هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۱۵، تابستان ۱۳۹۷، صص ۳۵-۱۷

وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۰۵

پهنه‌بندی تراز آب زیرزمینی دشت مرند بر اساس پتانسیل‌های موجود

مهدی دینی[۱]

ابراهیم محمدی‌آیدینلو[۲]

چکیده

سطح و کیفیت آب‌های زیر زمینی در ارتباط با متغیرهای مختلف تغییر می‌کند. هدف از این تحقیق، تخمین تغییرات زمانی و مکانی تراز آب زیرزمینی دشت مرند می‌باشد. برای این منظور، محاسبات بیـلان آبی در نرم‌افزار Excel و پهنه‌بـندی مکانی تغییرات در ArcGIS انجام شد. نتایج بررسی‌ها در وضعیت موجود نشان می‌دهد که در دوره‌ی آماری ۳۲ ساله تراز آب زیرزمینی دشت به طور متوسط با افتی معادل ۵۲ سانتی‌متر در سال و در ۱۰ سال اخیر بـه طور متوسط با افتی معادل ۴۸ سانتی‌متر در سال روبـرو شده است. برای بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت در سال‌های آتی، ابتدا آبخوان دشت مرند به چهار پهنه‌ی مختلف تقسیم و سپس سه سناریو به صورت، ۱) تأمین همه‌ی مصارف از منابع آب زیرزمینی، ۲) تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس، ۳) تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و اعمال مدیریت مصرف بهینه تعریف شد و در نهایت برای هر یک از سناریوها، تراز آب زیرزمینی دشت در شهریور ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ پهنه‌بندی گردید. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سناریوی اول، با تشدید افت سطح آب زیرزمینی در تمامی پهنه‌ها، وضعیت آبخوان بحرانی‌تر شده و افت تراز آب زیرزمینی در برخی نواحی به ۲/۶ متر می‌رسد. با اعمال سناریوی دوم، تراز آب زیرزمینی دشت حداقل ۱/۶۷ و حداکثر ۱/۹۳ متر افزایش می‌یابد و با ادامه این روند بعد از ۱۴ سال آبخوان به وضعیت سال ۱۳۸۴ برمی‌گردد. همچنین با اعمال

۱ـ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

E-mail:m.dini@azaruniv.ac.ir

۲ـ کارشناس ارشد مدیریت منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی، تبریز، ایران.

سناریوی سوم تراز آب دشت، حداقل ۴/۷۸ متر و حداکثر ۵/۲۹ متر افزایش می‌یابد که با ادامه این روند بعد از ۵ سال آبخوان به وضعیت سال ۱۳۸۴ برمی‌گردد.

کلمات کلیدی: آبخوان، پهنه‌بندی، تراز آب زیرزمینی، دشت مرند، ArcGIS .

مقدمه

دشت مرند از سال ۱۳۷۰ به‌دلیل افت شدید سطح آب زیرزمینی و کاهش ذخیره مخزن، ممنوعه اعلام شده است. از سال آبی ۷۴-۷۳ علی‌رغم ممنوعه بودن دشت، سطح آب زیرزمینی سال به سال افت نموده است، که در نتیجه آن تعداد زیادی از چاه‌ها و قنات خشک و یا آبدهی آنها کم‌شده، که این امر مشکلات زیادی برای بهره‌برداران به وجود آورده است. در سال‌های اخیر در راستای کمک به مدیریت صحیح منابع آب زیرزمینی تحقیقات زیادی در این ارتباط انجام شده است. تعدادی از محققان (خاشعی سلوکی و سربازی، ۱۳۹۳: ۹۳، بیدست و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۹۷، کلاهدوزان و همکاران، ۱۳۹۴: ولیزاده کامران و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷؛ دلبری و همکاران، ۱۳۹۵: ، دهاناسکاراپاندیان و همکارن[1]، ۲۰۱۶: ۲۷۰) پارامترهای کیفی و روند تغییرات آنها در منابع آب زیرزمینی را در آبخوان‌های مختلف بررسی کرده‌اند که تمرکز آنها بر بررسی وضعیت موجود برای مصارف مختلف و تخمین وضعیت در سال‌های آتی می‌باشد. هاور و همکاران[2]، ۲۰۱۴: ۵۵، ابزاری را در قالب ArcGISIMS[3] برای ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی توسعه دادند. این ابزار امکان پهنه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی به صورت دینامیک را فراهم می‌کند. فخری و همکاران ۱۳۹۴: ۶۶، غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی دشت مرند را با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و SPSS انجام دادند. پهنه‌بندی دشت بر اساس غلظت نیترات نشان می‌داد که در برخی نواحی دشت میزان نیترات آب بیشتر از مقادیر استاندارد آب شرب می‌باشد که به علت نفوذ فاضلاب خانگی و کشاورزی ایجاد شده

1- Dhanasekarapandian et al.,
2- Hoover et al.,
3- ArcGIS Internet Map Server

است. وینود و همکارن[1] ۲۰۱۵: ۱۰۴۷، میزان نیترات شسته شده در منابع آب زیرزمینی در ایالت کارناتاکا[2] هند را با استفاده از GIS بررسی کردند. در این تحقیق مدل مبتنی بر GIS برای تخمین میزان نیترات شسته شده از منابع کشاورزی و فاضلاب بکار برده شد. نتایج نشان داد که میزان نیترات شسته شده از منابع کشاورزی بسیار بیشتر از منابع فاضلاب شهری است، به طوری که این نسبت بین ۸۷ تا ۱۳۸ برابر تغییر می‌کند.

برخی دیگر از محققان، روند تغییرات کمی منابع آب زیرزمینی را مورد توجه قرار داده‌اند. در این ارتباط آل‌شیخ و همکارن، ۱۳۸۳: ۹۹ کاربرد GIS در بیلان آبی زیرزمینی دشت تالش را بررسی کردند. در این تحقیق با تهیه‌ی نقشه‌های بیلان آبخوان، نقاط بحرانی برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی مشخص شده و مقادیر مجاز برداشت از آبخوان در مناطق مختلف محاسبه شده است. زارع‌ابیانه و همکاران ۱۳۹۱: ۱۷۳، با بکارگیری روش‌های آزمون آماری به بررسی نوسان سطح آب زیرزمینی در دشت ملایر پرداختند. نتایج بررسی‌های آنها نشان داد که در مجموع در بیشتر نقاط آبخوان روند تغییرات در جهت افت عمق آب زیرزمینی می‌باشد. رمضانی چرمهینه و ذونعمت کرمانی، ۱۳۹۴: ۹۷، ماشین بردار پشتیبان[3] را برای پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت شهرکرد بکار بردند و نتایج آن را با تحلیل خطی و تحلیل درجه‌ی دوم مقایسه کردند، نتایج نشان داد که ماشین بردار پشتیبان با داشتن کمترین میانگین خطای نسبی نسبت به دو روش دیگر برتری دارد. حبیبی و همکاران (۱۳۹۴: ۸۵)، مدل ترکیبی ژنتیک-کریجینگ را برای پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دشت هادی‌شهر بکار بردند. در این مقاله روش برنامه‌ریزی ژنتیک و نروفازی برای پیش‌بینی زمانی نوسانات سطح آب بکار برده شدند و با توجه به جواب بهتر روش برنامه‌ریزی ژنتیک نسبت به روش نروفازی، ترکیب روش ژنتیک-کریجینک برای پیش‌بینی زمانی و مکانی نوسانات آب بکار برده شد. نتایج نشان دهنده عملکرد قابل

1- Vinod et al.,
2- Karnataka
3- Support Vector Machine

قبول مدل ترکیبی بود. رجائی و پوراصلان (۱۳۹۴: ۱)، پیش‌بینی زمانی و مکانی تراز آب زیرزمینی در دشت داورزن خراسان رضوی را با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی و کریجینک انجام داده‌اند. نتایج نشان‌دهنده‌ی کارائی مناسب مدل‌ها در تخمین تراز آب زیرزمینی در یک ماه آینده و نقاط تعیین شده آبخوان بود. ندیری و همکاران (۱۳۹۵: ۱۱۵)، پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل منطق فازی مرکب نظارت شده در دشت مشگین‌شهر را مورد توجه قرار داده‌اند. در این تحقیق آنها مدل فازی ممدانی، لارسن و سوگنو را به صورت منفرد و ترکیب غیرخطی آنها را در پوشش شبکه‌ی عصبی مصنوعی به صورت مدل فازی مرکب نظارت شده بکار بردند. بررسی‌ها نشان داد که مدل مرکب نظارت شده، نتایج بهتری را نسبت به مدل‌های منفرد ارایه کرده است. چی‌لیک[1] (۲۰۱۵: ۱۳۴) تغییرات زمانی تراز آب زیرزمینی در بالادست حوضه‌ی آبریز دجله در دیاربکر ترکیه را با استفاده از GIS بررسی و دلایل احتمالی تغییرات آب زیرزمینی را مورد توجه قرار داد. در این بین تغییر اقلیم و به طور مشخص افزایش دما و کاهش بارندگی‌ها در چند دهه گذشته عامل مهمی در تغییرات شدید سطح آب زیرزمینی بوده است.

در این تحقیق، برای بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت مرند و مدیریت این آبخوان، سه سناریو به صورت سناریوی اول تأمین مصارف از منابع آب زیرزمینی سناریوی دوم تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و سناریوی سوم تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و اعمال مدیریت مصرف بهینه در نظر گرفته شد. برای برقراری ارتباط بین مقادیر ورودی، خروجی و ذخیره در آبخوان دشت، معادله بیلان آب بکار برده شد و با توجه به داده‌های موجود از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت برآورد شد. سپس پهنه‌بندی دشت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS برای انتهای پنج سال آتی (شهریور۱۳۹۸) انجام و نتایج با پهنه‌بندی دشت در شهریور ماه سال۱۳۹۳ مقایسه گردید. مدل‌سازی گزینه‌های مختلف پیش‌روی مدیران برای

1- Celik

بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت و پیش‌بینی وضعیت آینده دشت در این شرایط در طول ۵ سال آتی از نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد. بکارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای این منظور کمک می‌کند تا نقاط بحرانی دشت بهتر شناسایی شود.

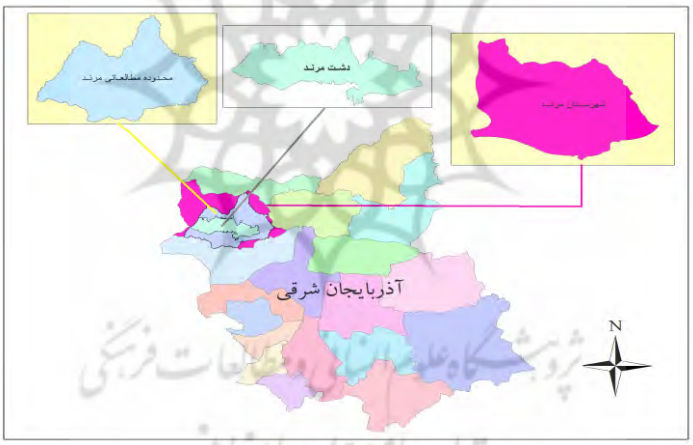
مواد و روش‌ها

این تحقیق در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی ارس در استان آذربایجان شرقی و در دشت مرند انجام شده است. موقعیت کلی منطقه در شکل (۱) نشان داده شده است. دشت مرند در حد فاصله مختصات ´´۴۵ ´۱۴ °۴۵ تا ´´۱۱ ´۰۳ °۴۶ طول شرقی (۵۲۱۵۰۰ تا ۵۹۱۵۰۰) و ´´۲۸ ´۱۸ °۳۸ تا ´´۱۴ ´۴۵ °۳۸ عرض شمالی (۴۲۴۰۰۰۰ تا ۴۲۹۰۰۰۰) واقع شده است. وسعت کل محدوده‌ی مطالعاتی مرند ۱۸۷۸/۵ کیلومتر مربع است که ۵۶۲/۲۲ کیلومترمربع آن را دشت مرند تشکیل می‌دهد که حدود ۳۰ درصد کل محدوده‌ی مطالعاتی مرند را شامل می‌شود. آبخوان دشت مرند در سال ۱۳۷۰ به دلیل افت سطح آب زیرزمینی، ممنوعه اعلام شده است (وزارت نیرو شرکت مدیریت منابع آب ایران ،۱۳۸۷:۹۰). این محدوده در شمال غربی ایران قرار گرفته که بلندترین ارتفاع حوضه در جنوب دشت (کوه میشو) به بلندی ۳۱۵۵ متر و پست‌ترین منطقه نسبت به تراز متوسط دریا ۱۰۵۰ متر در غرب دشت می‌باشد. بررسی پارامترهای هواشناسی و هیدرولوژی دشت مرند در یک دوره‌ی آماری ۳۱ ساله (از سال آبی ۶۲-۶۱ تا سال آبی ۹۳-۹۲) نشان می‌دهد که متوسط بلندمدت بارندگی سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی ۲۸۳ میلی‌متر، متوسط سالانه دمای دشت در درازمدت ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط سالانه درازمدت تبخیر از تشتک تبخیر در منطقه‌ی ۱۰۴ میلی‌متر است (گزارش دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی ۱۳۹۳: ۱۴۴).

در این تحقیق برای تحلیل و آنالیز نتایج و برقراری رابطه‌ی بیلان بین ورودی‌ها، خروجی‌ها و ذخیره در آبخوان از نرم‌افزار Excel و برای پهنه‌بندی تغییرات تراز آب

زیرزمینی از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. بررسی آماری دشت‌مرند بر اساس آمار و اطلاعات ۵۰ چاه‌مشاهده‌ای در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ انجام شده است. در این بازه‌ی زمانی با توجه به اطلاعات موجود تراز چاه‌ها، پارامترهای آبخوان از جمله میزان افت سطح آب بر اساس میزان برداشت از آبخوان تعیین شد. سپس سناریوهای مختلفی در راستای بررسی وضعیت و مدیریت آبخوان تعریف شد که شامل سه سناریو به صورت موارد زیر می‌باشد.

سناریوی اول: در سناریوی اول فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی تغذیه آبخوان ثابت بوده و مصارف مختلف دشت شامل شرب، صنعت و کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین شود.



شکل(۱) موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

سناریوی دوم: در سناریوی دوم فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین شود.

سناریوی سوم: در سناریوی سوم فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و سایر مصارف از منابع آب زیرزمینی تأمین شود. با

این شرط که با بکارگیری و نصب کنتورهای هوشمند آب و برق میزان مصارف در بخش کشاورزی کنترل و با استفاده از روش‌های مدرن آبیاری این مصارف بهینه شود.

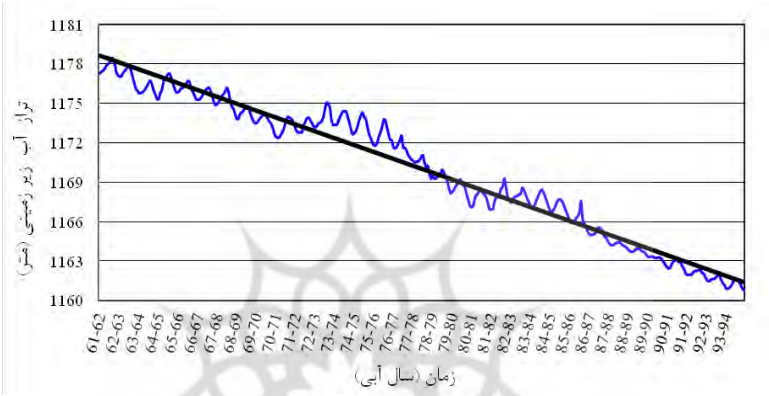
بحث و نتایج

پهنه‌بندی تراز آب زیرزمین دشت مرند در وضعیت موجود

بررسی تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت مرند در وضعیت موجود نشان می‌دهد که در دوره‌ی آماری ۳۱ ساله (از سال آبی ۶۲-۶۱ تا سال آبی ۹۳-۹۲)، متوسط تراز آب زیرزمینی دشت با افتی معادل ۱۶/۵۶ متر روبرو شده است که این مسئله در شکل (۲) نشان داده شده است. بطور کلی متوسط افت سالانه تراز آب زیرزمینی دشت در حدود ۵۲ سانتی‌متر می‌باشد. مقایسه‌ی خط روند افت تراز آب زیرزمینی با منحنی تغییرات تراز اندازه‌گیری شده در شکل (۲) نشان می‌دهد که در بازه‌ی سال‌های ۶۱ تا ۷۱ و ۸۶ تا ۹۲ شیب تغییرات تقریباً ۵۲ سانتی‌متر در سال، در بازه‌ی سال‌های ۷۱ تا ۷۶ و ۸۰ تا ۸۶ کمتر از ۵۲ سامتی‌متر در سال و در بازه‌ی سال‌های ۷۶ تا ۸۰ بیشر از ۵۲ سانتی‌متر در سال می‌باشد. در مجموع در تمامی این سال‌ها همواره مصرف از آبخوان بیشتر از مقادیر متوسط تغذیه بوده و تنها در برخی سال‌ها ۷۱ تا ۷۶ و ۸۰ تا ۸۶ به دلیل سال‌های ترآبی، افت سطح آب کمی کندتر شده است. برآورد حجم منابع آب در آبخوان دشت مرند نشان می‌دهد که حجم آب آبخوان ۵۳۴/۹۶ میلیون مترمکعب و به طور متوسط معادل ۱۶/۲۲ میلیون مترمکعب در سال کاهش یافته است (گزارش دفتر مطالعات پایه‌ی منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان‌شرقی ۱۳۹۳: ۱۴۴).

برای بررسی تغییرات مکانی تراز آب زیرزمینی در آبخوان دشت مرند از نتایج تراز آب زیرزمینی ماه‌های حداکثر و حداقل سال آبی ۹۳-۹۲ استفاده شده است. پهنه‌بندی تراز آب زیرزمینی دشت با جانمایی ۵۰ حلقه چاه مشاهده‌ای بر اساس مختصات جغرافیایی آنها انجام شده است. کد ارتفاعی از سطح دریا در بالای هر کدام از چاه‌های مشاهده‌ای مشخص است و با قرائت سطح آب زیرزمینی ماهنانه از طریق عمق‌یاب تراز

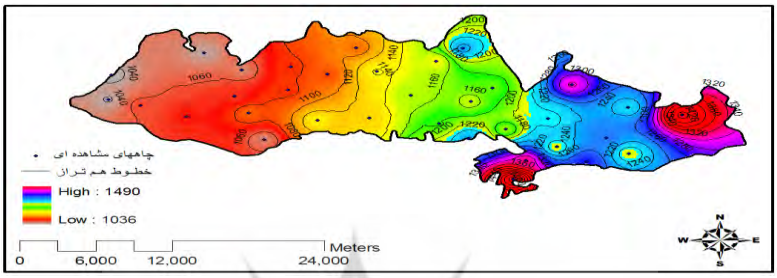
آب زیرزمینی نسبت به سطح دریا تعیین و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و تابع درون‌یابی IDW نقشه‌های DEM و پهنه‌بندی تراز آب زیرزمینی دشت تهیه شده است.



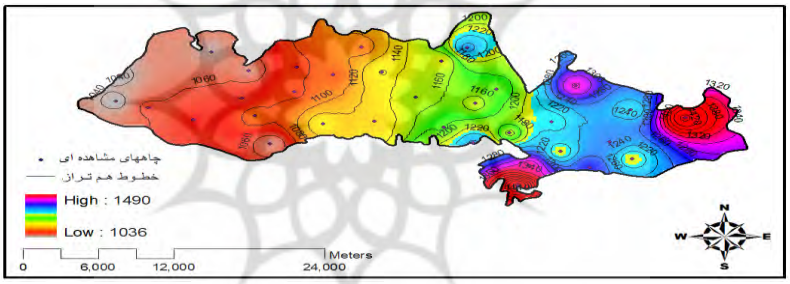
شکل (۲) نمودار تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت مرند در دوره‌ی آماری ۳۱ ساله

نتایج پهنه‌بندی تراز آب زیرزمینی دشت برای خرداد ماه در شکل (۳)و شهریور ماه در شکل (۴) نشان داده شده است. الگوی تغییرات تراز در نقشه‌های تهیه شده تقریباً یکسان بوده و نشان‌دهنده این است که به‌دلیل عملکرد همگون عوامل تغذیه و تخلیه، تغییرات اساسی در توزیع پتانسیل آب زیرزمینی دشت اتفاق نمی‌افتد. حداکثر تراز آب زیرزمینی در ضلع جنوب شرقی دشت و در حدود ۱۴۸۰ متر می‌باشد. به طور کلی تراز آب در کناره‌های شرقی، شمالی و جنوبی بالا بوده و بتدریج به سمت مرکز و غرب دشت از میزان آن کاسته می‌شود که در خروجی غربی دشت تراز حداقل۱۰۴۰ متر و در حوالی مرند ۱۲۶۰ متر، در حوالی شهر کشکسرای ۱۱۲۰ متر و در حوالی شهر یامچی حدود ۱۱۴۰ متر می‌باشد. مقایسه تغییرات تراز آب زیرزمینی در شهریور ماه سال ۹۳ در مقایسه با خرداد ماه سال ۹۳ نشان می‌دهد که افت سطح آب زیرزمینی در قسمت‌های غربی دشت در شهریور ماه تشدید شده است به طوری که محدوده‌ی تحت پوشش تراز حداقل یعنی ۱۰۴۰ متر از خرداد تا شهریور ماه سال ۱۳۹۳ افزایش یافته

است. این مسئله ناشی از فشار مضاعف مصارف کشاورزی به منابع آب زیرزمینی در فاصله‌ی ماه‌های خرداد تا شهریور می‌باشد.



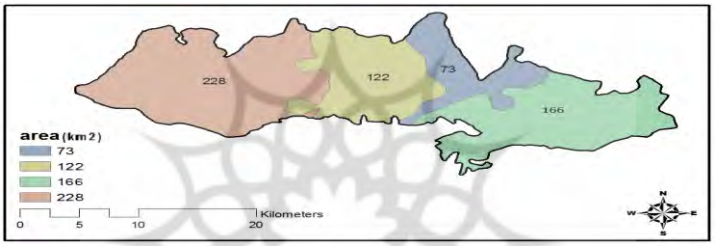
شکل (۳) پهنه‌بندی و خطوط هم تراز آب زیرزمینی درآخر خرداد ماه ۱۳۹۳



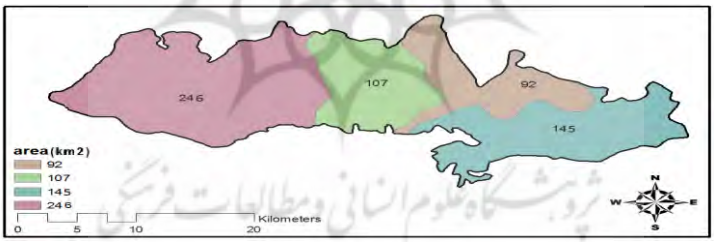
شکل (۴) خطوط هم تراز آب زیرزمینی در آخر شهریور ماه ۱۳۹۳

به‌منظور ایجاد شناخت دقیق از وضعیت دشت و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر آن به منظور جلوگیری از تشدید شرایط بحرانی، نسبت به بررسی آماری و پهنه‌بندی دشت‌مرند بر اساس آمار و اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای در شهریور ماه سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳پرداخته شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که متوسط افت سالانه تراز آب زیرزمینی دشت در ۱۰ سال اخیر ۴۸ سانتی‌متر و به تبع آن، کاهش حجم ذخیره‌ی مخزن معادل ۱۵/۶۴ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد (گزارش دفتر مطالعات پایه‌ی منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی ۱۳۹۳:۱۴۴). در شکل‌های ۵ و ۶ بر اساس تغییرات تراز آب زیرزمینی آبخوان، پهنه‌بندی دشت برای سال‌های ۱۳۸۴ و

۱۳۹۳ انجام شده است. با توجه به اینکه تراز آب زیرزمینی از شرق به غرب کاهش می‌یابد، از سال۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ مساحت پهنــه‌ی غربی از ۲۲۸ به ۲۴۶ کیلومتر مربـع افزایش و مساحت پهنه‌ی شرقی از ۱۶۶ به ۱۴۵ کیلومتر مربع کاهش یافته است که نشان‌دهنده‌ی این است که در سال ۱۳۹۳ در مقایسه با سال ۱۳۸۴پهنه‌ی بزرگ‌تری از دشت دچار افت تراز آب زیرزمینی شده است و افت سطح آب از قسمت‌های شرقی دشت به طرف قسمت‌های غربی پیشروی نموده است.



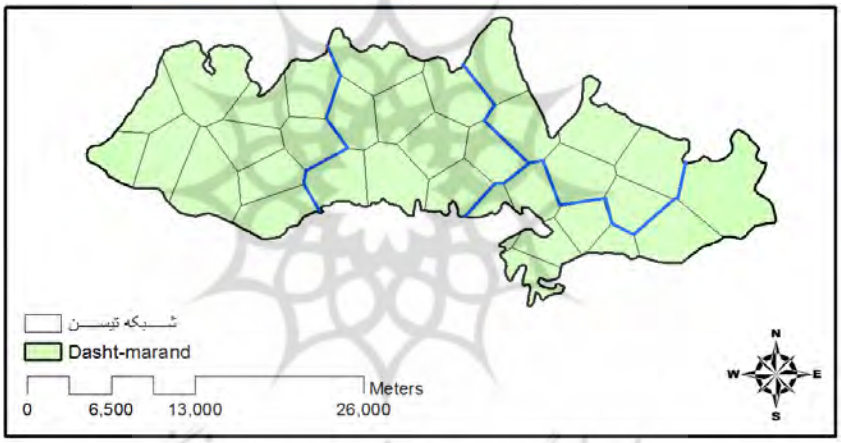
شکل (۵) پهنه‌بندی دشت بر اساس تراز آب زیرزمینی در آخر شهریور ۱۳۸۴



شکل (۶) پهنه‌بندی دشت بر اساس تراز آب زیرزمینی در آخر شهریور ۱۳۹۳

با توجه به گستردگی دشت، برای برآورد دقیق‌تر پارامترهای آبخوان از نظر تغییرات تراز آب زیرزمینی، سطح دشت بر اساس تغییرات تراز آب زیرزمینی چاه‌های فعال موجود و به روش تیسن‌بندی به چهار پهنه تقسیم شد. موقعیت پهنه‌ها در شکل (۷) و روند تغییرات متوسط تراز آب برای دوره‌ی آماری ۱۰ ساله در شکل (۸) نشان داده شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده، افت متوسط سالانه‌ی پهنه‌ی یک ۰/۴۷ متر، پهنه‌ی دو ۰/۴۵ متر، پهنه‌ی سه ۰/۵۲ متر و پهنه‌ی چهار ۰/۴۹ متر می‌باشد. در مجموع افت متوسط سالانه پهنه‌های یک تا چهار ۰/۴۸ متر می‌باشد. علت تغییرات در پهنه‌های مختلف مربوط به میزان‌مصارف شرب، صنعت و کشاورزی در آنها می‌باشد، در پهنه‌ی سه به دلیل تمرکز چاه‌ها و فشار مصارف کشاورزی در دو منطقه‌ی یامچی و کشکسرای، برداشت آب از منابع آب زیرزمینی بالا بوده و سطح آب زیرزمینی افت شدیدتری را نشان می‌دهد.



شکل (۷) نقشه‌ی شبکه‌ی تیسن دشت مرند با تقسیم‌بندی پهنه‌ها

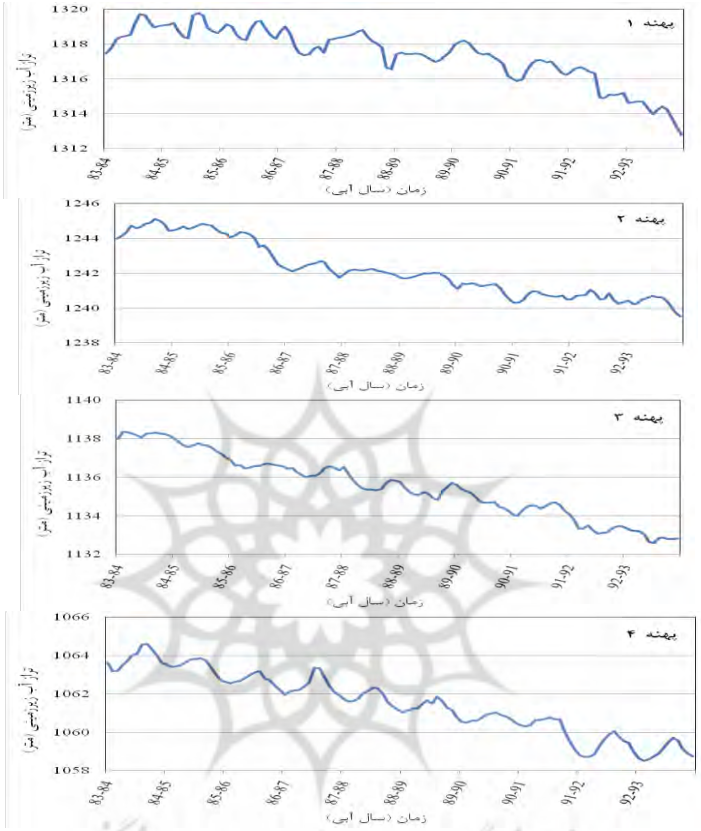
پهنه‌بندی تراز آب زیرزمین دشت مرند در سناریوی اول

در سناریوی اول فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی تغذیه آبخوان ثابت بوده و مصارف مختلف دشت شامل مصارف شرب، صنعت و کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین شود. با برقراری رابطه‌ی بیلان بین مقادیر ورودی، خروجی و ذخیره‌ی آبخوان در پنج سال آتی، مقدار افت تراز آب زیرزمینی در پهنه‌ی یک ۲/۳۵ متر، در پهنه‌ی دو ۲/۲۵ متر، در پهنه‌ی سه ۲/۶ متر و در پهنه‌ی چهار ۲/۴۵ متر خواهد بود. نقشه‌ی پهنه‌بندی دشت بر اساس تراز آب زیرزمینی و سطح مقطع تحت پوشش در شکل (۹)

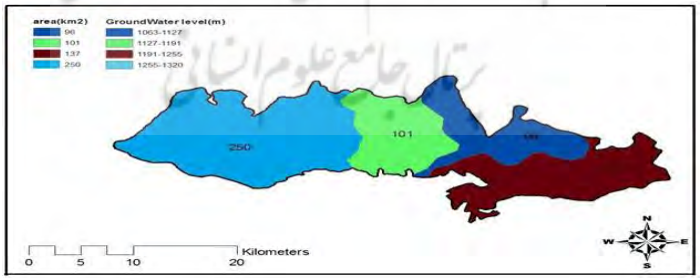
نشان داده شده است. مقایسه نتایج با وضعیت موجود (شکل ۶) نشان می‌دهد که در اثر تشدید افت سطح آب زیرزمینی، پهنه‌های دشت تحت تأثیر قرار گرفته و سطح محدوده‌های آسیب‌پذیر در غرب دشت توسعه یافته و با شرایط حادتری مواجه شده است به طوری کلی در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۹۳ سطح آبخوان واقع در محدوده‌ی تراز ۱۰۶۳ تا ۱۱۲۷ در پهنه‌ی ۴ از ۲۴۶ کیلومتر مربع به ۲۵۲ کیلومترمربع افزایش یافته است که نشان‌دهنده‌ی افت بیشتر تراز آب در محدوده‌ی بزرگی از سطح دشت می‌باشد. به عبارت دیگر ادامه شرایط موجود در سال‌های آتی، مشکلات بیشتری را در منابع آب زیرزمینی دشت ایجاد خواهد کرد.

پهنه‌بندی تراز آب زیرزمینی دشت مرند در سناریوی دوم

در سناریوی دوم فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی مصارف شرب و صنعت مورد نیاز شهرستان مرند و شهرهای تابعه از رودخانه‌ی ارس تأمین شود تنها برای مصارف کشاورزی از منابع آب زیرزمینی استفاده شود. با عملیاتی شدن سناریوی دوم، به میزان ۱۶/۹ میلیون مترمکعب آب از میزان تخلیه‌ی فعلی سفره کاسته خواهد شد. علاوه بر آن با توجه به وضعیت منطقه و وجود چاه‌های جاذب برای جمع‌آوری پساب‌های خانگی در بیش از ۷۵ درصد منازل مسکونی و تجاری شهرستان، حدود ۶۰ درصد آب مصرفی (۰/۸۰*۰/۷۵) نیز مجدداً به سفره آب زیرزمینی باز خواهد گشت که سالانه در حدود ۱۰/۱۴ میلیون مترمکعب می‌باشد و در مجموع سالانه ۲۷/۰۴ میلیون مترمکعب خواهد بوده با در نظر گرفتن بیلان آبی بین ورودی‌ها، خروجی‌ها و ذخیره در سفره به صورت تغییرات تراز آب زیرزمینی، در پهنه‌های چهارگانه دشت مقادیر تراز آب زیرزمینی در انتهای سال ۱۳۹۸ محاسبه و نقشه‌های پهنه‌بندی دشت رسم شده است.

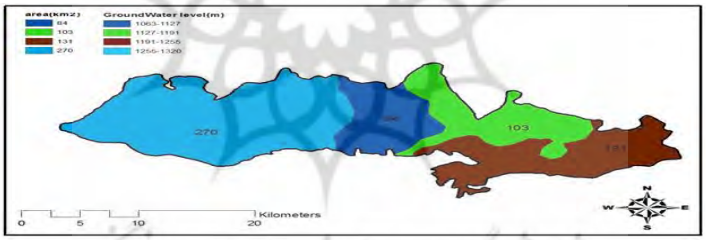


شکل (۸) هیدروگراف‌تراز آب زیرزمینی دشت مرند برای پهنه‌های مختلف



شکل (۹) پهنه‌بندی دشت مرند بر اساس سناریوی اول در شهریور ماه سال ۱۳۹۸

روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت و مساحت تحت پوشش آنها در سال ۱۳۹۸ در شکل ۱۰ نشان داده شده است. با مقایسه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی دشت در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۳ (شکل ۶) می‌توان به این نتیجه رسید که با اعمال سناریوی دوم، در پنج سال‌آتی وضعیت سفره‌ی آب زیرزمینی بهبود می‌یابد. به طوری که در این حالت مساحت پهنه‌غربی دشت یعنی پهنه‌ی ۴ از ۲۴۳ به ۲۳۸ کیلومترمربع کاهش و مساحت پهنه‌شرقی دشت یعنی پهنه‌ی ۱ از ۱۴۲ به ۱۴۶ کیلومتر مربع افزایش یافته است. همچنین محاسبات تغییرات تراز آب زیرزمینی آبخوان نشان می‌دهد که تراز آب زیرزمینی دشت در سال ۱۳۹۸، در پهنه‌ی یک ۱/۷۴ متر، در پهنه‌ی دو ۱/۶۷ متر، در پهنه‌ی سه ۱/۹۳ متر و در پهنه‌ی چهار ۱/۸۲ متر افزایش می‌یابد و با ادامه این روند تراز آب زیرزمینی بعد از ۱۴ سال به وضعیت ده سال قبل (سال ۱۳۸۳) و ۴۶ سال بعد به وضعیت ۳۲ سال قبل (سال ۱۳۶۱) برمی‌گردد.

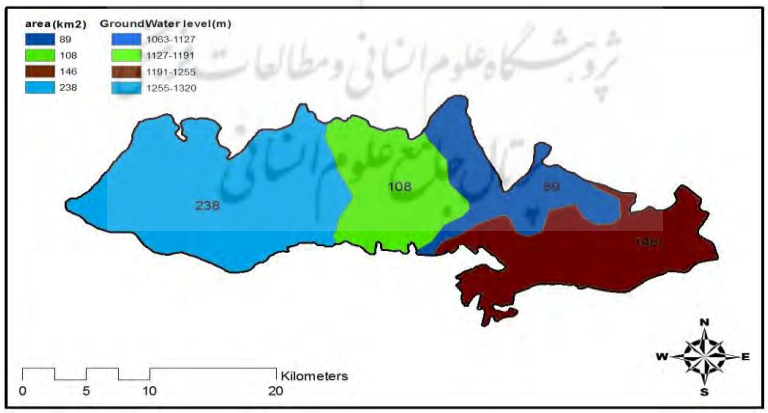


شکل (۱۰) پهنه‌بندی دشت مرند بر اساس سناریوی دوم در شهریور ماه سال ۱۳۹۸

پهنه‌بندی تراز آب زیرزمین دشت مرند در سناریوی سوم

در سناریوی سوم فرض بر آن است که در طول ۵ سال آتی تغذیه‌ی آبخوان ثابت بوده و مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و مصارف کشاورزی از منابع آب زیرزمینی تأمین شود. با این شرط که با بکارگیری و نصب کنتورهای هوشمند آب و برق میزان مصارف در بخش کشاورزی کنترل و با استفاده از روش‌های مدرن آبیاری این مصارف بهینه شود. با تأمین آب شرب و صنعت از ارس، سالانه ۲۷/۰۴ میلیون متر مکعب و با

اعمال مدیریت مصرف، سالانه ۲۰/۲ میلیون متر مکعب بر ذخایر سفره‌ی آب زیرزمینی اضافه خواهد شد، با اعمال بیلان آبی بین ورودی‌ها، خروجی‌ها و ذخیره در سفره به صورت تغییرات تراز آب زیرزمینی، میزان افزایش تراز سالانه در هر پهنه و در انتهای دوره محاسبه می‌شود. پهنه‌بندی تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت و مساحت تحت پوشش هر پهنه در شکل (۱۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، مشخص است که مساحت پهنه‌ی ۴ با محدوده‌ی تراز ۱۱۲۷-۱۰۶۳ از ۲۴۶ به ۲۲۲ کیلومترمربع کاهش و مساحت پهنه‌ی ۱ با محدوده‌ی تراز ۱۳۲۰-۱۲۵۵ از ۱۴۵ به ۱۷۰ کیلومترمربع افزایش یافته است که به ترتیب بهبود ۱۰ و ۱۷ درصدی وضعیت پهنه‌ی چهار و یک را نشان می‌دهد. همچنین محاسبات تغییرات تراز آب زیرزمینی آبخوان نشان می‌دهد که تراز آب زیرزمینی پنج سال بعد، در پهنه‌ی یک ۴/۷۸ متر، در پهنه‌ی دو ۴/۵۸ متر، در پهنه‌ی سه ۵/۲۹ متر و در پهنه‌ی چهار ۴/۹۹ متر افزایش می‌یابد و با ادامه این روند تراز آب زیرزمینی بعد از ۵ سال به وضعیت ده سال قبل (سال ۱۳۸۳) و ۱۷ سال بعد به وضعیت ۳۲ سال قبل (سال ۱۳۶۱) بر می‌گردد.



شکل (۱۱) پهنه‌بندی دشت مرند بر اساس سناریوی سوم در شهریور ماه سال ۱۳۹۸

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، هدف بررسی زمانی و مکانی تغییرات آب زیرزمینی دشت مرند در وضعیت موجود و پیش‌بینی روند تغییرات در سال‌های آتی می‌باشد. برای این منظور از معادله بیلان آبخوان در محیط نرم‌افزار Excel و از پهنه‌بندی هندسی دشت در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. نتایج بررسی در وضعیت موجود نشان می‌دهد که تراز آب زیرزمینی از سال۱۳۸۴ تا سال ۱۳۹۳، سالانه به‌طور متوسط، ۴۸ سانتی‌متر افت کرده است به طوری که افت متوسط سالانه در پهنه‌ی یک ۰/۴۷ متر، پهنه‌ی دو ۰/۴۵ متر، پهنه‌ی سه ۰/۵۲ متر و پهنه‌ی چهار ۰/۴۹ متر می‌باشد. برای بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت در سال‌های آتی، سه سناریو شامل تأمین مصارف از منابع آب زیرزمینی با تغذیه ثابت (سناریوی اول)، تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس (سناریوی دوم) و تأمین مصارف شرب و صنعت از رودخانه‌ی ارس و اعمال مدیریت مصرف بهینه (سناریوی سوم) در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد که با اعمال سناریوی اول تراز آب زیرزمینی پنج سال بعد، در پهنه‌ی یک، ۲/۳۵ متر، در پهنه‌ی دو، ۲/۲۵ متر، در پهنه‌ی سه، ۲/۶ متر و در پهنه‌ی چهار، ۲/۴۵ متر کاهش می‌یابد و با اعمال سناریوی دوم تراز آب زیرزمینی پنج سال بعد، در پهنه‌ی یک، ۱/۷۴ متر، در پهنه‌ی دو، ۱/۶۷ متر، در پهنه‌ی سه، ۱/۹۳ متر و در پهنه‌ی چهار، ۱/۸۲ متر افزایش می‌یابد که با ادامه این روند، تراز آب زیرزمینی ۱۴ سال بعد به وضعیت سال ۱۳۸۴ برمی‌گردد. همچنین با اعمال سناریوی سوم تراز آب زیرزمینی پنج سال بعد، در پهنه‌ی یک، ۴/۷۸ متر، در پهنه‌ی دو، ۴/۵۸ متر، در پهنه‌ی سه، ۵/۲۹ متر و در پهنه‌ی چهار، ۴/۹۹ متر افزایش می‌یابد که با ادامه این روند، تراز آب زیرزمینی ۵ سال بعد به وضعیت سال ۱۳۸۴ برمی‌گردد و آبخوان با روند تندتری در مسیر احیا قرار می‌گیرد.

منابع

- آل‌شیخ، علی‌اصغر؛ همراه، مجید؛ هلالی، حسین و علی فاتحی (۱۳۸۳)، **کاربرد GIS در بیـلان منابع آب زیرزمینی دشت تالش**، نشریه‌ی علوم جغرافیایی، جلد ۳، شماره‌ی ۳ و ۴، صص ۹۹-۱۱۸.

- بیدست، سولماز؛ فاخری‌فرد، احمد؛ فرقانی اکبر و محمود شهابی (۱۳۹۴)، **تحلیل و تفسیر تغییرات مکانی و زمانی برخی متغیرهای کیفی آب زیرزمینی (مطالعه‌ی موردی: آبخوان دشت تبریز)**، نشریه‌ی دانش آب و خاک، جلد۲۵، شماره‌ی ۲، صص۳۲۰-۲۹۷.

- خاشعی سلوکی، عباس و محبوبه سربازی (۱۳۹۴)، **بررسی توزیع مکانی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های MLP، LS_SVM و زمین آماری**، مجله‌ی آب و فاضلاب، جلد ۹۴، شماره‌ی ۳، صص ۱۰۳-۹۳.

- دلبری، معصومه.، امینی‌رکان، امین.، صادقی‌مرشت، مجتبی.، (۱۳۹۵)، **پیش‌بینی الگوی پراکنش مکانی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی استان گلستان برای مصارف کشاورزی با استفاده از زمین‌آمار GISt**، نشریه‌ی هیدروژئولوژی، سال ۱، شماره‌ی ۱، صص ۱۰۷-۱۲۳.

- رمضانی چرمهینه، عبداله و محمد ذونعمت کرمانی (۱۳۹۴)، **ارزیابی روش‌های ماشین‌بردار، تحلیل تفکیک خطی و درجه‌ی دوم در شبیه‌سازی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت شهرکرد**، مجله‌ی تحقیقات منابع آب، جلد ۱۱، شماره‌ی ۲، صص ۱۰۵-۹۷.

- رجایی، طاهر و فاطمه پوراصلان (۱۳۹۴)، **پیش‌بینی زمانی و مکانی تراز آب زیرزمینی دشت داورزن**، مجله‌ی هیدروژئومورفولوژی، جلد ۴، شماره‌ی ۳، صص ۱۹-۱.

- زارع‌ابیانه، حمید.، بیات‌ورکشی، مریم و صفر معروفی (۱۳۹۱). **بررسی نوسانات عمق آب زیرزمینی در دشت ملایر**، نشریه‌ی دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره‌ی ۲، صص ۱۹۰-۱۷۳.

- کلاهدوزان، علی.، دین پژوه، یعقوب.، عباسپور، داریوش.، قربانیان، محمد.، (۱۳۹۴)، **بررسی روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت میاندوآب با استفاده از روش مان-کندال**، نشریه‌ی دانش آب و خاک، جلد۲۵، شماره‌ی ۲، صص ۲۳۵-۲۲۱.

- فخری، میرسجاد.؛ اصغری‌مقدم، اصغر؛ نجیب، مرتضی و رحیم برزگر (۱۳۹۴)، **بررسی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی دشت مرند و ارزیابی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی با روش‌های AVI و GODS**، نشریه‌ی محیط‌شناسی، جلد ۴۱، شماره‌ی ۱، صص ۴۹-۶۶.

- ولیزاده‌کامران، خلیل؛ روستایی، شهرام؛ رحیم‌پور، توحید و مهسا نخستین‌روحی (۱۳۹۵)، **تعیین مناسب‌ترین روش زمین آمار در تهیه‌ی نقشه‌ی تغییرات شوری آب‌های زیرزمینی (مطالعه‌ی موردی: دشت شیرامین استان آذربایجان شرقی)**، مجله‌ی هیدروژئومورفولوژی، جلد ۶، شماره‌ی ۱، صص ۳۲-۱۷.

- وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۳۸۷)، **پیش‌نویس دستورالعمل و ضوابط تعیین تکلیف آبخوان‌های آبرفتی دشت‌های آزاد، ممنوعه و بحرانی**، نشریه‌ی شماره‌ی ۳۲۲ ، صص ۹۰-۱.

- ندیری، عطاالله؛ واحدی، فاطمه و اصغر اصغری‌مقدم (۱۳۹۴)، **پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل منطق فازی مرکب نظارت شده (مطالعه‌ی موردی: دشت مشگین‌شهر)**، مجله‌ی هیدروژئومورفولوژی، جلد۶، شماره‌ی ۱، صص ۱۳۴-۱۱۵.

-Dhanasekarapandian, M., Chandran, S., Saranya Devi, D., Kumar, V. (2016), **Spatial and temporal variation of groundwater quality and its suitability for irrigation and drinking purpose using GIS and WQI in an urban fringe**, Journal of African Earth Sciences, 124, PP. 270-288.

-Hoover, Joseph. H., Sutton Paul.C., Anderson, Sharolyn. J., Keller, Arturo. C., (2014), **Designing and evaluating a groundwater quality Internet GIS**, Applied Geography, 53, PP. 55-65.

-Vinod P.N., Chandramouli P.N., Manfred. K, (2015), **Designing and evaluating a groundwater quality Internet GIS**, Applied Geography, 53, PP. 1047-1053.

-Celik, Recep (2015), **Temporal changes in the groundwater level in the Upper Tigris Basin, Turkey, determined by a GIS technique**, Journal of African Earth Sciences, 107, PP. 134-143.

-Oikonomidis, D., Dimogianni, S., Kazakis, N., Voudouris, K., (2015), **A GIS/Remote Sensing-based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece**, Journal of Hydrology, 525, PP. 197–208.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی