

مدیریت بهره‌وری پایدار از منابع آب زیرزمینی دشت مه‌ولات

محمد کریمی*^۱، محمد رضا حداد^۲

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، بررسی وضعیت کمی و کیفی این منابع و ارائه‌ی راهکارهای اجرایی برای بهره‌وری پایدار از منابع آب زیرزمینی بوده است. نتایج این تحقیق نشان دادند که سطح آب زیرزمینی در دشت مه‌ولات از سال آبی ۷۴-۷۳ تا ۸۷-۸۶ (در یک دوره‌ی ۱۴ ساله)، بطور متوسط سالانه ۱/۳۵ متر افت داشته است. تخلیه‌ی کل سالانه آب زیرزمینی از چاهها و کاریزها ۲۵۴ میلیون مترمکعب، تغذیه‌ی سالانه‌ی دشت ۱۵۷ میلیون مترمکعب، و کمبود آبخوان ۹۷ میلیون مترمکعب بوده است. تجزیه‌ی شیمیایی ۴۸ نمونه آب چاه و ۳ نمونه آب کاریز نشان داد که از شمال شرقی دشت به طرف حاشیه‌های آن EC از حدود ۰/۱۷ تا بیش از ۱/۵ زیمنس بر متر افزایش یافته و شوری، نسبت جذب سدیم، و درصد سدیم بیشتر نمونه‌ها برای آبیاری مناسب نیستند. مهمترین راهکارها جهت بهره‌وری پایدار از منابع آب زیرزمینی عبارتند از: جلوگیری از افزایش غیر مجاز ساعات کارکرد چاهها (حجم اضافه برداشت سالانه از این چاهها ۱۲۱ میلیون مترمکعب بوده است)، توسعه‌ی روشهای نوین آبیاری، از جمله آبیاریهای تحت فشار و سطحی بهینه، برای افزایش بازدهی کاربرد آب در کشتزارها، کاهش پهنه‌ی زیرکشت محصولات زراعی و باغی به یک سوم سطح کنونی، خریداری و مهر و موم چاههای دارای رسانایی کهربایی بیش از ۰/۷۵ زیمنس بر متر به وسیله‌ی دولت، و تجهیز چاههای برقی منطقه به ثبت-کننده‌های هوشمند حجم آب بهره‌برداری شده و نظارت بر آن.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، بهره‌برداری، خراسان رضوی، دشت مه‌ولات، مدیریت پایدار

^۱ - عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

^۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی فردوس و کارشناس آب و خاک مدیریت جهاد کشاورزی مه‌ولات

*- نویسنده مسوول مقاله: karimi.irri@gmail.com

مقدمه

آبهای زیرزمینی یکی از مهمترین و ارزانه‌ترین منابع آبی به شمار رفته، و نقش مهمی در رونق کشاورزی آبیانه در ایران دارند. امروزه، به دلیل تغییرات آب و هوایی، کاهش بارشها، استفاده بی‌رویه و بیش از حد مجاز بر اثر توسعه‌ی مناطق کشاورزی، و عدم مدیریت بهره‌برداری صحیح، بسیاری از آبخوانهای کشور در معرض خطر افت ذخیره قرار دارند؛ لذا، انجام مطالعات جامعی مورد نیاز است تا بتوان، بر پایه‌ی آنها، دستورالعمل‌هایی را جهت مدیریت مؤثر منابع آب و زیرزمینی تهیه کرد. با عنایت به مشکلات جدی مدیریت آب زیرزمینی در دشت مه‌ولات به لحاظ تخلیه‌ی بی‌رویه آب زیرزمینی از طریق چاههای عمیق و نیمه عمیق، افت شدید سطح آب زیرزمینی سالانه، پیشروی جبهه‌ی شوری به سمت شرق و شمال شرق دشت و از طرفی تغذیه‌ی ناچیز آبخوان، دشت مزبور برای انجام این تحقیق انتخاب گردید. منطقه‌ی مورد تحقیق در استان خراسان رضوی و در فاصله‌ی ۲۶۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد قرار دارد. آب زیرزمینی تنها منبع تمامی آب کشاورزی در منطقه است. در حال حاضر ۳۴۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق در دشت مه‌ولات مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که از این تعداد ۳۲۱ حلقه آن مختص کشاورزی است. تخلیه‌ی مجاز سالانه از چاههای کشاورزی و کل چاهها به ترتیب ۱۲۲/۴۶۲/۲۴۰ و ۱۲۶/۱۸۱/۶۳۶ مترمکعب، و تعداد ساعات کارکرد مجاز هر چاه کشاورزی در سال ۴۲۰۹ ساعت می‌باشد (محمدزاده، ۱۳۸۸). افت سطح آب زیرزمینی (افت متوسط دوره‌ی ۴ ساله، یعنی از مهرماه ۱۳۷۹ تا شهریورماه ۱۳۸۳ برابر ۲/۰۴ متر گزارش شده است)، کسری مخزن و عدم مدیریت صحیح در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی از چالشهای اساسی این دشت است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان و مهندسين مشاور سیمای آب خاوران، ۱۳۸۶). ۳۴ حلقه چاه بیش از میزان آبدهی پروانه آنها آب برداشت می‌کنند. حجم اضافه برداشت سالانه از چاههای مذکور ۲/۶۶ میلیون مترمکعب است. ۱۲۰ حلقه چاه دارای اضافه برداشت می‌باشند، حجم اضافه برداشت سالانه از این چاهها ۳۷ میلیون مترمکعب است. تعداد چاههای غیر مجاز در دشت مه‌ولات ۱۴ حلقه

بوده و حجم اضافه برداشت سالانه از آنها ۰/۷۱ میلیون مترمکعب می‌باشد (محمدزاده، ۱۳۸۸). شاه و همکاران (۲۰۰۳)، در مقاله‌ای به تحلیل وضعیت بحرانی آب زیرزمینی در آسیا پرداختند. از نظر نگارندگان مقاله، مدیریت منابع آب زیرزمینی در آسیا مستلزم حداقل چهار اقدام است که عبارتند از: ۱- جمع‌آوری اطلاعات، ایجاد سامانه‌های مناسب برای پایش آب زیرزمینی و انجام تحقیقات علمی مستمر در ارتباط با شیوه‌های تقویت منابع. ۲- پایه‌گذاری مدیریت تقاضا بر مبنای: الف- ثبت اطلاعات بهره‌برداران و صدور مجوزهای معین برداشت از منابع، ب- تصویب قوانین مناسب در ارتباط با بهره‌برداران، ج- قیمت‌گذاری مناسب آب بطوری که موجب بهره‌برداری پایدار مصرف‌کنندگان شود، د- ترویج استفاده تلفیقی از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، و ه- توسعه و ترویج روشهای آبیاری دقیق و فن آوریهای حفظ و ذخیره آب. ۳- پایه‌گذاری مدیریت عرضه بر مبنای: الف- توسعه‌ی فعالیت و برنامه‌های استحصال آب باران و تغذیه‌ی آب زیرزمینی، ب- به‌حداکثر رساندن بهره‌برداری از منابع آب سطحی، ج- ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در مصرف آب و تغذیه‌ی مصنوعی. ۴- قرار دادن مدیریت آب زیرزمینی در مقیاس حوضه‌ی آبخیز.

حسینی و زین‌الدینی (۱۳۸۳) اثرات بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیر زمینی در دشت کشکوئیه رفسنجان را بررسی کردند. بر اساس نتایج به دست آمده، اکثر متغیرهای اندازه‌گیری شده خارج از محدوده‌ی مجاز بود، مثلا میانگین کلر در آبهای منطقه ۴۱۱۸ میلی‌گرم در لیتر و میانگین هدایت الکتریکی ۱/۳۶ زیمنس بر متر بود. در مرحله‌ی بعد با توجه به نتایج به دست آمده، منطقه‌ی مورد مطالعه به سه محدوده تقسیم گردیده، و آبهای زیرزمینی هر محدوده از نظر معیارهای آب شرب و آبیاری مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه‌ی آزمایشها نشان دادند که کیفیت این آبها با معیارهای آب آشامیدنی مغایر بوده و در محدوده‌ی C4 و S4 که محدوده‌ی نامطلوب برای آبیاری می‌باشد، قرار می‌گیرند. همچنین بررسی نتایج تجزیه‌ها نشان داد که متغیرهای مهم و خطرناک در این آبها، سمیت یونهای ویژه نظیر بر، کلر و سدیم (که بالاتر از حد مجاز بوده و در برخی منابع

بررسی آمار و اطلاعات وضعیت کمی و کیفی آب دشتهای بوچیر و حمیران در استان هرمزگان، نشان دادند که بیشتر مساحت دشت وضعیت بسیار بحرانی داشته رسانای کهربایی (EC) از مرز ۰/۵/ زمینس بر متر گذشته، و همچنین، TDS آن بیش از ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر می باشد. راهکارهای کوتاه مدت پیشنهاد شده جهت بهره برداری پایدار از آبهای زیرزمینی عبارت بودند از: الف- حفر چاه جهت آب شرب و کشاورزی اکیدا ممنوع اعلام گردد. ب- اجازه‌ی برداشت آب برای کشاورزی منوط بر ایجاد تاسیسات آبیاری قطره‌ای تحت فشار و همراه با آیش برنامه‌ریزی شده باشد. ج- برداشت آب باید براساس ظرفیت نیاز محصولات زیر کشت باشد. د- توسعه‌ی 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 و کیفی جهت بررسی آبخوان به صورت فصلی انجام شود. ز- در شرایط سخت و بحرانی جهت حفظ آبخوان و برگشتن به شرایط اولیه، برای مدتی معین برداشت آب ممنوع اعلام گردد. صیوحي و همکاران (۱۳۸۶)، راهکارهای مختلف مدیریت منابع آب زیرزمینی را مورد بررسی قرار دادند. آنها جهت آزمون تجربی این راهکارها، تابع تقاضای آب چغندرکاران دشت نریمانی در استان خراسان را برآورد کردند. نتایج این مطالعه نشان دادند که راهکار " بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی و سیاست مالیاتی " نسبت به گزینه‌های دیگر امکان رسیدن به بهره برداری پایدار را از آبهای زیرزمینی فراهم می‌کند. برای این راهکار، نظام کارای مالیاتی ضروری می‌باشد. دولت می‌تواند از طریق اتخاذ سیاست مالیاتی، هزینه‌های جنبی بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را به خود بهره برداران منطقه منتقل کند.

مطالعات متعددی در خصوص منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت مه ولات در منطقه انجام شده اند که حاصل گزارشهای آنها حاکی از افت شدید سطح آب زیرزمینی در سالهای اخیر، و ادامه‌ی آن در سالهای آتی است. در این مطالعات جهت بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی در راستای توسعه‌ی پایدار پیشنهادهایی از جمله تغییر الگوی کشت، افزایش بازدهی آبیاری و طرح

آب تا ۱۰ برابر بیشتر از حد مجاز است) باعث خطرات زیست محیطی بخصوص آلودگی خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شوند که بایستی مد نظر قرار گرفته و مدیریت ویژه‌ای اعمال گردد. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) به تحلیل بحران آب در دشت نیشابور پرداختند. در این پژوهش چهار فرضیه برای ایجاد بحران در این دشت عنوان گردیده است. ۱- وقوع خشکسالی: در بررسی این فرضیه تاثیر بارزی از خشکسالی بر منابع آب مشاهده نگردید. ۲- کشت گیاهان با نیاز آبی زیاد: تاثیر مسلم و بارز نوع کشت بر منابع آبی دشت معلوم گردید. کشت این نوع محصولات در نواحی شرقی و مرکز دشت، اضافه برداشت زیادی را بر منابع آب زیرزمینی تحمیل کرده است. ۳- اضافه برداشت: مهمترین عامل در شکل گرفتن و تشدید بحران آب در دشت نیشابور اضافه برداشت است. در این دشت از سال ۱۳۴۷ به بعد افزایش شدیدی در شمار چاههای حفر شده رخ داده و میزان بهره برداری به سه برابر افزایش یافته است. ۴- نارسایی قوانین و مقررات مربوط به آب: به دلیل عدم تدوین به هنگام آیین‌نامه‌ها، از جمله آیین‌نامه‌ی مصرف بهینه‌ی آب کشاورزی، وجود نقاط ضعفی همچون توافقات شخصی در قوانین و مقررات آبی و وجود مشکلات قانونی دیگر این عامل را می‌توان از عوامل زمینه‌ساز در بروز بحران آب در دشت نیشابور محسوب کرد. زارعی محمودآبادی و همکاران (۱۳۸۵) مدیریت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی را در استان یزد مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان دادند که ترازنامه آب در استان یزد منفی بوده، و سالانه معادل ۲۷۰ میلیون مترمکعب است، که از جمله‌ی پیامدهای سوء زیست محیطی آن، میانگین افت سطح آب زیرزمینی به میزان ۶۷ سانتی متر در سال می‌باشد. با توجه به روند موجود جهت دستیابی به توسعه‌ی پایدار در منطقه، آگاه ساختن افکار عمومی بویژه کشاورزان نسبت به بحران آب، آموزش و تشویق کشاورزان برای تغییر روشهای کشاورزی، تبدیل اراضی کوچک و پراکنده به اراضی یکپارچه، استفاده از فاضلاب تصفیه شده در صنعت و کشاورزی، توسعه‌ی صنایع کم مصرف آب به جای صنایع پرمصرف و تصفیه‌ی فاضلابهای شهری و صنعتی پیشنهاد شده است. حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶)، با

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات گردآوری شده در پرسشنامه‌ها

نتایج تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده‌های مربوط به پرسشنامه‌ها نشان دادند که: میانگین تعداد بهره‌برداران از هر چاه در منطقه ۴۶ نفر، و میانگین سن بهره‌برداران ۵۵ سال بود. ۶۰ درصد بهره‌برداران از دبیرستان فارغ التحصیل نشده بودند ۱۰ درصد آنان بی سواد بودند. میانگین مساحت اراضی هر چاه ۱۹۵ هکتار و میانگین مساحت اراضی تحت آبیاری هر چاه ۱۱۵ هکتار بود. میانگین عمق چاهها ۱۵۸ متر، میانگین آبدهی مجاز آنها بر طبق پروانه‌ی بهره‌برداری ۳۳/۳۷ لیتر بر ثانیه، و میانگین آبدهی چاهها در زمان تحقیق ۲۴/۷۳ لیتر بر ثانیه بود. میانگین هزینه‌های بهره‌برداری سالانه از هر چاه ۸۶/۰۴۶/۶۶۷ ریال بود. بطور متوسط تاکنون هر چاه یک بار کفشکنی و یک بار تغییر محل داده بود. چاههای کشاورزی مجاز دارای فعالیت بی وقفه بودند، بطوری که میانگین تعداد ساعات کارکرد هر چاه در سال ۷۹۵۹ ساعت بود. ۶۷/۹٪ بهره‌برداران از چاهها مهمترین نگرانی و مشکل خود را کمبود آب و پایین افتادن سطح آن عنوان نمودند. این مشکل چالش اساسی دشت بود که مدیریت بهینه‌ی مصرف آب زیرزمینی در بخش کشاورزی می‌تواند راه حل رفع آن باشد. در ۲۱/۴٪ موارد مشکل نداشتن سامانه‌ی انتقال و توزیع مناسب آب در داخل مزرعه مطرح بود. با توجه به این انتقال آب با لوله یا آبراهه بتنی تاثیر زیادی در کاهش حجم تلفات آب داشته و بهره‌برداران رغبت زیادی نشان می‌دادند، لذا توصیه شد تا مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان تلاش بیشتری را برای جذب تسهیلات دولتی بدین منظور انجام دهد. هزینه‌ی بالای برق چاهها به علت تغییر محل و کف شکنیهای پیاپی یکی از مشکلات دیگر مطرح شده به وسیله‌ی کشاورزان منطقه بود، که ۲۵٪ آنها این موضوع را تایید کرده‌اند. ۱۷/۹ درصد از بهره‌برداران مشکل تغییر کیفیت آب و شورشدن آن را مطرح کردند که ناشی از افت سطح آب زیرزمینی و پیشروی جبهه شوری بود. تنها ۲۲۰۰ هکتار از اراضی زراعی و باغی منطقه مجهز به سامانه‌ی آبیاری تحت فشار بودند. در کشتزارهای ۵۰ درصد از بهره‌برداران نیز تسطیح

ترکیبی تغذیه‌ی مصنوعی و تغذیه و اداری (تزریقی) ارائه شده، ولی امکان اجرای این روشها، و جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی آن مورد بررسی قرار نگرفته اند.

مواد و روشها

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

۱- در این بخش وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در این قسمت از پژوهش از کل تعداد چاههای عمیق و نیمه عمیق موجود در دشت که حدود ۳۲۱ حلقه می‌باشند، ۴۸ حلقه، و از کل کاریزهای موجود نیز که ۲۹ رشته می‌باشند، ۳ رشته بطور تصادفی انتخاب شدند، بطوری که مجموعه‌ی آنها نماینده‌ی کل چاهها و کاریزهای دشت باشند. سپس تغییرات آب زیرزمینی، الگوهای کاربرد و کارکرد، مشکلات بحرانی پیشروی کاربران، جنبه‌های اجتماعی- فرهنگی آب زیرزمینی، الگوهای کاربری اراضی، عملکرد محصولات و عملیات آبیاری با آب زیرزمینی تحت مدیریتهای مختلف (به همراه عملیات اجرایی انجام شده در جهت افزایش بازدهی آبیاری) در چاهها و قنوت انتخاب گردیده در قالب یک پرسشنامه گردآوری شد. در مرحله‌ی بعد، با نمونه‌برداری از آب چاهها و کاریزهای انتخاب شده، کیفیت آب زیرزمینی دشت مهورات مورد بررسی قرار گرفت. بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز با تجزیه و تحلیل آمار مربوط به تراز سطح آب زیرزمینی در چاهکهای مشاهده- ای (اخذ شده از سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی) مورد بررسی قرار گرفت.

۲- در این بخش مدیریتها و سیاست گذاریهای مختلف و ممکن جهت جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته، و براساس نتایج حاصله از بخش اول، مدیریتها و یارهاکارهای اجرایی و کاربردی جهت بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی ارائه شده اند.

جدول ۱- میانگین تراز سطح آب زیرزمینی دشت مه ولات در دوره‌ی آماری ۱۴ ساله (سال آبی ۷۴-۷۳ تا سال ۸۷-۸۶)

سال آبی	متوسط تراز سطح آب زیرزمینی (متر)
۷۳-۷۴	۸۲۹/۲۸
۷۴-۷۵	۸۲۷/۵۴
۷۵-۷۶	۸۲۵/۹۱
۷۶-۷۷	۸۲۴/۷۱
۷۷-۷۸	۸۲۳/۴۴
۷۸-۷۹	۸۲۲/۴۵
۷۹-۸۰	۸۲۱/۱۳
۸۰-۸۱	۸۱۹/۳۴
۸۱-۸۲	۸۱۷/۳۸
۸۲-۸۳	۸۱۵/۸۸
۸۳-۸۴	۸۱۴/۸۳
۸۴-۸۵	۸۱۳/۴۲
۸۵-۸۶	۸۱۱/۸۷
۸۶-۸۷	۸۱۰/۴۱

نمونه برداری و تجزیه شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی

به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت مه ولات و تعیین منشأ شوری، تعداد ۵۱ نمونه انتخابی از آبهای زیرزمینی شامل نمونه برداری از ۴۸ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و ۳ قنات برداشت شد. نمونه برداری از چاهها در حالی صورت گرفته که حداقل ۱۰ دقیقه از شروع آبدهی آنها گذشته باشد تا از اثرات آب ساکن در لوله‌های خروجی چاه بر مواد محلول آب اجتناب گردد. نمونه‌ها در آزمایشگاه تجزیه‌ی آب و خاک و گیاه اتحادیه‌ی تعاونی روستایی شهرستان مه ولات مورد سنجش قرار گرفتند. در شکل ۱ موقعیت نقاط نمونه برداری قابل مشاهده است. مقادیر رسانای کربایی (EC) حاصل از تجزیه‌ی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت مه ولات با استفاده از نرم افزار Surfer درون‌یابی و در محیط Arcview با نقشه‌های پایه تلفیق و در نهایت نقشه‌ی هم رسانای کربایی ترسیم شده است (شکل ۱). بررسی این نقشه نشان داد که از شمال شرقی دشت به طرف حاشیه‌های دشت که ضخامت آبرفت کمتر و سنگ بستر بالاتر می‌باشد، مقدار EC از حدود ۰/۱۷ تا بیش از ۱/۵ زیمنس بر متر افزایش یافته است. در

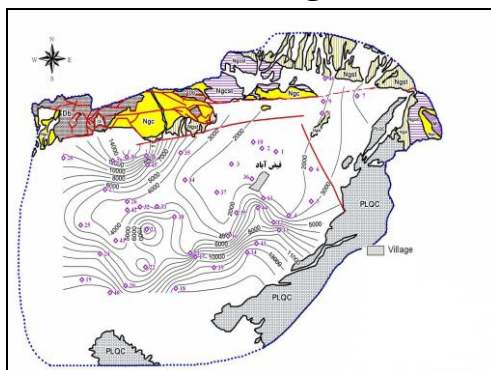
اراضی انجام شده بود. براساس نتایج این پژوهش، و با توجه به تعداد ساعات کارکرد سالانه‌ی چاهها و متوسط میزان آبدهی آنها، مقدار تخلیه‌ی سالانه ۳۴۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق در دشت مه ولات ۲۴۷ میلیون مترمکعب، و از طرفی میزان تخلیه آب زیرزمینی از طریق ۲۹ رشته کاریز موجود در دشت با توجه به میانگین آبدهی آنها (۷/۵ لیتر بر ثانیه)، ۷ میلیون مترمکعب به دست آمد؛ لذا تخلیه‌ی کل سالانه‌ی آب زیرزمینی از چاهها و کاریزها ۲۵۴ میلیون مترمکعب خواهد بود. با توجه به تغذیه‌ی سالانه‌ی دشت، که ۱۵۷ میلیون مترمکعب برآورد شده است (شرکت آب منطقه ای خراسان و مهندسی مشاور سیمای آب خاوران، ۱۳۸۶)، ۹۷ میلیون مترمکعب کسری مخزن را در هر سال خواهیم داشت. تخلیه‌ی مجاز کل چاهها در سال ۱۲۶ میلیون مترمکعب بود، در صورتی که تخلیه‌ی چاهها بر اساس این تحقیق ۲۴۷ میلیون مترمکعب به دست آمد، لذا، حجم اضافه برداشت سالانه از این چاهها ۱۲۱ میلیون مترمکعب بوده است.

بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی

با تجزیه و تحلیل آمار مربوط به تراز سطح آب زیرزمینی در چاهکهای مشاهده ای (اخذ شده از سازمان آب منطقه ای خراسان رضوی)، میانگین سالانه‌ی تراز سطح آب در سالهای مختلف دوره آماری تعیین شده (سال آبی ۷۳-۷۴ تا سال ۸۷-۸۶)، به دست آمد که در جدول شماره ۱ آمده است، که با توجه به آن می توان نتیجه گرفت که افت سطح آب زیرزمینی در دوره‌ی ۱۴ ساله، ۱۸/۸۷ متر بوده است، به عبارت دیگر، سطح آب زیرزمینی از سال آبی ۷۳-۷۴ تا ۸۷-۸۶، بطور متوسط سالانه ۱/۳۵ متر افت داشته است.

مناسب، و گاهی برای گیاهان حساس، استفاده شود؛ در این حالت، نیاز آبشویی بالاست و بایستی سالانه خاک برای بررسی افزایش شوری مورد آزمایش قرار گیرد. آبیاری با آب با رسانایی کهربایی از ۰/۷۵ زیمنس بر متر حتی برای گیاهان مقاوم توصیه نشده است، زیرا علاوه بر مشکلات به وجود آمده برای خاک، افت عملکرد محصولات نیز از ۲۵ درصد بیشتر خواهد شد (هرگرت و نودسن، ۱۹۷۷). در منطقه‌ی مورد تحقیق ۳۳/۳۳ درصد چاهها دارای شوری بالای ۰/۷۵ زیمنس بر متر بودند. چنانچه این چاهها به وسیله‌ی دولت خریداری و مهر و موم شود، سالانه ۶۳/۲۲ میلیون مترمکعب از تخلیه‌ی کل چاهها از آب زیرزمینی کاسته خواهد شد. نمونه‌ی آن چاه شماره‌ی ۳ چین چین می‌باشد که با شوری ۱/۳ زیمنس بر متر برای کشت پنبه مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفت. در کشتزارهای آبخور این چاه سالانه تنها ۴۲ هکتار پنبه کشت می‌شد که به گفته‌ی خود کشاورزان، عملکرد پنبه ۱/۲ تن در هکتار بوده؛ با این حساب، سالانه ۵۰/۴ تن پنبه برداشت می‌شد. با توجه به خرید تضمینی هر کیلوگرم پنبه معادل ۷۵۰۰ ریال در زمان تحقیق، درآمد سالانه‌ی این چاه ۳۷۸۰۰۰۰۰۰ ریال خواهد شد. از طرفی متوسط هزینه‌ی تولید یک هکتار پنبه آبی در استان خراسان رضوی برابر ۱۰/۸۳۱/۹۷۰ ریال بود؛ لذا، هزینه‌ی تولید ۴۲ هکتار پنبه برابر با ۴۵۴۹۴۲۷۴۰ ریال خواهد بود که به لحاظ اقتصادی قابلیت توجیه ندارد. شکل ۲ یکی از مزارع کشت پنبه را در چاه شماره‌ی ۳ چین چین نشان می‌دهد.

نمونه‌های شماره ۲۵ و ۴۸ افزایش ناگهانی EC مشاهده شد که این دو نمونه مربوط به چاههایی می‌باشند که حدوداً دارای عمقی بیشتر از ۷۰ متر نسبت به چاههای اطراف بودند. بطور کلی، با زیاد شدن عمق، رسوبهای آبخوان دانه‌ریزتر می‌شده، و با توجه به سنگ‌شناسی سنگ بستر می‌توان نتیجه گرفت آبهای عمیقتر باید دارای EC و TDS بیشتری باشند. EC و TDS با مقادیر میانگین ۰/۵۸ زیمنس بر متر و ۳۷۳۸/۴ میلی‌گرم بر لیتر نشان دهنده‌ی مقادیر زیاد مواد محلول در آبهای زیرزمینی منطقه بود. شوری، نسبت جذب سدیم و درصد سدیم بیشتر نمونه‌ها نشان داد که این آبها برای آبیاری مناسب نیستند. در شهریور سال ۱۳۷۸، جهت بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت مه‌ولات از ۳۵ حلقه چاه عمیق نمونه برداری انجام گرفت (مهندسین مشاور آب‌نمود توس، ۱۳۸۳). در دو نوبت نمونه‌برداری سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ تعداد ۱۲ نمونه از یک محل برداشت شده و بقیه نمونه‌ها از لحاظ مکانی نزدیک به یکدیگر قرار داشتند؛ در نتیجه، مقایسه بین نتایج این دو نمونه‌برداری امکان پذیر شد. مقایسه‌ی متغیرهای آماری حداقل، حداکثر و میانگین نتایج تجزیه‌ی شیمیایی سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ (جدول ۲) نشان داد که غلظت اکثر یونها و در مجموع شوری آب زیرزمینی منطقه‌ی مورد مطالعه افزایش یافته است. برای مثال طی ۹ سال، میانگین EC و TDS به ترتیب ۰/۱۲ زیمنس بر متر و ۷۹۸ میلی‌گرم در لیتر افزون شده است. آبیاری با آب با شوری ۰/۷۵-۰/۳ زیمنس بر متر فقط می‌تواند برای گیاهان مقاوم به شوری مانند جو، گندم و چغندر قند در خاکهای دارای نفوذپذیری بالا و با رعایت اصول مدیریتی



شکل ۱- مکان نقاط نمونه برداری از آب زیرزمینی و نقشه‌ی هم‌رسانایی کهربایی دشت مه‌ولات (سال ۸۷)



شکل ۲- مزرعه پنبه در چاه شماره ۳ چین چین (منطقه مه ولات) سال ۱۳۸۹

جدول ۲- مقایسه نتایج تجزیه‌ی شیمیایی آب زیرزمینی دشت مه ولات در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ (EC بر حسب زیمنس بر

متر و غلظتها بر حسب میلی گرم بر لیتر می باشند)

متغیر	سال نمونه برداری	تعداد نمونه ها	میانگین حسابی	حداکثر	حداقل
EC	۱۳۷۸	۳۵	۰/۴۶	۰/۱۴	۰/۱۲
	۱۳۸۷	۴۹	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۱۴
T.D.S	۱۳۷۸	۳۵	۲۹۴۰/۶۳	۸۴۷۰	۸۲۳
	۱۳۸۷	۴۹	۳۷۳۸/۳۷	۹۶۷۰	۸۸۰
Ca	۱۳۷۸	۳۵	۱۳۰/۱۷	۶۴۸	۱۰
	۱۳۸۷	۴۹	۲۶۱/۱	۸۸۲	۵۵
Mg	۱۳۷۸	۳۵	۸۰/۳	۳۰/۱/۲	۱۰/۸
	۱۳۸۷	۴۹	۱۰۴/۱۴	۲۶۴	۳۱
Na	۱۳۷۸	۳۵	۷۳۰/۲۲	۱۸۴۰	۱۸۸/۶
	۱۳۸۷	۴۹	۹۸۴/۴۷	۲۷۵۵	۱۳۲
HCO ₃	۱۳۷۸	۳۵	۱۷۱/۶۷	۲۸۶/۷	۷۹/۳
	۱۳۸۷	۴۹	۲۹۹/۸۸	۵۵۹	۴۴
CO ₃	۱۳۷۸	۳۵	۱۳/۵۴	۳۰	۰
	۱۳۸۷	۴۹	۱۶/۸۶	۶۵	۰
Cl	۱۳۷۸	۳۵	۹۶۴/۵۹	۳۹۲۲/۸	۱۲۷/۸
	۱۳۸۷	۴۹	۱۵۳۰/۴۷	۴۳۴۶	۱۷۸
SO ₄	۱۳۷۸	۳۵	۷۸۴/۱۸	۱۹۷۷/۶	۲۳۵/۲
	۱۳۸۷	۴۹	۷۴۹/۴۹	۲۶۰۷	۱۴۵

زیرزمینی باعث افت زیاد سطح آب زیرزمینی شده، با پایین افتادن سطح آب، برداشت از لایه های پایینتر آبخوان، که دارای آبهای شورتری می باشند، انجام می گیرد و آبهای شور کویری از حاشیه ها به سمت مرکز دشت پیشروی می کنند. در نتیجه، با توجه به تغذیه نشدن

استفاده مداوم از آب با نسبت جذب سدیم (SAR) بالای ۱۸ برای آبیاری به هیچ عنوان توصیه نشده است (بودر و همکاران، ۲۰۱۰)، در صورتی که ۲۲/۹۱ درصد چاههای کشاورزی موجود در منطقه دارای SAR بالای ۱۸ بود. نتیجه این که سیاست فعلی برداشت از منابع آب

ادامه‌ی بهره‌برداری از آنها توجیه اقتصادی ندارد. چنانچه این چاهها به وسیله‌ی دولت خریداری و مهر و موم شود، سالانه ۶۳/۲۲ میلیون مترمکعب از تخلیه‌ی کل چاهها از آب زیرزمینی کاسته خواهد شد.

پیشنهادات

براساس نتایج این تحقیق، و در نظر گرفتن نتایج مطالعات انجام شده در منطقه، راهکارهای زیر جهت جلوگیری بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب زیرزمینی و نجات دشت از بحران کنونی پیشنهاد می‌شود:

۱- عدم برداشت از چاههای غیر مجاز و انسداد آنها؛ تعداد این چاهها ۱۴ حلقه بوده و میزان حجم اضافه برداشت سالانه از این چاهها ۰/۷۱ میلیون مترمکعب می‌باشد.

۲- جلوگیری از اضافه برداشت توسط چاههای مجاز (برداشت با آبدهی بالاتر از آبدهی مجاز پروانه) حجم اضافه برداشت سالانه از چاههای مذکور ۲/۶۶ میلیون مترمکعب است.

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

۴- توسعه‌ی روشهای نوین آبیاری از جمله آبیاری تحت فشار و آبیاری سطحی با کاربرد روشهای نوین

۵- کاهش سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی به یک سوم سطح زیرکشت فعلی

۶- خریداری و مهر و موم چاههای دارای رسانایی کهربایی بیش از ۷۵۰۰ میکرو موس بر سانتیمتر به وسیله‌ی دولت

۷- تجهیز چاههای برقی منطقه به ثبت‌کننده‌های هوشمند حجم آب بهره‌برداری شده و نظارت بر آن.

طبیعی آبخوان به اندازه‌ی 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.

نتیجه‌گیری

مهمترین نتایج حاصل از اجرای این تحقیق عبارتند از:
۱- استقبال از سامانه‌های آبیاری تحت فشار در منطقه مطلوب نبوده و تلاش مناسبی برای توسعه‌ی آنها انجام نشده است، بطوری که در زمان نمونه برداری، تنها ۲۲۰۰ هکتار یا ۶/۷۴ درصد از اراضی زراعی و باغی منطقه مجهز به سامانه‌ی آبیاری تحت فشار بودند. استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار در استان خراسان می‌تواند بازدهی آبیاری را حداکثر به ۶۷ درصد افزایش دهد (ابراهیمی، ۱۳۸۵). میزان آب مصرفی محصولات عمده‌ی زراعی و باغی منطقه با مساحت ۳۲۶۲۱ هکتار که به روش سطحی آبیاری می‌شدند سالانه ۲۱۸/۸۰ میلیون مترمکعب بود. چنانچه این مساحت از اراضی مجهز به سامانه‌ی آبیاری تحت فشار گردند، بازدهی کاربرد آب حداکثر ۲۳/۴۱ درصد افزایش یافته و به دنبال آن حدود ۵۱/۲۲ میلیون مترمکعب آب صرفه‌جویی خواهد شد.

۲- چاههای در حال بهره‌برداری در دشت مه‌ولات دارای فعالیت بی‌وقفه بودند، بطوری که میانگین کارکرد هر چاه در سال ۷۹۵۹ ساعت بوده و در حالی که شمار ساعات کارکرد مجاز آن ۴۲۰۹ ساعت تعیین شده است. میزان حجم اضافه برداشت سالانه توسط این چاهها ۱۲۱ میلیون مترمکعب بوده است.

۳- متوسط میزان آب مورد نیاز برای محصولات زراعی و باغی دشت مه‌ولات ۱۱۳۵۴ مترمکعب در هکتار است (کریمی، ۱۳۹۱). از طرفی، تخلیه‌ی مجاز سالانه‌ی چاههای کشاورزی ۱۲۲/۴۶ میلیون مترمکعب می‌باشد؛ لذا با این میزان آب تنها می‌توان ۱۰۷۸۶ هکتار از اراضی منطقه را زیرکشت برد؛ بنابراین، سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی باید به یک سوم سطح زیرکشت فعلی کاهش یابد.

۴- در منطقه‌ی مورد تحقیق ۳۳/۳۳ درصد از چاهها دارای رسانایی کهربایی بالای ۰/۷۵ زیمنس بر متر بودند، که

منابع

- ۱- ابراهیمی، ح، ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد روشهای آبیاری تحت فشار در استان خراسان. مجله علوم کشاورزی، ۳.
- ۲- حسینی، ع و ع، زین الدینی. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر مدیریت نادرست در بهره‌برداری از منابع آبهای زیرزمینی دشت کشکوئیه رفسنجان استان کرمان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس مدیریت منابع آب. تهران، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران.
- ۳- حسین پور، ع. ا. نوحه گر، ع. ماهینی سلمان، و م، دمی زاده. ۱۳۸۶. بررسی امکان مدیریت منابع زیست محیطی سطحی جهت بهره‌برداری پایدار از آبهای زیرزمینی (دشتهای بوچیر و حمیران). مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. کرج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۴- زارعی محمودآبادی، ه، م. عباسپور، و م. منوری، ۱۳۸۵. ارزیابی و مدیریت بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک (مطالعه موردی : استان یزد). مجموعه مقالات سومین همایش ملی بحرانهای زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آنها. اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۵- شرکت آب منطقه‌ای خراسان و مهندسی مشاور سیمای آب خاوران. ۱۳۸۶. گزارش مطالعات منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه آبخیز دشت مه ولات.
- ۶- صبوحی، م. غ. سلطانی، و م، زیبایی، ۱۳۸۶. ارزیابی راهکارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی: دشت نریمانی در استان خراسان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱: ۴۸۴-۴۷۵.
- ۷- فرج زاده، م. س. ولایتی، و ا. حسینی، ۱۳۸۴. تحلیل بحران آب در نیشابور با رویکرد برنامه ریزی محیطی. کمیته تحقیقات شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان. ۱۴۳ صفحه.
- ۸- کریمی، م. ۱۳۹۱. بررسی مدیریت و کارایی مصرف آب محصولات زراعی و باغی در دشت مه ولات. اولین همایش مدیریت آب در مزرعه. ۹ تا ۱۰ خردادماه. کرج.
- ۹- محمد زاده، ح. ۱۳۸۸. وضعیت منابع و مصارف آب در شهرستان مه ولات و راهکار های نجات آب. مجموعه مقالات همایش الگوی مصرف بهینه آب با رویکرد بررسی چالشهای دشت مه ولات. ۱۱ بهمن ماه ۱۳۸۸، شهرستان مه ولات.
- ۱۰- مهندسی مشاور آبنمود توس. ۱۳۸۳. گزارش مطالعات به تعادل رساندن ترازنامه آب زیرزمینی دشت فیض آباد. جلد دوم. زمین شناسی- آبهای زیرزمینی.
- 11- Hergert, G.W. and D. Knudsen. 1977. Irrigation water quality criteria. File G328 under: Water resource management. Available: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/water/g328.html>.
- 12- Shah, T., A., Ded Roy, A.S. Qureshi, and J.Wang. 2003. Sustaining Asia's groundwater boom: An overview of issues and evidence. Nat. Resour. Forum 27: 130-141.
- 13- Bauder, T.A. R.M. Waskom, and J.G. Davis. 2010. Colorado State University. Cooperative Extension. Available: <http://www.ext.Colostate.edu/pubs/crops/00506.html>

