نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال نهم- شماره ۳۱- زمستان ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 31, Winter 2015

بررسی تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت مه ولات

محمد کریمی[۱] و محمد رضا حداد[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۹/۹ تاریخ پذیرش :۱۳۹٤/۲/۱۳

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی وضعیت آبخوان دشت مه ولات در استان خراسان رضوی، تغییرات کمی (با تکمیل پرسشنامه و استفاده از داده‌های دوره‌ای تراز آب زیرزمینی) و کیفی (با نمونه‌برداری و تجزیه شیمیایی) منابع آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تراز آب زیرزمینی در دشت مه ولات از سال آبی ۷٤-۷۳ تا ۸۷-۸٦ (در یک دوره ١٤ ساله) نشان داد که سطح آب بطور متوسط سالیانه ۱/۳۵ متر افت داشته است. تحلیل پرسشنامه‌ها نشان داد که تخلیه کل سالانه آب زیرزمینی توسط چاه‌ها و قنوات در این دشت ۲٥٤ میلیون مترمکعب، تغذیه سالانه دشت ۱٥۷ میلیون مترمکعب و کسری مخزن ذخیره دشت ۹۷ میلیون مترمکعب می‌باشد. آنالیز شیمیایی ٤۸ نمونه آب چاه و ۳ نمونه آب قنات نشان داد که کیفیت آب از شمال شرقی دشت به طرف حاشیه‌های دشت کاهش یافته است. از لحاظ طبقه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی به روش ویلکوکس جهت مصارف کشاورزی، ٥/۸۸ درصد نمونه‌ها در کلاس S۱-C۳ ، ۱۹/٦۱درصد نمونه‌ها در کلاس S۲-C۳، ۹/۸۰ درصد نمونه‌ها در کلاس S۲-C٤، ۲۳/٥۳درصد نمونه‌ها در کلاس S۳-C٤ و ٤۱/۱۸ درصد نمونه‌ها در کلاس S٤-C٤ قرار گرفت. بر این اساس ۷٤/٥۱ درصد نمونه‌های آب زیرزمینی آنالیز شده، برای کشاورزی مناسب نیستند.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی،تغییرات کمی، تغییرات کیفی، دشت مه ولات، خراسان رضوی

مقدمه

منابع آب زیرزمینی در کشورهایی نظیر کشور ما که در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و بیشتر بخش‌های آن فاقد منابع آب سطحی قابل ملاحظه می‌باشد، از اهمیت بسزایی برخوردار است بنابراین حفظ و حراست از منابع مذکور و برنامه‌ریزی کوتاه مدت و بلندمدت در راستای بهره‌وری بهینه از این منابع ارزشمند ضروری می‌باشد. متاسفانه در حال حاضر به علت عدم اجرای مدیریت صحیح بهره‌برداری، بیشتر آبخوان‌های کشور بخصوص در نواحی خشک از جمله دشت مه ولات با افت سطح ایستابی و کاهش حجم ذخیره مواجه می‌باشد. با توجه به این امر برنامه ریزی‌های مدیریتی باید به سمتی سوق پیدا نماید که ضمن تامین نیازهای آبی، روند افت کمی آبخوانها را کاهش داده و بهبود کیفی آنها را نیز در پی داشته باشد. با توجه به مشکلات جدی مدیریت آب زیرزمینی در دشت مه ولات به لحاظ تخلیه بی‌رویه آب زیرزمینی از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، افت شدید سطح آب زیرزمینی سالانه، پیشروی جبهه شوری به سمت شرق و شمال شرق دشت و از طرفی تغذیه ناچیز آبخوان، این دشت برای انجام این تحقیق انتخاب گردید. شهرستان مه ولات به مرکزیت شهر فیض آباد از توابع خراسان رضوی در فاصله ۲۰۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد مقدس با مساحتی در حدود ۳۷۳٤ کیلومتر مربع بین طولهای جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ٦ دقیقه و عرضهای جعرافیایی ۳٤ درجه و ٤۷ دقیقه تا ۳٥ درجه و۳۲ دقیقه واقع شده است . شکل ۱ موقعیت شهرستان مه ولات در استان خراسان رضوی را نشان می دهد.

محمد زاده [۷] در تحقیقی بیان داشت که در حال حاضر۳٤۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق در دشت مه ولات مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که از این تعداد ۳۲۱ حلقه آن مختص کشاورزی می‌باشد. تخلیه مجاز سالانه از چاه‌های کشاورزی و کل چاه‌ها به ترتیب ۱۲۲٤٦۲۲٤۰ و ۱۲٦۱۸۱٦۳٦ مترمکعب و تعداد ساعات کارکرد مجاز هر چاه کشاورزی در سال ٤۲۰۹ ساعت می باشد. ۳٤ حلقه چاه بیش از میزان آبدهی پروانه آنها آب برداشت می‌کنند که دبی اضافه برداشت آنها ۱۷٦ لیتر در ثانیه می‌باشد. حجم اضافه برداشت سالیانه توسط چاه‌های مذکور ۲/٦٦ میلیون مترمکعب است. ۱۲۰ حلقه چاه دارای اضافه برداشت حجمی هستند. میزان حجم اضافه برداشت سالیانه توسط این چاه‌ها ۳۷ میلیون مترمکعب می‌باشد. تعداد چاه‌های غیر مجاز در دشت مه ولات ١٤ حلقه بوده و میزان حجم اضافه برداشت سالیانه توسط این چاه‌ها ۰/۷۱ میلیون

۱ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی- پست الکترونیک: karimi.irri@gmail.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی فردوس

شکل ۱- موقعیت شهر فیض آباد مرکز شهرستان مه‌ولات در استان خراسان رضوی

Fig 1. Location of Feyzabad city, center of Mahvalat town, in Razavi Khorasan province

مترمکعب می‌باشد. سازمان آب منطقه ای خراسان رضوی [٤] در گزارشی افت سطح آب زیرزمینی (افت متوسط دوره ٤ ساله یعنی از مهرماه ۱۳۷۹ تا شهریورماه ۱۳۸۳ برابر ۲/۰٤ متر گزارش شده است)، کسری مخزن و عدم مدیریت صحیح در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی را از چالش‌های اساسی دشت مه ولات بر شمرده که تغذیه سالانه آن ۱۵۷ میلیون مترمکعب می باشد. حسینی و زین الدینی [۲] با بررسی اثرات بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در دشت کشکوئیه رفسنجان نشان دادند که میزان اکثر پارامترهای اندازه گیری شده در آب زیرزمینی خارج از محدوده نرمال بود. کیفیت آبها مغایر با استانداردهای آشامیدنی و قرار گرفتن آنها در محدوده C٤ و S٤ که محدوده نامطلوب برای آبیاری می باشد تشخیص داده شد. رزاق منش و همکاران [۳] در تحقیقی دیگر، کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت تبریز را مورد بررسی قرار دادند. در بررسی کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه مطالعاتی از مدلهای PMWIN و مدل انتقال محلولها در محیطهای متخلخل **MT3S** استفاده گردید. نتایج حاصل از اجرای مدل بیانگر ۲/٦ متر نزول در سطح آب زیرزمینی این منطقه در طول ١٦ سال آینده می باشد. مدل مطالعاتی همچنان نشان دادکه با افزایش برداشت در طولانی مدت باعث افت سطح ایستابی تا حدود ٥ متر خواهد گردید و میزان شوری آب زیر زمینی در دراز مدت افزایش پیدا خواهد کرد. حسین پور و همکاران [۱] با بررسی آمار و اطلاعات وضعیت کمی وکیفی آب دشتهای بوچیر و حمیران در استان هرمزگان نشان دادند که بیشتر مساحت دشت وضعیت بسیار بحرانی دارد و مقدار EC از مرز ٥٠٠٠ میکروموس برسانتی‌متر گذشته و همچنین TDS آن بیش از ۳٥۰۰ میلی‌گرم در لیتر می باشد. راهکارهای کوتاه مدت پیشنهاد شده جهت بهره برداری پایدار ازآب‌های زیرزمینی عبارتند از: الف- حفر چاه جهت آب شرب وکشاورزی اکیداً ممنوع اعلام گردد. ب- اجازه برداشت آب برای کشاورزی منوط بر ایجاد تاسیسات آبیاری قطره‌ای تحت فشار و همراه باآیش برنامه‌ریزی شده باشد. ج- برداشت آب باید براساس ظرفیت نیاز محصولات زیر کشت باشد. د- توسعه اراضی کشاورزی ممنوع اعلام شود. ه- تشویق و ترغیب در تغییر الگوی کشت، توصیه برای اجرای کشت گلخانه و یا محصولاتی که نیاز کمتری به آب داشته باشند، در دستور کار قرار گیرد. و- پایش کمی وکیفی جهت بررسی آبخوان بصورت فصلی انجام شود. ز- در شرایط سخت و بحرانی جهت حفظ آبخوان و برگشت به شرایط اولیه برای مدتی معین برداشت آب ممنوع اعلام گردد. وثوق و همکاران [۹] در تحقیقی دیگر، مدل ریاضی کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت مشهد را تهیه کردند. نتایج نهایی مدلسازی کمی و کیفی آبخوان دشت مشهد نشان داد که در سالهای آتی (سال ١٤٠٠ شمسی) مشکل آلودگی نیترات برای بخشهای عمده ای از مرکز و شرق دشت کماکان پابرجا بوده و غلظت آلاینده نیترات دراین مناطق بیشتر از حد مجاز (٤٥ میلی گرم در لیتر) می باشد. فیضی و ظریف

[٦] کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی مؤسسه کشت و صنعت نمونه آستان قدس رضوی را در تحقیقی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که سطح ایستابی چاه‌های مؤسسه از سال ١٣٤٥ تا سال ١٣٧٥ حدود ٩٥ متر یعنی معادل ٢١٠ درصد افت نموده است که افت سالانه حدود ٢ متر بوده است. بطور میانگین میزان کاهش آبدهی در ٣١ حلقه چاه مورد آزمایش از ٥٢/٦ لیتر در ثانیه در سال ١٣٤٩ به حدود ١٢/٢ لیتر در ثانیه در سال ١٣٨٧ کاهش پیدا نموده که این میزان معادل ٧٦/٨ درصد کاهش در هر حلقه چاه می باشد. بدین ترتیب از سال ١٣٤٩ تا سال ١٣٨٧ شوری آب چاه‌های بخش غربی و شرقی مؤسسه به ترتیب ٣ و ٤/٢ میکروموس بر سانتی متر در سال افزایش یافته است. عبدی نژاد [٥] با بررسی کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت ابهر نتیجه گرفت که سطح آب زیرزمینی در این دشت در طول ١٣ سال گذشته (ازسال ١٣٧٥ تا ١٣٨٧) با حدود ١٥/٧متر افت مواجه بوده و بدین دلیل وضعیت بحرانی از این نظر بوجود آمده است. از نظر کیفی آب دشت مشکلی برای مصارف مختلف نداشته اما شوری آن دارای تغییرات متناوب بوده است. این تغییرات بدلیل تفاوت در مقدار استحصال آب‌های زیرزمینی و تغییرات بارش در محدوده‌های مطالعاتی میتواند باشد.

محمدی قلعه نی و همکاران [٨] در تحقیقی به ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی آبخوانهای ساوه و اراک پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که متوسط افت سطح آب زیرزمینی در طی٧ سال در ٥٧ حلقه چاه محدودهٔ دشت اراک برابر با ٣/٣٨متر و در٦٣ حلقه چاه مورد مطالعه در آبخوان ساوه برابر١٩ /١٠ متر بوده است. همچنین افت متوسط سالانه سطح آب زیرزمینی در منطقهٔ ساوه قبل از بهره برداری از سد ساوه برای دورهٔ١٣٧٣ -١٣٦٦ برابر ٠/٩٨ متر و در سالهای بعد از بهره برداری، ١٣٨٧-١٣٧٤ معادل ١/٤٧ متر بدست آمده است. از لحاظ طبقه بندی کیفیت آب زیرزمینی بر اساس روش ویلکاکس جهت مصارف کشاورزی، آبخوان ساوه به چهار دسته و آبخوان اراک به سه دسته طبقه بندی شدند. به طوریکه حدود١٦ درصد از کل مساحت محدودهٔ ساوه در کلاسC٤-S٢ ، ٤٦ درصد در کلاس C٤-S١، ٣٠ درصد در کلاس C٣-S١ ، و ٨ درصد در کلاس C٢-S١ قرار گرفت. در مورد آبخوان اراک از کل مساحت محدودهٔ مورد مطالعه ٤٢ درصد در کلاس C٤-S١، ٥٦ درصد در کلاس C٣-S١ و ٢ درصد در کلاس C٢-S١ قرار گرفت.

هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی و ارائه راهکارهای اجرایی جهت جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی، کنترل کیفیت و کمیت آب زیرزمینی و پیشروی جبه شوری در دشت مه ولات بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سه بخش به شرح ذیل انجام شده است:

بخش١: بررسی وضعیت کمی منابع آب زیرزمینی

در این بخش از کل تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق کشاورزی موجود در دشت که ٣٢١ حلقه می‌باشند، ٤٨ حلقه و از کل قنوات موجود نیز که ٢٩ رشته می‌باشند، ٣ رشته بطور تصادفی انتخاب شدند طوری که مجموعه آنها نماینده کل چاه‌ها و قنوات دشت باشند. سپس اطلاعاتی همانند میزان آبدهی کنونی چاه‌ها و قنوات، میزان آبدهی مجاز چاه‌ها طبق پروانه بهره‌برداری و ساعات کارکرد چاه‌ها در طول سال در قالب یک پرسشنامه گردآوری شد. تخلیه سالانه چاه‌ها بر اساس آبدهی کنونی و تعداد ساعات کارکرد سالانه محاسبه گردید. در مرحله بعد با استفاده از آمار و اطلاعات ثبت شده از تراز سطح آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری دشت مه ولات در یک دوره ١٤ ساله (سال آبی ٧٤-٧٣ تا سال ٨٧-٨٦) میزان افت سطح آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت.

بخش٢: بررسی وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی

به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت مه‌ولات و تعیین منشأ شوری، تعداد ٥١ نمونه انتخابی از آب‌های زیرزمینی شامل نمونه‌برداری از ٤٨ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و ٣ قنات برداشت شد. نمونه‌برداری از چاه‌ها در حالی صورت گرفته که حداقل ١٠ دقیقه این چاه‌ها تحت پمپاژ واقع شده باشند تا از اثرات آب ساکن در لوله‌های پمپ بر روی شیمی آب اجتناب گردد. نمونه‌ها در آزمایشگاه آنالیز آب و خاک و گیاه اتحادیه تعاونی روستایی شهرستان مه ولات مورد سنجش قرار گرفتند. سپس بر اساس روش ویلکوکس، کیفیت آب زیرزمینی نواحی مختلف دشت مه ولات برای استفاده در کشاورزی طبقه‌بندی گردید.

بخش٣: ارائه مدیریت‌ها و یا راهکارهای اجرایی و کاربردی جهت کنترل کمیت و کیفیت آب زیرزمینی و جلوگیری از پیشروی جبهه شوری

در این بخش اثرات بلندمدت برداشت‌های بیش از حد مجاز در منطقه روی عمق سطح آب زیرزمینی و کمیت و کیفیت آن مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای نگهداری سطح آب زیرزمینی در عمق قابل‌قبول و مجاز، مدیریت‌ها و سیاست‌گذاری‌های مختلف و ممکن بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصل از سایر بخش‌های این تحقیق، راهکارهای اجرایی و توصیه‌های لازم برای کنترل کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در راستای بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب زیرزمینی ارائه شده است.

نتایج و بحث

١- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات گردآوری شده در پرسشنامه‌ها

نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های مربوط به پرسشنامه‌ها نشان داد که: میانگین آبدهی آنها بر طبق پروانه بهره‌برداری ٣٣/٣٧ لیتر در ثانیه می‌باشد. میانگین آبدهی کنونی چاه‌ها ٢٤/٧٣ لیتر در ثانیه می‌باشد. چاه‌های کشاورزی مجاز دارای فعالیت بی‌وقفه هستند

طوری که میانگین تعداد ساعات کارکرد هر چاه در سال ۷۹۵۹ ساعت می‌باشد. تنها ۲۲۰۰ هکتار از اراضی زراعی و باغی منطقه مجهز به سیستم آبیاری تحت فشار می‌باشد. در اراضی ۵۰ درصد بهره‌برداران نیز تسطیح اراضی انجام شده است. براساس نتایج این پژوهش با توجه به تعداد ساعات کارکرد سالانه چاه‌ها و متوسط میزان آبدهی آنها، مقدار تخلیه سالانه ۳٤۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق در دشت مه ولات ۲٤۷ میلیون مترمکعب و از طرفی میزان تخلیه آب زیرزمینی از طریق ۲۹ رشته قنات موجود در دشت با توجه به میزان متوسط آبدهی آنها (۷/۵ لیتر در ثانیه)، ۷ میلیون مترمکعب بدست آمد. لذا تخلیه کل سالانه آب زیرزمینی توسط چاه‌ها و قنوات ۲٥٤ میلیون مترمکعب خواهد بود. با توجه به تغذیه سالانه دشت که ۱٥۷ میلیون مترمکعب برآورد شده است [٤]، ۹۷ میلیون مترمکعب کسری مخزن در هر سال خواهیم داشت. تخلیه مجاز کل چاه‌ها در سال ۱۲٦ میلیون مترمکعب است در صورتی که تخلیه کنونی چاه‌ها در سال ۲٤۷ میلیون مترمکعب است لذا میزان حجم اضافه برداشت سالیانه توسط این چاه‌ها ۱۲۱ میلیون مترمکعب می‌باشد.

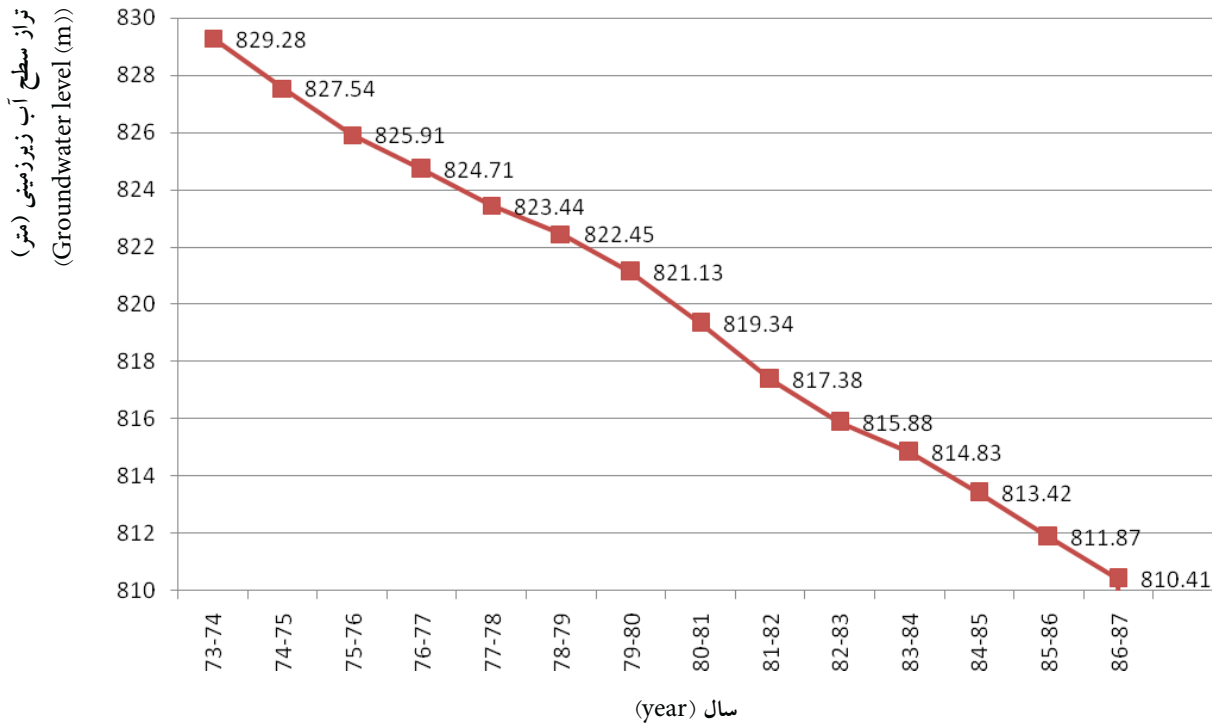
۲- بررسی کمی منابع آب زیرزمینی

با تجزیه و تحلیل آمار مربوط به تراز سطح آب زیرزمینی در چاهک‌های مشاهده‌ای (اخذ شده از سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی)، میانگین سالانه تراز سطح آب در سال‌های مختلف دوره آماری تعیین شده (سال آبی ۷٤-۷۳ تا سال ۸۷-۸٦)، بدست آمد. نمودار افت سطح آب زیرزمینی در طول دوره ۱٤ ساله ترسیم شده که در شکل ۲ آمده است.

با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه گرفت که افت سطح آب زیرزمینی در دوره ۱٤ ساله، ۱۸/۸۷ متر می‌باشد. به عبارت دیگر سطح آب زیرزمینی از سال آبی ۷٤-۷۳ تا ۸۷-۸٦ بطور متوسط سالیانه ۱/۳٥ متر افت داشته است. نتیجه اینکه سیاست فعلی برداشت از منابع آب زیرزمینی باعث افت زیاد سطح آب زیرزمینی شده و با پایین افتادن سطح آب، برداشت از لایه‌های پایین‌تر آبخوان که دارای آب‌های شورتری هستند انجام می‌گیرد و آب‌های شور کویری از حاشیه‌ها به سمت مرکز دشت پیشروی می‌کنند. در نتیجه با توجه به تغذیه نشدن طبیعی آبخوان به اندازه کافی، منشأ شوری و تغییرات دانه‌بندی بدنه آبخوان با ادامه روند فعلی در نحوه برداشت از آب زیرزمینی، قطعاً در آینده شاهد تخریب بیشتر کیفیت آب زیرزمینی منطقه خواهیم بود.

۳- نمونه‌برداری و آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی:

نمونه‌های انتخابی از آب‌های زیرزمینی در آزمایشگاه آنالیز آب و خاک و گیاه اتحادیه تعاونی روستایی شهرستان مه ولات مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۱ آمده است. در این جدول کیفیت نمونه‌های آب برای مصارف کشاورزی با استفاده از روش ویل‌کوکس مورد ارزیابی قرار گرفته و در کلاس‌های مختلف طبقه‌بندی شده است. بر اساس این روش، ٥/۸۸ درصد نمونه‌ها در کلاس C۳-S۱، ۱۹/٦۱درصد نمونه‌ها در کلاس



شکل ۲- نمودار افت سطح آب زیرزمینی در طول دوره ۱٤ ساله (سال آبی ۷٤-۷۳ تا سال ۸۷-۸٦)

Fig 2. Diagram of decline in groundwater levels over the course of 14 years (1994-1995 to 2007-2008)

جدول ۱- نتایج سنجش شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت مه ولات

Table 1. The results of chemical analysis of groundwater samples in Mahvalat basin

مناسب برای کشاورزی Suitable for agriculture	کلاس آب Water class	SO4	Cl	CO3	HCO3	K	Na	Mg	Ca	PH	S.A.R	T.D.S	EC	شماره نمونه Number of samples
بله (Yes)	C۳-S۲	173	253	18	340	2	262	38	57	7.60	6.50	1010	1587	1
بله (Yes)	C۳-S۱	164	178	25	347	3	185	43	75	7.99	4.18	880	1390	2
بله (Yes)	C۳-S۲	197	200	9	333	2	226	31	75	7.82	5.53	900	1415	3
بله (Yes)	C۳-S۲	172	316	21	223	2	261	37	55	7.87	6.67	1000	1567	4
بله (Yes)	C۳-S۲	263	402	21	270	3	319	56	57	7.70	7.16	1240	1944	5
خیر (No)	C٤-S۳	300	621	21	271	3	446	36	140	7.76	8.67	1700	2670	6
خیر (No)	C٤-S۲	291	550	37	361	3	377	51	130	7.57	7.07	1550	2430	7
خیر (No)	C٤-S۳	919	915	65	44	5	580	129	242	7.35	7.46	2790	4360	8
بله (Yes)	C۳-S۲	210	380	25	305	2	271	46	116	7.74	5.38	1240	1950	9
بله (Yes)	C۳-S۲	271	318	28	267	3	231	80	69	7.68	4.47	1170	1830	10
بله (Yes)	C٤-S۲	814	678	28	285	5	520	74	266	8.06	7.24	2410	3780	11
بله (Yes)	C۳-S۲	158	261	25	271	2	227	38	68	7.78	5.45	950	1490	12
بله (Yes)	C۳-S۲	145	434	25	233	2	318	43	59	7.74	7.66	1180	1850	13
خیر (No)	C٤-S٤	617	1300	25	280	4	811	65	290	7.57	11.19	3200	5010	14
خیر (No)	C٤-S٤	1258	2520	15	427	5	1611	151	450	7.44	16.71	6080	9510	15
خیر (No)	C٤-S٤	1635	3887	9	559	6	2382	222	620	7.32	20.84	8910	13930	16
خیر (No)	C٤-S۲	178	482	31	406	2	340	78	78	7.78	6.48	1440	2260	17
خیر (No)	C٤-S۲	309	586	31	223	2	373	81	104	7.6	6.65	1600	2510	18
خیر (No)	C٤-S٤	693	3400	6	283	5	2083	162	281	7.28	25.88	6680	10450	19
خیر (No)	C٤-S٤	2607	3732	9	173	5	2359	197	882	7.72	18.65	9450	14780	20
خیر (No)	C٤-S٤	1099	3505	9	239	5	2078	94	563	7.58	21.31	7360	11500	21
خیر (No)	C٤-S٤	930	2157	6	277	4	1366	125	311	7.53	16.49	4970	7770	22
خیر (No)	C٤-S۳	463	1042	12	274	3	687	61	189	7.66	11.1	2580	4040	23
خیر (No)	C٤-S۳	642	946	18	259	3	909	85	232	7.63	8.68	2620	4100	24
خیر (No)	C٤-S٤	1049	3000	15	179	5	1868	53	490	7.61	21.37	6410	10020	25
خیر (No)	C٤-S٤	1067	2391	9	179	4	1494	119	370	7.68	17.23	5430	8490	26
خیر (No)	C٤-S۳	573	1083	15	176	3	691	82	191	7.79	10.5	2690	4210	27
خیر (No)	C٤-S۳	504	870	9	343	3	580	76	193	7.7	8.94	2380	3730	28
خیر (No)	C٤-S۳	996	942	12	255	5	620	127	291	7.56	7.59	3040	4750	29
خیر (No)	C٤-S٤	1560	2396	15	393	7	1560	250	369	7.53	15.31	6200	9710	30
خیر (No)	C٤-S٤	1687	3569	18	343	8	2286	244	451	7.36	21.47	8280	12950	31
خیر (No)	C٤-S٤	1803	4346	18	324	9	2755	203	591	7.37	24.85	9670	15120	32
خیر (No)	C٤-S٤	1287	3888	15	372	9	2400	170	490	7.31	23.77	8330	13020	33
خیر (No)	C٤-S۳	543	856	18	298	3	260	139	104	7.75	8.39	2380	3720	34
خیر (No)	C٤-S۳	339	905	12	286	3	589	75	125	7.84	5.02	2180	3410	35
بله (yes)	C۳-S۲	214	445	15	331	2	300	64	96	7.74	5.79	1330	2080	36
خیر (No)	C٤-S۳	531	921	15	395	5	594	93	211	7.62	8.55	2570	4020	37
خیر (No)	C٤-S۲	914	696	18	283	5	444	90	346	7.87	5.49	2540	3980	38
بله (yes)	C۳-S۲	159	315	31	349	2	230	55	91	7.81	2.18	1100	1720	39
بله (yes)	C۳-S۱	213	195	18	390	2	132	93	74	7.91	2.41	980	1540	40
خیر (No)	C٤-S٤	482	1864	12	239	5	1256	46	173	7.7	21.85	3900	6100	41
خیر (No)	C٤-S٤	1627	3393	0	330	6	2125	212	500	7.32	20	7800	12200	42
خیر (No)	C٤-S٤	1528	3763	0	299	5	2348	182	514	7.2	22.58	8300	12970	43
خیر (No)	C٤-S۳	607	745	6	308	2	610	68	140	7.75	10.62	2260	3530	44
خیر (No)	C٤-S٤	14.3	31.5	0.2	4.5	6	792	102	160	7.77	12	3000	4690	45
خیر (No)	C٤-S۳	470	923	9	299	2	635	76	144	7.58	10.63	2380	3720	46
خیر (No)	C٤-S٤	1409	3363	0	488	5	1886	264	560	7.31	16.4	7610	11920	47
خیر (No)	C٤-S٤	1017	2027	9	324	5	1300	71	431	7.56	15.26	4900	7660	48
خیر (No)	C٤-S٤	952	1916	12	286	5	1262	126	280	7.41	15.67	4610	7210	49
خیر (No)	C٤-S٤	765	1389	28	1005	4	918	107	171	7.6	11.91	3630	5680	50
بله (yes)	C۳-S۱	181	199	9	255	3	137	60	73	7.38	2.87	840	1320	51

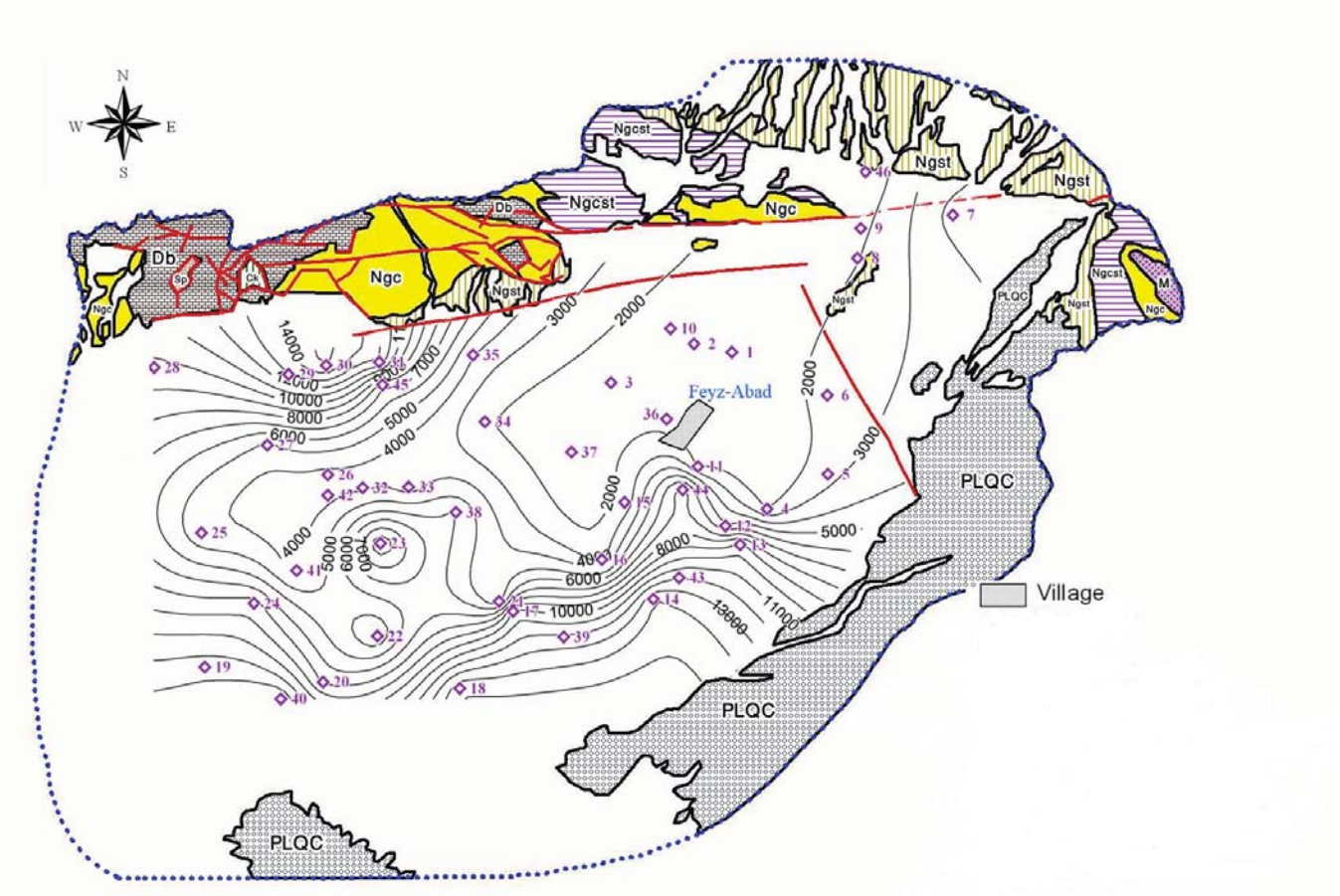
توضیح: واحد یونها میلی گرم در لیتر و EC بر حسب میکرو موس بر سانتی متر می باشد.

Note: The units of ions and cations is milligrams per liter and EC is micro-mouse per Cm

C۳-S۲، ۹/۸۰ درصد نمونه‌ها در کلاس C٤-S۲، ۲۳/۵۳درصد نمونه‌ها در کلاس C٤-S۳ و ٤۱/۱۸ درصد نمونه‌ها در کلاس C٤-S٤قرار گرفت. نتیجه اینکه از تعداد ۵۱ نمونه آب، ۳۸ نمونه آن یا به عبارتی دیگر ۷٤/۵۱ درصد آنها برای مصرف در کشاورزی مناسب نیستند.

در شکل ۳ موقعیت نقاط نمونه‌برداری قابل مشاهده است. مقادیر هدایت الکتریکی (EC) حاصل از آنالیز نمونه‌های آب زیرزمینی دشت مه ولات با استفاده از نرم‌افزار Surfer درون‌یابی و در محیط Arcview با نقشه‌های پایه تلفیق و در نهایت نقشه هم هدایت الکتریکی ترسیم شده‌است (شکل۳). بررسی این نقشه نشان می‌دهد که از شمال شرقی دشت به طرف حاشیه‌های دشت که ضخامت آبرفت کمتر و سنگ بستر بالاتر می‌باشد مقدار EC از حدود ۱۷۰۰ تا بیش از ۱۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی متر افزایش می‌یابد. در نمونه‌های شماره ۲۵ و ٤۸ افزایش ناگهانی EC مشاهده می‌شود که این دو نمونه مربوط به چاه‌هایی می‌باشند که حدوداً دارای عمقی بیشتر از ۷۰ متر نسبت به چاه‌های اطراف هستند. به طور کلی با زیاد شدن عمق، رسوبات آبخوان دانه‌ریزتر می‌شوند و با توجه به لیتولوژی سنگ بستر (مارن و کانی‌های تبخیری) می‌توان نتیجه گرفت آب‌های عمیق‌تر باید دارای EC و TDS بیشتری باشند. EC و TDS با مقادیر میانگین ۵۸٤۸/۸ و ۳۷۳۸/٤ نشان‌دهنده مقادیر زیاد مواد محلول در آب‌های زیرزمینی منطقه می‌باشد. شوری، نسبت جذب سدیم و درصد سدیم بیشتر نمونه‌ها برای آبیاری در کشاورزی مناسب نیستند.

در شهریور سال ۱۳۷۸ جهت بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت مه ولات از ۳۵ چاه عمیق نمونه‌برداری انجام گرفته است (مهندسین مشاور آبنمود توس، ۱۳۸۳). در دو نوبت نمونه‌برداری سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ تعداد ۱۲ نمونه از یک محل برداشت شده‌اند و بقیه نمونه‌ها از لحاظ مکانی نزدیک به یکدیگر قرار دارند. در نتیجه مقایسه بین نتایج این دو نمونه‌برداری امکان‌پذیر می‌باشد. مقایسه پارامترهای آماری حداقل، حداکثر و میانگین نتایج آنالیز شیمیایی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ (جدول۲) نشان می‌دهد غلظت اکثر یون‌ها و در مجموع شوری آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است. برای مثال در طی ۹ سال، میانگین EC و TDS به ترتیب ۱۲۱۰ و ۷۹۸ واحد افزایش پیدا کرده است.



شکل ۳- نقاط نمونه‌برداری از آب زیرزمینی و نقشه هم هدایت الکتریکی دشت مه ولات (سال ۱۳۸۷)

Fig 3. Map of the sampling points of groundwater and electrical conductivity of Mahvalat basin (2008)

جدول ۲- مقایسه نتایج آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی دشت مه ولات در سال‌های ۱۳۸۷ و۱۳۷۸ (غلظت‌ها بر حسب ppm)

Table 2. Comparing the results of the chemical analysis of Mahvalat basin groundwater in 1999 and 2008 (Concentrations are in ppm)

پارامتر Parameter	سال نمونه برداری The year of sampling	تعداد نمونه Samples	میانگین حسابی Arithmetic mean	حداکثر Max	حداقل Min
EC	1378	35	4638.91	13580	1216
	1387	49	5848.84	15120	1390
T.D.S	1378	35	2940.63	8470	823
	1387	49	3738.37	9670	880
Ca	1378	35	130.17	648	10
	1387	49	261.10	882	55
Mg	1378	35	80.30	301.2	10.8
	1387	49	104.14	264	31
Na	1378	35	730.22	1840	188.6
	1387	49	984.47	2755	132
HCO3	1378	35	171.67	286.7	79.3
	1387	49	299.88	559	44
CO3	1378	35	13.54	30	0
	1387	49	16.86	65	0
Cl	1378	35	964.59	3922.8	127.8
	1387	49	1530.47	4346	178
SO4	1378	35	784.18	1977.6	235.2
	1387	49	749.49	26.7	145

پیشنهادها

براساس نتایج این تحقیق، راهکارهای زیر جهت کنترل کمیت و کیفیت آب زیرزمینی و جلوگیری از افت سطح آب پیشنهاد می‌شود:

۱- عدم برداشت توسط چاه‌های غیر مجاز و انسداد آنها

۲- جلوگیری از اضافه برداشت توسط چاه‌های مجاز (برداشت با دبی بالاتر از دبی پروانه)

۳- جلوگیری از افزایش غیر مجاز ساعات کار کرد چاه‌ها (اضافه برداشت حجمی)

چاه‌های در حال بهره‌برداری در دشت مه ولات دارای فعالیت بی وقفه هستند به طوریکه میانگین تعداد ساعات کارکرد هر چاه در سال ۷۹۵۹ ساعت و تعداد ساعات کارکرد مجاز آن ٤۲۰۹ ساعت می‌باشد. میزان حجم اضافه برداشت سالیانه توسط این چاه‌ها ۱۲۱ میلیون مترمکعب می‌باشد.

٤- با توجه به کیفیت نامناسب آب زبرزمینی برای کشاورزی در اکثر نقاط دشت (نزدیک به ۷۵ درصد نمونه‌های آب تجزیه شده برای مصرف در کشاورزی مناسب نیست) پیشنهاد می شود بررسی لازم در این خصوص صورت گرفته و تعدادی از چاه‌ها توسط دولت خریداری و پلمپ گردد.

۵- تجهیز چاه‌های برقی منطقه به کنتورهای هوشمند و کنترل حجم بهره‌برداری از چاه‌ها.

منابع

1. Abdinejad, P. 2009. Investigation of quality and quantity of groundwater resources in Abhar basin. Proceedings of Specialty Conference on Environmental Engineering. University of Tehran. Iran.(In Persion)

2. Feyzi, H. and Zarif, S. 2009. Monitoring the quality and quantity of groundwater resources and its impact on cropping pattern. Proceedings of the National Conference on Sustainable Development Models in Water Management. Consulting Engineers of Mahab Samen. Mashhad.(In Persion)

3. Hoseini, A. Zeynodini, A. 2004. Effect of improper management in operation of groundwater resources in Rafsanjan Kashkoeyeh Plains, Kerman province. Proceedings

(In Persion)

7. Mohamadzadeh, H. 2009. Status of resources and expenditures of water in Mahvlat and strategies of water rescue. Conference Proceedings optimum water consumption patterns with the approach of Mahvalat Plains challenges. Mahvalat city.(In Persion)

8. Razaghmanesh, M. Salemi, T. and Seraj, M. 2006. Investigation of Quantity and quality of groundwater in Tabriz plain. Proceedings of the First National Conference on Management of Irrigation and Drainage Networks. Chamran University. Ahvaz. Iran.(In Persion)

9. Wosogh, A. Baghvand, A. Abtahi, M. and Gholizadeh, M. 2009. Mathematical modeling of groundwater quantity and quality of Mashhad plain. Proceedings of the First National Conference on Groundwater, Islamic Azad University of Behbahan.(In Persion)

of Conference on Water Resources Management. Tehran, Association of Engineering and Science of Water Resources. (In Persion)

4. Hoseinpour, A. Nohegar, A. Mahini salman, A. and Damizadeh, M. 2007. Investigate the possibility of surface environmental resources management for sustainable operation of groundwaters (Case Study Bocher and Homeyran plains). Proceedings Fourth National Conference of Watershed Sciences and Engineering. Karaj, Tehran University School of Natural Resources.(In Persion)

5. Khorasan Regional Water Co. and the consulting engineers of Simayeab Khavaran. 2007. Report of Studies of surface and groundwater resources of Mahvalat plain watershed.(In Persion)

6. Mohammadi Ghalehney, M. Ebrahimi, K. and Eraghinejad, S. 2011. Qualitative and quantitative assessment of groundwater resources (Case study: Saveh and Arak aquifers). Journal of Soil and Water Science 21 (2): 108-93.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 9, No. 31, Winter 2015
سال نهم- شماره ۳۱- زمستان ۱۳۹۴

Abstract

Investigation of Qualitative and Quantitative Changes of Groundwater Resources in Mahvalat Plain

M. Karimi[1] and M. R. Haddad[2]

Received: 2015.05.3 Accepted:2012.11.29

In order to investigate Mahvalat plain aquifer in Khorasan Razavi, quantitative changes (with completion of questionnaire and periodic data of groundwater level) and qualitative changes (with sampling and chemical analysis) of groundwater resources has been carried out. The analysis of periodic data of groundwater level in a 14-year period (1994-1995 to 2007-2008), showed that the Average drop of groundwater level has been annually 1.35 m. The data analysis of questionnaires showed that the total annual depletion by wells and Qanats is 254 MCM, the annual recharge of basin is 157 MCM and the annual reservoir deficit is 97 MCM. Chemical analysis of 48 water samples from wells and 3 water samples from Qanats showed that the water quality has reduced from the northeastern plain to margins. In terms of classifying the quality of groundwater for agricultural purposes by Wilcox, 5.88% of samples in Class C3-S1, 19.61% of samples in Class C3-S2, 9.80% of samples in class C4-S2, 23.53% of samples in class C4-S3 and 41.18% of samples were placed in class C4-S4. According to this method, 74.51 percent of groundwater samples are not suitable for agriculture.

Keywords: Groundwater, Mahvalat plain, Qualitative Changes, Quantitative Changes, Razavi Khorasan.

1. Member of Scientific board of Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center, Corresponding Author Email: mohammad_2203@yahoo.com
2. MSc student of Irrigation and Drainage in Islamic Azad University of Ferdous and soil and water expert of Jihad- e- Agriculture management of Mahvalat