

بررسی اثر برداشت آب از چاه‌های بهره‌برداری پیرامون دریاچه پریشان بر افت تراز آب سطحی و زیرزمینی

مریم شفیعی*^۱، محمود رائینی سرجاز^۲، رامین فضل‌اولی^۳، محمد علی غلامی سفیدکوهی^۴

۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳ استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴ استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۰۲۶؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴)

چکیده

در دهه‌های اخیر، بر اثر گرمایش فراگیر منتج از ساخته‌های انسان و در پی آن تغییر اقلیم، تعادل بوم‌سامانه‌های کره زمین به هم خورده است و مشکلات فراوانی را در سراسر جهان به وجود آورده است. برداشت غیرمجاز آب از سفره‌های آب زیرزمینی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور در دهه‌های اخیر، همراه با روی‌داد خشکسالی‌های ماندگار این دهه به‌طور چشمگیری سطح آب زیرزمینی را کاسته است. در این پژوهش، برای بررسی تاثیر برداشت آب چاه‌های پیرامون دریاچه پریشان بر تراز سطح آب، در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۵، ۸ لایه بافر پیرامون دریاچه در محیط ArcGIS 9.3 ایجاد شد. چاه‌های هر لایه بافر و دبی سالانه مجموع چاه‌های بافر استخراج شد. سرانجام، رابطه رگرسیونی بین تراز سطح آب و دبی تخلیه چاه‌ها در نرم‌افزار SPSS 16 به دست آمد. با ترسیم شبکه تیسن (Thiessen) پیرامون چاه‌های مشاهده‌ای سفره‌های آب زیرزمینی و استفاده از تابع تیسن، افت تراز سطح آب زیرزمینی بررسی شد. آنگاه رابطه رگرسیونی میان برداشت آب از چاه‌ها و افت سطح آب سفره‌های زیرزمینی استخراج شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در همه بافرها بین تراز سطح آب و دبی تخلیه چاه‌ها همبستگی بسیار معنی‌داری (۰/۰۱ p) وجود دارد. بررسی چاه‌های مشاهده‌ای پیرامون دریاچه، افت شدید تراز آب زیرزمینی را با آغاز دهه ۸۰ خورشیدی نشان دادند. مشاهده مستند کاهش پهنه دریاچه توسط عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در محیط ArcGIS 9.3 گویای این روی‌داد است. از این‌رو، دست‌کاری‌های انسان در بوم‌سامانه‌های طبیعی دریاچه با حفر چاه‌های غیرمجاز و برداشت بیش از اندازه از منابع آب زیرزمینی نقش به‌سزایی در افت تراز آب سطحی و زیرزمینی داشته‌است.

کلید واژه‌ها: دریاچه پریشان، چاه‌های غیرمجاز، تراز سطح آب، دبی تخلیه چاه، بافر

سرآغاز

اهمیت آب و نقش آن در زندگی بشر بر کسی پوشیده نیست. از دیر باز آب را مایه حیات برای همه ساکنان کره زمین، از انسان گرفته تا حیوان و گیاه و محیط‌زیست، می‌دانستند. امروزه، با وجود پیشرفت‌های شگرف در علوم و تکنولوژی، آب به عنوان اساسی‌ترین فاکتور ادامه حیات محسوب می‌شود و حتی از آن به عنوان یک ابزار رویارویی سیاسی برای دولتمردان در حال و آینده یاد می‌شود.

اقیانوس‌ها و دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها از جمله منابع تامین کننده آب‌های سطحی جهان می‌باشند. هزینه شیرین کردن آب‌های شور معمولاً از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و در نتیجه آب شیرین به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع قابل استفاده به‌منظور تامین نیازهای اساسی بشر یعنی شرب و کشاورزی استحصال می‌شود. کشور ایران با قرار گرفتن در منطقه جنب‌حاره‌ای و اقلیم گرم و خشک، از گذشته‌های دور همواره با مشکل کمبود آب مواجه بوده است. از این‌رو، وجود و حفظ پایداری منابع تامین کننده آب به ویژه منابع آب شیرین در این مناطق دارای اهمیت فراوانی است.

پایین آمدن تراز آب دریاچه‌ها در مناطق مختلف جهان متاثر از عوامل پرشماری مانند تغییر اقلیم، خشکسالی و عدم مدیریت مناسب در بهره‌برداری می‌باشد. به نظر می‌رسد بشر با استفاده بی‌رویه و غیر اصولی از منابع محیط‌زیستی، آینده این منابع را با چالش بزرگ مواجه خواهد ساخت. در دهه‌های اخیر، افت‌خیزهای سطح دریا به طور عمده‌ای به تغییرات آب و هوای جهانی ربط داده شده است که می‌تواند به دلیل فعالیت‌های انسانی و گسیل گازهای گلخانه‌ای باشد (Llovel et al., 2010).

تغییرات سطح آب دریاچه‌ها در دهه‌های اخیر و به احتمال زیاد در آینده تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی می‌باشد. توسعه سناریوهای خشکسالی تغییرات دریاچه‌ها در پاسخ به تغییرات آب و هوایی برای برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی منطقه، با در نظر گرفتن کاربری زمین‌ها و تقاضای آب امری بایسته به نظر می‌رسد (Yu, 2010).

آب‌های زیرزمینی حدود ۴ درصد از مجموعه آب‌هایی را که فعالانه در چرخه آب‌شناختی قرار دارند تشکیل می‌دهد. با این وجود ۵۰ درصد جمعیت جهان از نظر آب شرب متکی به آب‌های زیرزمینی می‌باشند. این رقم در ایران به مراتب بالاتر از ۵۰ درصد است

(علیزاده، ۱۳۸۷). به‌طور کلی، دریاچه‌ها به وسیله رواناب سطحی و سفره‌های آب‌زیرزمینی آبیگری می‌شوند. بیشتر آبیگری دریاچه توسط سفره‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد، علاوه بر آبیگری دریاچه، نیاز آبی گیاهان زراعی اطراف دریاچه نیز از طریق استحصال آب این سفره‌ها تامین می‌شود.

کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص و واقع شدن در نوار نیمه خشک کره زمین همواره با مشکل کمبود آب روبرو بوده و ایرانیان در طول سالیان متمادی برای رفع نیازهای شرب و کشاورزی از منابع آب زیرزمینی بهره‌برداری می‌کرده‌اند. در گذشته، برای رفع کمبود آب از سیستم قنات و احداث بندهای انحرافی بر روی رودخانه‌ها استفاده می‌شد. در ایران هنوز هم در بعضی نقاط این سیستم استفاده می‌شود که به ذخیره بیشتر آب زیرزمینی کمک می‌کند (عبداللهی عزت آبادی و سلطانی، ۱۳۷۸). امروزه، رایج‌ترین روش برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی حفر چاه می‌باشد که در بیشتر مناطق کشور حفر چاه‌های غیرمجاز رو به افزایش می‌باشد، اضافه برداشت آب از منابع آب زیرزمینی تهدید جدی برای تخریب این منابع و دیگر آسیب‌های محیط‌زیستی می‌باشد. کشور ما از لحاظ برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، در رتبه سوم جهانی قرار دارد. ایران به طور متوسط سالانه پنج و نیم میلیارد مترمکعب آب بیش از ظرفیت لایه‌های آبدار زمین از آن‌ها بهره‌برداری می‌کند. اصلی‌ترین عامل بیابان‌زایی در ایران و بسیاری از نقاط جهان، برداشت بی‌رویه و در نتیجه افت آب‌های زیرزمینی می‌باشد (خانامانی و همکاران، ۱۳۸۸).

آثار برداشت اضافی از سفره‌های آب زیرزمینی شامل افت سطح آب زیرزمینی، خشک شدن چاه‌های آب، پایین آمدن تراز آب دریاچه‌ها، کاهش کیفیت آب (شاهی‌دشت و عباس‌نژاد، ۱۳۸۹) و افزایش شوری (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۰)، نشست زمین (زارع مهرجردی، ۱۳۹۰)، ایجاد شکاف و ترک در سطح زمین و ساختمان‌ها (لشگری‌پور و همکاران، ۱۳۸۴) و بیابان‌زایی (خانامانی و همکاران، ۱۳۸۸) می‌باشد.

از مجموع ۹۰ دشت استان فارس، ۶۷ دشت آن دارای بیابان آب زیرزمینی منفی است (زیبایی و همکاران، ۱۳۸۴). بدیهی است پیامد ادامه روند افزایش برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی می‌تواند آثاری مانند افت شدید سطح آب زیرزمینی، پایین آمدن کیفیت آب و وارد آمدن خسارات فراوان به بوم‌سامانه طبیعت را در بر داشته باشد.

بر اساس رابطه زیشارت شعاع تاثیر چاه‌ها (طول کل لایه‌های بافر) ۲ کیلومتر محاسبه شد. تعداد چاه‌های لایه‌های بافر برای سال‌های آماری مورد مطالعه استخراج شد. در مرحله بعد، جمع دبی سالانه (تخلیه سالانه) چاه‌های هر بافر در ضریب فاصله آن بافر ضرب شد. ضریب فاصله برای بافرهای ۱ تا ۸ به ترتیب ۱، ۰/۸۸، ۰/۷۶، ۰/۶۴، ۰/۵۲، ۰/۴، ۰/۲۸ و ۰/۱۶ (ولایتی، ۱۳۷۱) می‌باشد.

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad (۱) \text{ رابطه زیشارت}$$

در این رابطه، R شعاع تاثیر چاه (متر)، S افت سطح آب در چاه (متر) و K ضریب نفوذپذیری (متر بر ثانیه) می‌باشد.

همچنین، رابطه‌های رگرسیونی طی دوره شاخص ۱۴ بین تخلیه سالانه از مجموع چاه‌های هر بافر (با اعمال ضریب فاصله) و تراز سطح آب دریاچه ایجاد شد.

تاثیر برداشت آب از چاه‌های پیرامون دریاچه بر افت تراز آب زیرزمینی با ایجاد شبکه تیسین^(۲) پیرامون چاه‌های مشاهده‌ای در محیط ArcGIS9.3، طی سال‌های (۱۳۸۸-۱۳۷۵) بررسی شد.

این شبکه برای هر کدام از آبخوان‌ها به طور مجزا ترسیم شد. مساحت پلی‌گون تیسین برای هر کدام از چاه‌های مشاهده‌ای جدول (۳) و مساحت کل آبخوان برای هر کدام از آبخوان‌ها در نرم‌افزار ArcGIS9.3 به دست آمد. کل چاه‌های بهره‌برداری پیرامون دریاچه با شبکه‌های تیسین آبخوان‌ها همپوشانی شد و چاه‌های بهره‌برداری برای هر کدام از پلی‌گون‌های تیسین به طور مجزا استخراج شد و میزان تخلیه آن‌ها برای سال‌های مورد مطالعه به دست آمد. روابط رگرسیونی بین تخلیه چاه‌های بهره‌برداری و افت تراز سطح آب زیرزمینی برای هر کدام از پلی‌گون‌های تیسین در محیط نرم‌افزار SPSS16^(۳) بررسی شد.

با استفاده از تابع تیسین تراز آب سفره‌های زیرزمینی برای هر یک از ماه‌های سال طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{ارتفاع نقطه نشانه} - \text{سطح آب در چاه}) \times \text{مساحت پلی‌گون‌ها}}{\text{مجموع مساحت پلی‌گون‌ها}}$$

منطقه مورد مطالعه

دریاچه پریشان در جنوب غرب استان فارس (شکل ۱) و در طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، ۲۹ درجه عرض جغرافیایی شمالی و در رقوم ۸۲۰ متری از سطح دریاهای آزاد واقع شده است. مساحت تقریبی دریاچه ۴۲ کیلومتر مربع می‌باشد. این دریاچه بر اساس روش دومارتن در بخش نیمه‌خشک کشور واقع شده است. بارش سالانه

دریاچه‌های آب شیرین دارای نقش تعیین‌کننده‌ای بین منابع آب مورد نیاز بشر هستند. دریاچه پریشان از جمله دریاچه‌های آب شیرین ایران است که در جنوب غرب کشور واقع شده است. این دریاچه، از نظر محیط‌زیستی و اقتصادی اهمیت فراوانی دارد و به عنوان یکی از دریاچه‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر می‌باشد که از سوی یونسکو به عنوان ذخیره‌گاه زیست‌سپهر شناخته شده است. دریاچه در منطقه حفاظت شده دشت ارژن-پریشان قرار دارد که در دهه اخیر به علت عوامل مختلف از جمله خشکسالی، حفر چاه‌های غیرمجاز و برداشت بیش از حد ظرفیت از آب چاه‌های پیرامون دریاچه، تراز سطح آب این دریاچه به شدت افت کرده و زندگی گونه‌های مختلف جانوران دریایی، پرندگان و ماهی‌های دریاچه را به خطر انداخته است. از این رو انجام این پژوهش در منطقه ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش، به بررسی تاثیر استحصال آب از چاه‌های پیرامون دریاچه بر افت تراز آب دریاچه و سفره‌های آب زیرزمینی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش

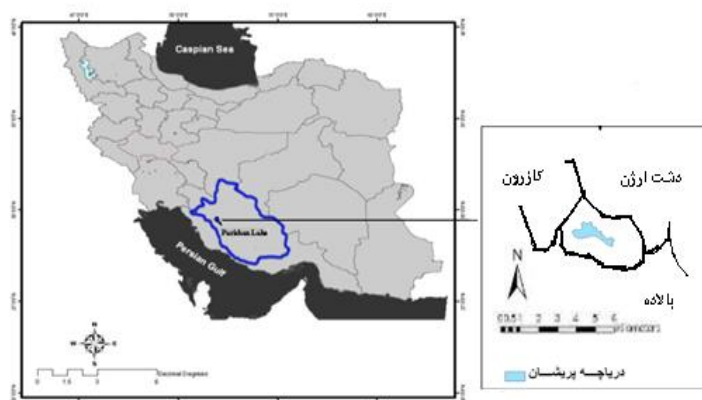
دریاچه پریشان توسط دو سفره آب زیرزمینی پریشان- ملاراه و پریشان- فامور آگیری می‌شود. زمین‌های کشاورزی پیرامون دریاچه، آب مورد نیاز گیاهان را نیز از سفره‌های آب زیرزمینی تامین می‌کنند. بدین منظور، حدود ۸۰۰ حلقه چاه مجاز و غیرمجاز پیرامون دریاچه حفر شده که برای دریافت آب زیرزمینی در رقابت مستقیم با دریاچه می‌باشند. جهت بررسی تاثیر این چاه‌ها بر افت تراز سطح آب دریاچه، در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS9.3)^(۱) ۸ لایه بافر ۲۵۰ متری پیرامون دریاچه تولید شد و چاه‌های موجود در هر محدوده مشخص شد.

که در آن، n تعداد چاه مشاهده‌ای و G تراز آب زیرزمینی برای ماه مورد نظر می‌باشد.

داده‌های مربوط به تراز سطح آب دریاچه، سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای، ارتفاع نقطه نشانه چاه‌های مشاهده‌ای و تخلیه چاه‌های پیرامون دریاچه از شرکت آب منطقه‌ای استان فارس تهیه شد.

تبخیر در حدود ۲۴۷۰ میلی‌متر و دامنه تغییرات آن بین ۱۶۰۰ تا ۳۳۵۰ میلی‌متر است (شرکت آب منطقه‌ای فارس، ۱۳۸۹).

این منطقه حدود ۴۵۰ میلی‌متر است که بین ۲۲۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر در سال متغیر است. ظرفیت تبخیر در این منطقه بالا است. متوسط



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی دریاچه پریشان در استان فارس

یافته‌ها

– بررسی تاثیر چاه‌های پیرامون دریاچه بر افت تراز سطح آب دریاچه

همبستگی بسیار معنی داری بین تراز سطح آب دریاچه و میزان تخلیه چاه‌ها در سطح ۱ درصد وجود دارد. بالاترین ضریب همبستگی در بافرهای ۵، ۶ و ۷ مشاهده شد که بیشترین تعداد چاه، مربوط به این سه بافر می‌باشد. این روابط و شکل‌های (۲) و (۳)، نشان از تاثیر زیاد چاه‌ها بر پایین آمدن تراز سطح آب دریاچه دارند.

رابطه‌های رگرسیونی بین تخلیه سالانه از مجموع چاه‌های هر بافر (W) با اعمال ضریب فاصله و تراز سطح آب دریاچه (H) در جدول (۱)، برای سال ۱۳۸۸ ارایه شد. به‌طور کلی در همه سال‌ها،

جدول (۱): روابط رگرسیونی چاه‌ها با تراز سطح آب (۱۳۷۵-۱۳۸۸) و

تعداد چاه‌های هر لایه بافر در سال ۱۳۸۸

تعداد چاه	ضریب همبستگی	رابطه چاه و تراز سطح آب	بافر
۱۶	۰/۸۹*	$H=381/64-0/0018W$	۱
۵۶	۰/۹*	$H=572/32-0/0023W$	۲
۴۹	۰/۹۳*	$H=427/55-0/0024W$	۳
۴۸	۰/۹۴*	$H=386/15-0/0015W$	۴
۶۵	۰/۹۵*	$H=863/91-0/0024W$	۵
۸۹	۰/۹۵*	$H=925/18-0/0031W$	۶
۸۱	۰/۹۶*	$H=864/05-0/0072W$	۷
۴۹	۰/۹۳*	$H=391/61-0/0113W$	۸

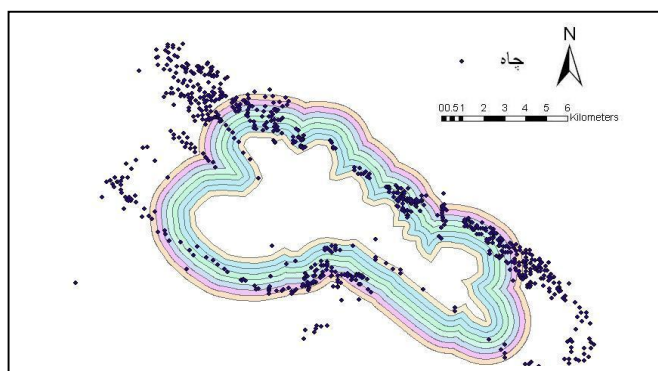
* معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

تعداد چاه‌ها را در این سال از حدود ۶۰۰ حلقه چاه به ۸۰۰ حلقه نشان می‌دهد (شرکت آب منطقه‌ای فارس، ۱۳۸۶). مجموع چاه‌های ۸ بافر در سال‌های مختلف به همراه تخلیه چاه‌ها جدول (۲) نشان‌دهنده افزایش ناگهانی تعداد چاه‌ها و میزان تخلیه از سال ۱۳۷۹ به ۱۳۸۰ است. تعداد چاه‌های تاثیرگذار از ۳۶۰ حلقه در سال

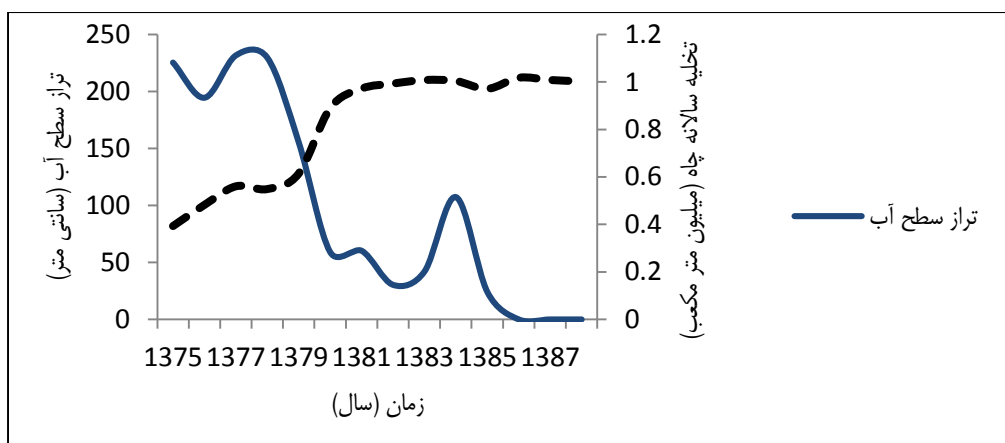
روند تغییرات سطح آب دریاچه و حجم برداشت آب از چاه‌های بافر ۱ در شکل (۳) دیده می‌شود. کاهش سریع و ناگهانی تراز سطح آب دریاچه در آغاز دهه ۸۰، با وجود بهبود وضعیت رطوبتی منطقه (شفیعی، ۱۳۹۰)، نشان از دخالت عامل یا عامل‌های دیگری غیر از خشکسالی دارد. گزارش تلفیق مطالعات منابع آب فارس افزایش

مقدار افت تراز یعنی افت ۱۰۰ سانتی‌متری برای سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵ هم مشاهده شد. با این تفاوت که در مدت ۳ سال روی داد با وجود این که میزان برداشت از چاه‌ها تقریباً ثابت مانده و در این سال‌ها خشکسالی بر منطقه حاکم بوده است (شفیعی و همکاران، ۱۳۸۹)، تاثیر تخلیه ناگهانی چاه‌ها و افت سریع تراز آب سطحی (سال ۱۳۸۰) به خوبی نمایان می‌شود.

۱۳۷۹ به ۴۳۷ حلقه در سال ۱۳۸۰ افزایش یافت. افزایش برداشت سال ۸۰ هم حدود ۲/۷ میلیون مترمکعب بوده، در سال‌های دیگر افزایش برداشت در هر سال نسبت به سال پیش نزدیک به ۰/۵ میلیون مترمکعب بوده و یا تقریباً ثابت مانده است. در نمودار شکل (۳) هم افزایش تخلیه چاه و کاهش ناگهانی تراز سطح آب در آغاز دهه ۸۰ به خوبی نمایان است. بیشترین افت طی این سال‌ها افت ۱۰۰ سانتی‌متری تراز سطح آب دریاچه در سال ۸۰ می‌باشد. این



شکل (۲): نمایش بافرهای رسم شده در پیرامون دریاچه پریشان در محیط GIS



شکل (۳): رابطه افت‌انحیزهای تراز سطح آب دریاچه پریشان با تخلیه سالانه چاه در بافر ۱ در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸

بالا آمدن تراز سطح آب می‌توان افزایش تراز سطح آب را با بهتر شدن وضعیت رطوبتی انتظار داشت. در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، برداشت آب آبخوان توسط چاه‌ها هم افزایش یافت. این وضعیت در بافر ۱ (شکل ۳)، به خوبی مشاهده می‌شود. با بهتر شدن وضعیت رطوبتی و در نتیجه بالا آمدن تراز آب زیرزمینی برداشت توسط چاه‌ها راحت‌تر صورت می‌گیرد. برداشت از چاه‌ها طی این ۱۴ سال نسبت به سال مبنا (سال ۱۳۷۵) حدود ۶ میلیون مترمکعب افزایش داشته، که افزایش ۳۷ درصدی

طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۸ و سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، با وجود افزایش تخلیه چاه‌ها، با بهتر شدن وضعیت رطوبتی تراز سطح آب دریاچه بالاتر رفت. این نکته نشان می‌دهد علاوه بر چاه‌ها که نقش مهمی در برداشت آب از آبخوان دریاچه داشته‌اند، خشکسالی و ترسالی هم می‌تواند عامل بسیار مهمی در تعیین وضعیت تراز سطح آب دریاچه باشد. برداشت آب از آبخوان توسط چاه‌ها تاثیر ناگهانی و سریع بر تراز سطح آب دارد ولی پس از سپری شدن زمان سازگاری دریاچه با شرایط موجود و به علت تاثیر بارش بر

را نشان می‌دهد (جدول ۲)، این افزایش برداشت به همراه تاثیر عوامل دیگر از جمله خشکسالی تراز آب دریاچه را در سال ۱۳۸۶ شد. به صفر رسانید و در نهایت دریاچه در اواخر ۱۳۸۸ به کلی خشک شد.

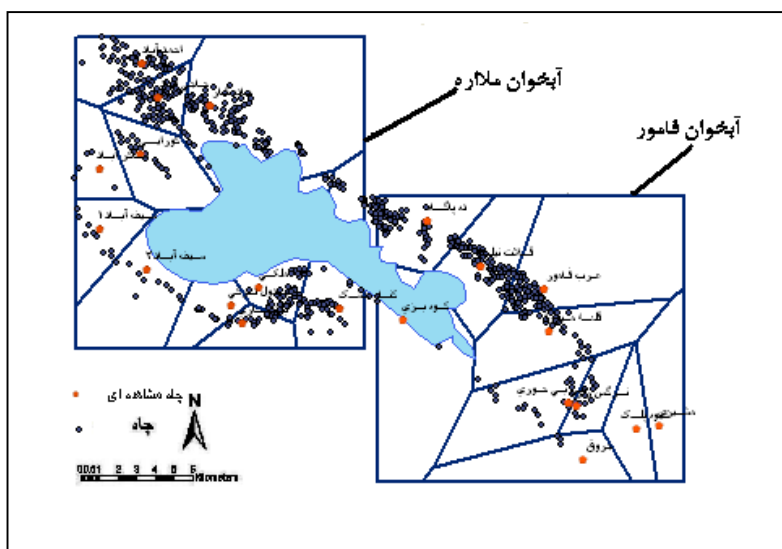
جدول (۲): مجموع چاه‌های ۸ بافر و برداشت آب از آن‌ها طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۵

سال	تعداد چاه	برداشت کل (مترمکعب)	برداشت با اعمال ضریب فاصله (مترمکعب)
۷۵	۳۲۴	۹۷۹۹۹۳۹	۱۱۰۲۷۸۹
۷۶	۳۳۲	۱۰۳۴۷۶۰۶	۱۴۵۳۸۸۵
۷۷	۳۳۹	۱۰۷۸۵۱۸۸	۱۶۳۳۶۸۳
۷۸	۳۴۳	۱۱۳۲۵۸۲۵	۲۱۵۳۵۳۲
۷۹	۳۶۰	۱۱۸۳۴۰۴۳	۲۳۷۶۳۶۷
۸۰	۴۳۷	۱۴۵۰۱۳۸۱	۳۱۱۲۵۸۱
۸۱	۴۴۵	۱۵۰۹۳۷۷۰	۳۰۷۶۳۴۷
۸۲	۴۴۷	۱۵۱۱۵۲۹۰	۳۱۷۱۹۸۳
۸۳	۴۵۰	۱۵۲۶۳۴۴۹	۳۰۹۴۱۵۶
۸۴	۴۵۰	۱۵۲۷۳۴۹۹	۳۲۹۶۸۲۷
۸۵	۴۵۱	۱۵۳۱۳۶۵۸	۳۰۷۵۷۳۰
۸۶	۴۵۳	۱۵۴۹۹۶۱۸	۳۲۰۵۳۳۸
۸۷	۴۵۳	۱۵۵۵۳۴۹۹	۳۱۱۲۰۶۴
۸۸	۴۵۳	۱۵۶۸۴۸۰۳	۳۲۱۰۳۷۸

بررسی افت تراز سفره‌های آب زیرزمینی پیرامون دریاچه

دریاچه پریشان از دو آبخوان فامور و ملاره آبیگیری می‌کند. آبخوان پریشان- ملاره در بخش غربی، جنوبی و شمال غرب دریاچه واقع شده است. این آبخوان شامل ۱۱ چاه مشاهده‌ای با

مساحت کل آبخوان ۱۳۸/۷ کیلومترمربع است. آبخوان پریشان- فامور در بخش شرق و جنوب شرقی دریاچه واقع شده و شامل ۱۰ چاه مشاهده‌ای با مساحت آبخوان ۱۳۵/۹ کیلومتر مربع می‌باشد. موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای آبخوان ملاره و فامور در شبکه تیسین پیرامون دریاچه پریشان در شکل (۴) قابل مشاهده است.



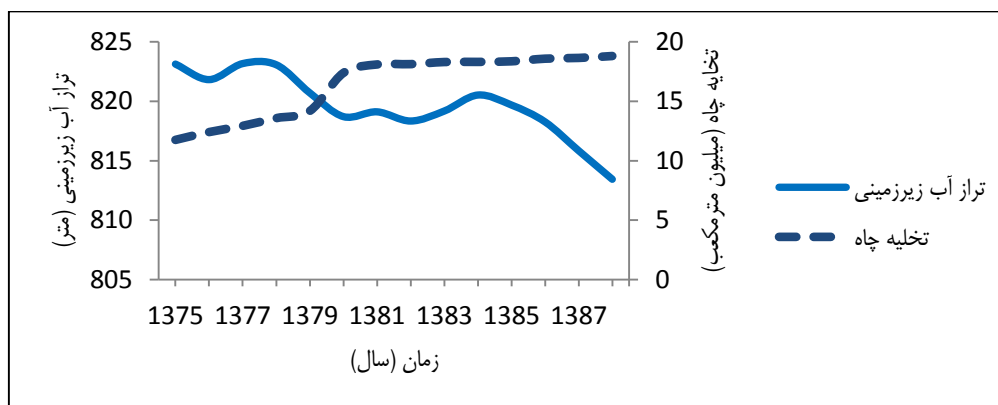
شکل (۴): چاه‌های مشاهده‌ای و شبکه تیسین پیرامون آن‌ها (آبخوان‌های فامور و ملاره)

شدیدتری پایین آورد، شیب آبخوان ملاراه به علت وجود تعداد بیشتر چاه (بیشتر از ۲ برابر آبخوان فامور) شدیدتر از آبخوان فامور بود. دو نقطه اوج در تراز آب سفره‌های زیرزمینی طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷۶ و ۱۳۸۴-۱۳۸۳ همانند آب سطحی، مشاهده شد که به علت بهبود وضعیت رطوبتی در این سال‌ها می‌باشد (جدول ۳).

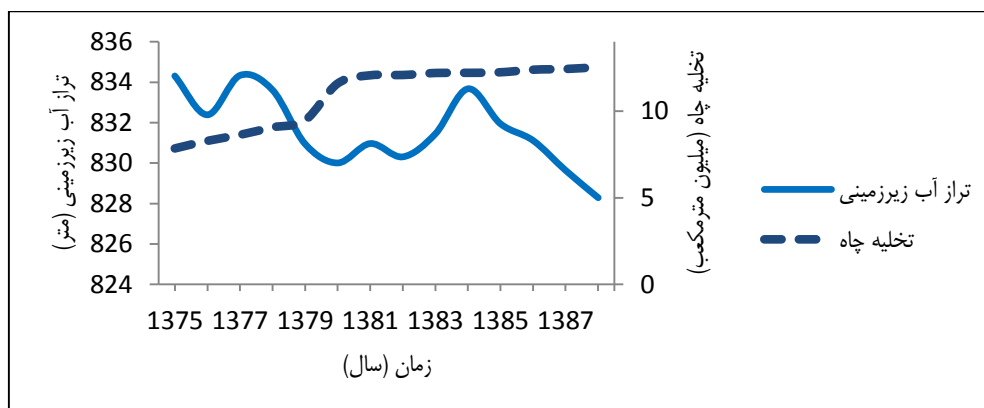
رابطه تغییرات افت تراز آب زیرزمینی و تخلیه چاه‌ها بسیار مشابه آب سطحی بود (شکل‌های ۵ و ۶)، تخلیه آب چاه‌ها به ویژه با شروع دهه ۸۰ تراز آب زیرزمینی را به شدت پایین آورد، اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی به علت آغاز خشکسالی‌های این دهه و افزایش تعداد چاه‌ها سطح آبخوان‌ها را با شیب

جدول (۳): ویژگی‌های جغرافیایی و مساحت پلی‌گون چاه‌های مشاهده‌ای آبخوان فامور- پریشان

ردیف	نام محل	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع نقطه نشانه (متر)	عمق چاه (متر)	مساحت پلی‌گون (کیلومتر مربع)
۱	قلعه میرزا	۵۸۱۷۹۱۵	۳۲۶۱۱۴۰	۸۳۸	۳۶	۱۵/۲
۲	عرب فامور	۵۸۱۷۷۷۳	۳۲۶۲۷۷۰	۸۶۰	۲۱	۲۷/۲
۳	قلات نیلو	۵۸۵۲۸۴	۳۲۶۳۶۷۹	۸۲۹	۳۶	۱۲/۹
۴	ده پاکاه	۵۸۳۱۴۳	۳۲۶۵۴۷۰	۸۶۳	۵۲	۹/۴
۵	نرگس زار	۵۸۸۹۹۸	۳۲۵۸۱۶۲	۸۳۹	۴۰	۴/۸
۶	بی‌بی‌حوری	۵۸۸۶۹۲	۳۲۵۸۳۱۹	۸۳۸	۱۶	۱۳/۱
۷	کوه پلک	۵۹۱۳۷۹	۳۲۵۷۲۸۲	۸۶۱	۵۵	۶/۱
۸	مشیری	۵۹۲۲۶۶	۳۲۵۷۴۲۲	۸۵۱	۳۶/۵	۱۰/۷
۹	کوه بزی	۵۸۲۱۹۱	۳۲۶۱۵۵۲	۸۲۴	۴۰	۲۵/۶
۱۰	جروقی	۵۸۹۲۶۱	۳۲۶۵۱۰۳	۸۵۷	۴۸	۱۰/۸



شکل (۵): رابطه تغییرات تراز آب زیرزمینی با تخلیه چاه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۸ (آبخوان ملاراه)



شکل (۶): رابطه تغییرات تراز آب زیرزمینی با تخلیه چاه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۸ (آبخوان فامور)

کشت و افزایش شمار چاه‌های برداشت اشاره نمود (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸).

بیشترین افت در آبخوان‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸، افت ۷/۱ متری در آبخوان ملاره و ۵/۴ متری در آبخوان فامور می‌باشد. در آبخوان ملاره تخلیه چاه‌ها در سال ۱۳۸۰ حدود ۳ میلیون مترمکعب نسبت به سال پیش افزایش داشته و میزان افت حدود ۲/۶ متر بوده، در آبخوان فامور در این سال میزان تخلیه ۲ میلیون متر مکعب بیشتر از سال پیش و افت ۱/۴ متری آبخوان مشاهده شد.

کشت پاییزه در زمین‌های کشاورزی پیرامون دریاچه شامل: گندم، جو و کلزا است و کشت بهاره محصولات جالیزی می‌باشد. در سال‌های تر، ریزش‌های جوی در فصل پاییز و زمستان آب مورد

روابط رگرسیونی تخلیه چاه‌های بهره‌برداری و افت تراز آب زیرزمینی برای پلی‌گون‌های شبکه تیسن هر دو آبخوان در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول‌های ۴ و ۵). بر این اساس، به ازای هر ۱۰۰ هزار مترمکعب برداشت آب از آبخوان فامور، سطح آبخوان به اندازه ۶/۸ سانتی‌متر افت می‌کند. این مقدار برای آبخوان ملاره ۸ سانتی‌متر می‌باشد. افت آبخوان فامور طی ۱۴ سال ۶/۰۳ متر بوده که به طور متوسط ۰/۴۳ متر برای هر سال تنزل داشته است. طی این ۱۴ سال، افت آبخوان ملاره ۹/۷ متر بوده و متوسط سالانه افت آن ۰/۶۹ متر است. افت تراز آب زیرزمینی دشت مشهد در طی ۲۰ سال ۱۲/۱ متر می‌باشد. از مهم‌ترین عوامل افت آب زیرزمینی در دشت مشهد می‌توان به پدیده خشکسالی، برداشت بی‌رویه، ازدیاد جمعیت، افزایش سطح زیر

جدول (۴): روابط رگرسیونی تراز چاه‌های مشاهده‌ای و تخلیه چاه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۸ (آبخوان ملاره)

ضریب همبستگی	رابطه رگرسیونی	تعداد چاه‌های بهره‌برداری	پلی‌گون چاه مشاهده‌ای
*.۰/۷۶	$G=۸۳۷/۴۱-۰/۰۰۵W$	۶۰	احمدآباد
**۰/۶۵	$G=۸۲۸/۹۲-۰/۰۰۲W$	۷۰	حاجی‌آباد
**۰/۵۵	$G=۸۲۸/۳۱-۰/۰۰۱W$	۱۱۳	جاده گاز
*.۰/۸۴	$G=۸۲۰-۰/۰۰۴W$	۵	شاکرآباد
*.۰/۸۴	$G=۸۲۳/۷۰-۰/۰۰۱W$	۱۹	کورایی
*.۰/۸	$G=۸۲۳/۳۷-۰/۰۰۱W$	۹	سیف‌آباد ۱
*.۰/۷۴	$G=۸۲۴/۸۴-۰/۰۰۶W$	۱۰	سیف‌آباد ۲
*.۰/۷۸	$G=۸۲۴/۶۸-۰/۰۰۱W$	۹	جدول ترکی
*.۰/۷۴	$G=۸۲۴/۵۲-۰/۰۰۸W$	۱۷	بختیاری
*.۰/۸۱	$G=۸۲۵/۳-۰/۰۰۴W$	۴۲	ملکی
*.۰/۸۱	$G=۸۲۹/۶-۰/۰۰۲W$	۵۰	کنارخشک

جدول (۵): روابط رگرسیونی تراز چاه‌های مشاهده‌ای و تخلیه چاه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۸ (آبخوان فامور)

ضریب همبستگی	رابطه رگرسیونی	تعداد چاه‌های بهره‌برداری	پلی‌گون چاه مشاهده‌ای
**۰/۵۷	$G=۸۳۴/۴۱-۰/۰۰۲W$	۳۱	قلعه‌میرزا
**۰/۶۲	$G=۸۲۴/۵-۰/۰۰۸W$	۷۵	قلات نیلو
**۰/۶۱	$G=۸۳۹/۰۳-۰/۰۰۲W$	۸۰	ده‌پاکاه
**۰/۶	$G=۸۳۶/۹-۰/۰۰۷W$	۱۳	نرگس زار
**۰/۵۲	$G=۸۳۳/۱۴-۰/۰۰۲W$	۱۹	بی‌بی‌حوری
*.۰/۸	$G=۸۲۲/۸۷-۰/۰۰۲W$	۴	کوه‌بزی
**۰/۶۵	$G=۸۴۸/۹-۰/۰۰۶W$	۳	جروق

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

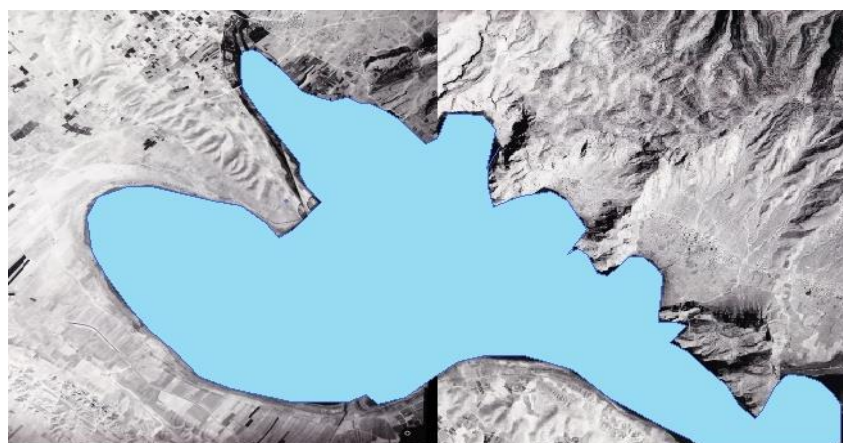
در دوره آماری مورد بررسی مربوط به این سال می‌باشد) ۴۲ کیلومترمربع می‌باشد (شکل ۷). در سال‌های بعد، مساحت دریاچه کاهش یافت. در سال‌های ۸۱، ۸۳ و ۸۷ مساحت دریاچه به ترتیب ۳۷/۵، ۲۵/۳ و ۲۰/۷ کیلومتر مربع به دست آمد. این کاهش سطح در شکل‌های (۸ و ۹)، مشاهده می‌شود. تصاویر، پسروری آب دریاچه را در این بازه زمانی نشان می‌دهند. در سال ۱۳۷۲، مساحت دریاچه در دوره آماری مورد بررسی بهینه مقدار بوده، ۹ سال بعد یعنی سال ۸۱، مساحت دریاچه ۵/۵ کیلومتر مربع کاهش یافت و پسروری حدود ۱/۲ کیلومتری از داغ‌آب دریاچه در تصویر مشاهده شد. در سال ۸۳، مساحت دریاچه به ۲۵/۳ کیلومترمربع رسید و کاهش سطح در طی دو سال حدود ۱۲/۲ کیلومترمربع بود. پسروری آب دریاچه از داغ‌آب حدود ۲/۴ کیلومتر بود. سال ۸۷ کاهش مساحت حدود ۴/۵ کیلومترمربع و پسروری از داغ‌آب حدود ۳/۵ کیلومتر مشاهده شد.

همان‌طور که در تصاویر مشاهده می‌شود (شکل‌های ۸ و ۹) پسروری دریاچه در قسمت‌های غربی و جنوبی (محل قرارگیری آبخوان ملاره) بیشتر از سمت‌های شرقی و جنوب شرقی دریاچه (آبخوان فامور) می‌باشد. دلیل این امر، وجود شمار بیشتری از چاه‌ها در محل آبخوان ملاره (بیشتر از ۲ برابر) نسبت به آبخوان فامور و برداشت بیشتر از آبخوان ملاره می‌باشد. بنابراین، نظارت بر روی حفر چاه‌ها و کنترل میزان برداشت آب زیرزمینی حتی در شرایط خشکسالی و بحران می‌تواند تراز آب سطحی و زیرزمینی را در حالت پایدار نگه دارد.

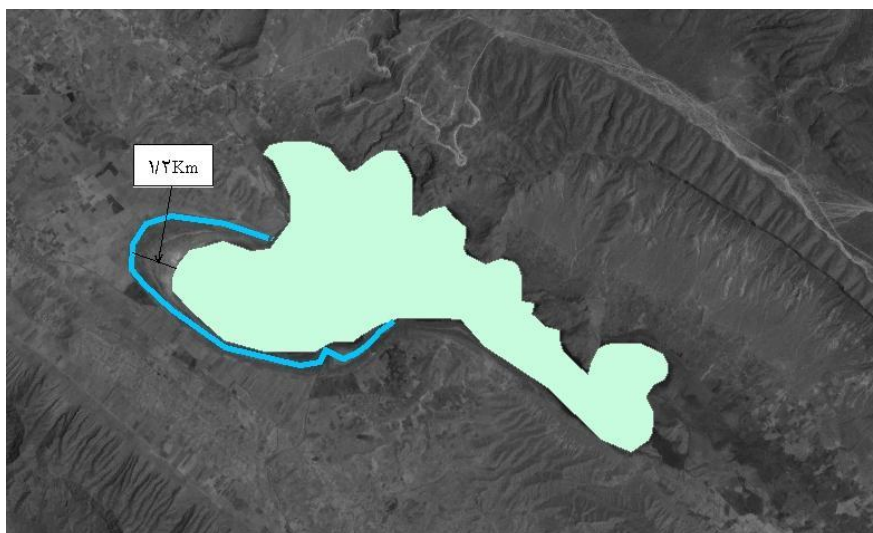
نیاز محصولات را تامین می‌کند. در فصل بهار و اوایل تابستان که برداشت آب از چاه‌ها برای مصارف کشاورزی بیشینه است افت تراز آب زیرزمینی هم در هر دو آبخوان طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر در مقایسه با ماه‌های دیگر سال بیشترین مقدار می‌باشد. در مقیاس ماهانه بیشترین افت مربوط به ماه خرداد با افت ۹/۸ متری برای آبخوان ملاره، ۸/۱ متری برای آبخوان فامور و رابطه معنی دار با ضریب همبستگی بالا برای هر دو آبخوان می‌باشد.

تغییرات تراز سطح آب دریاچه با مشاهده عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای

به منظور بررسی دقیق‌تر تراز سطح آب دریاچه در سال‌های اخیر و مشاهده مستند کاهش مساحت دریاچه و پایین آمدن تراز سطح آب، از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی موجود استفاده شد. این تصاویر شامل: ماهواره‌های (2002) ETM⁺ (۴) و IRS (۵) (2008) می‌باشد. ابتدا در نرم‌افزار Erdas9.2 ناحیه پیرامون دریاچه برش داده شد. سپس، در نرم‌افزار ArcGIS9.3 مرز دریاچه ترسیم شد و مساحت دریاچه به دست آمد. عکس‌های هوایی پس از اسکن، ابتدا در نرم‌افزار ArcGIS9.3 ژئورفرنس (زمین مرجع) و سپس واسنجی شد. جهت واسنجی کردن عکس‌های هوایی و مقایسه نقاط تصویر با نقاط شاهد از نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. مساحت دریاچه در سال ۱۳۷۲ (بیشترین تراز سطح آب ثبت شده



شکل (۷): دریاچه پریشان در سال ۱۳۷۲ بر اساس تصاویر دریافتی عکس‌های هوایی



شکل (۸): دریاچه پریشان در سال ۱۳۸۱ بر اساس تصاویر دریافتی ماهواره ETM⁺،
پسروی ۱/۲ کیلومتری از داغ آب



شکل (۹): دریاچه پریشان در سال ۱۳۸۷ بر اساس تصاویر دریافتی ماهواره IRS،
پسروی ۳/۵ کیلومتری از داغ آب

بحث و نتیجه‌گیری

دخالت انسان در بوم‌سامانه طبیعی دریاچه به ویژه در دهه اخیر و با آغاز خشکسالی‌های این دهه تاثیر بسیاری بر پایین آمدن تراز آب سطحی و زیرزمینی داشته است. البته تاثیر روند افزایشی و رو به رشد تغییر اقلیم که باز هم به علت دخالت انسان در طبیعت می‌باشد را نمی‌توان نادیده گرفت.

از مهم‌ترین عوامل موثر بر افت تراز آب سطحی و زیرزمینی در دشت پریشان می‌توان به افزایش جمعیت و افزایش سطح زیر کشت، افزایش شمار چاه‌ها، برداشت بیش از حد ظرفیت و خشکسالی اشاره نمود. با توجه به این که کنترل عوامل طبیعی و

نیواری از توان انسان خارج است و تنها دخالت خود بشر قابل کنترل می‌باشد. بنابراین، با مهار این عامل اساسی و تاثیرگذار، تا حد زیادی می‌توان تراز سطح آب دریاچه و سفره‌های زیرزمینی پیرامون آن را در حالت پایدار نگه داشت.

استفاده بهینه و صحیح از آب زیرزمینی به ویژه در بخش کشاورزی، آبیگری مصنوعی دشت‌ها و استفاده از حوضچه‌های مصنوعی می‌تواند به پایداری منابع آب کمک وافری کند. کشاورزان با به کارگیری روش‌های کم‌آبیاری، استفاده از آبیاری قطره‌ای و انتخاب الگوی کشت مناسب منطقه (به گونه‌ای که سود زارعین و برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی هم زمان بهینه

پریشان از نظر محیط‌زیستی و گردشگری، می‌تواند به حفاظت آب و محیط زیست طبیعی دریاچه کمک کنند.

قدردانی

از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و شرکت آب منطقه‌ای فارس به خاطر در اختیار گذاشتن داده‌های این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

یادداشت‌ها

1. Geographic Information System
2. Thiessen
3. Sciences Statistical Package for the Social Sciences
4. Enhanced Thematic Mapper Plus
5. Indian Remote Sensing

شود)، به کاهش برداشت از آب‌های زیرزمینی در مقایسه با شرایط کنونی کمک نمایند (فتیحی و زیبایی، ۱۳۸۹).

دولت با برقراری مدیریت صحیح بین منابع آب موجود و میزان مصرف تعادل ایجاد کند. سیاست‌های دولت در زمینه آسان‌سازی عرضه آب منجر به افزایش آثار جانبی منفی شده و در صورتی که بین سیاست‌های حمایتی از بخش کشاورزی و سیاست‌های حمایت از منابع آب توازن و هماهنگی برقرار نشود، منجر به تخریب منابع آب می‌شود (باقری و بخشوده، ۱۳۸۷). دولت با اتخاذ سیاست مناسب مالیاتی هزینه‌های جنبی بهره‌برداری بی‌رویه از آب زیرزمینی را به خود بهره‌برداران منطقه منتقل کند (صبوحی و همکاران، ۱۳۸۶). شرکت آب منطقه‌ای و اداره حفاظت محیط زیست با آگاهی دادن به اهالی محلی در مورد اهمیت دریاچه

فهرست منابع

- اکبری، م.؛ جرگه، م. و مدنی سادات، ح. ۱۳۸۸. بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۱۶(۴): ۶۳-۷۸.
- باقری، م. و بخشوده، م. ۱۳۸۷. هزینه‌های جنبی برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و تعیین عوامل موثر بر آن در شهرستان ممسنی. نشریه اقتصاد کشاورزی. ۴(۱): ۸۱-۱۰۱.
- خانمانی، ع.؛ عابدی کوپائی، ج. و توکلی نبوی، س. ا. ۱۳۸۸. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و اثر آن بر بیابان‌زایی. دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان.
- زارع مهرجردی، ا.ع. ۱۳۹۰. بررسی پدیده نشست زمین و شکستگی‌های موجود در منطقه رستاق جنوب میبد. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان). ۲۲(۳): ۱۶۶-۱۵۵.
- زیبایی، م.؛ سلطانی غ. و بخشوده، م. ۱۳۸۴. مدیریت تقاضای آب کشاورزی در سطح مزرعه مطالعه موردی: دشت فیروز آباد. پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
- شاهی دشت، ع. و عباس نژاد، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و پیش‌بینی شرایط در آینده. نشریه تحقیقات منابع آب ایران. ۷(۱): ۷۷-۸۱.
- شرکت آب منطقه‌ای فارس. ۱۳۸۶. گزارش تلفیق مطالعات منابع آب غرب فارس.
- شرکت آب منطقه‌ای فارس. ۱۳۸۹. گزارش تلفیق مطالعات منابع آب حوزه آبریز رودخانه حله و مسیل‌های کوچک دو طرف آن. جلد سوم. بخش پنجم.
- شفیعی، م.؛ رائینی سرجاز، م. و فضل اولی، ر. ۱۳۸۹. بررسی روند خشکسالی دریاچه پریشان در استان فارس با بهره‌گیری از نمایه‌های SPI و PNI، اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

- شفیعی، م. ۱۳۹۰. بررسی روند خشکسالی و تاثیر آن و دیگر عوامل اقلیمی بر افتاخیز بلندمدت تراز سطح آب تالاب پریشان- استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- صبحی، م؛ سلطانی، غ. و زیبایی، م. ۱۳۸۶. ارزیابی راه کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی: مطالعه موردی دشت نریمانی در استان خراسان. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۱): ۴۸۴-۴۷۵.
- عبداللهی عزت آبادی، م. و سلطانی، غ. ۱۳۷۸. محاسبه هزینه‌های جنبی آب‌کشی بیش از حد از منابع آب زیرزمینی: مطالعه موردی شهرستان رفسنجان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۰(۱): ۴۴-۳۵.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). چاپ بیست و پنجم. ۸۷۰ ص.
- فتحی، ف. و زیبایی، م. ۱۳۸۹. عوامل موثر در مدیریت بهره برداری از آب های زیرزمینی با استفاده از مدل برنامه ریزی چند هدفه: مطالعه موردی دشت فیروزآباد. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۴(۵۳): ۱۶۴-۱۵۵.
- لشگری پور، غ.؛ غفوری، م.؛ سویزی، ز. و پیوندی، ز. ۱۳۸۴. افت سطح آب زیر زمینی و نشست زمین در دشت مشهد. مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ص ۱۳۱-۱۲۳.
- مرتضوی، س م؛ سلیمانی، ک. و غفاری موفق، ف. ۱۳۹۰. مدیریت منابع آب و توسعه پایدار، مطالعه موردی: دشت رفسنجان. نشریه آب و فاضلاب. ۲۲(۲): ۱۳۱-۱۲۶.
- ولایتی، س. ۱۳۷۱. حریم منابع آب و کاربرد آن در برنامه‌ریزی ناحیه‌ای. انتشارات خراسان. ۱۰۹ ص.

Llovel, W.; Becker, M.L; Cazenave, A.; Franc, J. & Cre´taux, O. 2010. Global land water storage change from GRACE over 2002–2009; Inference on sea level. Guillaume Ramillien BC. R. Geoscience. 342: 179–188.

Yu, G. 2010. Lake water changes in response to climate change in northern China: Simulations and uncertainty analysis. J. Huadong Shen Quaternary International. 212: 44–56.