اثرات بهره‌برداری آبخوان‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت نیشابور، شمال شرق ایران)

سعید رحمتی[۱]، سعید سعادت*[۲] و مهدی‌رضا پورسلطانی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی گرایش زیست‌محیطی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
۲- گروه زمین‌شناسی و مهندسی نفت، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

نویسنده مسئول: **saeed.saadat@colorado.edu***

دریافت: ۱۴۰۱/۵/۸ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۳ نوع مقاله: کاربردی

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بهره‌برداری از آبخوان‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور (خراسان رضوی) انجام شده است. در این پژوهش روند تغییرات کیفی و کمی آب در چاه‌های مشاهده‌ای در بازه زمانی ۱۰ ساله بررسی شد. جهت درک بهتر میزان تغییرات کیفیت آب، نمودار کموگرافی ترسیم و برای تعیین کیفیت آب از دیاگرام‌های شولر و ویلکوکس استفاده شد. براساس این دیاگرام‌ها کیفیت آب‌زیرزمینی دشت نیشابور (۹۹-۱۳۹۸) برای مصارف شرب از خوب تا کاملاً نامطبوع متغیر می‌باشد و حدود ۲۷ درصد نمونه‌ها در رده C4-S4 و C4-S3 قرار گرفته که خیلی شور بوده و برای کشاورزی مناسب نیست. بر اساس نمودار کموگراف ترسیمی، متوسط تغییرات هدایت الکتریکی از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ روند افزایشی داشته و از ۳۶۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر به ۳۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر افزایش یافته است. بالاترین میزان هدایت الکتریکی در بخش غربی محدوده کال‌شور است. مقادیر قابل توجه رسوبات سیلتی- رسی واجد املاح تبخیری، قرارگیری در پایاب حوضه آبریز و شیب مورفولوژیکی اندک نیز موجب کاهش کیفیت آب شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد با افزایش مصرف بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در ده سال گذشته، میزان سطح آب بطور متوسط سالانه ۱/۲۹ متر کاهش یافته است. بر اساس نتایج این بررسی که حاکی از افت و کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه است، می‌توان اذعان داشت که با روند فعلی، در آینده نه چندان دور اثرات زیست‌محیطی متعددی از قبیل کاهش آبدهی و یا خشک شدن چشمه‌ها، قنوات و چاه‌ها، تغییر کاربری اراضی و الگوی کشت منطقه و نشست زمین را در منطقه شاهد خواهیم بود.

واژه‌های کلیدی: آبخوان، آب‌های زیرزمینی، اثرات زیست محیطی، دشت نیشابور

پیشگفتار

آب زیرزمینی به عنوان یک منبع استراتژیک، نقش مهمی را در تأمین مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت ایفا می‌نماید. در سال‌های اخیر، بهره‌برداری زیاد از آب‌های زیرزمینی باعث افزایش غلظت املاح تشکیل‌دهنده آب، افزایش عمق چاه‌های برداشت، کاهش کیفیت آب، افزایش هزینه برداشت آب‌های زیرزمینی، نشست سطح زمین به صورت ناگهانی و یا تدریجی شده است (بهنیافر و همکاران، ۱۳۸۹؛ حداد و خراسانی، ۱۳۹۸). به دلیل اهمیت بالای آب‌های شیرین زیرزمینی که بخش مهمی از مصارف کشاورزی، خوراکی و صنعتی را تأمین می‌کند، لازم است بررسی دقیقی از تأثیر برداشت‌های سال‌های اخیر و تأثیر آن بر روی کیفیت و کمیت ذخایر آب‌های زیرزمینی صورت گیرد. مقیمی و همکاران (۱۴۰۱) تغییرات سطح آب زیرزمینی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت قروه، استان کردستان را در یک دوره آماری ۱۵ ساله بررسی نمودند. کرباسی معروف و همکاران (۱۴۰۱) تاثیر سد بار بر آبخوان دشت نیشابور در بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی را بررسی نمودند. اتمانی و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی بر رفتار هیدرودینامیکی سفره آبرفتی سیدی بل در شمال‌غرب الجزایر را مطالعه نموده‌اند. وان‌ویت (۲۰۲۱) اثرات شهرنشینی بر سطح آب‌های زیرزمینی در سفره‌های زیرزمینی استان بین دوونگ (ویتنام) را بررسی نمود. بهرامی‌نصب و همکاران (۱۳۹۹) کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت کهریز و مقایسه روند تغییرات آن در دوره ۳ ساله بررسی نمودند. نتایج مطالعات نشان داد کیفیت آب زیرزمینی برای آشامیدن و کشاورزی به دلیل بالا بودن

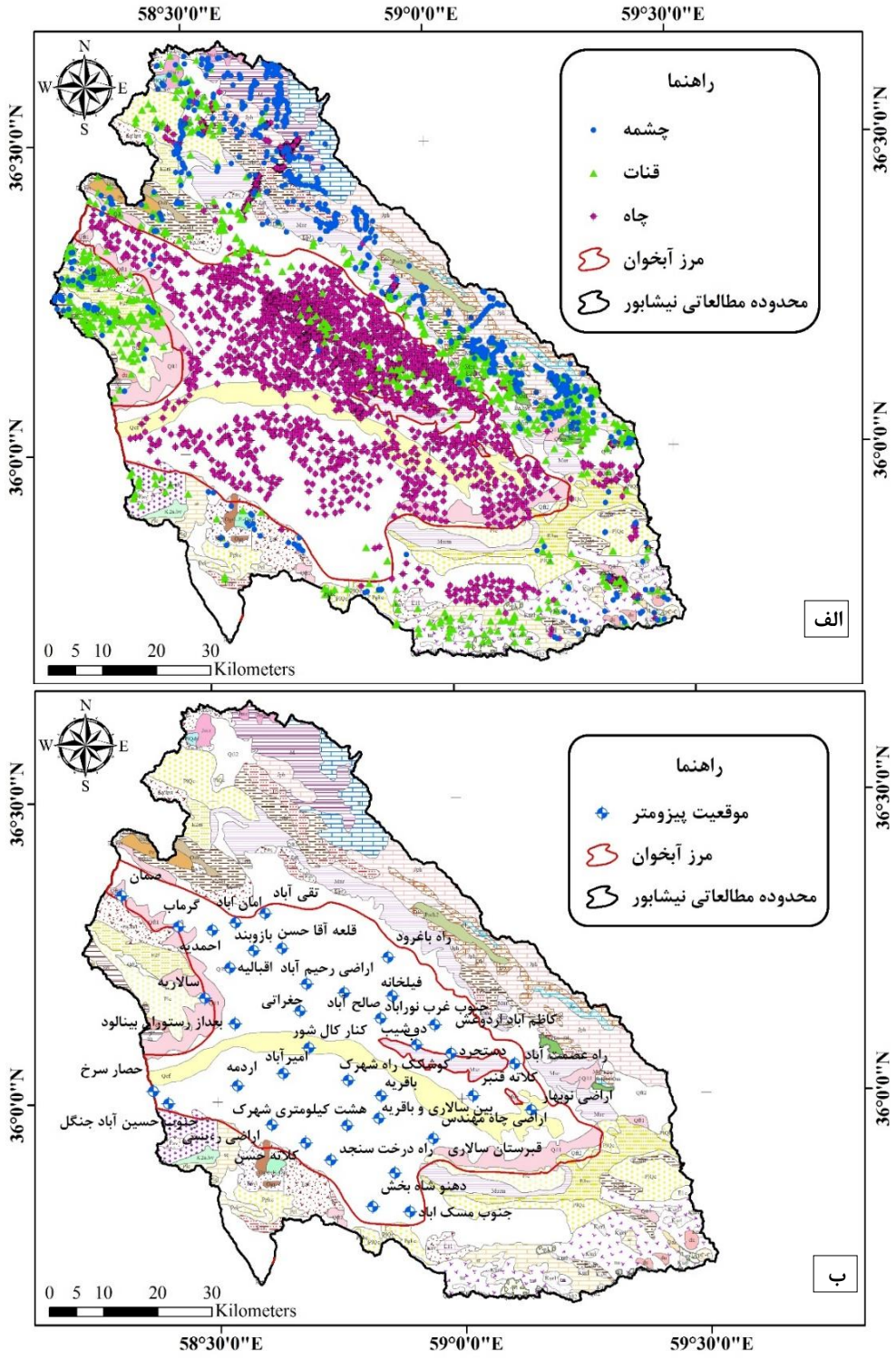
مقدار سدیم از کیفیت مطلوبی برخودار نیست. نظریه و همکاران (۱۳۹۷) به برآورد توزیع مکانی و زمانی تغذیه دشت نیشابور پرداختند. نتایج نشان داد تبخیر و تعرق که ۸۷ درصد از مجموع بارش و آبیاری را شامل می‌شود، مهمترین مؤلفه بیلان در منطقه می‌باشد و پس از آن، تغذیه با اختصاص حدود ۱۲ درصد از حجم کلی بارندگی و آبیاری قرار دارد. ابطحی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور (بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۸۰) پرداختند. نتایج به دست آمده دلالت بر آن داشت در بازه زمانی مذکور، غلظت کل جامدات محلول در ۷۷ درصد از چاه‌های مورد مطالعه، روندی افزایشی را داشته و میانگین غلظت آن برای کل آبخوان از نرخ رشد سالانه‌ای معادل ۱۹/۶۳ میلی‌گرم در لیتر برخوردار بوده است. حسین‌سربازی و اسماعیلی (۱۳۹۲)، در بررسی و مدل‌سازی کمی آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور (۱۳۸۱-۱۳۸۷) به این نتیجه دست یافتند که ضرایب هیدرودینامیکی نسبتاً بالا است. سنگ کف پستی و بلندی‌های زیادی داشته و حالت مقعر دارد. میزان تغذیه محاسبه شده در پایین دست ارتفاعات بینالود نسبت به سایر مناطق بیشتر است که احتمالاً به علت سیلاب‌های فصلی است که از ارتفاعات وارد این منطقه می‌شوند. در این دشت تعداد منابع تخلیه بسیار زیاد بوده و با ادامه روند تخلیه چاه‌های منطقه در بعضی مناطق کمیت و کیفیت آب زیرزمینی کاهش می‌یابد. رضوانی و همکاران (۱۳۹۲)، نیز در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بر کیفیت آبخوان دشت اشتهارد پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به تغذیه محدود در این حوضه، عدم تعادل در میزان بهره‌برداری باعث افت سطح آب در آبخوان و تغییر مسیر جریان گردیده است. نادریان‌فر و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی روند تغییرات نوسانات سطح آب‌زیرزمینی درحوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف پرداختند. ولایتی (۱۳۷۹) در بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات کیفی آبخوان دشت نیشابور، تنها راه جلوگیری از شور شدن آبخوان را کنترل برداشت از آن دانسته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بهره‌برداری از آبخوان‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی در دشت نیشابور در بازه ده ساله انجام شده است (شکل ۱). حجم کل آب مصرفی در سطح دشت نیشابور ۷۶۰/۷۹ میلیون مترمکعب در سال است که ۷۱۳/۹۳ میلیون مترمکعب آن در بخش کشاورزی (۹۳/۸ درصد)،۳۶/۸۴ میلیون مترمکعب آن بصورت شرب و ۱۰/۰۲ میلیون مترمکعب آن در بخش صنعت مصرف می‌گردد (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹). به دلیل اهمیت محدوده مورد مطالعه به عنوان قطب کشاورزی در استان، ارزیابی بهره‌برداری آبخوان‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی و دیگر اثرات زیست محیطی از مهمترین ضروریات منطقه به شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

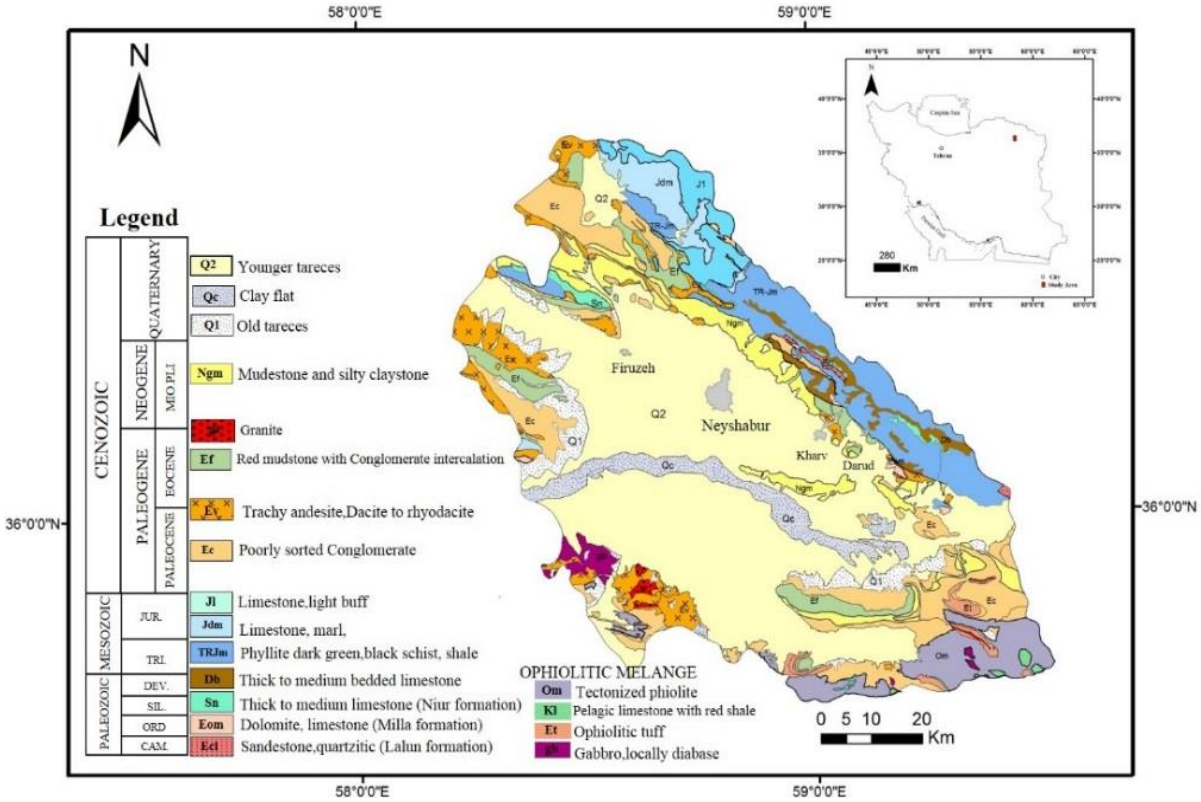
شهرستان نیشابور بین طول‌های جغرافیایی ′۱۳ °۵۸ تا ′۳۰ °۵۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′۴۰ °۳۵ تا ′۳۹ °۳۶ شمالی واقع شده است. بخش اعظم این شهرستان در دشت نسبتاً وسیعی قرار گرفته است. دشت نیشابور، از شمال به ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلاجوق و یال پلنگ و از جنوب به تپه‌ماهورهای نیزه‌بند، سیاه‌کوه و کوه نمک و از غرب به حوضه آبریز دشت سبزوار محدود می‌شود (ولایتی و توسلی، ۱۳۷۰). میزان تبخیر به علت بالا بودن درجه حرارت هوا زیاد بوده، به طوری که متوسط تبخیر برای کل حوضه حدود ۲۳۳۵ میلی‌متر در سال گزارش شده است (ایزدی، ۱۳۸۷).

حوضه آبریز نیشابور، بخشی از حوضه آبریز کویر مرکزی ایران و در شمال شرق آن قرار دارد. این حوضه با وسعت حدود ۷۳۸۷ کیلومترمربع شامل حدود ۴۶ درصد دشت و ۵۴ درصد ارتفاعات است. این حوضه شامل دو محدوده رخ و نیشابور است. محدوده مطالعاتی نیشابور برای اولین بار در سال ۱۳۶۵ ممنوعه اعلام شد و تا اسفند ماه سال ۱۳۹۹ با ادامه ممنوعیت این دشت موافقت گردیده است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹). موقعیت منابع آب محدوده مطالعاتی نیشابور و توزیع مکانی چاه‌های مشاهده‌ای محدوده مطالعاتی در شکل ۱ نمایش داده شده است. محدوده مطالعاتی در تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختاری ایران، در حد فاصل دو زون بینالود (شمال) و ایران مرکزی (جنوب) واقع شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). قدیمی‌ترین واحدهای زمین‌شناسی (پرکامبرین) شامل سنگ‌های دگرگون کالک‌شیست و کالک‌فیلیت و واحدهای دولومیتی سازند سلطانیه است. از رخنمون واحدهای پالئوزوئیک می‌توان به سازندهای لالون (ماسه‌سنگ، کامبرین)، میلا (دولومیت و سنگ‌آهک، اردوویسین)، نیور (سنگ‌آهک، شیل و دولومیت، سیلورین)، بهرام (سنگ

آهک دولومیتی، دونین) اشاره کرد (آقانباتی، ۱۳۸۳). واحدهای سنگی مربوط به مزوزوئیک عمدتاً شامل سنگ‌های آتشفشانی، آهکی (مانند سازند چمن‌بید، مزدوران) و افیولیت‌ملانژها است. گسترده‌ترین تشکیلات سنگی رخنمون یافته (حدود ۵۵ درصد رخنمون سطحی)، مربوط به نهشته‌های دوران سنوزوئیک است که از رسوبات تخریبی- آورای تشکیل شده و اغلب در ارتفاعات کم و با مورفولوژی تپه ماهوری قرار دارند (شکل ۲).



شکل۱. الف) موقعیت منابع آب محدوده مطالعاتی نیشابور (۱۳۹۹)، ب) توزیع مکانی چاه‌های مشاهده‌ای محدوده مطالعاتی



شکل۲. نقشه زمین‌شناسی ساده شده حوضه آبریز نیشابور (با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ مشهد، سبزوار، تربت حیدریه و کاشمر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی)

جهت بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی در بخش‌های گوناگون دشت نیشابور، اطلاعات مربوط به ۳۸ مـورد از چاه‌های مشاهده‌ای در بازه زمانی ۱۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۹۹) مدنظر قرار گرفته است (شکل ۱ ب). علت انتخاب این پیزومترها داشتن داده‌های آماری بهتر و همچنین پراکندگی مناسب می‌باشد. برای ارزیابی تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی نتایج نمونه‌برداری‌های سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی (۱۳۸۹-۱۳۹۹) که عمدتاً در اواخر خرداد ماه و یا ماه‌های آذر و دی بطور سالانه انجام شده، مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). بررسی روند تغییرات طی ده سال گذشته و تغییرات افت سطح آب در چاه‌ها و تأثیر آن روی Ec (میزان هدایت الکتریکی) و Cl (شوری) با استفاده از روش‌های آماری و نرم‌افزارهای Arc GIS، EXCEL و SPSS انجام گردید. در تحلیل داده‌های مکـانی مواردی نظیـر نرمـال بـودن، خلاءهـای آمـاری و وجـود داده‌های پرت (ناهمخوان با سایر داده‌ها) مورد بررسی قرار گرفت. سامانه GIS در زمینه‌های مختلف جغرافیایی و منابع طبیعی بسیار مورد استفاده قرارگرفته و نتایج مثبت بسیاری داشته است. نقشه‌ها با استفاده از روش درون‌یابی معکوس وزنی (IDW) و با بهره‌گیری از محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه گردید. مشاهده شد که بهترین حالت (کمترین خطا) زمانی است که از روش قطاع‌بندی ۸ قسمتی استفاده شود که کمترین میزان خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) ۰/۷۰۹ را دارد.

به منظور تعیین کیفیت آب برای مصارف شرب، از دیاگرام شولر (شولر، ۱۹۵۵) استفاده شده‌است. دیاگرام شولر با توجه به مقیاس لگاریتمی، از نظر سرعت عمل، سهولت مقایسه و نمایش تعداد زیادی نمونه در یک دیاگرام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. جهت تعیین کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی از دیاگرام ویلکوکس (۱۹۵۵) استفاده گردید که یکی از قدیمی‌ترین و کاربردی‌ترین سیستم‌های طبقه‌بندی آب برای استفاده در آبیاری می‌باشد.

نتایج و بحث

بررسی وضعیت هیدرولوژیکی محدوده مورد مطالعه

رودخانه‌ها: دشت نیشابور، از دیدگاه بارندگی و رودخانه‌ها، غنی‌ترین بخش حوضه آبریز دشت کویر (کویر مرکزی

ایران) است و دارای رودخانه‌های بار، بزرگ (خرو)، بوژان، جوین، حصار جلابی، سالاری یا کال اسفیز، سرلایت یا نشیب، سلیت، کال شور، طاقان، عشق‌آباد (فاروب رومان)، فیض‌آباد، مارس و ینکجه می‌باشد (افشین، ۱۳۷۳).

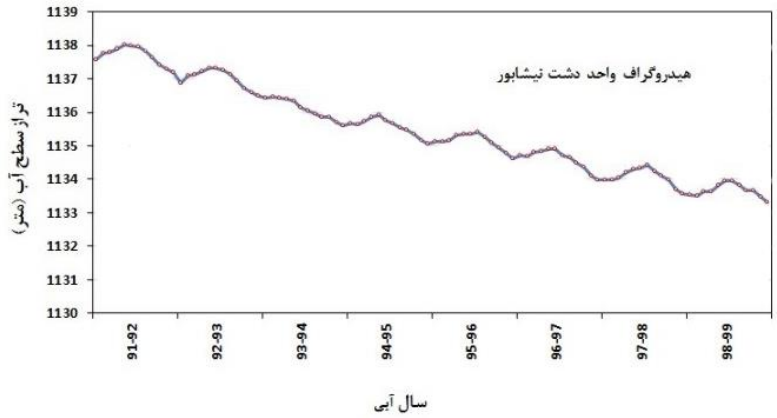
بیلان آب زیرزمینی: در محدوده دشت نیشابور تعداد ۴۰۵۴ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۶۷۴/۰۱ میلیون مترمکعب، ۹۲۴ رشته قنات با تخلیه ۶۶/۴۳ میلیون مترمکعب در سال و ۱۰۸۴ چشمه با تخلیه سالانه ۲۰/۳۵ میلیون مترمکعب شناسایی شده است که از این منابع حجم بهره‌برداری از تیسن آبخوان نیشابور ۶۳۷ حلقه چاه با تخلیه سالانه ۱۵۵/۶۵ میلیون مترمکعب، ۳۹ رشته قنات با تخلیه ۶/۳۲ میلیون مترمکعب در سال و ۵ دهانه چشمه با تخلیه سالانه ۰/۲۷ میلیون مترمکعب می‌باشد (مطالعات پایه منابع آب خراسان رضوی، ۱۳۹۹). موقعیت منابع آب محدوده نیشابور در شکل ۱ الف ارائه شده است.

هیدروگراف (آبنمود): بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت نیشابور، توسط هیدروگراف ۳۸ چاه مشاهده‌ای (شکل ۱ ب) تا سال آبی ۹۹-۱۳۹۸ انجام گردید. همان طور که در شکل مشخص است پراکنش چاه‌ها در اطراف مرزهای حوضه کمتر از قسمت مرکزی است که می‌تواند به دلیل برداشت بیشتر از قسمت مرکزی دشت و مرتفع بودن قسمت‌های مرزی دشت باشد.

نتایج بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی حاکی از آن است که شدت روند کاهش سطح آب در بخش‌های مختلف دشت متفاوت است و با فاصله گرفتن از ارتفاعات کاهش می‌یابد. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در اکثر چاه‌های مشاهده‌ای به صورت کاهشی است و روند تغییرات فصلی در آن‌ها بارز نیست که احتمالاً به دلیل عدم تغذیه آبخوان توسط نزولات جوی باشد (شکل ۳). در برخی از پیزومترها مانند کنار کال شور، سالاریه و صالح‌آباد به علت موقعیت آن‌ها در محل تغذیه آبخوان و یا تغذیه توسط رودخانه کال شور، رفتار آن‌ها تحت تاثیر نوسانات فصلی به صورت سینوسی است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹). تراز آب زیرزمینی آبخوان محدوده در مهر ماه ۱۳۷۱ به میزان ۱۱۵۴/۸۴ متر از سطح دریای آزاد اختلاف داشته که به تدریج و در طی ۲۸ سال به میزان ۱۱۱۸/۷۲ متر (شهریور ماه ۱۳۹۹) می‌رسد. اختلاف این دو رقم ۳۶/۱۲- متر بوده که نشان می‌دهد سطح آب زیرزمینی در این آبخوان کاهشی و در طول دوره آمار مذکور بطور متوسط سالانه به میزان ۱/۲۹ متر افت نموده است. روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در اکثر چاه‌های مشاهده‌ای مشابه بوده و به صورت خط تقریباً مستقیم دارای شیب متفاوت در قسمت‌های مختلف دشت می‌باشد.

جدول ۱. مختصات جغرافیایی چاه‌های مشاهده‌ای

نام محل	UTM-Y	UTM-X
احمدآباد بشروی	4000464	669411
اردمه ارمه‌ای	3988229	639578
اردوگاه سالاری	3976823	665207
اقبالیه افشار	4013180	640923
جنت‌آباد ژیان	3983730	678008
حاجیان حسن سه‌چوبی	4012404	658209
حسین‌آباد جنگل	3988251	626787
حشمتیه زراعتی	3987389	690633
حمیدآباد هاشم زردی	4008805	671331
دشت آریا آبشناس	4005196	674516
دهسنگ ۲	4008823	652734
زمان‌آباد طوسی	4001560	637534
سلطان‌آباد خاکی	3978604	702924
سلیمانی سایمانی	4023176	627605
شوری فتح آبادی	4016598	647382
فاروب رمان	4010544	666468
فتح‌آباد خورشید	3994466	676493
قلعه یزدان	4024588	622462
کاریزک	3994392	665797
کلاته حسن شاکری	3977998	650584

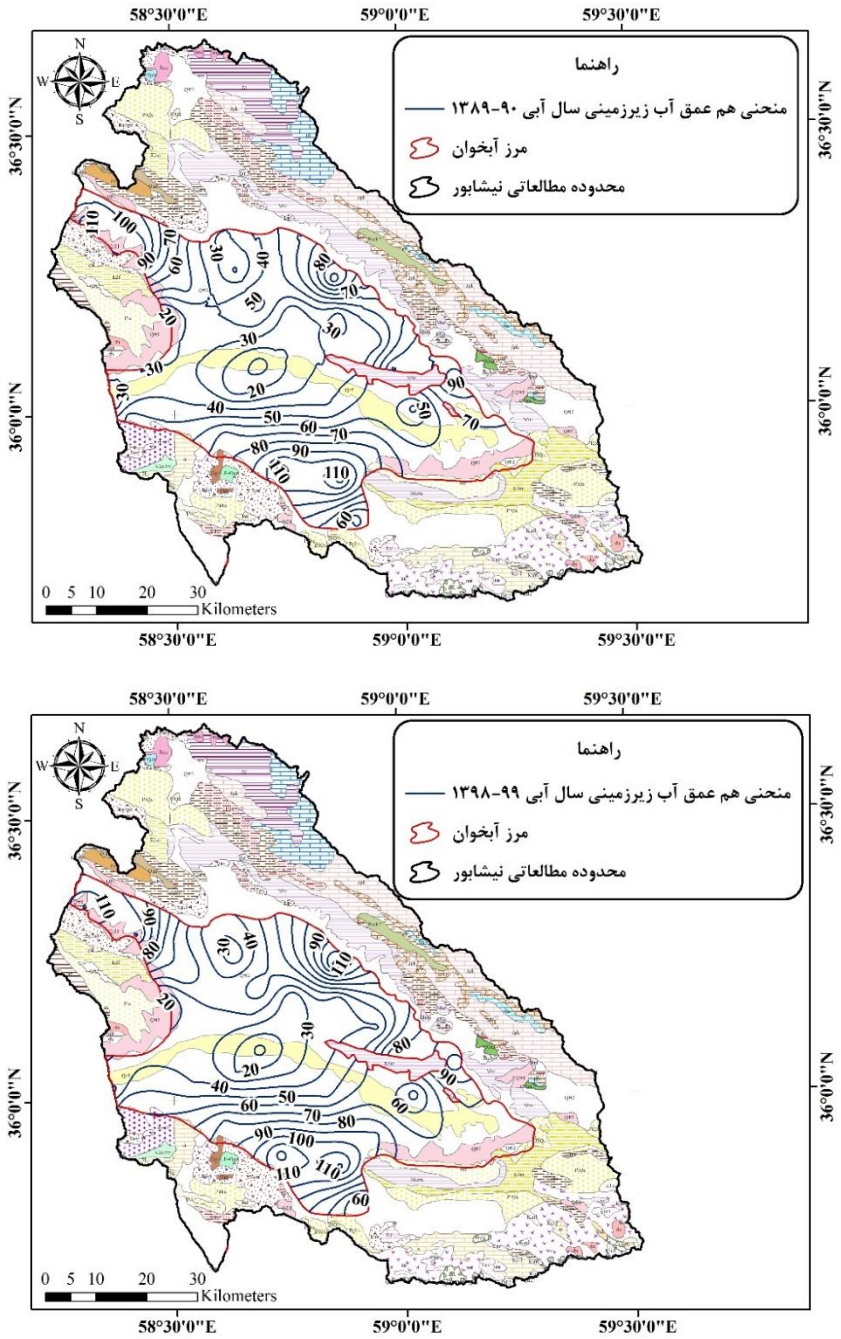


شکل ۳. هیدروگراف واحد محدوده مطالعاتی نیشابور (۱۳۹۱-۱۳۹۹)

عمق سطح آب زیرزمینی: نقشه‌های هم‌عمق آب زیرزمینی بر اساس اطلاعات مهر ماه ۱۳۹۸(حداقل عمق آب) و شهریور ماه ۱۳۹۹ (حداکثر عمق آب) با نرم‌افزار ArcGIS تهیه گردید. عمق سطح آب زیرزمینی از حداقل متوسط ۵/۵۶ متر در چاه مشاهده‌ای کنار کال شور (بخش مرکزی آبخوان) تا حداکثر ۱۲۲/۴ متر در چاه مشاهده‌ای قبرستان سالاری (بخش جنوبی آبخوان) در نوسان است. روند منحنی‌های هم‌عمق سطح آب زیرزمینی تقریباً از توپوگرافی سطحی تبعیت می‌نماید (شکل ۴). در ناحیه سالاری تا ارتفاعات غربی منحنی هم‌عمق ۱۱۰ متر به حالت بسته در آمده و با حرکت به سمت شمال و جنوب از عمق سطح آب کاسته می‌شود. حرکت در امتداد گسل‌ها و بالاآمدگی سنگ کف با امتداد شرقی-غربی در این ناحیه، دلیل اصلی این امر است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹). در پهنه وسیعی از ناحیه مرکزی آبخوان (از جنوب شهر نیشابور تا کال شور و کال ماروس در غرب) منحنی بسته هم‌عمق ۳۰ متر قابل مشاهده است. کال شور نیشابور که در گذشته زهکش آبخوان آبرفتی نیشابور بوده بدلیل کاهش تغذیه و افت سطح آب زیرزمینی، فقط مازاد جریانات سطحی را به خارج از محدوده منتقل می‌نماید (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹).

تراز آب زیرزمینی: حداقل متوسط تراز آب در پیزومتر حصار سرخ (غرب آبخوان- خروجی آبخوان) با مقدار ۱۰۳۷/۴ متر تا حداکثر متوسط تراز آب در پیزومتر جنوب مسک آباد (جنوب آبخوان) با مقدار۱۲۹۲/۵متر متغیر می‌باشد. جهت جریان آب زیرزمینی در این آبخوان از به سمت غرب و مرکز بوده و از شیب توپوگرافی و شبکه آبراهه سطحی تبعیت می‌کند. تغییرات تراز آب زیرزمینی آبخوان طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ تا ۹۹-۱۳۹۸ در شکل ۵ نمایش داده شده است. شکل و روند منحنی‌های هم تراز نشان‌دهنده تغذیه وافر آبخوان از سرشاخه‌های متعدد ورودی به دشت توسط رودخانه کال شور می‌باشد. مقدار تغذیه مذکور در بخش‌های مختلف آبخوان متغیر بوده و بستگی به جنس سازند سخت حاشیه آبخوان آبرفتی، دانه‌بندی رسوبات آبخوان، شیب هیدرولیکی ایجاد شده دارد، به همین دلیل خطوط تراز در بخش‌های شمال غربی و جنوب به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. دانه‌بندی رسوبات آبخوان در حواشی دشت نسبت به بخش‌های مرکزی درشت‌تر بوده و به سمت مرکز به تدریج ریزتر می‌شود.

کاهش آبدهی چاه‌ها: بررسی نقشه افت ده ساله آب زیرزمینی نشان می‌دهد که افت در اکثر سطح آبخوان با شدت و ضعف وجود دارد (شکل ۶). در گستره وسیعی از آبخوان، افت سطح آب زیرزمینی بین حدود ۱ تا ۱۷ متر در طی ۱۰ سال رخ داده است. حداکثر افت، ۱۶/۷۵ متر در شمال شرق آبخوان (چاه مشاهده‌ای راه باغرود) و حداقل افت ۰/۴۶ متر در شمال آبخوان (چاه مشاهده‌ای امان آباد) است. میزان افت در سال آبی ۹۹-۱۳۹۸ نسبت به سال‌های قبل روند کمتری را نشان می‌دهد. با توجه به نقشه هم افت ده ساله آب زیرزمینی در سه پیزومتر احمدیه (شمال غرب آبخوان)، صالح آباد (جنوب غرب شهر نیشابور) و قبرستان سالاریه (جنوب آبخوان) تغییرات سطح آب طی ده سال مثبت و بالاآمدگی آب در آن‌ها مشهود است. این امر می‌تواند در ارتباط با مورفولوژی ناهموار سنگ کف، نفوذپذیری آبرفت و جبهه‌های تغذیه (جریان آب زیرزمینی ورودی به آبخوان) باشد.

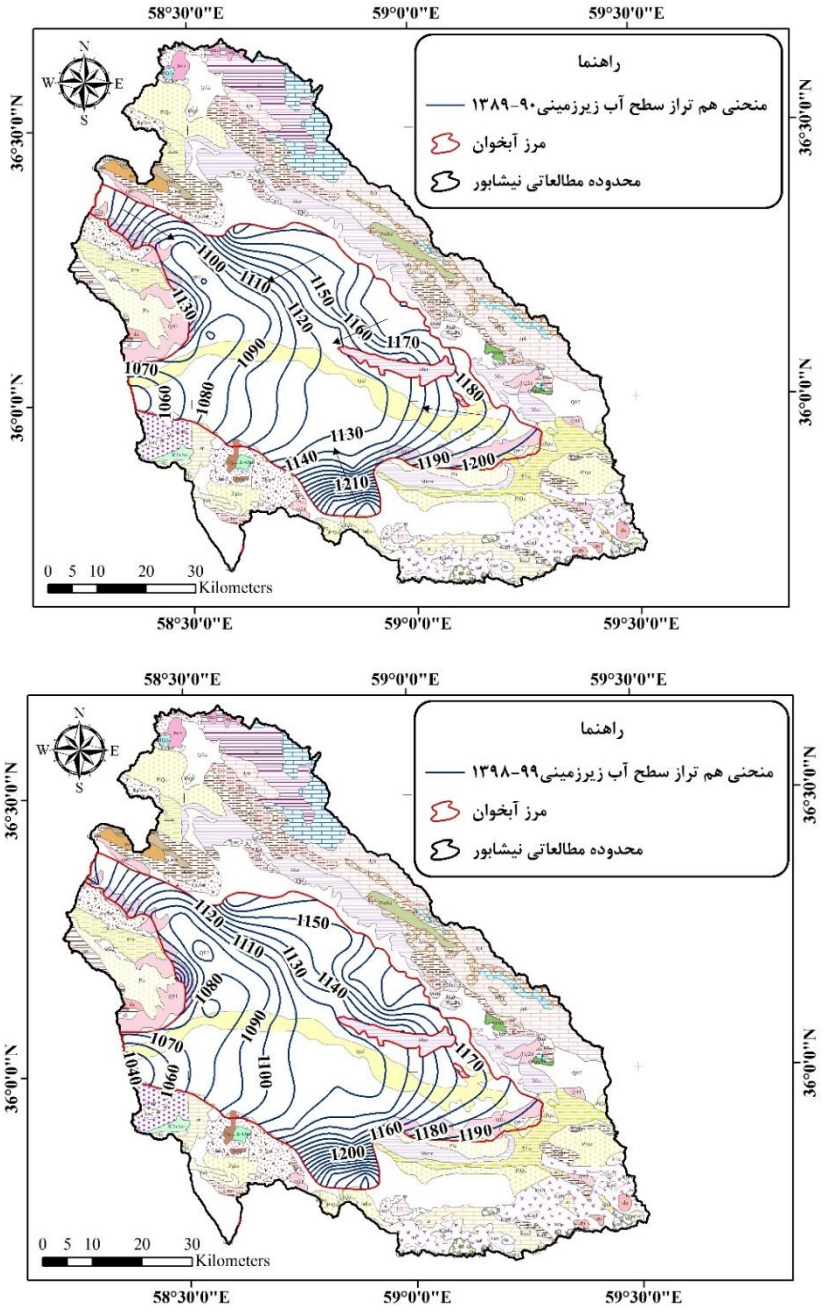


شکل ۴. نقشه تغییرات هم‌عمق آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹

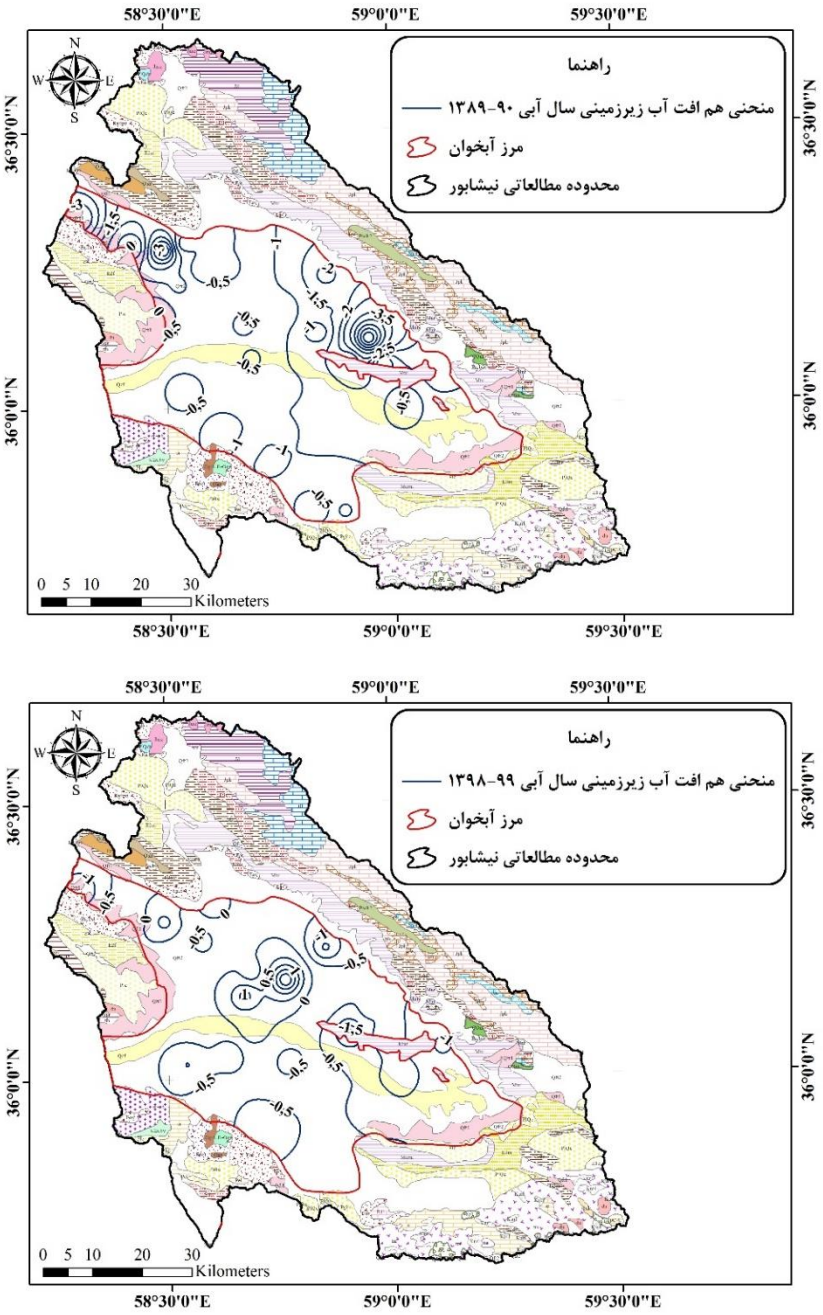
قابلیت هدایت الکتریکی و کلر

هدایت الکتریکی در آب‌های زیرزمینی تابعی از مقدار مواد محلول جامد حل شده (TDS) و درجه حرارت آب است و با این پارامترها رابطه مستقیم دارد. با افزایش TDS و درجه حرارت، میزان EC افزایش و کیفیت آب کاهش می‌یابد. در بررسی نقشه‌های تغییرات هدایت الکتریکی، کمترین میزان در گستره آبخوان در دو ناحیه شمال و شمال شرق دشت و در حاشیه ارتفاعات بینالود (محدوده شمال شهر نیشابور تا خرو) مشاهده می‌گردد (شکل ۷). در این دو ناحیه مقدار هدایت الکتریکی به کمتر از ۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌رسد. وجود آبرفت درشت دانه و تغذیه آن توسط جریانات سطحی خروجی از ارتفاعات بینالود (رودخانه‌های فاروب- رومان، بوژان و خرو)، هدایت الکتریکی اندک آبخوان در این ناحیه را سبب گردیده است. بررسی امتداد منحنی با هدایت الکتریکی ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر نشان می‌دهد، تنها در حاشیه

شمال شرقی دشت نیشابور هدایت الکتریکی آب زیرزمینی به کمتر از ۱۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌رسد. با فاصله گرفتن از این ناحیه خصوصاً به سمت غرب بر میزان هدایت الکتریکی افزوده شده و در ناحیه فتح آباد به ۶۵۵۶ میکروموس بر سانتی‌متر می‌رسد. این ناحیه بالاترین هدایت الکتریکی را در نوار شمالی دشت نیشابور دارد. وجود سنگ کف واجد املاح تبخیری فراوان، کاهش عمق سطح آب و سرعت حرکت اندک آب، دلیل اصلی کاهش کیفیت آب در این ناحیه می‌باشد. این بخش از رسوبات به هم فشرده‌تری تشکیل شده که سبب کندتر حرکت کردن آب زیرزمینی می‌شود. این امر سبب می‌گردد تا آب زیرزمینی فرصت بیش‌تری برای حل کردن مواد قابل حل داشته باشد که نتیجه آن افزایش املاح در آب‌های زیرزمینی عمیق خواهد بود (ابطحی و همکاران، ۱۳۹۴). بررسی تغییرات هدایت الکتریکی در بخش شرقی دشت نیشابور دلالت بر تخریب کیفیت آب زیرزمینی از شمال به جنوب دشت می‌نماید.



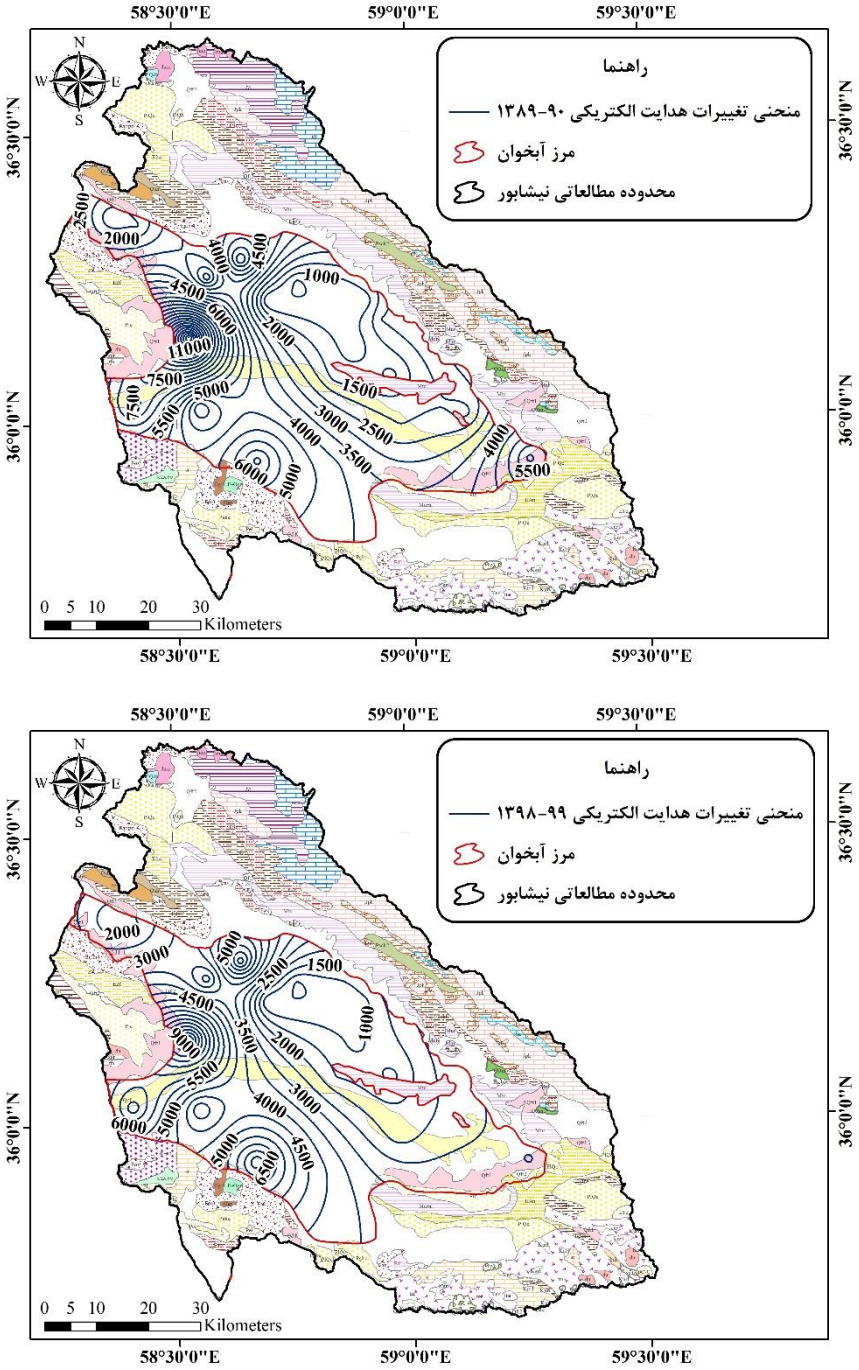
شکل ۵. نقشه هم تراز آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹. فلش‌ها جهت جریان را نشان می دهند.



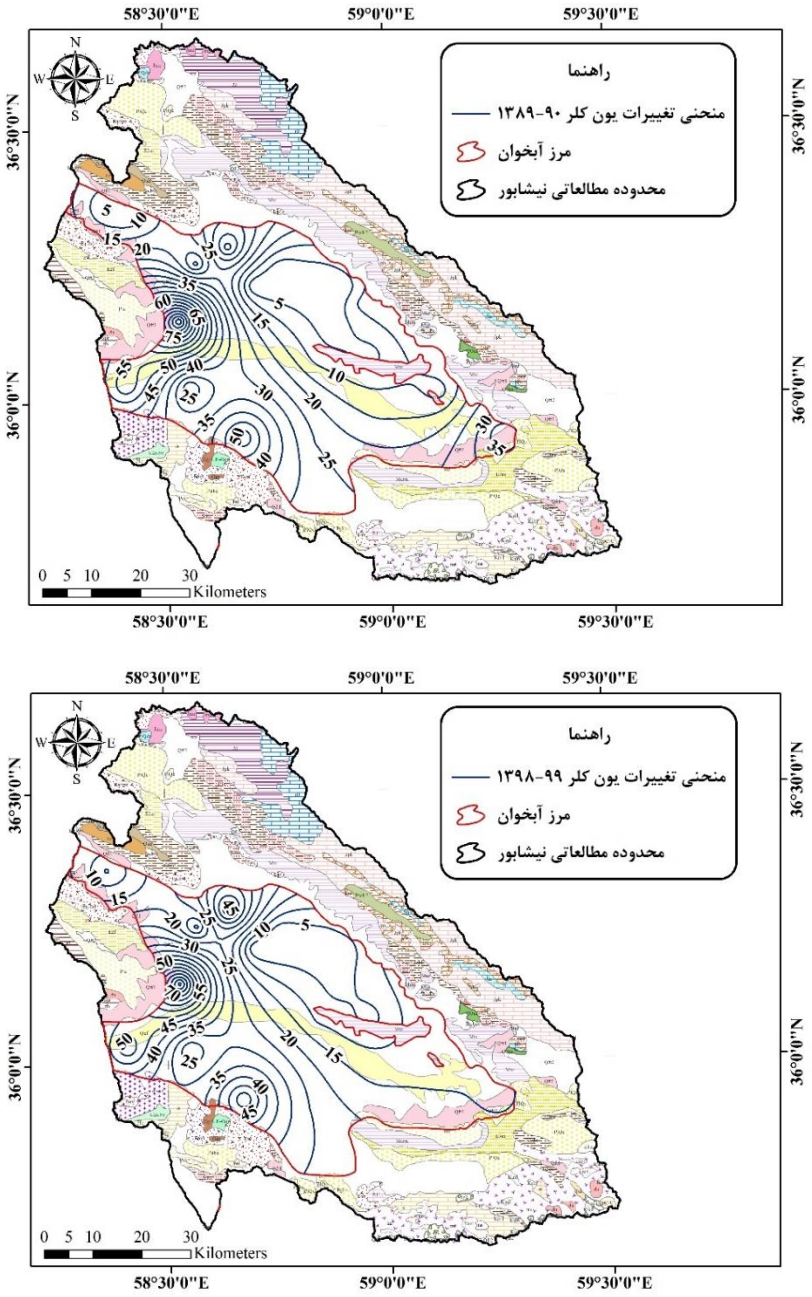
شکل ۶. نقشه تغییرات افت سطح آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹

در شمال این منطقه (روستای حشمتیه) هدایت الکتریکی حدودا ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده به سمت جنوب دشت (روستای سلطان آباد) بر مقدار هدایت الکتریکی افزوده می‌شود. وجود بخش‌های وسیع از رسوبات مارنی-تبخیری میوسن در ارتفاعات جنوبی از جمله معدن نمک و جریان‌های سطحی با املاح فراوان موجب تخریب کیفیت آب زیرزمینی در این ناحیه می‌گردد. در بخش غربی محدوده کال شور، بالاترین میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در محدوده روستای زمان‌آباد طوسی (متوسط ۱۰۶۱۵ میکروموس بر سانتی‌متر) اندازه‌گیری شده است (شکل ۷). وجود گستره قابل‌توجهی از رسوبات ریزدانه سیلتی- رسی واجد املاح تبخیری فراوان در محدوده کال شور، قرارگیری در پایاب حوضه آبریز نیشابور، ورود سیلاب‌های حاوی آب شور (یزدانی و منصوریان، ۱۳۹۳)، تبخیر از آب زیرزمینی و شیب مورفولوژیکی اندک سطح زمین، همگی موجب کاهش کیفیت آب در این ناحیه شده است.

نقشه تغییرات یون کلر نیز از نقشه هدایت الکتریکی تبعیت می‌کند. قابلیت هدایت الکتریکی و نقشه کلر در بازه ۱۰ ساله (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹) در شکل ۸ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات نمونه‌های برداشت شده از بخش‌های مختلف آبخوان نیشابور، در سال‌های آبی متوالی، حداکثر غلظت کلر (۱۰۰ میلی‌اکی‌والان) در قسمت غرب آبخوان (روستای زمان‌آباد طوسی) و حداقل غلظت کلر (۰/۱ میلی‌اکی‌والان) در قسمت شمال‌غرب و غرب شهر نیشابور (روستای حاجیان حسن سه چوبی) اندازه‌گیری شده است. با توجه به مشابهت روند منحنی‌های هم غلظت یون کلر با هدایت الکتریکی، دلایل بر شمرده شده برای تغییرات هدایت الکتریکی در خصوص یون کلر نیز صدق می‌نماید (شکل ۸).



شکل ۷. مقایسه نقشه هم هدایت الکتریکی آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی نیشابور سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۹



شکل ۸. مقایسه نقشه هم کلر آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی نیشابور سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۹

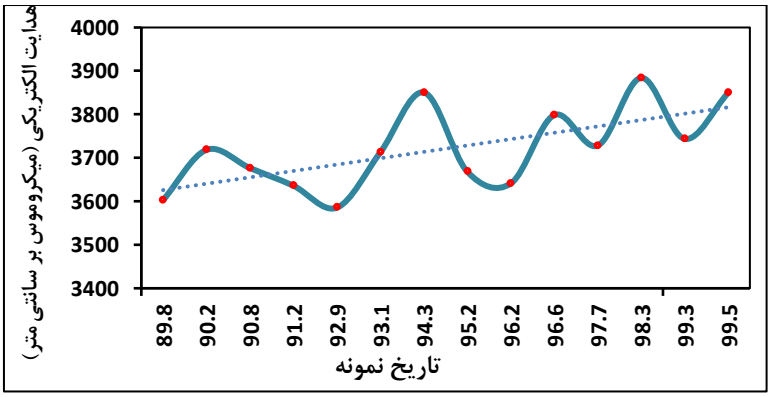
کموگراف آبخوان آبرفتی نیشابور

متداول‌ترین روش ارزیابی تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان‌ها، تهیه گراف تغییرات کیفی (کموگراف) است. بر اساس نتایج، تغییرات هدایت الکتریکی آب زیرزمینی مقدار یکسانی در طول دوره آماری نداشته و دارای نوسان می‌باشد. ولی بر اساس نمودار ترسیمی و خط برازش داده شده، متوسط تغییرات هدایت الکتریکی از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ افزایش یافته است (شکل ۹). اگرچه متوسط میزان افزایش هدایت الکتریکی ناچیز به نظر می‌رسد، اما این افزایش می‌تواند در آینده‌ای نه چندان دور، آب‌های با کیفیت قابل قبول را به کیفیت متوسط تبدیل نماید.

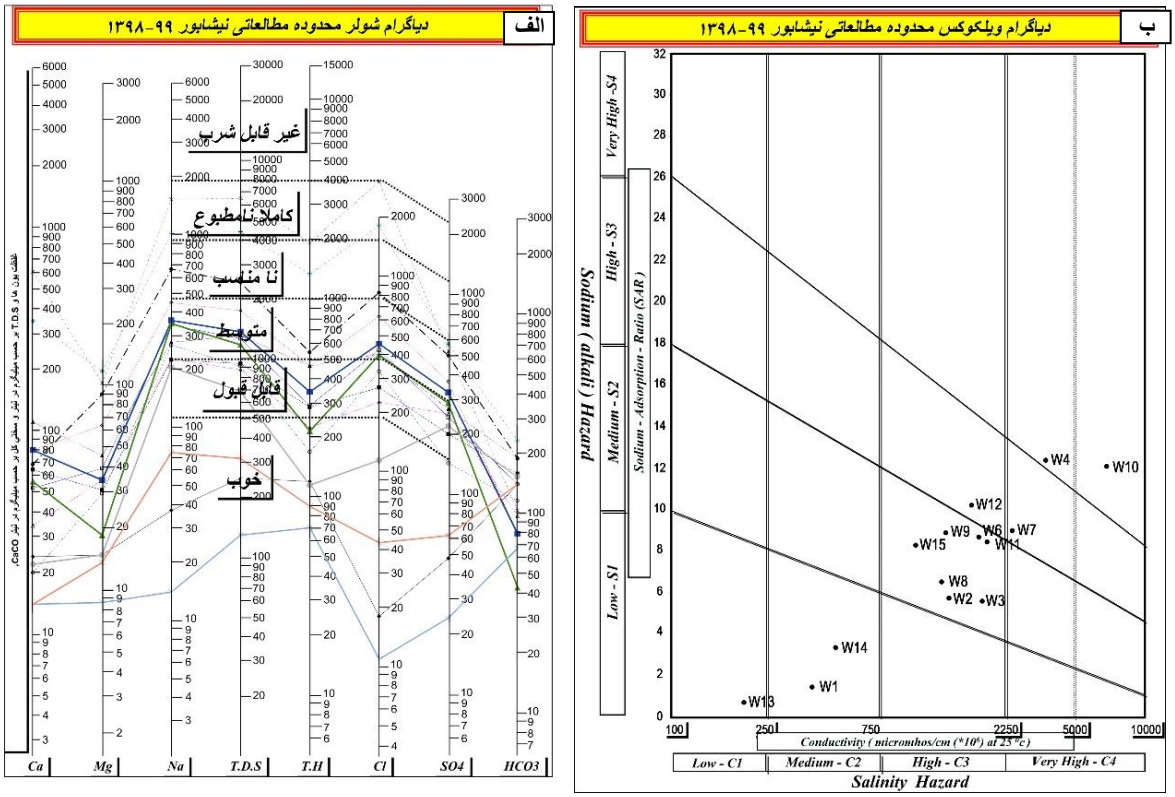
کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی نیشابور

جهت بررسی و ارزیابی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی، به لحاظ عناصر اصلی و مصارف گوناگون (شرب، صنعت و کشاورزی) آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی نیشابور از نتایج نمونه‌برداری‌های کیفی استفاده شده است. براساس

دیاگرام شولر تغییرات کیفیت آب‌زیرزمینی دشت نیشابور (۹۹-۱۳۹۸) برای مصارف شرب از خوب تا کاملاً نامطبوع متغیر می‌باشد (شکل ۱۰ الف). طبقه‌بندی آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی و صنعت حاکی از آن است که حدود ۶۷ درصد نمونه‌ها، در رده C2-S1 و C3-S3،C3-S2 قرار می‌گیرد که علی‌رغم شوری، برای کشاورزی قابل استفاده است. حدود ۲۷ درصد نمونه‌ها در رده C4-S4 و C4-S3 قرار گرفته که خیلی شور بوده و برای کشاورزی مناسب نیست و ۶ درصد در رده C1-S1 قرار دارد که شیرین و کاملاً بی‌ضرر است (شکل ۱۰ ب).



شکل۹. تغییرات هدایت الکتریکی محدوده مطالعاتی نیشابور طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹



شکل ۱۰. دیاگرام الف) شولر و ب) ویلکوکس منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور (۹۹-۱۳۹۸)

تأثیر واحدهای زمین‌شناسی و عوامل انسانی بر کمیت و کیفیت منابع آب

جهت ارزیابی نفوذپذیری تشکیلات زمین‌شناسی و نقش کمی و کیفی آن‌ها بر منابع آب سطحی و زیرزمینی از اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی و منابع آبی استفاده شد. بخش عمده حوضه آبریز رودخانه‌های پیوه‌ژن، دیزباد، خرو، بوژان و فاروب-رومان را واحدهای فیلیتی تشکیل می‌دهند (شکل ۲). علی‌رغم لیتولوژی غیر قابل انحلال و توسعه مجاری کارستی در فیلیت‌ها، چشمه‌های بسیار با آبدهی اندک در آن‌ها قابل مشاهده است. برف‌گیر بودن این

ارتفاعات به همراه بهم‌ریختگی و درزه و شکاف فراوان ایجاد شده در فیلیت‌ها، باعث ایجاد نفوذپذیری در حد متوسط شده است. واحدهای کربناته سازند سلطانیه و نیور با توجه به رخنمون اندک، علی‌رغم لیتولوژی مناسب و برخورداری از نفوذپذیری بالا، نقش کمی و کیفی ناچیزی بر منابع آب منطقه دارند. سازند بهرام به واسطه جنس کربناته پتانسیل کارستی شدن داشته و با توجه به برخورداری از نزولات جوی، چشمه‌های بسیاری را در ارتفاعات منطقه شکل داده است. واحدهای کربناته سازند مزدوران، دارای توان تشکیل آبخوان سازندی با قابلیت بالا هستند.

اگرچه واحدهای کربناته پالئوسن دارای قابلیت انحلال و توسعه مجاری کارستی هستند، ولی به دلیل رخنمون اندک و پراکندگی زیاد، فاقد پتانسیل قابل توجه آب سازندی می‌باشند. واحدهای پالئوژن و نئوژن عمدتاً شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ، آهک، سنگ‌های آتشفشانی و همچنین مارن و گچ است. واحدهای مارنی، مارنی- رسی دارای نفوذپذیری نسبی بسیار اندک بوده و حدود ۱۷ درصد سطح محدوده مطالعاتی را پوشانده‌اند.

بطور کلی رسوبات نئوژن از نفوذپذیری اندکی برخوردار بوده و واحدهای مارنی، مارنی گچ دار و گچی نمکی، باعث تخریب کیفیت منابع آب و افزایش املاح آن به ویژه در جنوب شرق و شمال غرب محدوده مطالعاتی نیشابور شده است. رسوبات کواترنر در پهنه دشت نیشابور بواسطه تکتونیک فعال و مورفولوژی ناهموار سنگ کف، از جنس و ضخامت یکسانی برخوردار نیستند. در حاشیه ارتفاعات و بستر مسیل‌های اصلی، درشت دانه بوده و از نفوذپذیری بالایی برخوردار هستند و با فاصله گرفتن از ارتفاعات به سمت نواحی پست، بدلیل کاهش شیب مورفولوژی سطح زمین، انرژی جریان سطحی کاهش یافته و رسوبات ریزدانه (سیلت و رس) نهشته شده است (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۹۹).

اثرات زیست محیطی

برداشت مستمر آب زیرزمینی به وسیله چاه‌های بهره‌برداری عمیق و نیمه‌عمیق نشان‌دهنده وضعیت فوق بحرانی در آبخوان است. شور شدن آب زیرزمینی دشت هشدار بزرگی برای استفاده‌کنندگان آب این منطقه و نیز کشاورزان کل استان است. افت سطح آب زیرزمینی و کاهش کیفیت آب موجب اثرات زیست‌محیطی متعددی از قبیل کاهش آبدهی و یا خشک شدن چشمه‌ها، قنوات و چاه‌ها، تغییر کاربری اراضی و تغییر الگوی کشت منطقه خواهد شد. همچنین افزایش TDSوEC موجب تاثیر منفی در میزان برداشت محصولات کشاورزی و سلامت انسان‌ها می‌گردد (لئون و همکاران، ۲۰۲۲). در اثر بهره‌برداری بیش از حد و افت سطح آب زیرزمینی با تهاجم آب‌های شور به آب‌های شیرین مواجه خواهیم بود. از سویی دیگر کاهش فشار هیدرواستاتیک باعث فرونشست زمین می‌گردد که خود باعث کاهش میزان نفوذپذیری، گسترش پهنه‌های سیلابی، تغییر رژیم جریان، تغذیه ناهمسان و تغییر در شیب آبراهه‌ها و رودخانه‌ها می‌گردد.

وجود درز و شکاف‌ها علاوه بر نازیبایی سطح زمین موجب تخریب راه‌های دسترسی و خطرات جدی برای چرای دام یا تردد افراد می‌گردد. افت آبدهی منابع آبی و کاهش سطح زیر کشت آن‌ها چه به دلیل کم شدن حقابه یا ایجاد درز و شکاف‌ها موجب کاهش درآمد روستائیان شده و پدیده مهاجرت به شهرهای مجاور را در پی خواهد داشت. به منظور حفظ شرایط زیست‌محیطی و تعدیل میزان تغذیه و تخلیه آبخوان، کنترل بهره‌برداری‌ها و مدیریت صحیح منابع آب همراه با آموزش مستمر کشاورزان و دیگر ساکنین منطقه در جهت حفظ و ارتقا بهره‌وری منابع آبی ضروری است. دشت نیشابور به دلیل فعالیت‌های کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به علت وسعت فعالیت‌های کشاورزی و کاربرد مقادیر زیادی از کودهای شیمیایی و سموم، می‌تواند پتانسیل قابل‌توجهی را در آلوده‌سازی منابع آب زیرزمینی و تغییر کیفیت آن‌ها داشته باشد. محصولات گندم، جو، پنبه، چغندرقند، ذرت علوفه‌ای و گوجه فرنگی حدود ۷۰ درصد سطح زیر کشت شهرستان نیشابور را به خود اختصاص می‌دهند. بررسی حجم آب آبیاری مصرف شده در نقاط مختلف دشت نیشابور نشان می‌دهد که حجم آب مصرفی برای گندم و جو ۳۰۰۰ -۱۲۰۰۰، پنبه ۷۰۰۰ -۱۴۰۰۰، چغندرقند ۷۰۰۰ -۱۶۰۰۰، ذرت علوفه‌ای ۶۰۰۰ -۱۳۰۰۰ و گوجه فرنگی ۶۰۰۰ -۲۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار تغییر می‌نماید (حقایقی‌مقدم و بهراملو، ۱۳۸۹). انجام آبیاری برنامه‌ریزی شده برای ۶ محصول عمده در دشت نیشابور می‌تواند موجب ۲۶ درصد کاهش در برداشت از سفره آب زیرزمینی بدون

کاسته شـدن از عملکرد محصولات گردد (حقایقی مقدم و فرزام نیا، ۱۳۹۱).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که با افزایش مصرف بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در ده سال گذشته، میزان سطح آب هر ساله پایین‌تر و میزان هدایت الکتریکی و یون کلر هر ساله افزایش یافته است که این میزان در مناطق شمالی و کوهپایه‌ای دشت کمتر و در مناطق مسطح و غربی دشت بیشترین مقدار است. بر اساس مطالعات انجام شده سطح آب زیرزمینی در این آبخوان در طول دوره آماری بطور متوسط سالانه به میزان ۱/۲۹ متر افت نموده است. با توجه به تغییرات هدایت الکتریکی کیفیت آب زیرزمینی از بخش‌های شمالی به سمت بخش‌های جـنوبی کاهـش می‌یابد که این الگو مطابق با جهت حرکت آب‌های زیرزمینی است. طبق بررسی‌های انجام شده کیفیت آب زیرزمینی از نظر مصارف شرب از خوب تا کاملاً نامطبوع متغیر می‌باشد. برداشت بی‌رویه از منابع آب، افت سطح آب زیرزمینی و وجود واحدهای مارنی گچدار، گچی-نمکی و کفه‌های رسی کواترنر موجب کاهش کیفیت آب شده است. افزایش عمق چاه‌های عمیق دشت نیشابور و افت شدید ارتفاع سطح آب‌های زیرزمینی طی سال‌های گذشته به وضوح نشان‌دهنده وضعیت بحرانی سفره‌های آب زیرزمینی در این منطقه می‌باشد. ایجاد نشست و ظاهر شدن شکاف‌های طولانی در بخش مرکزی دشت نیشابور تنها انعکاس بخش کوچکی از کسری مخازن آب در نیشابور بوده است. بنابراین، مسئله مدیریت صحیح و بهینه آب‌های زیرزمینی به منظور حفظ شرایط زیست‌محیطی و تعدیل میزان تغذیه و تخلیه آبخوان، همراه با آموزش مستمر کشاورزان و دیگر ساکنین منطقه در جهت حفظ و ارتقا بهره‌وری منابع آبی ضروری است.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر در قالب طرح پژوهشی رساله کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی نویسنده اول مقاله در دانشگاه آزاد اسلامی مشهد به انجام رسیده است. بدین وسیله از همکاری کارشناسان سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی (دفتر مطالعات منابع آب) صمیمانه سپاسگزاریم. همچنین از داوران محترم که با ارائه نظرات و پیشنهادات مفید در ارتقا محتوی علمی این مقاله ما را یاری رساندند، سپاسگزاریم.

منابع

ابطحی، م.، دانش، ش.، داوری، ک.، قاسمی، ع (۱۳۹۴) بررسی روند تغییرات زمانی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور و دلایل احتمالی آن. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، دوره ۲۲، شماره ۴، ص ۱۷۱-۱۸۶.

افشین، ی (۱۳۷۳) رودخانه‌های ایران. انتشارات وزارت نیرو، تهران. ۶۱۶ ص.

آقانباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران و اکتشافات معدنی، ۵۸۶ ص.

ایزدی، ع (۱۳۸۷) کاربرد مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت نیشابور)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۹۳ ص.

بهرامی‌نصب، ر.، پیرخراطی، ح.، عباس‌فام، ع.ر.، شیخی‌آلمان آباد، ز (۱۳۹۹) ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت کهریز و مقایسه روند تغییرات آن در طی سال‌های اخیر، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۱۴، شماره ۲۸، ص ۱-۱۷.

بهنیافر، ا.، قنبرزاده، ه.، اشراقی، ع (۱۳۸۹) بررسی عوامل موثر در فرونشست‌های دشت مشهد و پیامدهای ژئومورفیک آن. فصل‌نامه جغرافیایی چشم انداز زاگرس، دوره۲، شماره ۵، ص ۱۳۱-۱۴۶.

حداد، ع.، خراسانی، ا (۱۳۹۸) اثر تغییرات سطح آب زیرزمینی بر فرونشست دشت سمنان. علوم زمین، دوره ۲۸، شماره ۱۱۲، ص ۱۸۱-۱۹۰.

حسین سربازی، آ.، اسماعیلی، ک (۱۳۹۲) بررسی و مدل‌سازی کمی آب‌های زیرزمینی (مطالعات موردی: دشت نیشابور). علوم و مهندسی آبیاری، دوره ۳۶، شماره ۴، ص ۷۳-۸۷.

حقایقی مقدم، س. ا.، بهراملو. ر (۱۳۸۹) مدیریت پایدار آب زیرزمینی با نگـرش مـصرف بهینه آب کـشاورزی در استان‌های خراسان رضوی و همدان- مطالعه موردی حوضه‌های آبریز نیشابور و اسدآباد. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

حقایقی مقدم، س. ا.، فرزام‌نیا، م (۱۳۹۱) تأثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر شاخص‌های بهره‌وری آب، مطالعه موردی: دشت نیشابور. مجله پژوهش آب در کشاورزی، دوره ۲۶، شماره ۲، ص ۱۲۹-۱۴۲.

رضوانی، م.، قربانیان، ا.ع.، نوجوان، م.، صهبا، م (۱۳۹۲) بررسی تأثیر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بر کیفیت آبخوان

دشت اشتهارد. زمین‌شناسی ایران، دوره ۲۸، شماره ۷، ص ۹۹-۱۱۰.

شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی (۱۳۹۹) پیشنهاد تمدید ممنوعیت ۵ دشت استان خراسان رضوی. گزارش فنی محدوده مطالعاتی نیشابور (کد محدوده مطالعاتی ۴۷۳۸). ۹۶ ص.

کرباسی معروف، م.ت.، ناصری، ح. ر.، علیجانی، ف (۱۴۰۱) تاثیر سد بار بر آبخوان دشت نیشابور در بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، دوره ۱۶، شماره ۲، ص ۳۹۹-۴۱۲.

مقیمی، ه.، محمدزاده، آ.، عباس نوین‌پور، ا.، امینی، س. ع (۱۴۰۱) ارزیابی تغییرات سطح آب زیرزمینی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی؛ دشت قروه، استان کردستان)، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۱۶، شماره ۳۱، ص ۱۳-۳۱.

نادریان‌فر، م.، انصاری، ح.، ضیائی، ع.ن.، داوری، ک (۱۳۹۰) بررسی روند تغییرات نوسانات سطح آب‌زیرزمینی درحوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، دوره ۱، شماره ۳، ص ۲۲-۳۷.

نظریه، ف.، انصاری، ح.، ضیایی، ع. ن.، داوری، ک.، ایزدی، ع. ا. (۱۳۹۷) برآورد توزیع مکانی و زمانی تغذیه با استفاده از مدل توزیعی :PRMS مطالعه موردی دشت نیشابور. تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۴، شماره ۱، ص ۲۲۶-۲۳۸.

ولایتی، س. و توسلی، س (۱۳۷۰) منابع و مسائل آب استان خراسان. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.

ولایتی، س (۱۳۷۹) مهمترین عوامل مؤثر بر تغییرات کیفی آبخوان دشت نیشابور. تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۸ و ۵۹، ص ۱۱۹ - ۱۳۴.

یزدانی، و.، منصوریان، ح (۱۳۹۳) پهنه‌بندی پتانسیل بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های کمی و کیفی آبخوان دشت نیشابور. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، دوره ۴، شماره ۳، ص ۱۱۸-۱۳۲.

León, S. D., Moran-Ramírez, J. and Ramos-Leal, J. A (2022) Impact of Drought and Groundwater Quality on Agriculture in a Semi-Arid Zone of Mexico. Agriculture, 12(9):1379.

Otmane, A., Baba-Hamed, K., Bouanani, A. and Gherissi, R (2021) Impacts of groundwater over exploitation on the renewal and hydrodynamic behavior of the alluvial aquifer of Sidi Bel Abbes (Algerian NW). Applied Water Science, 11(4):1-20.

Schoeller, H (1955) Geochemie des eause souterraines. Rev. Inst. Fr. Petrol. 10: 230-244.

Van Viet, L (2021) Effects of urbanization on groundwater level in aquifers of Binh Duong Province, Vietnam. Journal of Groundwater Science and Engineering, 9(1): 20-36.

Wilcox, L. V (1955) Classification and Use of Irrigation Waters. US DA, Circular 969, Washington, 19 p.

The effects of exploiting aquifers on the quality of groundwater resources (Case study; Neyshabour plain, Northeast Iran)

S. Rahmati[1], S. Saadat[*2] and M. R. Poursoltani[2]

1- M. Sc., student. Environmental geology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
2- Dept., of Petroleum Engineering and Geology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

*** saeed.saadat@colorado.edu**

Recieved: 2022.7.30 Accepted: 2022.10.15

Abstract

The present study evaluated the effect of aquifer exploitation on the quality of groundwater resources in Neyshabour Plain (Khorasan Razavi). In this research, the qualitative and quantitative changes in water in observation wells were investigated over a period of 10 years. In order to better understand the changes in water quality, a chemograph diagram and Shuler and Wilcox diagrams were used. According to these diagrams, the quality of underground water in Neyshabour plain varies from good to completely unpleasant for drinking purposes, and about 27% of the samples are in C4-S4 and C4-S3 categories, which are very salty and is not suitable for agriculture. According to the chemograph schematic diagram, the average electrical conductivity had an increasing trend through the years 1389 to 1399 from 3600 micromos/cm to 3800 micromos/cm. The highest values of EC are in the western part of Kal-Shor. Significant amounts of silty-clay sediments with evaporative salts, placement in the catchment basin and small morphological slope have reduced the water quality. The results show that with the excessive use of groundwater in the last ten years, the water level has decreased 1.29 meter on average annually. Based on the results of this study, which indicates the decrease in the groundwater level and water quality in the study area, it can be mentioned that with the current trend, there will be numerous environmental effects, such as the reduction of irrigation or the drying up of springs, qanats, and wells, change of land use, cultivation pattern and land subsidence in the region in the future.

Keywords: Aquifer, Groundwater, Environmental impacts, Neyshabour plain