

یادداشت فنی

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت زرنده و ارائه راهکارهای مدیریتی

علیرضا شاهی دشت^{۱*} و احمد عباس نژاد^۲

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت زرنده، شناسایی و ارزیابی پیامدهای ناشی از افت سطح ایستابی و ارائه راهکارهای مفید برای مشکلات پیش‌رو است. بدین منظور کلیه اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژیک، هیدروژئولوژیک، زمین‌شناسی و جغرافیایی منطقه جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. پس از آن میزان اضافه برداشت، افت سطح ایستابی، کسری مخزن و تغییرات کیفی آب زیرزمینی در قسمت‌های مختلف دشت طی سال‌های گذشته محاسبه و اثرات آن بررسی شد. در ادامه این تحقیق، با استفاده از اطلاعات چند سال اخیر مربوط به تغییرات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی و با فرض ادامه روند کنونی تغذیه و تخلیه سفره، وضعیت ۱۰ سال آینده پیش‌بینی شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که پمپاژ بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی این دشت پیامدهای نامطلوب فراوانی به دنبال داشته است که ادامه روند کنونی تخلیه سفره، علاوه بر تشدید اثرات زیست‌محیطی، سبب بروز مشکلات و اختلال‌های اقتصادی و اجتماعی در سطح منطقه خواهد شد. لذا در پایان راهکارهای حل مشکلات و برون رفت از این وضعیت ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: برداشت بی‌رویه، افت سطح آب زیرزمینی، دشت زرنده، نشست زمین و مدیریت آبخوان.

ارجاع: شاهی دشت ع.ر. و عباس‌نژاد ا. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت زرنده و ارائه راهکارهای مدیریتی. مجله پژوهش آب ایران. ۴(۷):۱۱۹-۱۲۴.

۱- کارشناس ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی.

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

* نویسنده مسئول: ali.shahidasht@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۲۶

مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان و توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته و جوابگو نبودن میزان آب‌های سطحی به نیازهای بشر منجر به افزایش روند پمپاژ آب و در نتیجه افت سطح آب زیرزمینی و تهی شدن سفره‌ها شده است. تهی شدن سفره آب زیرزمینی و پیامدهای آن از جمله افزایش هزینه‌های استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب، امروزه به یک مشکل جهانی تبدیل شده و در مناطق مختلف دنیا از جمله آمریکا، ایتالیا، ژاپن، انگلستان، چین، تایلند، تایوان و مکزیک مشاهده شده است (کیسر و اسکیلر، ۲۰۰۳). ایران نیز از جمله کشورهایی است که به دلیل کمبود منابع آب سطحی، بیشترین آب مصرفی در کشاورزی را از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌کند. بنابراین کمبود منابع آب زیرزمینی یکی از بحران‌های زیست‌محیطی حال حاضر کشور محسوب می‌شود، به طوری که متجاوز از ۲۵٪ سفره‌های آب کشور به دلیل برداشت بیش از حد در شرایط بحرانی قرار دارند (عباس پور و عنایی، ۱۳۸۰).

دشت زرنده که محدوده مورد مطالعه در این تحقیق است، در بخش شمالی استان کرمان و در مختصات جغرافیایی ۴۶° ۵۵' تا ۷° ۵۷' طول شرقی و ۲۰° ۳۰' تا ۴۴° ۳۱' عرض شمالی قرار دارد. این منطقه دارای اقلیمی خشک و بیابانی با متوسط دمای سالانه ۱۷/۷ درجه سانتیگراد و بارندگی سالانه ۱۱۹ میلی‌متر است (اداره هواشناسی کرمان، ۱۳۸۴). این دشت رودخانه دائمی و پر آب ندارد و آبراهه‌ها نیز جز در موارد باران شدید و سیلاب‌های فصلی فاقد جریان آب هستند. حدود ۱۰۰۰۰۰ نفر در این منطقه ساکن‌اند که ۵۴٪ آنها روستایی بوده و زندگی و کارشان به وجود منابع آب زیرزمینی وابسته است. عمده‌ترین محصول باغی این منطقه پسته با سطح زیرکشتی حدود ۴۰۰۰۰ هکتار است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان، ۱۳۸۵). در حال حاضر افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای آن از معضلات اصلی دشت زرنده به‌شمار می‌رود که مطالعه و برآورد این پیامدها موضوع اصلی این پژوهش است. اولین بار رحمانیان (۱۳۶۵) پدیده نشست زمین و ایجاد شکاف در اراضی و ساختمان‌های منطقه زرنده در اثر افت سطح آب را گزارش کرده است. اما سلیمانی‌ماهانی (۱۳۷۹) با اینکه اثرات توسعه بر محیط‌زیست منطقه زرنده را بررسی کرده

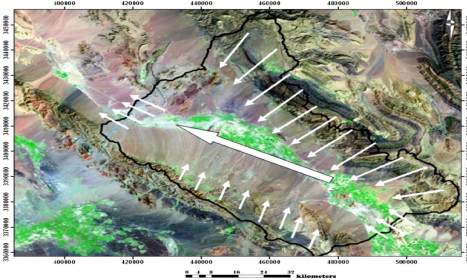
است ولی به موضوع افت سطح آب زیرزمینی و اثرات آن که نمونه‌ای از اثرات توسعه است، نپرداخته است.

مواد و روش‌ها

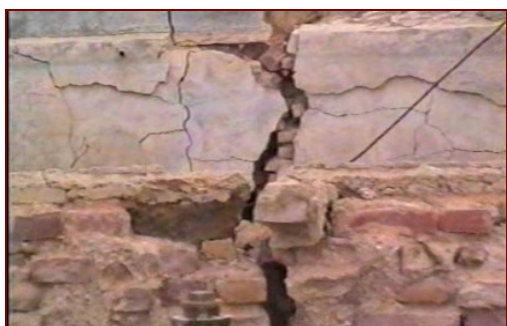
به‌منظور بررسی پیامدهای افت سطح آب و برداشت بی‌رویه از سفره دشت زرنده، ابتدا دوره زمانی ۸۱-۱۳۸۰ تا ۸۶-۱۳۸۵ به دلیل کامل‌تر بودن اطلاعات آن نسبت به سال‌های دیگر، مبنای کار قرار گرفت. پس از آن کلیه اطلاعات هواشناسی، هیدرولوژیک، هیدروژئولوژیک، زمین‌شناسی و جغرافیایی منطقه جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. با این اطلاعات و به‌کارگیری نرم‌افزار ArcGIS، نقشه‌های میزان افت سطح آب دشت طی دوره ۶ ساله مذکور تهیه و سپس میزان شوری آب زیرزمینی و تغییرات آن طی این مدت بررسی شد. در ادامه با استفاده از نتایج بدست آمده و مطالعات میدانی، پیامدهای افت سطح ایستابی شناسایی و ارزیابی شد. همچنین برای ارائه دورنمایی کلی از وضعیت آبی منابع آب زیرزمینی، به پیش‌بینی شرایط برای هریک از چاه‌ها و به‌طور میانگین برای کل دشت اقدام شد. در پایان نیز پس از جمع‌بندی نتایج و تحلیل راهکارهای موجود، راه‌حل‌های قابل اجرا برای کاهش مشکلات ارائه شده است.

نتایج و بحث

سفره آبرفتی دشت زرنده از نوع آزاد است و آبرفت‌های کواترنر ساختمان اصلی آن را تشکیل می‌دهد. آبرفت‌ها در قسمت جنوب شرقی و مرکز دشت دانه‌ریز و در دامنه ارتفاعات درشت هستند. عمده تغذیه این سفره آبرفتی از مخروط افکنه‌های کوه‌های شمالی و شرقی صورت می‌گیرد. با این وجود کوه‌های جنوبی و جنوب‌غربی دشت نیز به مقدار کمتری در تغذیه سفره مؤثرند (شکل ۱).



شکل ۱- جریان‌های تغذیه‌ای و تخلیه‌ای و جهت کلی حرکت آب‌های زیرزمینی دشت

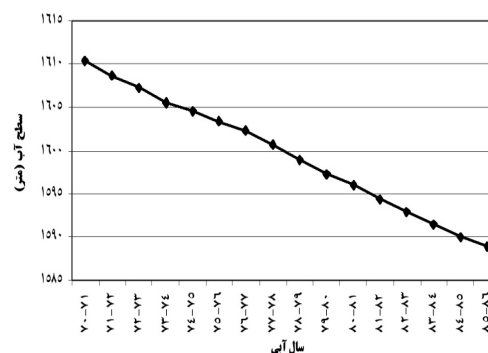


شکل ۴- آثار وقوع پدیده نشست زمین در اثر افت سطح آب در دشت زرنند

پیش‌بینی شرایط در آینده

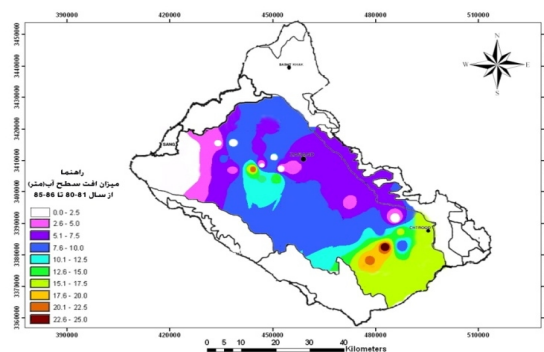
با توجه به اینکه در همه پیش‌بینی‌ها پایه و اساس کار، اطلاعات و مشاهدات کسب شده از گذشته است، در این تحقیق نیز با استفاده از اطلاعات ۱۰ سال اخیر مربوط به نوسانات سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای و تغییر کیفیت آب چاه‌های بهره‌برداری و با فرض ادامه این روند طی سالهای آینده، وضعیت ۱۰ سال آینده (سال آبی ۹۶-۱۳۹۵) برای هریک از چاه‌ها و سپس برای کل این دشت پیش‌بینی شده است (جدول ۲). بدیهی است که هیچ دلیلی وجود ندارد که روند فعلی تا ۱۰ سال بعد هم ادامه یابد ولی فرض فوق می‌تواند ابعاد مشکل را در صورت ادامه روند فعلی، تا حدی مشخص سازد.

هیدروگراف ۱۶ ساله دشت زرنند (دوره ۷۱-۱۳۷۰ تا ۸۶-۱۳۸۵) که براساس اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای کرمان (۱۳۸۷) و با استفاده از میانگین تراز سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای رسم شده است، نشان می‌دهد سطح آب زیرزمینی نه تنها طی ۶ سال گذشته، بلکه در سال‌های قبل از آن نیز سیر نزولی بوده و به‌طور متوسط سالانه ۱/۴ متر افت داشته است (شکل ۲).



شکل ۲- هیدروگراف ۱۶ ساله دشت زرنند (براساس اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای کرمان ۱۳۸۷)

مطابق نقشه هم‌افت دشت بیشترین افت سطح آب طی ۶ سال گذشته در مناطق جنوبی و مرکزی که دارای رسوبات دانه‌ریز و پمپاژ بیش از سایر مناطق هستند، اتفاق افتاده است (شکل ۳).



شکل ۳- نقشه هم‌افت دشت زرنند از سال آبی ۸۱-۱۳۸۰ تا سال آبی ۸۶-۱۳۸۵

نتایج این تحقیق مبین آن است که برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی علاوه بر سقوط سطح آب، عواقب نامطلوب دیگری نیز در پی داشته است که خلاصه‌ای از آنها در شکل ۴ و جدول ۱ آمده است

جدول ۱- خلاصه اثرات برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی دشت زرنده طی سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ تا ۸۶-۱۳۸۵

نوع اثر	میزان
افت سطح آب زیرزمینی (متر)	۸/۳۹
کسری مخزن (میلیون مترمکعب)	۵۱۰
افزایش مصرف انرژی استحصال آب (ژول)	$۸/۵۹ \times ۱۰^{۱۲}$
افزایش رقم تهی‌شدگی سفره (درصد)	۴
شواهد نشست زمین	آثار نشست زمین در اکثر نقاط دشت قابل مشاهده است
تغییر میانگین هدایت الکتریکی	درحاشیه شرقی و شمال‌غربی کاهش و در نواحی جنوبی و مرکزی افزایش یافته است
تعداد و میزان کف شکنی چاه‌ها	اطلاعات جامع و دقیقی موجود نیست
میزان اثر بر کشاورزی منطقه	در شرایط فعلی کم (خشک شدن تعدادی از مزارع و باغ‌ها)

جدول ۲- مقایسه وضعیت آب زیرزمینی دشت زرنده در سال‌های

سال آبی	مختلف		
	متوسط ضخامت سفره (متر)	حجم ذخایر آبی (میلیون مترمکعب)	متوسط عمق برخورد به آب (متر)
۱۳۸۰-۸۱	۱۵۴/۹۹	۹۴۲۴	۶۶/۶۱
۱۳۸۵-۸۶	۱۴۶/۶	۸۹۱۳/۸۸	۷۵
۱۳۹۵-۹۶	۱۲۹/۶	۷۸۴۳	۹۲

ناگوار اقتصادی و اجتماعی را برای ساکنین منطقه به دنبال دارد.

راهکارهای مدیریتی

برای انتخاب راهکارهای مدیریتی ابتدا باید به عوامل اصلی افت سطح آب زیرزمینی توجه کرد. بهره‌برداری بیش از حد تعادل سفره و حفر چاه‌های غیرمجاز از جمله عوامل مهم افت سطح آب زیرزمینی دشت زرنده محسوب می‌شوند (امور مطالعات منابع آب زرنده، ۱۳۸۶). این مسئله خود معلول ناآگاهی بهره‌برداران از عواقب تهی‌شدن سفره و روش‌های حفظ منابع با کمترین هزینه و همچنین وجود نگرش رسیدن به سود بیشتر بدون توجه به حفظ محیط‌زیست و منابع است.

برای مدیریت منابع آبی می‌توان روش‌هایی همچون جلوگیری از هدر رفت آب‌های سطحی، حفاظت از سفره‌های آب زیرزمینی و صرفه‌جویی و حفاظت آب در مصرف را به کار برد. اما از آنجا که این دشت فاقد رودخانه دائمی است، راهکار جلوگیری از هدررفت آب‌های سطحی عملاً از دستور کار خارج می‌شود. خلاصه‌ای از راهکارهای قابل اجرا، به همراه مقایسه اهمیت و امکان استفاده از آنها برای دشت زرنده با توجه به شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی این دشت، در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج پیش‌بینی بیانگر آن است که در صورت ادامه روند کنونی شرایط تغذیه و تخلیه و عدم اقدامات جدی و عملی برای کاهش برداشتهای بی‌رویه، طی ۱۰ سال آینده نیز روند افت سطح آب زیرزمینی در تمامی نواحی دشت به‌ویژه در مناطق جنوبی و مرکزی ادامه خواهد داشت که متوسط این افت در کل دشت حدود ۱۷ متر خواهد بود. تا سال ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۱۰۷۰ میلیون مترمکعب دیگر از حجم سفره کاسته خواهد شد که در این صورت رقم تهی‌شدگی سفره با حدود ۸٪ افزایش به ۴۲٪ خواهد رسید. به این دلیل بسیاری از چشمه‌ها، قنوات و تعدادی از چاه‌های منطقه با کاهش آبدهی مواجه و یا کاملاً خشک می‌شوند و کیفیت آب زیرزمینی اغلب مناطق به‌ویژه نواحی ورودی، مرکزی، غربی و خروجی دشت و منطقه سیریز در آینده به شدت کاهش خواهد یافت. با افت سطح آب و در پی آن وقوع پدیده فرونشست زمین، تأسیسات و بناهای منطقه نیز در معرض خطر جدی قرار می‌گیرند. بنابر مطالب ذکر شده، سطح زیرکشت و میزان تولید محصولات کشاورزی منطقه در سال‌های آینده سیری نزولی خواهد یافت که این امر عواقب

جدول ۳- بررسی راهکارهای مدیریتی افت سطح آب زیرزمینی و امکان استفاده از آنها برای دشت زرنند

مکان اجرا در دشت زرنند	راهکار مدیریتی
	حفاظت از سفره آب زیرزمینی:
کم	تمرکز زدائی از چاه‌های بهره‌برداري
قابل ملاحظه	ادامه ممنوعیت دشت و عدم صدور مجوزهای حفاری جدید
متوسط	احیای قنوت و استفاده از آب چشمه‌ها و قنوت
غیر قابل استفاده	انتقال آب از حوزه‌های مجاور
کم	فروش مجوزهای میزان برداشت آب
کم	باروری ابرها و تولید باران مصنوعی
کم	جلوگیری از ساخت و ساز در مناطق تغذیه سفره
کم	استفاده از چاه‌های تزریقی
متوسط	نفوذ آب از بستر رودخانه‌های فصلی و مسیل‌ها
متوسط	نفوذ سیلاب در گودال‌های طبیعی و قنوت خشک شده
قابل ملاحظه	ایجاد ترانشه جهت نفوذ سیلاب‌ها
قابل ملاحظه	اجرای سدهای خاکی کوتاه
	اقدامات کاهش تولید آلودگی:
قابل ملاحظه	کشاورزی: استفاده از کودهای گیاهی و جانوری و روش‌های بیولوژیک دفع آفات
متوسط	صنایع: جلوگیری از ورود پساب‌های صنعتی و معدنی به سفره
	صرفه‌جویی و حفاظت آب در مصرف:
قابل ملاحظه	بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران
متوسط	تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب‌ها و پساب‌ها
قابل ملاحظه	بهبود شرایط خاک و استفاده از روش‌های نوین آبیاری و کاهش تبخیر
قابل ملاحظه	تهیه الگوی کشت بهینه و تولید نژادهای پُر محصول
نا مشخص	یکپارچه کردن زمین‌های کوچک کشاورزی و ایجاد مزارع بزرگ
متوسط	ترویج و توسعه آبکشت‌ها
قابل ملاحظه	بهره‌برداري چند جانبه از منابع آبی
قابل ملاحظه	کاهش تلفات انتقال آب

همه جا یکسان نیست. این پژوهش مشخص می‌کند که پمپاژ بیش از حد از سفره آب زیرزمینی دشت زرنند پیامدهای نامطلوبی همچون کاهش حجم ذخایر آبی، افزایش اجباری عمق چاه‌ها، خشک شدن منابع آبی، افزایش مصرف انرژی استحصال آب زیرزمینی، نشست زمین و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و ابنیه و خسارت به تأسیسات و خشک شدن برخی از مزارع و باغات را به دنبال داشته است که در صورت ادامه روند کنونی و عدم انجام اقدامات جدی و عملی جهت کاهش برداشت‌های بی‌رویه و به تعادل رساندن سفره آب زیرزمینی، در آینده‌ای نه چندان دور علاوه بر ایجاد و تشدید اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، شاهد آسیب شدید به کشاورزی منطقه و احتمالاً وقوع ناامنی‌های اقتصادی و اجتماعی در منطقه خواهیم بود. با توجه به اینکه بیشترین

روش دیگر مدیریت منابع آبی، روش انفعالی است. بدین معنا که هیچ اقدامی نشود تا با افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش آبدهی یا خشک شدن بعضی منابع، تعادل جدید حاصل شود. با توجه به غفلت از اجرای سایر روش‌ها که مفیدتر است و آثار سوء کمتری دارند، پیش‌بینی می‌شود به احتمال زیاد روش انفعالی به وقوع پیوسته و در اثر آن چاه‌ها و قنوت زیادی خشک و همراه با آن باغها و مزارع فراوانی از بین بروند.

نتیجه‌گیری

سطح آب زیرزمینی دشت زرنند به دلیل برداشت زیاد، همه ساله دارای افت است و به دلیل تفاوت در میزان تغذیه و تخلیه سفره آب زیرزمینی و جنس زمین، میزان افت در

- ۴- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان. ۱۳۸۵. سیمای استان کرمان و شهرستان‌ها. ص ۴۴۶.
- ۵- سلیمانی ماهانی م. ۱۳۷۹. بررسی شناخت اثرات توسعه بر محیط‌زیست کرمان و زرنده. مجموعه مقالات همایش دستاوردهای پژوهشی سازمان حفاظت محیط زیست در برنامه دوم توسعه. ۱۲۱-۱۳۰.
- ۶- شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۸۷. سیمای آب استان. معاونت مطالعات پایه منابع آب. ص ۳۱۵.
- ۷- عباس‌پور م. و عنایی ف. ۱۳۸۰. بحران‌های زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی توسعه پایدار در ایران. مجموعه مقالات اولین همایش ملی بحران‌های زیست‌محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز. ۲۰۲-۲۱۵.
- 8- Kaiser R. and Skiller F. 2003. Options for managing the hidden threat of aquifer depletion in Texas. Texas Tech. Law Review 32: 250-304.

میزان آب برداشتی در این دشت در آبیاری زمین‌های کشاورزی است، با حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روش‌های آبیاری به‌علاوه انجام اقداماتی همچون بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران، ادامه ممنوعیت دشت، حفاظت از سفره آب زیرزمینی و تغذیه مصنوعی آن، تهیه الگوی کشت بهینه و تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب‌ها و پساب‌ها، می‌توان میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن را به حداقل رساند.

منابع

- ۱- اداره هواشناسی کرمان. ۱۳۸۴. آمار هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک استان کرمان.
- ۲- امور مطالعات منابع آب زرنده. ۱۳۸۶. گزارش ادامه مطالعات دشت زرنده. ۱۱۵ ص.
- ۳- رحمانیان د. ۱۳۶۵. نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب‌های زیرزمینی کرمان. نشریه آب. ۶: ۳۵-۴۸