴
۸۲-۸۳	۷۱/۲	۱۰۵	۸	۲۹۳۵/۷
۸۳-۸۴	۳۸۴/۲	۴۸۳/۸	۲۲	۲۶۵۶/۵
۸۴-۸۵	۵۲/۷	۸۵/۳	۱۰	۲۷۹۰/۷
۸۵-۸۶	۹۶	۱۹۵	۲۳	۲۹۳۸/۴
۸۶-۸۷	۷۸/۴	۱۵۹/۷	۱۰	۲۷۹۹
۸۷-۸۸	۱۰۱/۸	۲۱۸/۶	۱۲	۲۷۷۲/۳
۸۸-۸۹	۱۲۶/۷	۲۵۸/۱	۱۰	۲۶۸۸/۱
۸۹-۹۰	۱۱۷	۲۳۸/۱	۱۲	۲۸۸۷
میانگین	۱۳۱/۴	۲۱۵/۴۳		۲۷۷۸/۴

روش پژوهش

برای تعیین محدوده‌ی طرح ابتدا حدود طبیعی حوضه آبخیز بر روی نقشه توپوگرافی ترسیم شد و سپس محدوده‌ی جغرافیایی منطقه تعیین شد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه موقعیت مکانی منابع آب زیرزمینی، نقشه آبراهه‌ها و نقشه موقعیت مکانی سد خاکی تهیه گردید (شکل ۴). جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و ارزیابی اثرات کمی طرح سد خاکی بر منابع آب زیرزمینی در بعد مکان و زمان انجام گردید.

- برآورد جریان خروجی سد

در پاییز و زمستان سال ۸۸ میزان جریان خروجی سد خاکی لاور به‌صورت کنترل‌شده توسط متصدیان و با نظارت بخش اجرا انجام گرفت. جریان آب خروجی، پس از عبور از لوله‌هایی که به‌همین منظور در دیواره سد تعبیه شده بود از طریق آبراهه‌ی طبیعی پایین‌دست سد به‌سمت اراضی کشاورزی و دشت لاور هدایت شد، لذا در مسیر جریان، در چهار محل، در چهار مقطع، اقدام به اندازه‌گیری دبی خروجی در طی دوره تخلیه آب سد گردید.

- شیوه‌ی تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای بررسی اثر سد بر سفره آب زیرزمینی از آمار مربوط به سطح تراز آب‌های زیرزمینی در پایه‌های زمانی مختلف استفاده شده و پارامترهایی از قبیل تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی، تهیه هیدروگراف هرکدام از چاه‌های مشاهده‌ای و تهیه هیدروگراف معرف آب زیرزمینی دشت و نیز مقایسه متوسط بارش سالیانه با سطح تراز آب زیرزمینی در طی یک دوره قبل و بعد از احداث سدخاکی مورد ارزیابی قرار گرفت (با توجه به آبگیری سد در سال ۱۳۸۳ بیش‌تر به داده‌های سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰تمرکز گردید تا بتوان میزان اثرات سد بر آبخوان پایین‌دست را ارزیابی نمود). علاوه بر این برای بررسی میزان تاثیر سد خاکی بر منابع آب زیرزمینی، از دو سال آبی ۸۲-۸۱ با بارندگی سالانه ۱۷۶میلی‌متر (دو سال قبل از اجرای طرح) و سال آبی ۸۹-۸۸ با بارندگی ۱۶۸ میلی‌متر (پنج سال بعد از اجرای طرح) استفاده گردید. برای بررسی تغییرات در چاه‌های مشاهده‌ای اقدام به مقایسه سطح آب در قبل و بعد اجرای طرح گردید.

نتایج و بحث

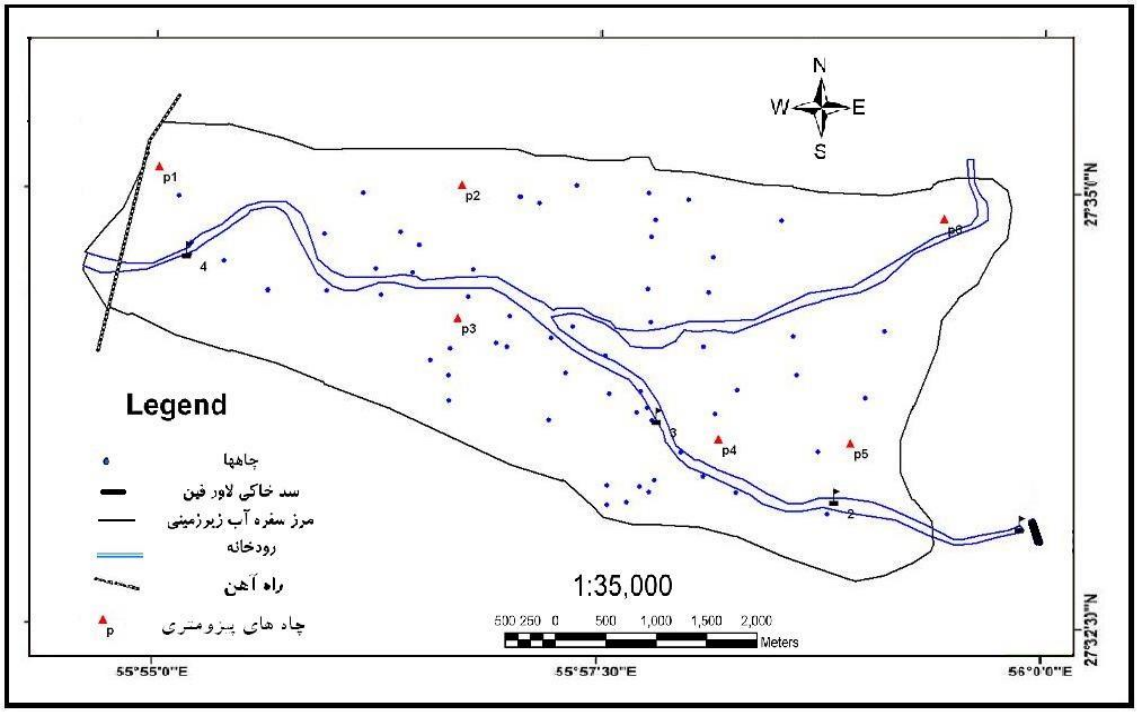
بر اساس مراحل کار انجام شده که در روش پژوهش آورده شد، نتایج به صورت زیر بیان می‌شود:

- روند تغییرات سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای منطقه

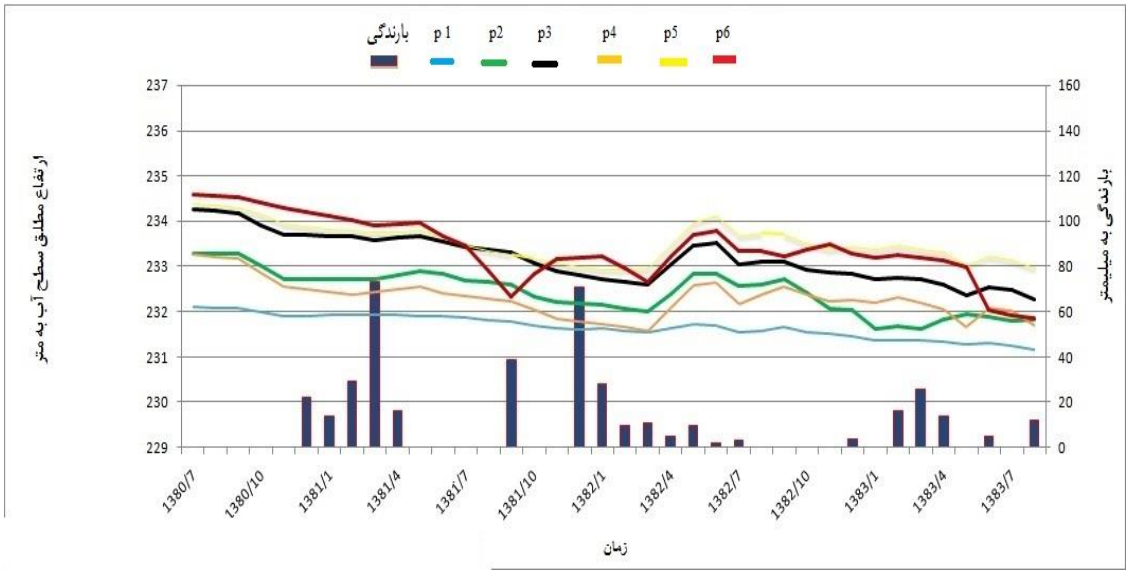
بر اساس شکل (۴) تعداد شش حلقه چاه مشاهده‌ای در دشت وجود دارد که همگی در پایین‌دست سد احداث شده‌اند. بنابراین با توجه به آمار موجود امکان سنجش میزان تغییرات آب زیرزمینی در بالادست سد وجود نداشت و سنجش میزان تغییرات سطح آب زیرزمینی تنها در پایین‌دست سد امکان‌پذیر بود. تراز سطح آب زیرزمینی پس از کسر ارتفاع نقطه نشانه هر چاه به‌دست آمد. نمودار تغییرات سطح آب نسبت به زمان در طول دوره ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۰ برای هر چاه ترسیم گردید (شکل‌های ۵ و ۶). مشخصات چاه‌ها نیز در جدول (۴) به نمایش گذاشته شده است.

جدول٤- مشخصات چاه‌های مشاهده‌ای موجود در منطقه مورد مطالعه

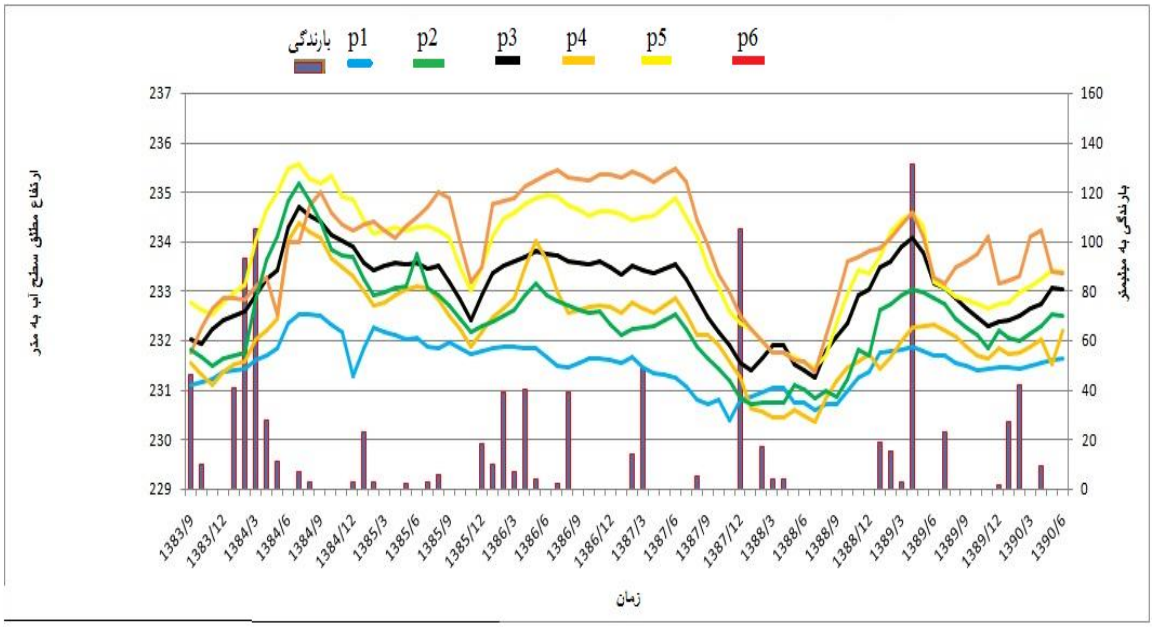
شماره چاه	Utmx	Utmy	عمق(متر)	ارتفاع از سطح زمین (متر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	۳۹۲۵۵۴	۳۰۵۱۰۲۹	۲۹/۵	۰/۵	۲۳۶/۰۶
۲	۳۹۵۹۵۱	۳۰۵۱۱۴۹	۳۳/۵	۰./۵	۲۴۳/۸۳
۳	۳۹۶۱۰۲	۳۰۴۹۴۰۸	۴۳/۷	۰/۶	۲۴۹/۹۱
۴	۳۹۷۹۷۹	۳۰۴۹۸۷۴	۵۹/۲	۰/۸	۲۵۰/۰۷
۵	۳۹۹۱۷۸	۳۰۴۸۵۷۳	۴۷/۱	۰/۵	۲۵۸/۴۸
۶	۴۰۰۰۵۵	۳۰۵۰۶۲۷	۵۲	۰/۶	۲۶۵/۹۹



شکل ٤- موقعیت سدخاکی و چاه‌های بهره‌برداری و چاه‌های مشاهده‌ای موجود در دشت لاور



شکل ۵- نمودار تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای، قبل از احداث سد خاکی



شکل ٦- نمودار تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای، بعد از احداث سد خاکی

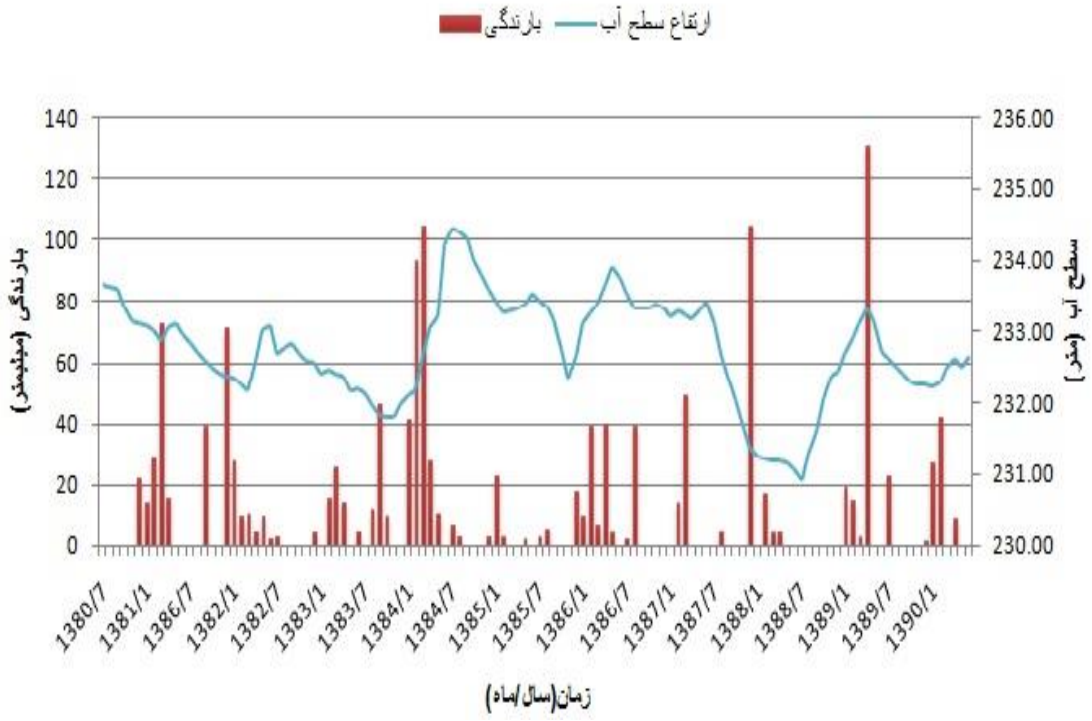
نتایج نشان می‌دهد روند کلی تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی قبل از اجرای سد خاکی در تمام چاه‌های مشاهده‌ای نزولی بوده است (شکل ۵). با توجه به هیدروگراف (شکل ۶)، در سال‌های اولیه بعد از احداث سد، یک افزایش (روند صعودی) در هیدروگراف سطح آب در چاه‌ها را نشان می‌دهد که بیش‌ترین افزایش را در سطح آب، بعد از اولین آبگیری سد، چاه مشاهده‌ای شماره ۵ داشته است که فاصله کم‌تری نسبت به سد خاکی دارد. اما در سال‌های بعد، از میزان این تاثیر کاسته شده است. بهره‌برداری بی‌رویه و وقوع خشکسالی‌های و به‌دنبال آن عدم آبگیری سد از دلایل احتمالی این پدیده می‌باشد.

- تهیه و تفسیر هیدروگراف معرف دشت

برای بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی در محدوده دشت لاور از آمار اطلاعات شش حلقه چاه مشاهده‌ای استفاده گردیده است. ابتدا برای هر چاه محاسبات لازم در طول دوره آماری مورد نظر انجام و سپس نسبت به محاسبه ارتفاع متوسط سطح دشت در طول دوره آماری مورد نظر اقدام گردید و نهایتاً ارتفاع متوسط مطلق از سطح دریا محاسبه شد (جدول۵). با شبکه‌بندی منطقه مورد بررسی به روش وزنی و با توجه به آمار تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای، هیدروگراف واحد آب زیرزمینی منطقه ترسیم گردید (شکل ۷).

جدول۵- ارتفاع متوسط سطح آب دشت لاور فین در طی دوره مورد بررسی (۱۳۹۰-۱۳۸۰)

ماه/ سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱۳۸۰	–	–	–	–	–	–	۲۳۳/۶۵	۲۳۳/۶۳	۲۳۳/۵۹	۲۳۳/۳۷	۲۳۳/۱۵	۲۳۳/۱۱
۱۳۸۱	۲۳۳/۰۷	۲۳۳/۰۳	۲۳۲/۸۸	۲۳۳/۰۶	۲۳۳/۱۱	۲۳۲/۹۷	۲۳۲/۸۵	۲۳۲/۷۱	۲۳۲/۵۸	۲۳۲/۵۰	۲۳۲/۴۲	۲۳۲/۳۸
۱۳۸۲	۲۳۲/۳۴	۲۳۲/۲۶	۲۳۲/۱۸	۲۳۲/۶۱	۲۳۳/۰۴	۲۳۳/۱۰	۲۳۲/۷۰	۲۳۲/۷۸	۲۳۲/۸۴	۲۳۲/۶۹	۲۳۲/۵۹	۲۳۲/۵۶
۱۳۸۳	۲۳۲/۴۲	۲۳۲/۴۹	۲۳۲/۴۲	۲۳۲/۳۷	۲۳۲/۱۸	۲۳۲/۲۰	۲۳۲/۱۳	۲۳۱/۹۶	۲۳۱/۸۳	۲۳۱/۷۹	۲۳۱/۷۹	۲۳۲/۰۰
۱۳۸۴	۲۳۲/۱۱	۲۳۲/۱۷	۲۳۲/۷۰	۲۳۳/۰۵	۲۳۳/۲۰	۲۳۴/۲۲	۲۳۴/۴۷	۲۳۴/۴۰	۲۳۴/۳۰	۲۳۳/۹۹	۲۳۳/۷۹	۲۳۳/۵۹
۱۳۸۵	۲۳۳/۴۱	۲۳۳/۲۷	۲۳۳/۲۹	۲۳۳/۳۳	۲۳۳/۳۸	۲۳۳/۵۴	۲۳۳/۴۳	۲۳۳/۳۷	۲۳۳/۱۷	۲۳۲/۷۶	۲۳۲/۳۵	۲۳۲/۶۶
۱۳۸۶	۲۳۳/۱۱	۲۳۳/۲۷	۲۳۳/۳۹	۲۳۳/۶۷	۲۳۳/۹۱	۲۳۳/۷۶	۲۳۳/۵۵	۲۳۳/۳۵	۲۳۳/۳۴	۲۳۳/۳۳	۲۳۳/۳۸	۲۳۳/۳۲
۱۳۸۷	۲۳۳/۲۰	۲۳۳/۳۱	۲۳۳/۲۴	۲۳۳/۱۹	۲۳۳/۳۲	۲۳۳/۴۲	۲۳۳/۱۲	۲۳۲/۶۹	۲۳۲/۳۳	۲۳۲/۰۵	۲۳۱/۶۵	۲۳۱/۴۸
۱۳۸۸	۲۳۱/۲۷	۲۳۱/۲۳	۲۳۱/۱۹	۲۳۱/۱۹	۲۳۱/۱۵	۲۳۱/۰۶	۲۳۰/۹۲	۲۳۱/۳۱	۲۳۱/۶۴	۲۳۲/۰۴	۲۳۲/۳۸	۲۳۲/۴۴
۱۳۸۹	۲۳۲/۶۸	۲۳۲/۸۹	۲۳۳/۱۳	۲۳۳/۳۲	۲۳۳/۱۵	۲۳۲/۷۳	۲۳۲/۶۳	۲۳۲/۵۲	۲۳۲/۴۱	۲۳۲/۳۱	۲۳۲/۲۶	۲۳۲/۲۷
۱۳۹۰	۲۳۲/۲۳	۲۳۲/۲۹	۲۳۲/۵۱	۲۳۲/۶۲	۲۳۲/۴۹	۲۳۲/۶۶	–	–	–	–	–	–



شکل ۷- هیدروگراف واحد دشت لاور از مهر ۸۰ تا شهریور ۹۰

نتایج حاصل از بررسی هیدروگراف واحد دشت (شکل ۷) دشت نشان می‌دهد که از اول مهر ۱۳۸۰ تا پایان شهریور ۱۳۸۳ رقوم سطح آب از ۲۳۳/۶۵ به ۲۳۲/۲۰ کاهش یافته است یعنی در طول دوره سه ساله ۱/۴۵ متر افت در سطح سفره را نشان می‌دهد (در طی سه سال ۱/۳۶۳ میلیون مترمکعب حجم آب زیرزمینی کاهش پیدا کرده است). از ابتدای سال آبی ۸۴- ۸۳ رقوم سطح آب از ۲۳۲/۱۳ به رقوم ۲۳۲/۶۶ متر در پایان شهریور ماه ۱۳۹۰ رسیده است یعنی در طول یک دوره هفت ساله به میزان ۰/۵۲ متر افزایش در سطح آب را نشان می‌دهد. یعنی در طول این دوره هفت ساله به‌طور متوسط سالانه ۰/۰۷ متر افزایش در سطح سفره آب مشاهده می‌شود (در طول هفت سال ۰/۴۹ میلیون مترمکعب افزایش را نشان می‌دهد) اما در طول دوره سه ساله قبل از احداث سد خاکی این مقدار به‌طور متوسط سالانه رقمی معادل ۰/۴۸ 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 سال آبی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ تا ابتدای سال ۱۳۸۷ به‌دلیل بارندگی‌های بسیار بالاتر از حد نرمال ۳۴۶/۵ در سطح دشت هیدروگراف روند صعودی می‌یابد و با کاهش بارندگی‌ها و تداوم خشکسالی در پایان این مرحله در سال‌های آبی ۸۷-۸۶، مجدداً در سال آبی ۸۸-۸۷ هیدروگراف به‌شدت روند نزولی پیدا می‌کند. به‌طوری‌که رقوم سطح آب سفره از ۲۳۳/۴۲ به ۲۳۱/۰۶ از سطح دریا تنزل پیدا می‌کند. بعد از آن در اثر

بارندگی‌های سال ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و آبگیری سد خاکی لاور فین، سطح آب زیرزمینی افزایش چشمگیری می‌یابد. به‌طوری‌که رقوم آب در تیرماه (ماه ماکزیمم) ۱۳۹۰ به ۲۳۲/۶۲ متر از سطح دریا افزایش پیدا می‌کند. در حالی‌که میزان بارندگی سالانه دشت و ارتفاعات کمتر از سال آبی ۸۲-۸۱ قبل از احداث سد می‌باشد. با توجه به هیدروگراف واحد دشت لاور، بعد از احداث سد، یک افزایش (روند صعودی) در هیدروگراف سطح آب در منطقه را نشان می‌دهد که حداکثر افزایش سطح در اثر بارندگی‌ها در منطقه با یک زمان تاخیر هفت ماهه روبرو است. لذا با توجه به آبگیری‌هایی که در زمستان سال ۱۳۸۸ و آبان ماه ۱۳۸۹ در منطقه واقع شده، افزایش (روند صعودی هیدروگراف واحد) در نیمه اول سال ۸۹ و مهر ماه ۱۳۹۰ مشاهده می‌شود و بعد از آن به‌علت کمی بارش و آبگیری ناچیز سد خاکی، سطح آب کاهش یافته است. از ابتدای دوره در مهر ماه سال آبی ۸۱-۸۰ لغایت پایان دوره در شهریور ماه سال آبی ۹۰-۸۹ ارتفاع مطلق سطح آب دشت از رقوم ۲۳۳/۶۵ متر تا رقوم ۲۳۲/۶۶ متر کاهش یافته و جمعاً ۰/۹۹ متر و به‌طور متوسط سالیانه ۰/۰۹۹ متر از ارتفاع مخزن زیرزمینی کاسته شده است.

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

برای این‌که نقش سد خاکی در تغذیه آبخوان نشان داده شود، تغییرات و میزان افت سطح آب زیرزمینی در سه سال قبل از اجرای طرح و هفت سال بعد از اجرای طرح مقایسه مشاهده شد (جدول ۶). نتایج نشان داد که بعد از اجرای سد خاکی چاه‌های مشاهده‌ای افت کم‌تری را نسبت به بعد از قبل اجرای طرح داشته‌اند، چاه مشاهده‌ای شماره شش در سه سال قبل از اجرای سد با ۲/۵ متر افت، بیش‌ترین کاهش را در بین چاه‌های مشاهده‌ای موجود داشته ولی همین چاه در بعد از اجرای طرح، بیش‌ترین میزان افزایش (۱/۴متر) را در بین چاه‌ها به خود اختصاص داده است که دلیل آن فاصله کم چاه به سد نسبت به بقیه چاه‌ها می‌باشد.

- مقایسه تغییرات متوسط سطح آب زیرزمینی برای سال‌های قبل و بعد از احداث سد خاکی

برای بررسی تاثیر سدخاکی بر منابع آب زیرزمینی علاوه بر استفاده از روش هیدروگراف واحد دشت و هیدروگراف هر یک از چاه‌های مشاهده‌ای در طول دوره بیلان، از دوسال آبی ۸۲-۸۱ (دو سال قبل از احداث سد) با بارندگی سالانه ۱۷۶ میلی‌متر و سال آبی ۸۹-۸۸ با بارندگی سالانه ۱۶۸ میلی‌متر (پنج سال بعد از اجرای سد) استفاده گردید. 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 گردید (جدول ۷). محاسبات نشان می‌دهد که میزان تغییرات سطح آب در سال آبی ۸۲-۸۱ با بارندگی ۱۷۶ میلی‌متر برابر ۰/۲۵ متر و میزان این تغییرات برای سال آبی ۸۹-۸۸ با بارندگی کمتر از آن (۱۶۸ میلی‌متر) برابر ۱/۸۱ متر بوده است. یعنی حتی با کاهش میزان بارندگی رقوم سطح آب چاه‌ها با وجود سد، افزایش چشمگیری داشته است و این تفاوت به رقم ۱/۵۵ متر در کل سطح سفره آب زیرزمینی منجرگردیده است، که این مهم احتمالاً در اثر احداث سد خاکی و تغذیه ناشی از آن در طول سال آبی ۸۹-۸۸ بوده و با داشتن ضریب ذخیره آبخوان (متوسط ۴ درصد) و سطح کل سفره ۲۳/۵ کیلومتر مربع، حجم ذخیره از طریق این سد به رقمی بالغ بر ۱۴ میلیون مترمکعب در سال ۸۹-۸۸ می‌رسد.

جدول ٦- میزان تغییرات تراز سطح آب چاه‌های پیزومتری قبل و بعد از اجرای سد خاکی لاور- فین

	شماره چاه	مهر سال ۸۰	شهریور سال ۸۳	تغییرات سه ساله (متر)
سه سال قبل از انجام طرح	P1	۲۳۲/۲	۲۳۱/۳۱	-۰/۸۹
	P2	۲۳۳/۲۷	۲۳۱/۸۹	-۱/۳۸
	P3	۲۳۴/۲۶	۲۳۲/۵۴	-۱/۷۲
	P4	۲۳۳/۲۶	۲۳۲/۰۷	-۱/۱۹
	P5	۲۳۴/۴	۲۳۳/۲۳	-۱/۱۷
	P6	۲۳۴/۵۹	۲۳۲/۰۴	-۲/۵۵
	شماره چاه	مهرسال ۸۳	شهریور سال ۹۰	تغییرات هفت ساله (متر)
هفت سال بعد از اجرای طرح	P1	۲۳۱/۲۵	۲۳۱/۶۳	+۰/۳۸
	P2	۲۳۱/۸۱	۲۳۲/۵	+۰/۶۹
	P3	۲۳۲/۴۷	۲۳۳/۰۴	+۰/۵۷
	P4	۲۳۲/۰۱	۲۳۲/۱۹	+۰/۱۸
	P5	۲۳۳/۱۶	۲۳۳/۵۲	+۰/۳۶
	P6	۲۳۱/۹۳	۲۳۳/۳۷	+۱/۴۴

جدول ۷- تغییرات متوسط سطح آب زیرزمینی قبل و بعد از اجرای طرح

میزان تغییرات به متر (از مهر ماه تا شهریور ماه)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	سال آبی
+۰/۲۵	۱۷۶	۸۱-۸۲
+۱/۸۱	۱۶۸	۸۸-۸۹

جدول ۸- مقاطع اندازه گیری دبی در طول آبراهه انتقال آب به دشت، در زیر دست سد لاور (زمستان ۱۳۸۸)

حجم (میلیون مترمکعب)	مدت دوام (روز)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	محل	شماره مقطع
۱۲/۳۹۵	۶۰	۲/۳۹۱	پایاب سد	۱
۱۰/۲	۶۰	۱/۹۸۴	داخل دشت	۲
۳/۹۲	۶۰	۰/۷۵۶	داخل دشت	۳
۰/۴۷۶	۶۰	۰/۰۹۲	خروجی دشت	۴
۱۱/۹۱۹			میزان تغذیه	

جدول ۹- وضعیت آب زیرزمینی و بارندگی دشت لاور در سال‌های قبل و بعد از احداث سد

متوسط عمق برخورد به سطح آب (متر)	حجم ذخایر آبی (میلیون مترمکعب)	متوسط ضخامت سفره	متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)	سال آبی
۱۷/۹۹	۳۰/۰۸	۳۲/۰۱	۱۵۴	۸۰-۸۱
۱۸/۰۱	۳۰/۰۷	۳۱/۹۹	۱۷۶	۸۱-۸۲
۱۸/۶۸	۲۹/۴۴	۳۱/۳۲	۶۸	۸۲-۸۳
۱۸	۳۰/۰۸	۳۲	۳۴۶	۸۳-۸۴
۱۷/۷۲	۳۰/۳۴	۳۲/۲۸	۴۱	۸۴-۸۵
۱۷/۳۸	۳۰/۶۶	۳۲/۶۲	۱۲۷	۸۵-۸۶
۱۷/۸۶	۳۰/۲۱	۳۲/۱۴	۱۰۴	۸۶-۸۷
۱۹/۸۶	۲۸/۳۳	۳۰/۱۴	۱۳۵	۸۷-۸۸
۱۷/۷۳	۳۰/۳۸	۳۲/۲۷	۱۶۸	۸۸-۸۹
۱۷/۴۳	۲۹/۶۷	۳۱/۵۷	۱۸۴	۸۹-۹۰

از طرفی مطابق با آبگیری‌های انجام‌شده و تخلیه کنترل‌شده آب سد، توسط لوله‌هایی که در پایاب سد طراحی شده (جدول ۸) برای یک دوره دو ماهه (با توجه به مقاطع اندازه‌گیری شده) بالغ بر ۱۲ میلیون مترمکعب محاسبه شده است که این رقم مربوط به دو ماهه اول باز بودن لوله‌ها بوده و پس از آن مجدداً یک ماه دیگر لوله‌های پایاب سد باز شده و مجدداً عملیات نفوذ آب در طول رودخانه انجام شده است (۳/۵ میلیون مترمکعب). لذا رقم حاصله از کل آب تخلیه سد به ۱۵/۵میلیون مترمکعب در سال ۸۸ می‌رسد. با کسر تبخیر واقعی در طول دوره سه ماهه باز بودن لوله‌های پایاب سد، این رقم به ۱۴ میلیون مترمکعب نفوذ به سفره می‌رسد که با محاسبات انجام شده‌ی تغییرات حجم ذخیره، کاملاً همخوانی دارد. با توجه به جدول (۸) و محاسبات انجام شده، مقدار حجم جریان در محدوده زمانی دو ماهه تخلیه سد در مقطع شماره یک به ۱۲/۳۹۵ میلیون مترمکعب رسیده است. همچنین محاسبات انجام شده، بیانگر این است که این حجم جریان به‌تدریج در طول مسیر آبراهه کاهش یافته و در خروجی از دشت به‌رقم ۰/۴۷۶ میلیون مترمکعب کاهش یافته است. بنابراین براساس حجم جریانی که از پایین‌دست و از انتهای دشت از دسترس خارج شده است، رقمی معادل ۱۱/۹۱۹ میلیون مترمکعب از حجم جریان خروجی از دریاچه سد صرف نفوذ و تبخیر شده است.

- تغییرات ذخیره دینامیک آبخوان

طبق جدول (۹) متوسط ضخامت اشباع سفره آب زیرزمینی دشت در طی سال آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ برابر ۳۲/۰۱ متر بوده که این ضخامت در سال آبی ۹۰-۸۹ برابر ۳۱/۵۷ متر رسیده است. با توجه به این‌که وسعت سفره آب زیرزمینی دشت ۲۳/۵ کیلومترمربع و ضریب ذخیره آبخوان چهار درصد می‌باشد. حجم آب ذخیره در سال‌های مذکور برابر با مقادیر زیر است:

حجم آب ذخیره شده در ابتدای دوره= ۳۰/۰۸ میلیون متر مکعب

حجم آب ذخیره شده در پایان دوره= ۲۹/۶۷ میلیون متر مکعب با توجه افزایش برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی و افزایش سطح زیرکشت، این تغییرات کم در ذخایر آب ناشی از استفاده بهینه از سیلاب در قالب انجام عملیات آبخیزداری (سد خاکی) می‌باشد که به‌صورت جبرانی لایه‌های آب‌دار را تغذیه کرده و مانع از کاهش بیش از حد سفره آب زیرزمینی شده است.

نتیجه گیری

آن‌چه سبب آبگیری سد خاکی لاور می‌شود، میزان بارندگی است که در ارتفاعات و در حوضه آبخیز آن به‌وقوع می‌پیوندد. بر اساس محاسبات انجام‌شده به‌روش گرادیان بارندگی (جدول ۳)، در طول دوره ده ساله، ۵ سال دارای بارندگی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در سال بوده است که احتمال آب‌گیری سد وجود داشته است. البته از این دوره ده ساله، ۳/۵ سال آن مربوط به قبل از احداث سد می‌باشد و در ۶/۵ سال باقی مانده، سه سال دارای بارندگی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات بوده است (جدول۳) و آبگیری سد هم در این سه سال اتفاق افتاده است. پس بارندگی‌های سالانه بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در سطح حوضه آبخیز، موجب آبگیری سد فوق خواهند شد. ولی میزان آب‌گیری به تعداد دفعات سیل و مدت دوام آن بستگی دارد. به‌طوری‌که در دو سال پایانی به‌ترتیب با بارندگی سالانه ۲۵۸ و ۲۳۸ میلی‌متر که اندازه‌گیری‌ها به‌طور دقیق انجام شده است، میزان تغذیه به‌ترتیب برابر ۱۴ و ۶ میلیون مترمکعب به‌دست آمد، در صورتی‌که میزان بارندگی‌های سالانه بسیار به‌هم نزدیک است، ولی میزان تغذیه در ۱۳۸۹ به کم‌تر از نصف کاهش یافته است. پس در طول یک دوره ۱۰ ساله با پنج سال بارندگی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات، امکان تغذیه سالانه به‌طور متوسط ۵ میلیون مترمکعب در سال توسط سد وجود دارد.

بررسی تغییرات سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای موجود در سال‌های قبل و بعد از احداث سد نشان دهنده‌ی افزایش سطح آب زیرزمینی بعد از احداث سد می‌باشد و بیش‌ترین میزان افزایش سطح آب، چاه مشاهده‌ای شماره شش داشته است. چاه مشاهده‌ای شماره شش در سه سال قبل از اجرای سد با ۲/۵ متر افت بیش‌ترین کاهش را در بین چاه‌های مشاهده‌ای موجود داشته ولی همین چاه در بعد از اجرای طرح بیش‌ترین میزان افزایش سطح آب (۱/۴۴متر) را در بین چاه به‌خود اختصاص داده است که علت آن قرار گرفتن این چاه، در حواشی رودخانه تغذیه‌کننده سد و اثر تزریق آب به‌سفره می‌باشد. به‌عبارت دیگر بیش‌ترین تأثیر در اثر تزریق آب به سفره، در نواحی جنوب شرقی و جنوب آبخوان و در حواشی رودخانه تغذیه‌کننده از سد دیده می‌شود و با فاصله از رودخانه مذکور به سمت شمال از اثرات آن کاسته می‌گردد. اما بیش‌ترین افت در قسمت شمالی بخش مرکزی آبخوان رخ می‌دهد، که اثرات تغذیه بر روی آن ناچیز است و تراکم چاه‌های بهره‌برداری نیز در منطقه زیاد است.

تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت لاور قبل از احداث سد (سال ۱۳۸۳) دارای روند نزولی با ۱/۴۵- متر افت در سطح سفره است. این امر پس از احداث سد و آب‌گیری آن به استثنای سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ که به‌دلیل خشکسالی، بارندگی به‌شدت کاهش داشته است، دارای روند صعودی گشته است. مقایسه تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال قبل و بعد از احداث سد با میزان بارندگی مشابه (سال آبی ۸۲- ۱۳۸۱ و ۸۹- ۱۳۸۸)، افزایش سطح سفره به میزان ۱/۵ متر ناشی از تغذیه سد را نشان می‌دهد. مشابه چنین نتیجه‌ای را Ashraf et al. (2007) و نیز Parimala Renganayaki و Elango (2013) در مطالعات خود رسیده بودند. و سرانجام، انجام مطالعات آب‌های زیرزمینی نیازمند وجود داده‌های طولانی مدت با اعتبار مناسب می‌باشد. نکته مهم‌تر در مورد این داده‌ها پراکندگی مکانی و توزیع فضایی مناسب چاه‌های پیزومتریک در منطقه است که در این مورد باید توجه شود که چاه‌های پیزومتری هم در بالادست سد و هم پایین‌دست سد احداث شده باشد. بدین منظور حفر چند چاه پیزومتری در بالادست سد و نزدیک ورودی‌ها جهت تعیین مقدار دقیق حجم آب در مقاطع ورودی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1- Ashraf. M., Kahlown, M.A. and Ashfaq, A., 2007. Impact of small dams on agriculture and groundwater development: A case study from Pakistan. Agricultural Water Management . 92(1–2), pp. 90–98

2- Bouri, S. and Ben D. H. 2010. A Thirty-year Artificial Recharge Experiment in a Coastal Auifer in an Arid Zone: The Teboulba Aquifer System (Tunisian Sahel). Comptes Rendus Geoscience, 342(1), pp. 60-74.

3- Choopani, S., 2013. Evaluating the effects of Lavar Fin dam on groundwater quantity, Hormozgan province, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran. (In Persian).

4- Department of Natural Resources and Watershed Management of Hormozgan., 2002. Watershed studies of fin Plain

5- Fakhari, M., Saadat, S. and Fazel Vali pour, M. I., 2015. The impact of dam construction on groundwater resources Sarakhs Plain. International Conference on Sustainable Development, Strategies & Challenges, With a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. Tabriz.Iiran. (in Persian).

6- Klantari , N., Rahimi ,M. H. and Samani , S., 2012. The qualitative effect of Karkheh dam on Avan plain aquifer in Dezful in Khuzestan province. Iran-Water Resources Research. 8(1) , pp. 1-9. (In Persian).

7- Moslemi H., Abkar A., Beheshtirad M., Somali R. and Hossanipour, H., 2016. Evaluation the Effect of Watershed Dams on Underground Water Quantity (Case Study: Zoroom the Stone Mortal Dam, Hormozgan Pravinc, Chahgharbal Village, Tokahor Region). Journal of Rainwater Catchment Systems; 4 (2) :59-66. (in Persian).

8- Parimala Renganayaki,S. and Elango, L., 2013. A Review on Manged Aquifer Recharge By Check Dams: A Case Study Near Chennal, India. International Journal of Research in Engineering and Technology. 02 (04), pp.416-423.

9- Regional Water Company of Hormozgan Province., 2011. Report of the study of the Lavar Plain of Fin. (In Persian).

10- Statistics and Information Company of Hormozgan Regional Water Authority, Department of Water Resources basic studies., 2011. (In Persian).

Irrigation Sciences and Engineering Vol. 41, No. 2, Summer 2018, p. 119-133

Shahid Chamran University of Ahvaz

EXTENDED ABSTRACT

Watershed Management , A Suitable Method for Groundwater Resources Development of Arid and Semi-Arid Regions of Iran (Case Study: Lavar earthen dam)

H. Moslemi[1*], S. Choopani [2] and R. Darvishi [3]

1*- Corresponding Author, MSc of Watershed Management, Islamic Azad University Branch Sirjan,Iran*(hamidmoslemi65@gmail.com)*.

2- Research Lecturer of Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) , Hormozgan, Iran.

3- Graduate of Geography, University of Zabol , Iran.

Received:10 September 2016 Accepted:4 February 2017

Keywords: Lavar Plain, Earthen dam, Groundwater level changes, Watershed plan.

Introduction

The study area (Lavar plain) is part of the Kol River catchment and is located about 60km in North of Bandar-Abbas, in Hormozgan province, south of Iran. The study area lies between longitude of 56º 51´6´´– 56º 1´ and Latitude of 27º 32´22´´ - 27º 36´. The area's elevation ranges from 240 m to 2900 m from sea level (Fig.1). The climatic condition of this study area is influenced by medium elevation (240 m) above the sea level. As it is normally hot, temperatures are not below zero. Additionally, the study area is affected by the air mass systems mentioned above, whereas the first and third portions are more influential on precipitation. The main rainfall is related to cyclones that pass from western to eastern direction. The majority of cyclonic activity originates from the Persian Gulf, normally from January to March.

Laver Dam is located in the eastern part of the plain. The dam is constructed on the river that is collecting runoff from the two sub-basins of the Sarzeh - Rezvan and Gnou in the reservoir of the dam. The groundwater aquifer is an unconfined aquifer with an area of 23.5 square kilometers and surrounded by sandstone formations and conglomerate. The study area is located in the Zagroos folded zone. In the study area, the oldest formations are of Paleozoic age. Another characteristic of the Zagroos zone are diapers. Diapers rise up from the deepest part of sedimentary rocks, and after cutting through the upper layers, they may appear at the surface, which seriously affect groundwater quality and land use.

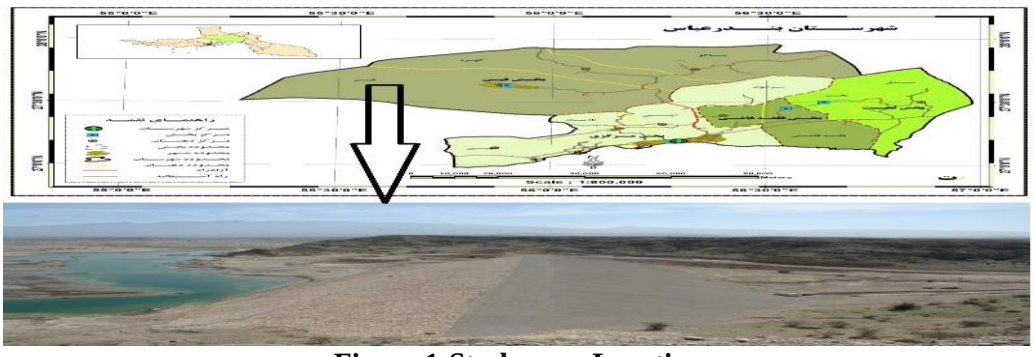


Figure 1-Study area Location

Methodology

In this research, four sets of statistics and information are used:

1. Groundwater Level Variation (Regional Water Company)

2- Data on Water Resources and Wells in Dasht (Regional Water Company and Ministry of Jihad-e-Agriculture)

3. information available at the Office of Natural Resources of Hormozgan Province and field surveys

4. The statistics of the meteorological stations in the region (Meteorological Bureau and Regional Water Company)

Investigating the effects of dam on the quantity of groundwater resources:

The monthly changes of groundwater level in observation wells were used to investigate the dam effects on groundwater aquifer quantity and the elevation of each observation well was checked using the available bench marks.

In order to investigate the dam effects on the quantity of groundwater resources, parameters of groundwater level changes, hydrograph of each observation well and unit hydrograph of aquifer during the period of 2001-2011 were evaluated. Also, the average annual precipitation was compared with groundwater level during the period before and after dam construction. In order to investigate the changes in observation wells, and ultimately a comparison was made between the water level before and after the implementation of the project.

Results and Discussion

Comparison between the groundwater level changes during three years before the implementation of the project and seven years after that, showed that after the dam construction, the observed wells had a lower drop compared to the years before the construction of the dam.

The No. 6 observation well showed the largest decrease (2.55 m) during the years before the dam construction. However, the same well has the highest increase (1.44 m) after the implementation of the project (Table 1). Because it has the minimum distance from the dam in the wells. Study of the unit hydrograph indicates an increase in the trend of hydrograph after the dam construction (fig.2).

Table 1- Levels of surface water changes in piezo metric wells before and after the Lavar - Fin Dam

	No. Wells	October 2001	September 2004	Three year variation (m)
Three years before the dam constructio n	P1	232.2	231.31	-0.89
	P2	233.27	231.89	-1.38
	P3	234.26	232.54	-1.72
	P4	233.26	232.07	-1.19
	P5	234.4	233.23	-1.17
	P6	234.59	232.04	-2.55
	No. Wells	October 200٤	September 2001	Seven year variation (m)
Seven years after the dam constructio n	P1	231.25	231.63	+0.38
	P2	231.81	232.5	+0.69
	P3	232.47	233.04	+0.57
	P4	232.01	232.19	+0.18
	P5	233.16	233.52	+0.36
	P6	231.93	233.37	+1.44

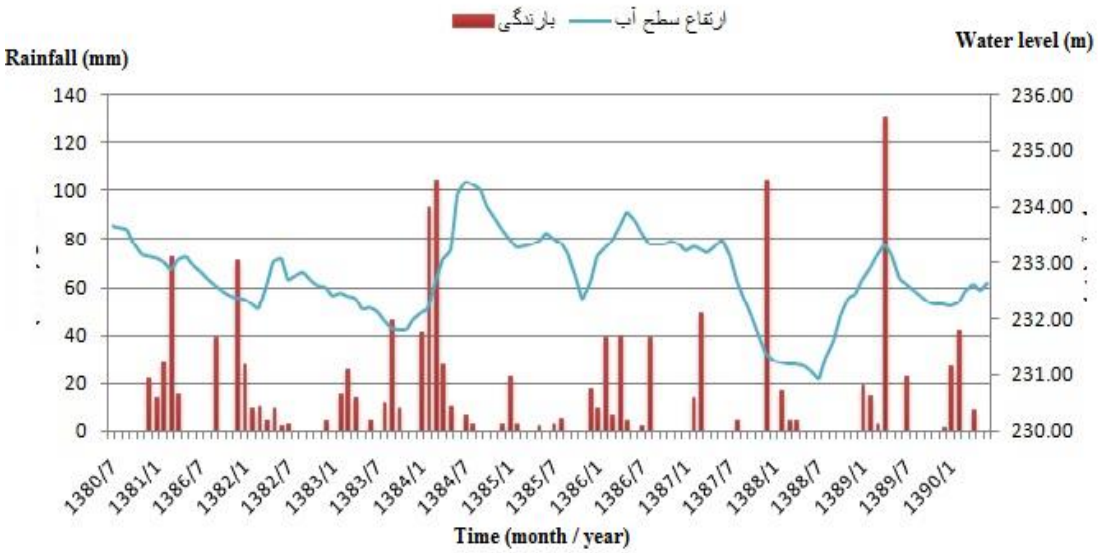


Figure 2- The unit hydrograph of Lavar plain(2001-2011)

Conclusions

According to data collected, aquifer condition monitored accurately from quantity aspect of view. The results indicated that the groundwater levels declining has changed after construction of the dam and in comparison between before and after the construction, during years with similar rainfall, 1.5 m rise in ground water table is shown. Considering the current drought and low rainfall, the results of this study indicates that the dam was effective in groundwater recharge and improving their quantity and causes stabilization of the groundwater levels.