فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰ ص. ۱۴۰-۱۲۳

Rural Development Strategies
Vol. 8, No. 1, Spring 2021, P. 123-140

مقاله پژوهشی

ارزیابی کمّی و کیفی منابع آب زیرزمینی و عوامل تأثیرگذار بر آن (مطالعه موردی: روستاهای بخش مرکزی شهرستان بندرلنگه)

امیر سالاری[۱]، مریم حیدرزاده[۲] * و نسیم قشقایی‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۴ آذر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۶ فروردین ۱۴۰۰

چکیده

پایش مداوم کمّیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی با توجه به وابستگی مفرط اشتغال، درآمد، تولید و توسعه پایدار روستاها به این منابع مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران امری ضروری می‌باشد. تحقیق حاضر با هدف بررسی کمّی و کیفی منابع آب زیرزمینی در محدوده روستاهای بخش مرکزی شهرستان بندرلنگه استان هرمزگان انجام گردید. پس از برآورد کمّی بیلان آب زیرزمینی با احتساب کلیه مؤلفه‌های ورودی و خروجی آبخوان، نقشه‌های هیدروژئولوژیکی هم‌عمق، هم‌تراز و تغییرات سطح آب زیرزمینی بر اساس میانگین داده‌های ماه حداقل در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ورژن ۱۰/۳ محاسبه گردید. با پایش کمّی منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در طول دوره‌ی آماری ۱۳۹۶- ۱۳۸۱ و کیفی این منابع با استفاده از آمار کیفیت آب ۳۵ حلقه چاه در طول دوره‌ی آماری ۱۳۹۶- ۱۳۷۲ که توسط شرکت آب منطقه‌ای ثبت شده بودند، منحنی‌های هم‌عمق، هم‌تراز و کیفی آب زیرزمینی تهیه و ترسیم گردید. نتایج نشان داد بیلان آب زیرزمینی آبخوان‌های پدل‌لمزان، دژگان غربی و دژگان شرقی به‌ترتیب ۵/۹۴، ۰/۶۴ و ۳/۲۴ میلیون متر مکعب در سال و مقدار برداشت مجاز از آبخوان‌های مذکور نیز به‌ترتیب ۵/۶۰، ۰/۶۴ و ۰/۶۴ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد. افت سالانه ۰/۰۳-، ۰/۰۸- و ۰/۰۷- متری سطح آب آبخوان‌های پدل‌لمزان و دژگان شرقی و غربی نشان‌دهنده شرایط مطلوب بیلان آبی آبخوان می‌باشد. نتایج کیفی حوزه نشان داد متوسط هدایت‌الکتریکی آبخوان پدل‌لمزان از ۶۹۳۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۷۵ تا ۵۶۵۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۸۱ کاهش یافته است. در آبخوان دشت دژگان نیز مشخص گردید متوسط هدایت الکتریکی آبخوان از ۷۴۱۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۷۷ تا ۱۰۴۲۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است. کاهش مقدار هدایت الکتریکی در آبخوان پدل‌لمزان و افزایش آن در حوزه دژگان ارتباط مستقیم و زیادی با نوسانات بارندگی‌های حوزه مربوطه در این دوره دارد. نتیجه کلی این تحقیق این است که مدیریت یکپارچه منابع آب و اقدامات و برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای صورت گرفته باعث حفظ تعادل نسبی بیلان آبی منطقه گردیده اما جهت جلوگیری از کاهش کیفیت منابع آبی با شوری بالای حوزه بایستی ممنوعیت بهره‌برداری بیشتر از منابع آبی حوزه همچنان برقرار باشد.

کلمات کلیدی: آبخوان، افت، بیلان، شوری.

۱- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان
۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان
۳- دکتری آبخیزداری، کارشناس شرکت سهامی آب منطقه ای استان هرمزگان
(*-نویسنده مسئول: M.heydarzade88@yahoo.com)

DOI: 10.22048/RDSJ.2021.258911.1890

مقدمه

جمعیت‌های روستایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اصولاً در مجاورت منابع آب‌های زیرزمینی شکل گرفته‌اند (بوچانی و همکاران، ۱۳۹۶) و منابع آبی آب‌های زیرزمینی نقشی حیاتی در تأمین مصارف شرب و کشاورزی این سکونت‌گاه‌ها دارند (سلیمانی‌ساردو و همکاران، ۱۳۹۲). هر چند حفر چاه‌ها و امکان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در گام نخست باعث کاهش فقر در جوامع روستایی شده ولی بهره‌برداری‌های بیشتر و ایجاد بیلان منفی در استفاده از این منابع در نهایت باعث افزایش فقر آن‌ها گردیده (جلیلی‌کامجو و نادمی، ۱۳۹۸)، از این رو در سال‌های اخیر توان منابع آب زراعی روستاها با ویژگی پایداری روستاها ارتباط مستقیم قوی‌تری یافته و اتخاذ سیاست‌های نوین در بهره‌برداری از منابع آبی، اجرای شیوه‌های مصرفی بهینه و اصلاح سیستم‌های آبیاری و الگوی کشت نقشی کلیدی در پایداری توان منابع آبی و توسعه روستاها دارد (ریاحی و مؤمنی، ۱۳۹۴). ارزیابی مستمر کمّی و کیفی منابع آب در دسترس جوامع روستایی به منظور استفاده بهینه و اقتصادی از آن‌ها، منجر به شناخت جامع و کافی از خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز شده و در نهایت کاهش فقر و مهاجرت و افزایش سطح درآمد و رفاه ساکنان آن منطقه را در پی دارد (مقامی‌مقیم و تقی‌پور[۱]، ۲۰۱۸؛ بوچانی و همکاران، ۱۳۹۶).

در ایران منابع آب زیرزمینی به‌دلیل میانگین بارش کم، توزیع زمانی و مکانی غیر یکنواخت بارش‌ها، خشکسالی‌های شدید و پی‌درپی سالیان اخیر و همچنین ویژگی‌هایی نظیر کیفیت مناسب، ضریب آلودگی کمتر و سطح اطمینان بالاتر در تأمین آب پایدار، همواره به‌عنوان یک منبع قابل اتکا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مورد توجه ویژه مصرف‌کنندگان مختلف بوده است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعات متعددی نشان می‌دهد که بیلان سفره‌های آب زیرزمینی در غالب دشت‌های ایران منفی بوده و بطور مستمر سطح آب زیرزمینی اکثر حوزه‌ها با کاهش مواجه است. بررسی بیلان آبی دشت دامغان استان سمنان در سال ۱۳۸۹ نشان داد سطح ایستابی آب زیرزمینی این منطقه، سالانه ۲/۴ متر افت دارد (قوشه‌یی، ۱۳۸۹). نتایج تحقیق شیرافکن و جعفری (۱۳۹۲) در دشت بهاباد استان یزد نیز حاکی از افت ۶۰ سانتیمتری دشت‌های شمالی و ۴۰ سانتیمتری دشت‌های جنوبی می‌باشد. روند کاهشی معنی‌دار سالانه ۴۹ سانتیمتری دشت کرمانشاه (رحمتی و همکاران،۱۳۹۳)، ۳۷ سانتیمتری دشت جازموریان (سعیدی‌فر و همکاران، ۱۳۹۸)، ۳۵ سانتیمتری دشت گرمسار (آذره و همکاران، ۱۳۹۳) و ۱۹/۹ سانتیمتری دشت ارومیه (صمدی و همکاران، ۱۳۹۴) ازجمله سایر نتایجی است که روند افت سطح سطح آب زیرزمینی دشت‌های مختلف را به اثبات رسانده است. عوامل مختلفی ازجمله رشد جمعیت، الگوی کشت، میزان بارش، شدت، مدت و تداوم خشکسالی‌ها، میزان برداشت و در نهایت مسائل مدیریتی در کمّیت منابع آب‌زیرزمینی نقش دارند (سعیدی‌فر و همکاران، ۱۳۹۸). خشکسالی‌ها (خسروی‌دهکردی و همکاران، ۱۳۹۸؛ زندی‌فر و همکاران، ۱۳۹۸؛ نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۵)، تغییرات کاربری اراضی، افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری و برداشت بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی (حیدری‌زاد و همکاران، ۱۳۹۷؛ کلاهدوزان و همکاران، ۱۳۹۴) از جمله عواملی مهم و اصلی افت سطح آب‌های زیرزمینی بوده و بالعکس تبدیل سیستم‌های آبیاری سنتی به تحت‌فشار نیز ازجمله عوامل حفظ تعادل بیلان آبی محسوب می‌گردد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۱).

خصوصیات کیفی آب یکی از پارامترهایی است که ضرورت

۱ - Maghami-Moghim and Taghipour

لحاظ آن در برنامه‌ریزی مربوط به مدیریت منابع آب و ارزیابی سلامت حوزه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملا احساس شده ولی تا به حال کم‌تر مورد توجه قرار گرفته شده است (وفاخواه و همکاران، ۱۳۸۸؛ الشورباگی و ارمسبی[۱]، ۲۰۰۶). هرچند بخش مهمّی از کیفیت آب‌های زیرزمینی مربوط به بارش بوده ولی مهم‌ترین عوامل در کیفیت آن، تشکیلات زمین‌شناسی، گنبدهای نمکی، فراوانی مواد انحلالی در مسیر و مدّت زمان جابه‌جایی رواناب می‌باشد. آب به‌علّت داشتن خاصیّت حل-کنندگی و فرسایندگی می‌تواند حاوی یک یا چندین ترکیب از هزاران مواد آلی و معدنی موجود در طبیعت باشد که در مسیر وارد جریان آب شده و انتقال می‌یابند و باعث تغییر کیفی آب شده و بسته به شرایط حاکم بر آن منجر به کاهش کیفی آب می‌گردند (امیری، ۱۳۸۴؛ تی‌بوت، ۱۳۸۴). مطالعه تأثیر خشکسالی بر کیفیت و سطح آب زیرزمینی دشت چهاردلی قروه توسط اسدزاده و همکاران (۱۳۹۵) نیز بیانگر همبستگی معنی‌دار خشکسالی در بازه بلندمدت ۲۴ و ۴۸ ماهه با افت کیفیت آب‌های زیرزمینی است. البته عوامل طبیعی و فعالیت-های انسانی از جمله تغییرات کاربری، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی نیز در کیفیت منابع آبی تأثیر اساسی دارند (روحانی و همکاران، ۱۳۹۴).

اهمیت ویژه منابع آب زیرزمینی برای مصرف‌کنندگان مختلف منابع آبی کشور مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه-خشک سواحل جنوبی کشور و لزوم مدیریت یکپارچه و پایش کمّی و کیفی این منابع، باعث شد پژوهش حاضر با هدف بررسی و ارزیابی کمّی و کیفی منابع آب زیرزمینی و عوامل تأثیرگذار بر آن در حوضه دژگان استان هرمزگان انجام پذیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه، حوضه دژگان در مختصات '۵۰ ° ۲۶ تا '۱۰ ° ۲۷ شمالی و '۵۰ ° ۵۴ تا '۲۳ ° ۵۵ شرقی در ارتفاع ۴۵ متری از سطح دریا و در جنوب حوزه آبریز رودخانه‌های کل و مهران از شهرستان بندر لنگه در استان هرمزگان قرار دارد. اقلیم محدوده فراخشک گرم بوده و متوسط بارش و تبخیر سالانه به ترتیب ۱۶۰ و ۳۵۹۰ میلیمتر است، دمای متوسط سالانه در کل دشت ۲۶/۴ و در کل ارتفاعات ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد است (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۴). مساحت آن ۲۸۷۴/۱ کیلومتر مربع شامل ۱۱۰۷/۷ کیلومترمربع دشت و ۱۷۶۶/۴ کیلومترمربع ارتفاعات می‌باشد. مساحت آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی دژگان با ۲۸۰/۲۵ کیلومترمربع شامل ۳ آبخوان به‌نام‌های پدل‌لمزان (۱۰۰/۹۰ کیلومترمربع)، دژگان غربی (۵۳/۷۳ کیلومترمربع) و دژگان شرقی (۱۲۵/۶۲ کیلومترمربع) است.

محدوده مورد مطالعه دریافت‌کننده آب‌های خارج شده از محدوده مطالعاتی جناح- بستک در غرب استان هرمزگان بوده و آب‌های سطحی تشکیل شده در آن به خلیج فارس می‌ریزد. محاسبه جریان سطحی ورودی به و خروجی از حوزه با استفاده از روش انتقالی و رابطه ۱ و بر اساس داده‌های ایستگاه آب-سنجی دژگان و آمار دبی رودخانه مهران (در دوره آماری ۱۳۹۶- ۱۳۷۰) انجام گردید.

$$\text{آبدهی مجهول} = \frac{\text{بارش مجهول}}{\text{بارش معلوم}} \times \frac{\text{مساحت حوزه مجهول}}{\text{مساحت حوزه معلوم}} \times \text{معلوم حوزه آبدهی} \quad (۱)$$

جهت محاسبه دبی رواناب تولیدی حوزه نیز از روش جاستین استفاده شد. روش جاستین بر اساس عملکرد مشابه حوزه‌ها استوار است. در این روش پس از انجام محاسبات مربوطه بر اساس داده‌های آماری آبدهی و مشخصات معلوم یک حوزه آبریز (حوضه جناح- بستک در تحقیق حاضر) طبق روابط ۲، ۳ و ۴، ضریب K (ضریب جاستین) برای حوزه بدست می‌آید.

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{A}} \quad (۲)$$

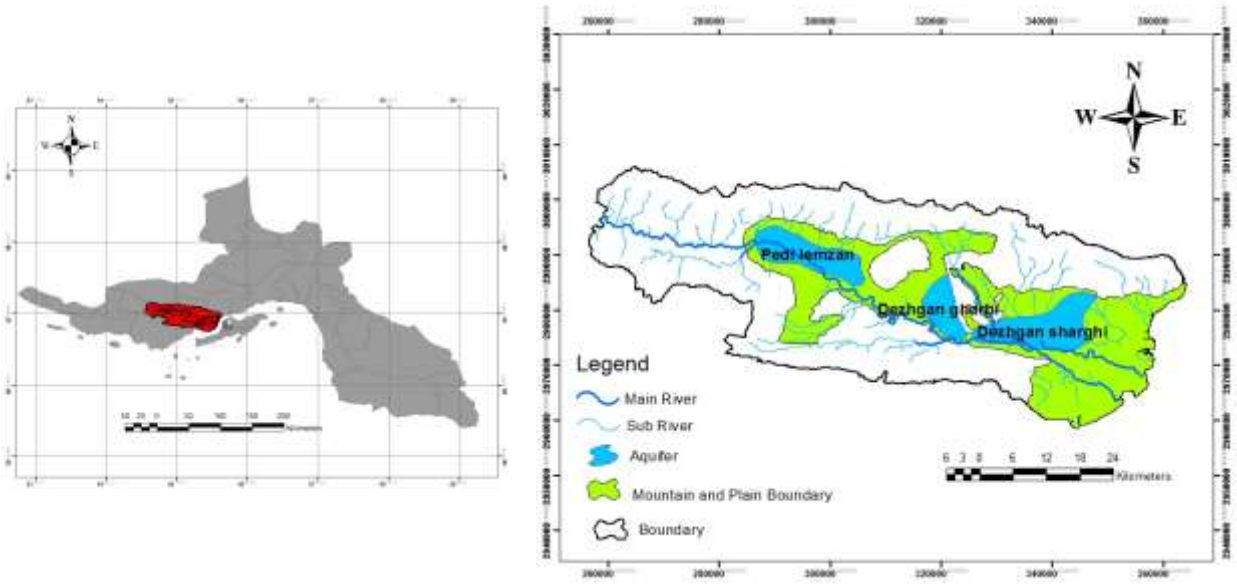
$$R = \frac{W}{A} \quad (۳)$$

۱- Elshorbagy and Ormsbee

$$K = \frac{R(1.8T + 32)}{S^{0.155}P^2} \quad (۴)$$

در این روابط A: مساحت حوزه برحسب (کیلومترمربع)، H(max) : حداکثر ارتفاع حوزه برحسب (کیلومتر)، H(min) : حداقل ارتفاع حوزه بر حسب (کیلومتر)، W : آبدهی سالانه (میلیون متر مکعب)، P : بارندگی سالانه بر حسب (سانتیمتر)، S: شیب متوسط حوزه و T: دمای متوسط حوزه آبریز (درجه سانتیگراد) می‌باشد (بهرامی و ایمنی، ۱۳۹۸).

بیلان آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی منطقه بر اساس داده-های مشترک هیدروکلیماتولوژی و نقشه سطح ایستایی چاه‌های پیزومتری در سال آبی ۱۳۸۳-۱۳۹۶ تهیه گردید. با توجه به داده‌های هیدروژئولوژیکی موجود مانند سطح ایستایی و محاسبه میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی در دوره‌ی ۱۳۸۳-۱۳۹۶ این دوره زمانی برای بیلان انتخاب شد. پارامترهای بیلان شامل ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد. به منظور برآورد بیلان آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی کلیه مؤلفه‌های ورودی و خروجی آبخوان محاسبه شده و سپس بیلان طبق رابطه ۵ مورد ارزیابی قرار گرفت:



شکل ۱. موقعیت آبخوان‌ها در حوزه دژگان و محدوده‌ی حوضه مورد مطالعه در استان هرمزگان

$$Q_{UI} + Q_P + Q_R + Q_I + Q_{SW} - Q_{UO} - Q_{EX} - Q_D - Q_{ET} = \Delta V \quad (۵)$$

که در این رابطه Q_{UI}: جریان‌های زیرزمینی ورودی، Q_{U0} : جریان‌های زیرزمینی خروجی، Q_P: نفوذ از بارندگی در دشت، Q_R : نفوذ از جریان‌های سطحی و سیلاب، Q_I : نفوذ از آب مصرفی آبیاری، Q_{SW}: نفوذ از آب مصرفی شرب و صنعت، Q_{EX} : تخلیه توسط چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها، Q_D : زهکشی از آب زیرزمینی، Q_{ET} : تبخیر از آب زیرزمینی و ΔV: تغییرات حجم ذخیره می‌باشد.

جهت پایش کیفی منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی دژگان، آمار کیفیت آب ۳۵ حلقه چاه که در طول دوره‌ی آماری توسط شرکت آب منطقه ای دارای اطلاعات ثبت شده بودند، بررسی و انتخاب شد. پس از انجام محاسبات هر یک از پارامترهای بیلان، نقشه‌های هیدروژئولوژیکی هم‌عمق، هم‌تراز و تغییرات سطح آب زیرزمینی در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ورژن ۱۰/۳ تهیه گردید. منحنی‌های هم‌عمق و هم‌تراز سطح آب زیرزمینی، براساس میانگین داده‌های ماه

حداقل تهیه گردید. شبکه پایش آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی با حفر ۹ حلقه چاه مشاهده‌ای در آبخوان پدل‌لمزان از آذرماه ۱۳۸۱ و ۴ حلقه چاه مشاهده‌ای در آبخوان دژگان غربی از تیر ماه ۱۳۸۳ و ۹ حلقه چاه مشاهده‌ای در آبخوان دژگان شرقی از تیر ماه ۱۳۸۳ تنظیم شده و مورد پایش قرار گرفته است. لازم به ذکر است که به دلیل نبود اطلاعات آزمون پمپاژ در این محدوده امکان تهیه نقشه هم‌قابلیت انتقال وجود نداشته است. بر اساس آمار سازمان آب منطقه ای (سال ۱۳۸۹-۱۳۸۸)، ۳۷۴ حلقه چاه و ۵ دهنه چشمه در این محدوده مطالعاتی وجود دارد.

نتایج

یکی از اجزای اصلی معادلات بیلان آب، جریان آب سطحی است، در این راستا، پارامترهای جریان آب شامل آبدهی ماهانه و سالانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به‌منظور انجام مطالعات بیلان آب حوزه آبریز، ضریب رواناب، جریان پایه و سیلابی، حجم آب سطحی ورودی و خروجی محدوده‌های مطالعاتی نیز به‌عنوان اطلاعات اولیه مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس روش انتقالی، مقدار جریان سطحی ورودی از محدوده مطالعاتی جناح بستک ۲/۰۴ مترمکعب در ثانیه و حجم آن برابر ۶۴/۳۳ میلیون مترمکعب در سال است (جدول ۱).

جدول ۱. محاسبه جریان سطحی خروجی از محدوده مطالعاتی جناح-بستک و دژگان به روش انتقالی

محدوده‌ی مطالعاتی	ایستگاه	مساحت(کیلومترمربع)	بارش (میلیمتر)	دبی ایستگاه (مترمکعب بر ثانیه)	دبی خروجی حوزه (مترمکعب بر ثانیه)
جناح-بستک	دژگان	۵۷۲۳	۲۳۷/۸	۲/۶۳	۲/۰۴
دژگان	دژگان	۲۸۷۴/۱	-	۲/۶۳	۲/۹۶

آمار بلندمدت حوزه نشان می‌دهد که میزان بارندگی در دشت و ارتفاعات به‌ترتیب ۱۵۹/۲ و ۲۲۰/۰ میلی‌متر و مقدار دبی جریان سطحی خروجی ۲/۹۶ مترمکعب در ثانیه و حجم سالانه آن ۹۳/۳۴ میلیون مترمکعب می‌باشد. بر اساس دستورالعمل ارائه شده در شیوه‌نامه " نحوه ارزیابی وضعیت جریان سطحی خروجی و ورودی به محدوده‌های مطالعاتی" تغییرات جریان سطحی ورودی به محدوده و تغییرات بارش در دوره‌های ۱۵ ساله (۱۳۹۶- ۱۳۸۱) و ۴۵ ساله (۱۳۹۶- ۱۳۵۱) بررسی و مشخص گردید که تغییرات دبی خروجی محدوده ۱۷/۹۱- درصد و تغییرات بارش در همین مدت ۱۵/۷- درصد بوده است. بنابراین تعدیل مصارف در دبی خروجی این محدوده ضرورتی ندارد و کاهش دبی بدلیل کاهش بارش و خشکسالی-های اخیر بوده است. طبق رابطه جاستین، مقدار ضریب (K) در کل محدوده مطالعاتی دژگان، ۰/۲۲۹۶ محاسبه گردیده و میزان دبی رواناب خروجی از محدوده دژگان برای دشت و ارتفاعات به‌ترتیب ۰/۱۱۶ و ۰/۵۰۷ مترمکعب در ثانیه بدست آمد. ضمن آنکه، دبی رواناب محدوده در محل ایستگاه دژگان، ۰/۶۵۲ متر مکعب در ثانیه برآورد گردید. کل میزان مصرف آب در محدوده مطالعاتی دژگان برابر ۱۱/۰۶ میلیون مترمکعب در سال، میزان مصرف در دشت ۱۰/۷۵ میلیون مترمکعب (۹/۴۹ برای کشاورزی، ۰/۳۴ برای آشامیدن و ۰/۹۲ برای صنعت) و میزان مصرف در ارتفاعات ۰/۳۱ میلیون مترمکعب (۰/۲۳ برای کشاورزی و ۰/۰۸ برای صنعت) محاسبه گردید. با توجه به کیفیت پایین و بالابودن میزان EC در چشمه‌های موجود در دشت و ارتفاعات پدل لمزان میزان ۰/۶۹ میلیون متر مکعب (۰/۰۸ در دشت و ۰/۶۱ در ارتفاعات) و در ارتفاعات دژگان شرقی به میزان ۰/۰۵ میلیون متر مکعب در سال آب مازاد مصرفی وجود دارد (جدول ۲).

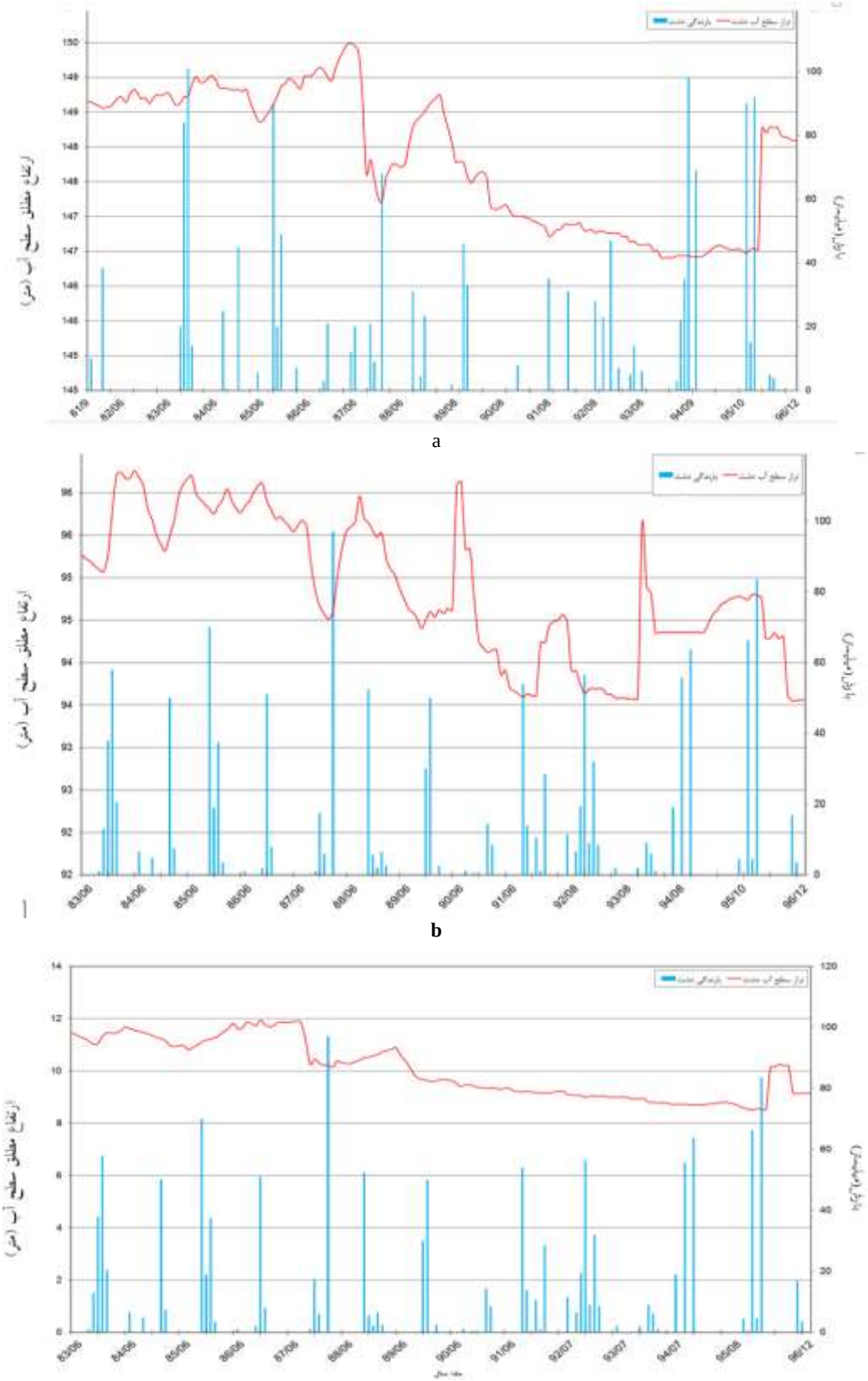
جدول ۲. مقدار رواناب سالانه و ضریب رواناب محدوده مطالعاتی دژگان

نام محدوده	حداقل ارتفاع (km)	حداکثر ارتفاع (Km)	مساحت (Km^2)	متوسط بارش سالانه (mm)	دما (c)	شیب متوسط	ضریب جاستین	ارتفاع رواناب (cm)	دبی رواناب (m^3/s)	حجم رواناب (m^3)	ضریب رواناب (درصد)
کل محدوده	۰	۱/۹۲۵	۲۸۷۴/۱۰	۱۹۶/۶	۲۵/۳	۰/۰۳۵۹۱	۰/۲۲۹۶	۰/۶۸۳	۰/۶۲۳	۱۹/۶۴۱	۳/۴۸
دشت پدل لمزان	۰/۱۱۰	۰/۵۵۸	۳۴۷/۴۰	۱۷۰/۹۰	۲۶/۴۰	۰/۰۲۴۰۴		۰/۳۹۶	۰/۰۴۴	۱/۳۷۶	۲/۳۲
دشت دژگان غربی	۰/۰۳۶	۰/۶۱۴	۱۰۰/۲۲	۱۵۹/۵۰	۲۵/۸۰	۰/۰۵۷۷۴		۰/۴۰۱	۰/۰۱۳	۰/۴۰۲	۲/۵۱
دشت دژگان شرقی	۰	۰/۴۴۱	۳۸۴/۳۸	۱۶۰/۸۰	۲۶/۵۰	۰/۰۲۲۴۹		۰/۳۴۶	۰/۰۴۲	۱/۳۳۱	۲/۱۵
دشت مشرف به دریا	۰	۰/۱۷۳	۲۷۵/۶۹	۱۴۲/۲۰	۲۶/۷۰	۰/۰۱۰۴۲		۰/۱۹۵	۰/۰۱۷	۰/۵۳۸	۱/۳۷
ارتفاعات پدل لمزان	۰/۱۶۶	۱/۹۲۵	۸۷۸/۸۷	۲۲۶/۵۰	۲۳/۸۰	۰/۰۵۹۳۳	۰/۲۲۹۶	۱/۰۱۶	۰/۲۸۳	۸/۹۲۸	۴/۴۹
ارتفاعات دژگان غربی	۰/۰۳۷	۱/۱۰۷	۲۷۶/۸۵	۲۱۰/۳۰	۲۵/۲۰	۰/۰۶۶۲۴	۰/۲۲۹۶	۰/۷۲۶	۰/۱۱۰	۳/۴۶۴	۳/۳۴
ارتفاعات دژگان شرقی	۰/۰۰۷	۱/۴۵۴	۴۷۷/۱۴	۲۱۷/۳۰	۲۵/۲۰	۰/۰۶۶۲۴	۰/۲۲۹۶	۰/۷۲۶	۰/۱۱۰	۳/۴۶۴	۳/۳۴
ارتفاعات مشرف به دریا	۰۰	۱/۴۱	۱۳۳/۵۵	۲۰۷/۶۰	۲۵/۴۰	۰/۱۲۲۰۱	۰/۲۲۹۶	۰/۹۱۹	۰/۰۳۹	۱/۲۲۷	۴/۴۳
کل دشت	۰	۰/۶۱۴	۱۱۰۷/۶۹	۱۵۹/۲۰	۲۶/۵۰	۰/۰۱۸۴۵	۰	۰/۳۲۹	۰/۱۱۶	۳/۶۴۷	۱/۲۴
کل ارتفاعات	۰	۱/۹۲۵	۱۷۶۶/۴۱	۲۲۰	۲۴/۵۰	۰/۰۴۵۸۰	۰/۲۲۹۶	۰/۹۰۵	۰/۵۰۷	۱۵/۹۹۴	۳/۷۰

آبنمود (هیدروگراف) معرف آبخوان آبرفتی

در محدوده مطالعاتی دژگان سه آبخوان شامل پدل‌لمزان، دژگان غربی و دژگان شرقی وجود دارد. هیدروگراف معرف آبخوان‌های پدل لمزان، دژگان غربی و شرقی در شکل ۲ ارائه شده است. میزان افت سطح آب از ابتدای تشکیل شبکه تا شهریور ماه سال ۱۳۹۶ در آبخوان پدل‌لمزان ۰/۳۷ متر (سالانه ۰/۰۳ متر)، در آبخوان دژگان غربی ۰/۴۸ متر (افت سالانه ۰/۰۷ متر) و در دژگان شرقی ۲/۱۴ متر (سالانه ۰/۰۸ متر) بدست آمد. با توجه به هیدروگراف معرف، تغییرات تراز آب در آبخوان‌های دژگان غربی و شرقی تقریباً شبیه یکدیگر، روند کلی منحنی تراز آب نزولی بوده ولی در مقاطعی به دلیل بارش‌های انجام شده روند افزایشی هم دیده می‌شود (شکل ۲).

با بررسی نحوه خیز و افت منحنی سطح ایستابی همراه با میزان بارش مشخص گردید که پس از وقوع بارش‌ها در اواخر فصل زمستان و اوایل فصل بهار، سطح ایستابی پس از گذشت یک دوره تأخیری تقریباً ۳ ماهه در اواخر فصل بهار تقریباً به اندازه یک متر صعود نموده و سپس به‌دلیل وقوع یک دوره خشکی طولانی تا شروع بارش‌های فصلی سال بعد، دچار روند نزولی تدریجی بوده است. این سیکل مرتباً هر ساله تکرار شده و در نهایت به‌دلیل متعدد ازجمله وقوع خشکسالی‌ها و برداشت بیش از حد مجاز آب، روند کلی سطح آبخوان کاهشی بوده است (شکل ۲ و جدول ۳). بر اساس آمار آب منطقه‌ای استان هرمزگان، افزایش حفر چاه‌های بهره‌برداری و به تبعیت آن افزایش میزان بهره‌برداری در طی دوره آماری باعث گردیده که تعداد چاه‌ها از مرز حدود ۲۳۰حلقه با تخلیه سالیانه حدود ۲/۸۹۲ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۷۲ به تعداد ۳۳۷ حلقه با تخلیه سالیانه ۳/۱۳۷ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۸۲ ازایش یابد و این روند نیز در سال‌های بعدی همچنان ادامه داشته و در پایان سال ۱۳۸۸ تعداد چاه‌ها به ۴۰۷ حلقه با تخلیه ۷/۲۳۹ میلیون مترمکعب رسیده است.



شکل ۲. آبنمود (هیدروگراف) معرف الف: آبخوان آبرفتی پدل‌لمزان ب: آبرفت دژگان غربی ج: آبرفت دژگان شرقی

در این رابطه کاهش سالانه بسیار شدیدتر سایر دشت‌ها گزارش گردیده است، کاهش ۲/۴۳ متری سطح آب در دشت دامغان استان سمنان (قوشه‌یی، ۱۳۸۹)، ۱/۴۶ متری دشت ساوه (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰)، ۱۰۰ سانتیمتری دشت جوین استان خراسان‌رضوی (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱)، ۸۰ سانتیمتری دشت سیرجان (عباس‌نژاد و شاهی‌دشت، ۱۳۹۲)، ۷۸ سانتیمتری دشت پریشان استان فارس (خواجه و همکاران، ۱۳۹۳)، ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر در دشت بهاباد استان یزد (شیرافکن و جعفری، ۱۳۹۲)، ۵۰ سانتیمتری دشت‌های یزد و اردکان (اکرامی و همکاران، ۱۳۹۰) و ۴۸ سانتیمتر دشت اراک (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰) ازجمله این نتایج می‌باشد.

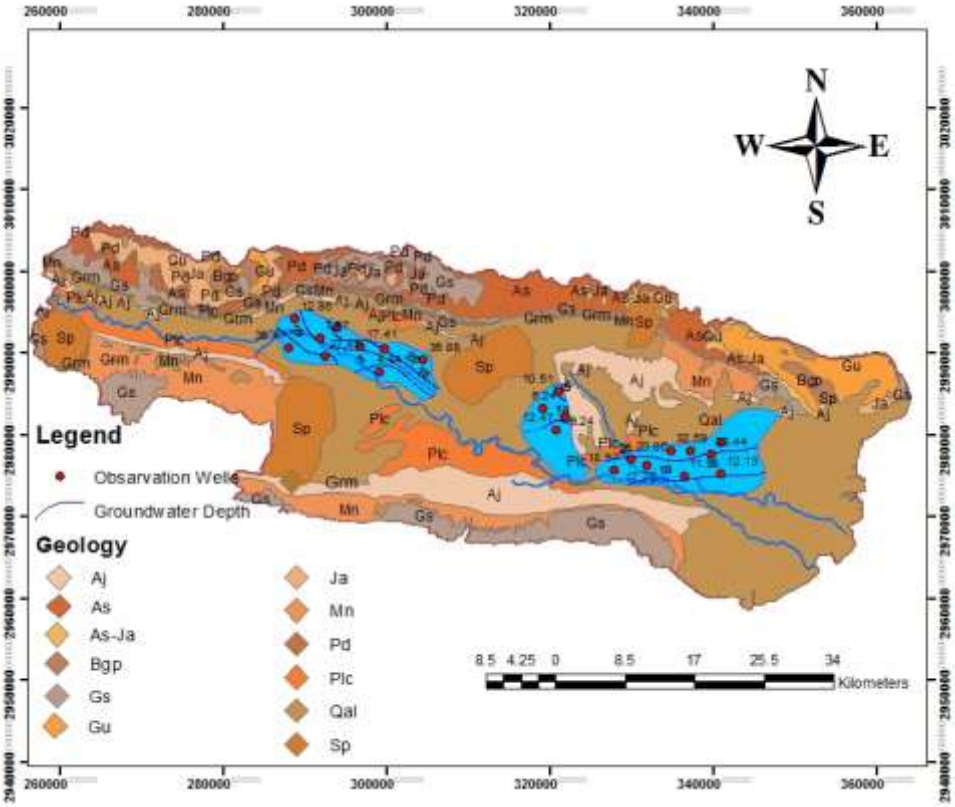
جدول ۳. تغییرات ارتفاع آب زیرزمینی آبخوان‌های پدل‌لمزان، دژگان غربی و دژگان شرقی طی ماه‌های مختلف دوره زمانی ۱۳۹۶- ۱۳۸۲

دشت	سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین سالانه
پدل-لمزان	۱۳۸۱	۱۴۸/۵۶	۱۴۸/۵۷	۱۴۸/۵۸	۱۴۸/۶۴	۱۴۸/۷۱	۱۴۸/۷۱	۱۴۸/۶۴	۱۴۸/۷۵	۱۴۸/۸۳	۱۴۸/۷۷	۱۴۸/۶۹	۱۴۸/۷۱	۱۴۸/۶۸
پدل-لمزان	۱۳۹۶	۱۴۶/۵۴	۱۴۶/۵۲	۱۴۸/۲۷	۱۴۸/۲۰	۱۴۸/۲۹	۱۴۸/۲۷	۱۴۸/۲۸	۱۴۸/۱۶	۱۴۸/۱۵	۱۴۸/۱۲	۱۴۸/۰۹	۱۴۸/۱۰	۱۴۷/۹۲
دژگان غربی	۱۳۸۳	۹۵/۲۰	۹۵/۱۹	۹۵/۱۹	۹۵/۲۵	۹۵/۲۲	۹۵/۱۹	۹۵/۱۴	۹۵/۱۰	۹۵/۰۷	۹۵/۲۷	۹۵/۸۰	۹۶/۲۲	۹۵/۲۶
دژگان غربی	۱۳۹۶	۹۴/۷۹	۹۴/۷۷	۹۴/۲۹	۹۴/۲۹	۹۴/۳۵	۹۴/۲۸	۹۴/۳۱	۹۳/۶۱	۹۳/۵۵	۹۳/۵۵	۹۳/۵۶	۹۳/۵۶	۹۴/۰۸
دژگان شرقی	۱۳۸۳	۱۱/۴۸	۱۱/۴۷	۱۱/۴۹	۱۱/۴۶	۱۱/۴۰	۱۱/۳۰	۱۱/۲۴	۱۱/۱۴	۱۱/۰۲	۱۱/۰۵	۱۱/۳۲	۱۱/۴۶	۱۱/۳۳
دژگان شرقی	۱۳۹۶	۸/۵۵	۸/۵۳	۱۰/۱۴	۱۰/۱۴	۱۰/۲۵	۱۰/۱۹	۹/۱۵	۹/۱۴	۹/۱۴	۹/۱۵	۹/۱۵	۹/۰۰	۹/۳۸

نقشه هم‌عمق سطح آب زیرزمینی

بطور کلی در آبخوان پدل لمزان در جهت شمال به جنوب سطح آب کاهش یافته و در جنوب‌شرقی آبخوان، منطقه تبخیری با ارتفاع کمتر از ۵ متر به مساحت ۱۳/۰۲ کیلومتر مربع تشکیل یافته است، البته در جنوب‌غربی محدوده سطح آب افزایش یافته است. در این آبخوان عمق سطح ایستابی از حداقل ۴/۴۴ متر در جنوب‌شرقی تا حداکثر ۳۵/۸۸ متر در شرق آبخوان تغییر می‌کند. در این آبخوان منحنی‌های هم‌عمق ۲۵، ۱۰ و ۵ متری ترسیم شده است. در آبخوان دژگان‌غربی با توجه به ۴ چاه مشاهده‌ای که فقط در نواحی مرکزی و شمالی قرار دارد عمق سطح ایستابی مورد بررسی قرار گرفته است. در این دشت مقدار عمق سطح ایستابی بین حداقل ۶/۲۴ تا حداکثر ۱۲/۴۷ متر در چاه بیشه‌گون تغییر می‌نماید. با توجه به فقدان تعداد چاه‌های مشاهده‌ای در بخش‌های مرکزی و جنوبی امکان بررسی دقیق تغییرات سطح آب در بخش‌های دیگر وجود ندارد. در این آبخوان فقط منحنی هم‌عمق ۱۰ متری قابل ترسیم است. در آبخوان دژگان‌شرقی عمق سطح ایستابی از جنوب به سمت شمال افزایش یافته و از حدود ۱۲ متر به بیش از ۳۵ متر افزایش می‌یابد. کمترین مقدار عمق سطح ایستابی در این دشت ۱۱/۹۸ متر بوده و مربوط به چاه جنوب گنایی واقع در جنوب آبخوان و حداکثر ۳۵/۸۴ متر در چاه شمال کنخ در شمال آبخوان است. منحنی‌های هم‌عمق ۱۰ و ۲۵ متری در نواحی جنوب و شمال

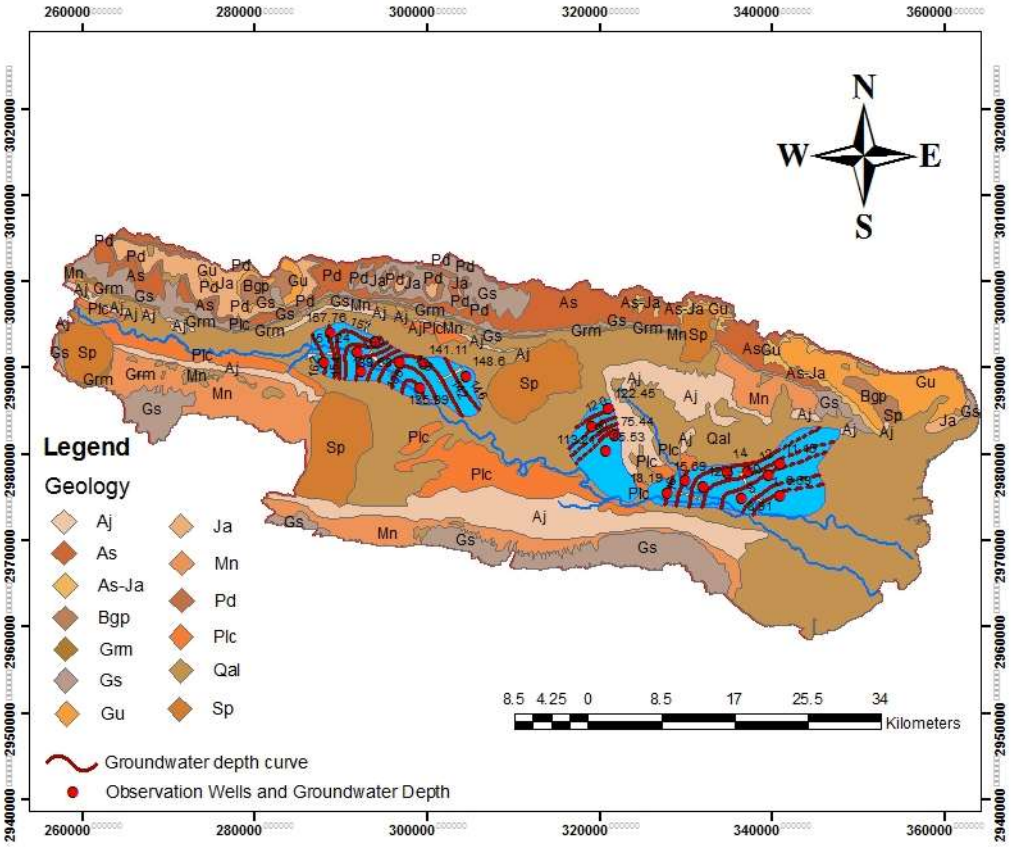
این آبخوان رسم شده است (شکل ۳).



شکل ۳. منحنی‌های هم عمق سطح آب زیرزمینی حوضه دژگان
(نقاط قرمز نشان‌دهنده چاه‌های مشاهداتی و پلیگون آبی معرف آبخوان‌های مورد۷ مطالعه می‌باشد)

نقشه هم‌تراز سطح آب زیرزمینی

منحنی‌های هم‌تراز در آبخوان پدل لمزان با فواصل ۱ تا ۴ متری بین حداکثر ۱۶۲ تا حداقل ۱۳۶ متر گسترش یافته‌اند. در مناطق شمال‌غربی آبخوان تراز آب بیشترین مقدار و در جنوب کمترین است. جهت جریان آب زیرزمینی از شمال، شمال‌غربی و شمال‌شرقی به سمت مرکز و جنوب دشت است. سه جبهه ورودی در نواحی شمال‌غربی و شمال شرقی آبخوان و یک جبهه خروجی در جنوب آن ترسیم شده است. فاصله منحنی‌ها در آبخوان دژگان غربی که با استفاده از ۴ حلقه چاه مشاهده‌ای رسم شده‌اند ۱۰ متر بوده و حداکثر و حداقل آن‌ها نیز ۱۲۰ و ۹۰ متر است. جهت جریان آب زیرزمینی در این آبخوان از شمال به جنوب است. یک جبهه ورودی در شمال آبخوان رسم شده است. در آبخوان دژگان شرقی منحنی‌ها با فاصله تراز ۱، ۲ و ۴ متر با استفاده از ۹ حلقه چاه مشاهده‌ای تهیه شده است. تراز آب در این آبخوان بین ۱۸ تا ۷ متر تغییر می‌نماید. حداکثر تراز در غرب و حداقل آن در جنوب‌شرقی آبخوان است. سه جبهه ورودی در نواحی شمال‌غربی و غرب آبخوان و یک جبهه خروجی در جنوب شرقی آن ترسیم شده است (شکل ۴).

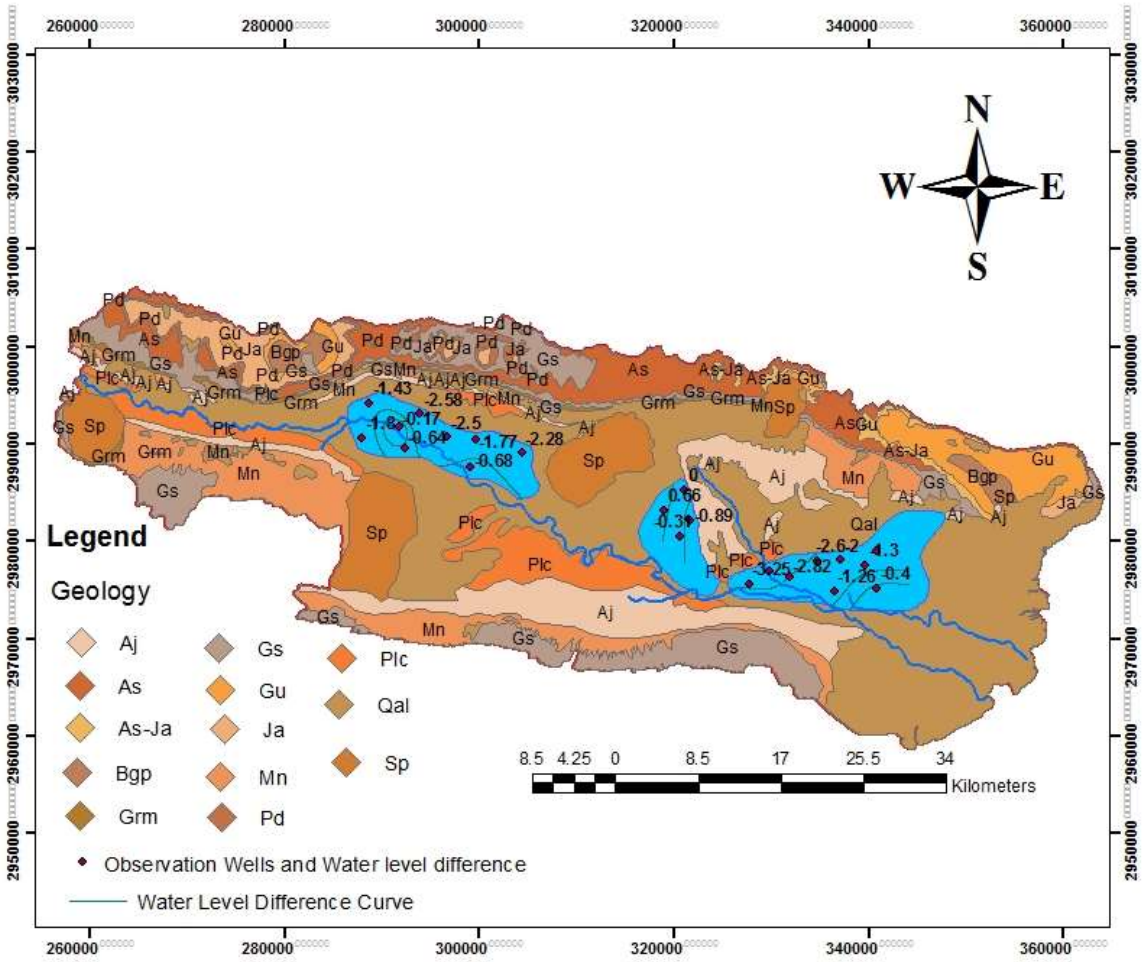


شکل ۴. منحنی‌های هم‌تراز سطح آب حوضه دژگان

(نقاط قرمز نشان‌دهنده چاه‌های مشاهداتی و پلیگون آبی معرف آبخوان‌های مورد مطالعه می‌باشد)

نقشه اختلاف سطح آب زیرزمینی

منحنی‌های اختلاف سطح آب زیرزمینی در آبخوان پدل لمزان، افزایش افت را از جنوب به شمال آبخوان نشان می‌دهند (اختلاف ارقام سطح آب مربوط به شهریور ماه سال‌های آبی ۸۳-۱۳۸۲ و ۹۰-۱۳۸۹ است). کمترین میزان افت این آبخوان به میزان ۰/۶۴ متر در جنوب و بیشترین افت به میزان ۲/۵۸ متر در شمال سبب شده تا دو منحنی افت ۰/۵ و ۱ متر قابل رسم باشد. اختلاف سطح آب زیرزمینی طی دوره آماری در آبخوان دژگان غربی از بالاآمدگی ۰/۶۶ متری در غرب تا افت ۰/۸۹ متری در شرق آبخوان نوسان می‌کند، بنابراین، تغییرات آن با منحنی‌های ۰/۵ و ۰/۵- متر نشان داده شده است. در آبخوان دژگان شرقی، منحنی‌ها افت سطح آب در دوره آماری را از غرب به سمت شرق آبخوان نشان می‌دهند. افت سطح آب در این آبخوان با منحنی‌های ۰/۵-، ۱- و ۳- متر نشان داده شده است. بیشترین افت سطح آب زیرزمینی به میزان ۴/۵۹ متر مربوط به شرق دژگان و کمترین میزان افت به میزان ۰/۴۰ متر مربوط به جنوب آبخوان می‌باشد (شکل ۵).

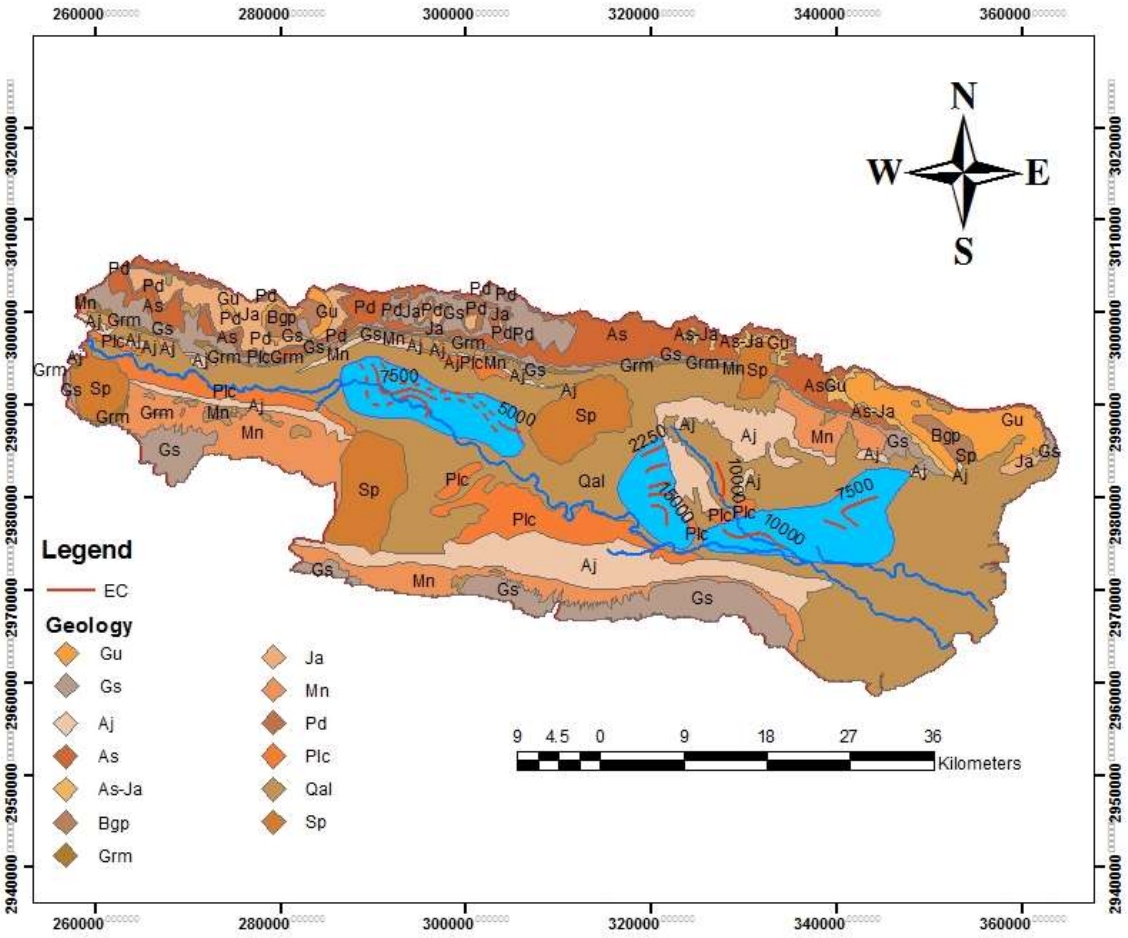


شکل ۵. منحنی‌های اختلاف سطح آب زیرزمینی حوضه دژگان
(نقاط قرمز نشان‌دهنده چاه‌های مشاهداتی و پلیگون آبی معرف آبخوان‌های مورد مطالعه می‌باشد)

تجزیه و تحلیل کیفیت شیمیایی آب

ایستگاه دژگان با میانگین هدایت الکتریکی ۴۳۸۹۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر دارای کیفیت مناسبی نیست. رودخانه مهران پس از گذشتن از دشت دژگان شرقی به دریا می‌ریزد. حداکثر مقدار هدایت الکتریکی در این ایستگاه ۸۹۰۹۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. این پارامتر در درجه اول بستگی به خصوصیات زمین‌شناسی منطقه‌ای دارد که آب در آن جاری می‌باشد. بالا بودن هدایت الکتریکی ناشی از تأثیر سازند هرمز است که بصورت گنبدهای نمکی در چندین منطقه در مقیاس وسیع رخنمون دارد که بزرگ‌ترین آن‌ها گنبدهای نمکی هیرو و زندان در مرکز محدوده مطالعاتی است. این رسوبات با وسعتی در حدود ۷۹/۵۴ کیلومتر مربع در میان آبرفت‌های دشت دژگان و تاقدیس باویون و مساحت ۱۱۱/۵۹ کیلومتر مربع در دشت پدل لمزان در تاقدیس‌های بونه‌کوه و هرنگ بیرون‌زدگی دارد که موجب افزایش شدید املاح آب‌های زیرزمینی و آب رودخانه مهران گردیده است (شکل ۶).

در محدوده مطالعاتی دژگان، آمار کیفیت ۳۵ حلقه چاه انتخابی در آبخوان آبرفتی بر اساس اطلاعات کیفی سال ۱۳۹۰ بررسی شد. حداقل، حداکثر و متوسط مقدار pH این محدوده به ترتیب ۷/۳۵، ۸/۳۴ و ۷/۷۷ است. حداقل املاح محلول در آب (TDS) ۱۶۳۰ و حداکثر ۹۷۸۶ میلی‌گرم در لیتر است (شکل ۶).



شکل ۶. هدایت الکتریکی منابع آب محدوده مطالعاتی دژگان

میانگین متغیرهای کیفی نشان می‌دهد که تیپ و رخساره شیمیایی غالب این محدوده مطالعاتی کلروره کلسیک است. میانگین شوری برحسب باقیمانده خشک برابر با ۵۷۳۳ میلی‌گرم در لیتر و میانگین هدایت الکتریکی آن ۸۹۵۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. با توجه به ارقام هدایت‌الکتریکی نمونه‌ها منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی ۲۵۰ و ۱۰۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر ترسیم گردید، در این محدوده مطالعاتی هدایت‌الکتریکی بین حداقل ۸۴۷ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در حوالی کهتک تا حداکثر ۱۰۵۳۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در آبخوان فین-مارام تغییر می‌نماید. منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی در شمال و شرق دشت فین - مارام حداقل بوده و به تدریج در راستای جنوب مقدار هدایت‌الکتریکی افزایش می‌یابد (شیب منحنی‌ها در شمال و شرق دشت زیاد بوده و در راستای جنوب از یکدیگر فاصله گرفته و شیب آن‌ها کاهش می‌یابد) (شکل ۶).

تفسیر نمودار کیفی (کموگراف) آبخوان آبرفتی

در آبخوان دشت پدل‌لمزان در طول ۲۸ نوبت نمونه‌برداری متوسط هدایت‌الکتریکی آبخوان از حداکثر ۶۹۳۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در بهار ۱۳۷۵ تا حداقل ۵۶۵۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در پاییز ۱۳۸۱ تغییر نموده است (شکل ۷).

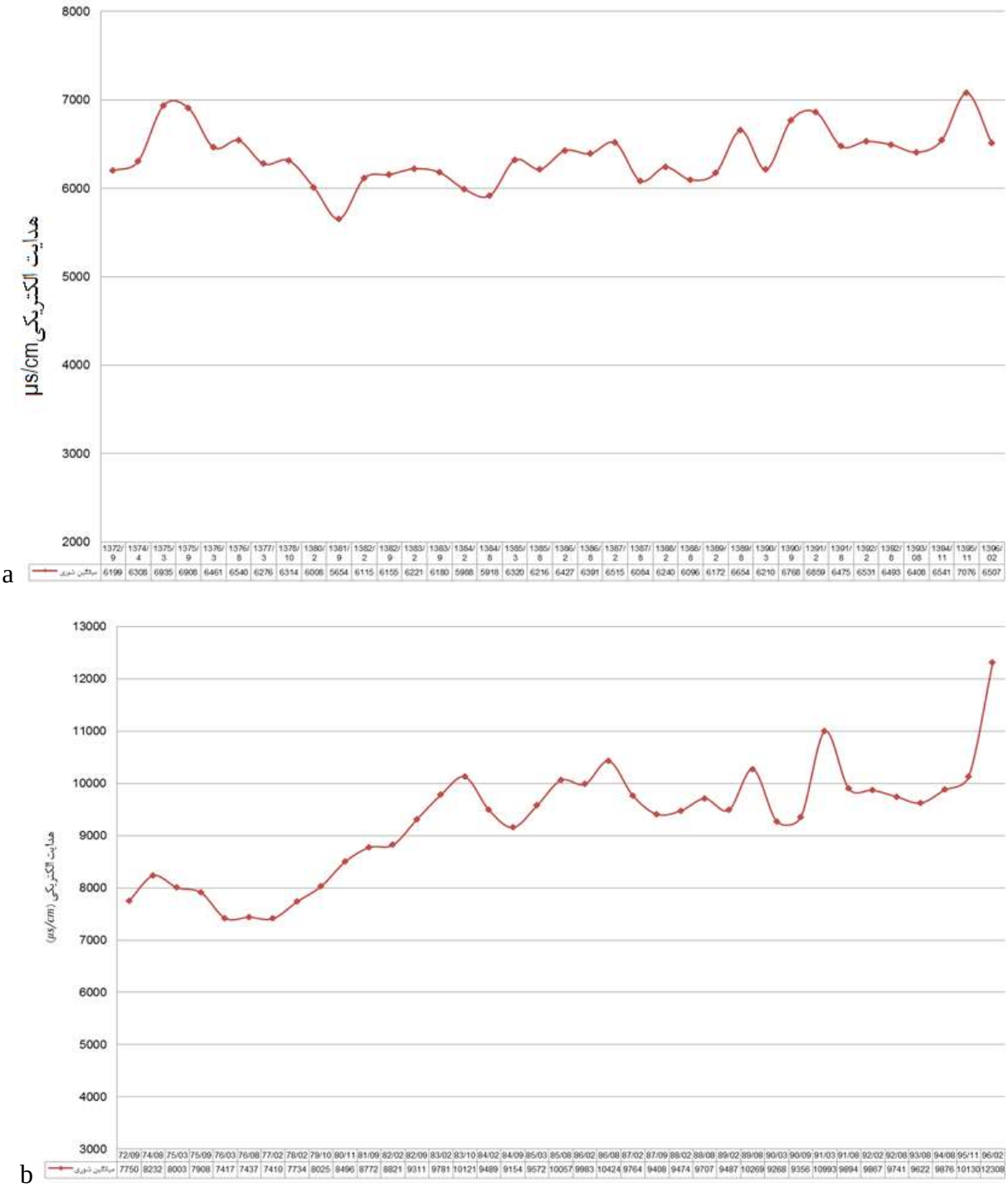
با وجود روند کلّی کاهشی منحنی کموگراف آب زیرزمینی

دشت پدل لمزان، چند دوره قابل مشاهده است. دوره اول که پس از افزایش هدایت‌الکتریکی در ۲ نوبت نمونه‌برداری آغاز می‌گردد، این دوره از بهار ۱۳۷۵ آغاز و تا پاییز ۱۳۸۱ ادامه می‌یابد. کاهش مقدار هدایت الکتریکی در این دوره را می‌توان به بارندگی‌های قابل‌ملاحظه در این دوره مرتبط دانست. دوره دوم که از بهار ۱۳۸۲ آغاز و تا بهار ۱۳۸۹ ادامه دارد، با وجود نوسانات موردی در بعضی از نوبت‌های نمونه‌برداری مقدار هدایت الکتریکی تقریباً ثابت باقی‌مانده است. در این دوره نیز با دقت در نمودار، تأثیر میزان بارندگی در کیفیت آب زیرزمینی به‌صورت نامحسوسی قابل تشخیص است. دوره سوم از بهار ۱۳۸۹ تا پاییز ۱۳۹۰ ادامه دارد و با وجود این‌که با نوساناتی همراه است، روند کلی در این دوره افزایشی است. در آبخوان دشت دژگان در ۲۹ نوبت نمونه‌برداری، متوسط هدایت الکتریکی آبخوان از حداقل ۷۴۱۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در بهار ۱۳۷۷ تا حداکثر ۱۰۴۲۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در پاییز ۱۳۸۶ افزایش یافته است (شکل ۷).

با بررسی کموگراف دشت دژگان، تغییرات هدایت الکتریکی در این دشت را می‌توان به ۴ دوره تقسیم کرد. دوره اول از زمستان ۱۳۷۲ آغاز و تا تابستان ۱۳۷۶ ادامه دارد و روند کلی منحنی کاهشی است. دوره دوم فاصله زمانی بهار ۱۳۷۶ تا زمستان ۱۳۸۳ را شامل می‌شود. در این دوره مقدار شوری به طور کلی روند افزایشی شدیدی داشته است. در دوره سوم که پس از ۲ نوبت کاهش در مقدار شوری (بهار ۱۳۸۴ و پاییز ۱۳۸۴) آغاز می‌گردد، باز هم منحنی روند افزایشی یافته است. این دوره را می‌توان از پاییز ۱۳۸۴ تا پاییز ۱۳۸۶ در نظر گرفت. در دوره چهارم که فاصله زمانی پاییز ۱۳۸۶ تا پاییز ۱۳۹۰ را شامل می‌شود، با وجود نوسانات موردی در مقدار هدایت الکتریکی روند کلی منحنی کاهشی است. هم‌چنین تأثیر بارندگی‌ها در کیفیت مطلوب‌تر آب زیرزمینی در قسمت‌های اولیه منحنی کاملاً مشهود است (شکل ۷).

بیلان و نوسان‌های آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی

نتایج نشان داد مجموع کل تغذیه این سه آبخوان آبرفتی ۴۲/۱۰، میزان کل تخلیه ۴۳/۱۲ و حجم افت مخزن آبخوآن‌ها نیز ۱/۰۲ میلیون متر مکعب در سال است. اندازه‌گیری تغییرات سطح آب در آبخوان پدل لمزان از آذر ماه ۱۳۸۱ تا شهریور ماه سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد در این دوره سطح آب زیرزمینی سالانه ۰/۱۷ متر افت داشته است. اندازه‌گیری تغییرات در آبخوآن‌های دژگان غربی و شرقی از تیر ماه ۱۳۸۳ نشان داد که افت سالانه سطح آب زیرزمینی این دو آبخوان، به‌ترتیب ناچیز و ۰/۲۷ متر بوده است. بر اساس محاسبات انجام شده، میزان تغییرات ذخیره آبخوآن‌های پدل لمزان و دژگان شرقی با در نظر گرفتن ضریب ذخیره ۲ درصد در دوره یاد شده (منتهی به شهریور ماه سال ۱۳۹۰) به ترتیب ۰/۳۴- و ۰/۶۸- میلیون متر مکعب در سال است. همچنین به دلیل افت ناچیز در آبخوان دژگان غربی، تغییرات ذخیره این آبخوان متعادل در نظر گرفته شده است. بر این اساس استفاده بهینه از منابع آب‌های زیرزمینی مستلزم اعمال مدیریت صحیح بر بهره‌برداری بوده و مدیریت صحیح مستلزم احاطه علمی و اصولی بر سیستم منابع آب هر منطقه می‌باشد. نوسان‌های سطح آب زیرزمینی طی دوره منتهی به شهریور ماه سال ۱۳۹۶ در آبخوآن‌های پدل لمزان، دژگان شرقی و دژگان غربی به‌ترتیب به میزان ۰/۳۷- ، ۲/۱۴- و ۰/۴۸ – متر محاسبه گردید. میزان تغییرات ذخیره آبخوآن‌های پدل لمزان و دژگان شرقی و دژگان غربی با در نظر گرفتن ضریب ذخیره ۲، ۱ و ۱ درصد در دوره یاد شده به ترتیب ۰/۰۵- ، ۰/۰۹- و ۰/۰۴- میلیون متر مکعب در سال به‌دست آمد (شکل ۸). کسری‌های به‌مراتب بیشتر ۱۲/۲ میلیون متر مکعبی دشت تویسرکان استان همدان (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴) و ۳ میلیون متر مکعبی آبخوان بیرجند (محتشمی و همکاران، ۱۳۹۹) نشان‌دهنده وضعیت به‌نسبت بحرانی‌تر سایر دشت‌های کشور نسبت به حوزه مورد مطالعه این تحقیق می‌باشد.



شکل ۷. نمودار کیفی (کموگراف) الف: آبخوان دشت پدل لمزان، ب: آبخوان دشت دژگان

a

B

شکل ۸. میانگین تغییرات سطح آب زیرزمینی الف: پدل لمزان، ب: دشت دژگان

نتیجه‌گیری

بر اساس هیدروگراف معرف حوزه، دشت‌های پدل لمزان، دژگان شرقی و غربی به‌ترتیب با کسری مخزن ۰/۰۵ - ، ۰۹ /۰- و ۰/۰۴- میلیون متر مکعب و افت سالانه سطح آب ۰/۰۳- ، ۰/۰۸- ، ۰/۰۷- متر مواجه‌اند. تقریباً در تمامی دشت‌های ایران، افت سطح آب‌های زیرزمینی گزارش شده هرچند مقادیر این افت، در برخی دشت‌ها زیاد و در برخی دیگر متوسط و کم بوده است (زندی‌فر و همکاران، ۱۳۹۸؛ خسروی‌دهکردی و همکاران، ۱۳۹۸). عوامل مختلفی ازجمله برداشت بی‌رویه، خشکسالی‌های شدید و تغییر اقلیم در تحقیقات مختلف به‌عنوان مهمترین عوامل موثر بر افت سطح آب زیرزمینی معرفی شده‌اند (اسدزاده و همکاران، ۱۳۹۵: کلاهدوزان و همکاران، ۱۳۹۴؛ نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج کیفی آبخوان دشت دژگان نیز نشان داد متوسط هدایت الکتریکی آبخوان از ۷۴۱۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۷۷ تا ۱۰۴۲۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است، بعبارتی سالانه ۳۳۵ میکروزیمنس بر سانتیمتر بر شوری آب زیرزمینی آبخوان افزوده گردیده است. افت کیفیت منابع آب زیرزمینی طی سالیان اخیر توسط سایر محققین نیز گزارش گردیده است (وفاخواه و همکاران، ۱۳۸۸؛ الشورباگی و ارمسبی[1]، ۲۰۰۶). خشکسالی، تغییرات کاربری اراضی و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی ازجمله عوامل موثر در افت کیفیت منابع آبی شناخته شده‌اند (اسدزاده و همکاران،

۱۳۹۵؛ روحانی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه کلی این تحقیق این است که مدیریت یکپارچه منابع آب و اقدامات و برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای صورت گرفته باعث حفظ تعادل نسبی بیلان آبی منطقه گردیده اما جهت جلوگیری از کاهش بیشتر کیفیت منابع آبی با شوری بالای حوزه بایستی ممنوعیت بهره‌برداری از دشت همچنان ثابت باقی بماند.

منابع

آذره، ع.، رفیعی‌ساردوئی، ا.، نظری‌سامانی، ع. ا.، مسعودی، ر. و خسروی، ح. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی در دشت گرمسار. نشریه مدیریت بیابان. ۳(۱): ۱۱- ۲۰.

ابراهیمی‌لویه، ع. ۱۳۸۷. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و پیامدهای آن (مطالعه موردی: دشت رفسنجان). تحقیقات منابع آب ایران. ۴ (۳): ۷۰- ۷۳.

ابراهیمی، ک.، عراقی‌نژاد، ش. و محمدی‌قلعه‌نی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی کمّی و کیفی منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: آبخوآن‌های ساوه و اراک). مجله دانش آب و خاک. ۲۱ (۲): ۹۳- ۱۰۸.

اسدزاده، ف.، کاکی، م.، سینا، ش. و بیژن، ر. ۱۳۹۵. تأثیر خشکسالی بر کیفیت و سطح آب زیرزمینی دشت قروه و چهاردولی. مجله تحقیقات منابع آب ایران. ۱۲ (۳): ۱۵۳- ۱۶۵.

اکرامی، م.، شریفی، ذ. ا.، ملکی‌نژاد، ح.، اختصاص، م. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات کیفی و کمّی منابع آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان در دهه ۸۸-۱۳۷۹. طلوع بهداشت. ۱۰ (۳): ۸۲-۹۱

امیری، س.، ۱۳۸۴. کیفیت شیمیایی آب در شبکه توزیع در کرج بزرگ، مجله آب و محیط زیست، ۶۲: ۵۴-۴۹.

بوچانی، م. ح.، افراسیابی‌راد، م. ص.، یوسفی، ح. و عبادتی، ن. ۱۳۹۶. تأثیر منابع آب در توسعه پایدار نواحی روستایی بخش زرماهروی شهرستان الیگودرز. اکوهیدرولوژی. ۴ (۱): ۱۳- ۲۷.

بذرافشان، ا.، چشم‌براه، ع. و حلی‌ساز، ا. ۱۳۹۴. مطالعه روند تغییرات تبخیر از تشتک در نمونه‌های اقلیمی استان هرمزگان. گزارش کوتاه علمی. نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۴ (۲): ۱۷۱-۱۷۶.

بهرامی، ش. و ایمنی، س. ۱۳۹۸. ارزیابی چند مدل تجربی در برآورد رواناب سالیانه (مطالعه موردی: حوضه حصارک در شمال غرب تهران). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. ۷۴ (۲): ۵۵-۷۴.

پورمحمدی، س.، دستورانی، م. ت.، جعفری، ه.، مساح‌بوانی، ع. ر.، گودرزی، م.، باقری، ف. و رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۶. بررسی اثرات خشکسالی هواشناسی و هیدروژئولوژیکی بر بیلان آب زیرزمینی دشت تویسرکان. مهندسی و مدیریت آبخیز. ۹ (۱): ۴۶- ۵۷.

تی‌بوت، ت. ۱۳۸۴. اصول کنترل کیفیت آب، انتشارات دانشگاه تبریز، ۴۱۳ ص.

جلیلی‌کامجو، س. ج. و نادمی، ی. ۱۳۹۸. ارزیابی رابطه استخراج منابع آب زیرزمینی و فقر روستایی در ایران. تحقیقات اقتصادی. ۵۴ (۳): ۵۲۵- ۵۵۰.

حیدری‌زادی، ز.، محمدی، ع. و یعقوبی، ث. ۱۳۹۷. ارزیابی وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت مهران و عوامل تاثیرگذار

۱ - Elshorbagy and Ormsbee

برکمیت این منابع. مجله هیدروژئولوژی. ۳ (۲): ۵۹- ۶۸.

خسروی‌دهکردی، ا.، میرعباسی‌نجف‌آبادی، ر.، صمدی‌بروجنی، ح.، و قاسمی‌دستگردی، ا. ر. ۱۳۹۸. ارزیابی و پیش‌بینی خشکسالی‌های آب زیرزمینی با استفاده از شاخص GRI و مدل‌های زنجیره مارکف مرتبه اول تا سوم (مطالعه موردی: دشت بروجن). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۶ (۲): ۱۱۷- ۱۳۶.

خواجه، م.، بذرافشان، ا.، وقارفرد، ح. و اسماعیل‌پور، ی. ۱۳۹۳. بررسی کمّی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت پریشان. برنامه‌ریزی و آمایش فضا. ۱۸ (۴): ۷۱- ۹۶.

زندی‌فر، س.، فیجانی، ا.، نعیمی، م. و خسروشاهی، م. ۱۳۹۸. تغییرات زمانی و مکانی شاخص خشکسالی آب زیرزمینی، مطالعه موردی: حوزه آبریز زهره- جراحی. مجله هیدروژئولوژی. ۴ (۲): ۱۰۸- ۱۳۰.

رحمانی، ا. و سدهی، م. ۱۳۸۳. پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت بهار همدان با استفاده از مدل سری‌های زمانی. مجله آب و فاضلاب. ۱۵ (۳): ۴۲- ۴۹.

رحمتی، م.، مرادی، ح. ر. و امیدی‌پور، ر. ۱۳۹۳. ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی در دشت کرمانشاه. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۵ (۱۸): ۱- ۱۶.

روحانی، ح.، زکی، ا.، کاشانی، م. و فتح‌آبادی، ا. ۱۳۹۴. ارزیابی پایداری تغییرات کیفیت شیمیایی آب سطحی در رودخانه گرگانرود. اکوهیدرولوژی. ۲ (۲): ۱۲۹-۱۴۰.

رهنما، ه.، قنبرپور، م.، حبیب‌نژادروشن، م. و دادرسی‌سبزوار، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی کمّی و کیفی منبع آب زیرزمینی. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. ۳: ۳۱- ۴۶.

ریاحی، و. و مؤمنی، ح. ۱۳۹۳. تحلیل توان منابع آب زراعی در نواحی روستایی شهرستان بوئین و میاندشت. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۴ (۳): ۱۵۳- ۱۷۱.

سعیدی‌فر، ز.، رحیمی، م.، لطفی‌نسب‌اصل، س.، خسروشاهی، م. و یزدانی، م. ر. ۱۳۹۸. شناسایی عوامل موثر بر منابع آب زیرزمینی و پیش‌بینی سطح تراز و تغییرات آن در حوضه آبخیز جازموریان. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۶ (۱): ۱۴۳- ۱۵۷.

سلیمانی‌ساردو، م.، ولی، ع.، قضاوی، ر. و سعیدی‌گراغانی، ح. ر. ۱۳۹۲. آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب (مطالعه موردی رودخانه چم‌انجیر خرم آباد). مجله آبیاری و آب ایران. ۳ (۴): ۹۵- ۱۰۵.

شیرافکن، م. و جعفری، ه.۱۳۹۲. ارزیابی بیلان هیدروژئولوژیکی آبخوان بهاباد در استان یزد. صفحه‌های .۴۸-۵۵. هشتمین همایش زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

صمدی، ر.، بهمنش، ج. و رضایی، ح. ۱۳۹۴. بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت ارومیه). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲ (۴): ۶۷- ۸۴.

عباس‌نژاد، ا. و شاهی‌دشت، ع. ر. ۱۳۹۲. بررسی آسیب پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی رویه از سفره آب زیرزمینی منطقه. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای. ۳ (۷): ۸۵- ۹۶.

قوشه‌یی، م. ۱۳۸۹. محاسبه بیلان آب زیرزمینی دشت دامغان. صفحه‌های .۹۸-۱۰۲. نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، موسسه تحقیقات آب ایران، تهران.

کلاهدوزان، ع.، دین‌پژوه، ی.، میرعباسی‌نجف‌آبادی، ر.، اسدی، ا. و دربندی، ص. ۱۳۹۴. تأثیر خشک شدن زاینده رود بر تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در دو دهه اخیر. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۶ (۱): ۸۱- ۹۳.

محتشمی، ع.، هاشمی منفرد، س.آ.، عزیزیان، غ. ر.، اکبرپور، ا. ۱۳۹۹. محاسبه بیلان آب زیرزمینی به کمک روش عددی MLPGمطالعه موردی آبخوان آزاد بیرجند. نشریه آبیاری و

زهکشی ایران، ۱۴ (۴): ۱۴۷۴-۱۴۶۰.

نوحه‌گر، ا.، قشقایی‌زاده، ن.، حیدرزاده، م.، ایدون، م. ر. و پناهی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر منابع آب سطحی و زیرزمینی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودخانه میناب). مجله پژوهش‌های دانش زمین. ۲۷: ۲۸- ۴۳.

نیکبخت، ج.، نجیب، ز. و حسن‌پوراقدم، م ع. ۱۳۹۱. تبدیل سیستم‌های آبیاری سنتی به تحت فشار بر افزایش ذخیره و سطح آب زیرزمینی مطالعه موردی: دشت عجب شیر، آذربایجان. ۲۲-۲۵. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران.

وفاخواه، م.، صادقی، س.ح.ر.، ۱۳۸۸. ارتباط بین پارامترهای شیمیایی کیفیت و دبی آب در رودخانه هراز، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۲-۳ اردیبهشت، گرگان، ۹ص.

Elshorbagy A. and Ormsbee L. 2006. Object-oriented modelling approach to surface water quality management. Journal of environmental modelling and software. 21 (5): 689-698.

Maghami-Moghim, Gh. R. and Taghipour, A. A. 2018. Investigating the effective factors on changing groundwater levels of Safi Abad plain of Esfarayneh. Desert ecosystem engineering journal. 8 (22): 27- 42.

Quantitative and qualitative evaluation of groundwater resources and factors affecting them (Case study: Villages in the centerl part of Bandar Lengeh city)

Amir Salari[1], Maryam Heydarzadeh[2*] and Nasim Ghashghaeizade[3]

Submitted: 24 November 2020 **Accepted:** 15 April 2021

Abstract

Continuous monitoring of quantity and quality of groundwater resources is essential due to excessive dependence of employment, production and sustainable development on these resources. The present study is conducted with the aim of quantitative and qualitative study of groundwater resources in the villages in the central part of Bandar Lengeh city. After quantitatively estimating the groundwater balance, taking into account all components of aquifer inlet and outlet, level hydrogeological maps and groundwater level changes based on average lunar data in the GIS (version 10.3) software package. By quantitative and qualitative monitoring of groundwater resources in the study area, using water quality statistics of 35 wells that were registered by the Regional Water Company during the statistical period of 2003-2018, groundwater curves were drawn and plotted. The results showed that groundwater balance of Pedlmezan, west Dezhgan and east Dezhgan aquifers were 5.94, 0.64 and 3.24 million cubic meters per year, respectively. Moreover, the amount of allowable withdrawal from the mentioned aquifers were 5.60, 0.64 and 0.64 million cubic meters per year, respectively. Annual drop of -0.03, -0.08 and -0.07 meters of water level of Pedlmezan, west Dezhgan and east Dezhgan indicates the favorable conditions of aquifer water balance. The qualitative results of the basin showed that the average electrical conductivity of Pedlmezan aquifer has decreased from 6935 $\mu s/cm$ in 2007 to 5654 $\mu s/cm$ in 2003. In Dezhgan plain aquifer, it was found that the average electrical conductivity of the aquifer has increased from 7410 $\mu s/cm$ in 1998 to 10424 $\mu s/cm$ in 2007. Decreasing the amount of electrical conductivity in Pedlmezan aquifer and increasing it in Dezhgan basin are directly related to fluctuations in rainfall in the relevant basins in this period. The general result of this research study is that integrated management of water resources and the measures and planning of the regions have maintained the relative balance of water in the region. However, ban on further exploitation of the water resources of the basin should continue in order to prevent reduction of quality of water resources with high salinity of the basin.

Keywords: Aquifer, Drop, Balance, Salinity.

1 - Assistant Professor, Department of Sciences and Water Engineering, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan
2 - Assistant Professor, Department of Sciences and Water Engineering, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan
3 - PhD in watershed management and expert of regional water company of Hormozgan
(*- Corresponding author Email: M.heydarzade88@yahoo.com)
DOI: 10.22048/RDSJ.2021.258911.1890