



بررسی اثر افت آب زیرزمینی بر تغییرات شوری آب آبخوان

(مطالعه موردی دشت نیشابور)

فاطمه سادات امیری کاریزکهنی^{۱*}، عباس خاشعی سیوکی^۲، امیرحسین احمدی حاجی^۳، محدثه کاووسی گیوشاد^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه بیرجند

۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های آبی، دانشگاه تهران

۴- دانشجوی دکتری منابع آب دانشگاه بیرجند

* نویسنده مسئول: s.fatameamiri3473@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۶

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات منابع آبی کشور کاهش کیفی منابع آب است. نیاز روز افزون آب منجر به بهره برداری بی‌رویه از آب زیرزمینی و افت مداوم سطح آب در آبخوانها شده است و به تبع آن مشکلات زیست محیطی و از جمله کیفیت آب زیرزمینی نیز در خطر قرار گرفته و روندی رو به نابودی را ایجاد نموده است. در این تحقیق با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از محدوده دشت نیشابور به بررسی ارتباط بین افت سطح آب زیرزمینی و افزایش شوری آب پرداخته شده است. به منظور بررسی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت نیشابور با استفاده از داده‌های سطح آب و هدایت الکتریکی نقشه تغییرات سطح آب زیرزمینی و متغیر کیفی یادشده در دوره آماری مشخص، در محیط نرم‌افزار Arc GIS10.2، با روش زمین‌آماري تهیه شد. نتایج حاصل از تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی چاه‌های مدنظر نشان داد که سطح آب باگذشت زمان در دوره آماری مشخص، افت و در نتیجه آن از میزان کیفیت آن کاسته شده است.

واژه‌های کلیدی: دشت نیشابور، پهنه‌بندی، هدایت الکتریکی، تغییرات آب زیرزمینی، GIS

مقدمه

آب‌های شوردریاها و دریاچه‌ها تأثیر بسزایی در سفره‌های آب زیرزمینی ساحلی خود دارند. در آبخیزها و دشت‌های مناطق بیابانی به‌دلیل شرایط خاص طبیعی و هیدرولیکی، آب‌های شیرین به‌سمت آب‌های شور جریان یافته و بر روی آن‌ها قرار می‌گیرند، مگر آنکه با بهره‌برداری بیش‌ازاندازه از سفره‌های آب شیرین، تعادل هیدروستاتیکی تغییر کرده آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین جریان پیدا کنند (Abade et al., 2006). حدود یک‌سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می‌رسد. بنابراین توسعه کشاورزی و صنعت باعث افزایش برداشت از منابع مذکور شده و برداشت بی‌رویه از مخازن آب زیرزمینی موجب شده که میزان تغذیه آبخوان جوابگوی برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نماید. امروزه رشد جهانی جمعیت و افزایش مصرف آب سبب ایجاد تناقض شدید بین منابع آب و تقاضا شده است. از سوی دیگر، آب‌های سطحی به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک به‌اندازه کافی و به سهولت در دسترس نیستند. از این‌رو آب‌های زیرزمینی منبع اطمینان بخشی برای تأمین نیازهای انسان محسوب می‌شوند. این مسئله در کنار وقوع تغییرات آب‌وهوایی، کاهش بارندگی و خشک‌سالی‌ها شدید و طولانی‌مدت شرایطی را برای کشور، خصوصاً مناطق خشک و فراخشک و به‌وجود آورده که آن را با چالش‌های جدی در زمینه‌ی کیفیت و کمیت آب مواجه کرده است. برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی سبب کاهش کیفیت و در نتیجه به‌هم خوردن تعادل بین آب شور و آب شیرین می‌شود (Najafzade et al., 2016). افت سطح آب زیرزمینی در اکثر نقاط جهان، بویژه آفریقای شمالی، آسیای مرکزی و جنوبی، خاورمیانه، چین شمالی، آمریکای شمالی و استرالیا و بطور محلی در دیگر مناطق جهان مشاهده می‌گردد. کسری حجم مخزن آب زیرزمینی جهان سالانه بین ۷۵۰ تا ۸۰۰ میلیارد متر مکعب بوده و مجموع کسری حجم مخزن آب زیرزمینی در کشورهای هند، چین، ایالات متحده، آفریقای شمالی و یمن بیش از ۱۶۰ میلیارد متر مکعب در سال است. آبخوان آبرفتی اوگالالا یکی از بزرگترین آبخوان-

های جهان و تأمین کننده ۲۰ درصد آب مورد نیاز اراضی کشاورزی ایالات متحده آمریکا سالانه با کسری حجم مخزنی معادل ۱۲ میلیارد متر مکعب در سال روبرو است. ارجمندی (۱۳۷۸) در تحقیقی باهدف تعیین عوامل مؤثر در شور شدن خاک‌های دشت گرمسار، باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص نمود که مهم‌ترین عامل تشدید پیشرفت بیابان، تبدیل مناطق جنوب دشت به زمین‌های کشاورزی است که در اثر این کار حجم سره آب شیرین در اثر افزایش میزان پمپاژ به‌شدت کاهش‌یافته و با منفی شدن شیب هیدرولیکی سطح سفره، آب شور به داخل سفره آب شیرین نفوذ پیدا کرده است و در نتیجه آب چاه‌ها در بعضی نقاط دارای EC بیشتر از ۶۰۰۰ میکرو موس بر سانتی‌متر شده است (Abade et al., 2006). منابع آب زیرزمینی به‌عنوان ذخایر ارزشمند و زیربنایی توسعه کشورها، همواره مدنظر بوده و در این راستا تلاش شده است تا ضمن شناخت توانایی‌های این منابع، میزان مصرف آن‌ها نیز معلوم شود. کیفیت آب زیرزمینی به‌اندازه کمیت آن برای قابل‌استفاده بودن آن در مصارف مختلف مهم و ضروری است (Mohammadi et al., 2011). عامل افزایش شوری در سفره‌های آب زیرزمینی مناطق خشک، نفوذ آب دریا، انحلال سازندهای نمکی در لایه‌های زیرین و بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی است (Pulido Bosch et al., 1992). در بررسی روند شور شدن آب‌های زیرزمینی شمال دشت کاشان مشخص شد که متوسط سطح ایستابی در طی سال‌های (۱۳۴۴-۱۳۷۶) در حدود ۱۶ متر افت داشته و هدایت الکتریکی متوسط منطقه طی همین مدت از حدود ۴۳۵۰ میکرو موس بر سانتی‌متر به ۶۹۳۰ میکرو موس بر سانتی‌متر رسیده است (Torabi., 2000). نتایج بررسی مقدار افت و شوری آب‌های زیرزمینی دشت قنات قم نشان داد که در دوره آماری (۱۳۷۶-۱۳۷۹) افت متوسط آب‌های زیرزمینی، ۱۴.۵ متر بوده است. افزایش شوری آب‌های زیرزمینی در این دوره، ۴۳۴۱ دسی زیمنس بر متر بوده است که هر ساله ۱۶۸ دسی زیمنس بر متر از کیفیت آب‌های منطقه کاسته شده است (Zehabian et al., 2003).

استفاده و آزمون قرار گرفته و نتایج مثبت بسیاری به دنبال داشته است. تکنیک‌های زمین‌آماري یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های این سامانه می‌باشد. زمین‌آمارشاخه‌ای از علم آمار است که بر مجموعه داده‌های مکانی و زمانی - مکانی متمرکز بوده و درواقع برای پیش‌بینی و تخمین پراکنش‌های احتمالی داده‌ها در سطح زمین به کاررفته است (Jafari & Bakhshande Mehr, 2014).

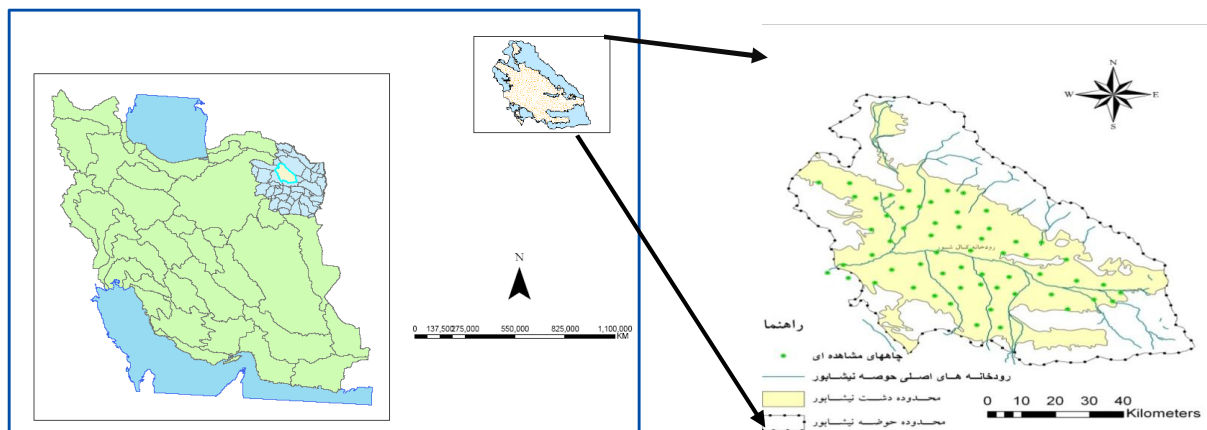
هدف از این تحقیق بررسی رابطه تغییرات افت سطح آب زیرزمینی با تغییرات شوری آب با استفاده از روش‌های زمین‌آماري و رگرسیون چند متغیره می‌باشد. در این تحقیق به بررسی روابط کمی بین این دو متغیر پرداخته می‌شوند و روند آن مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

مواد و روش

موقعیت دشت نیشابور

حوضه‌ی آبریز دشت نیشابور با وسعت ۷۲۹۳/۰۸ کیلومترمربع جزئی از حوضه آبریز کویر مرکزی بوده که ۴۱۰۰ کیلومترمربع آن را دشت (۵۶ درصد) و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد و در شمال شرق ایران واقع شده است. از نظر موقعیت جغرافیایی حوضه مذکور در حدفاصل ۱۳° ۵۸' تا ۳۰° ۵۹' طول شرقی و ۳۵° ۴۰' تا ۳۶° ۳۹' عرض شمالی قرار دارد. این حوضه از جهات شمال، جنوب، غرب و شرق به ترتیب به ارتفاعات بینالود، تپه ماهورهای نیزه بند، سیاه کوه و کوه نمک (حوضه ابریزدشت رخ)، حوضه آبریزدشت سبزوار و بلندی‌های لیالاجوق و بال پلنگ محدود شده است. حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه به ترتیب با ۳۳۰۵ و ۱۰۶۵ متر در قله بینالود و خروجی رودخانه کال شور از حوضه واقع شده است. (شکل ۱)

آبادیه و همکاران (۱۳۸۵)، طی تحقیقی با عنوان بررسی اثر افت سطح ایستابی در شوری آب زیرزمینی منطقه زیدآباد سیرجان، نتیجه گرفتند منطقه خشک زیدآباد به عنوان یک قطب تولید پسته در سال‌های اخیر به دلیل بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی با افت شدید سطح ایستابی و افزایش سریع شوری آب روبه‌رو شده است. نیومن و گوس (۲۰۰۰) در تحقیقی حوضه آبخیز موری-دارلینگ را از لحاظ ژئومورفولوژیکی و اقلیمی مستعد تجمع املاح و نمک‌ها دانسته و وجود اراضی مسطح، بارش کم و تبخیر زیاد را از عوامل مؤثر در شوری آب‌های زیرزمینی می‌دانند. همچنین به عقیده ایشان، در زمان اصلاحات اراضی در اروپا، در اثر تغییر کاربری اراضی و توسعه آبیاری در این اراضی، تخلیه آب‌های زیرزمینی صورت گرفته، که خود یکی دیگر از عوامل شوری می‌باشد. ولایتی (۱۳۸۱) در یک بررسی تحت عنوان تأثیر برداشت آب از چاه‌ها در شور شدن آبخوان دشت جنگل (تربت حیدریه) نشان داد که افزایش هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در خواشی روستای جنت آباد از ۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر در سال ۱۳۶۶، به ۶۰۰ میکروموس بر سانتی متر در سال ۱۳۷۵، ناشی از اضافه برداشت آبخوان بوده است (Abade et al., 2006). مطالعات بسیاری در ارتباط با به کارگیری ابزارها و روش‌های مدرن جهت بررسی و ارزیابی منابع آب مورد استفاده بشر صورت گرفته است. در این مطالعات سعی شده تا بررسی کیفی منابع آب به طور دقیق‌تر، با صرف هزینه و زمان کمتر انجام گیرد. سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System, GIS) یکی از شایع‌ترین این ابزارهاست. قابلیت‌های این سامانه و نرم‌افزارهای تحت پوشش آن در زمینه‌های مختلف جغرافیایی و منابع طبیعی مورد



شکل ۱- موقعیت حوزه آبریز نیشابور و منابع آب سطحی موجود (KhasheiSiuki & ShohaeiSiuki 2012)
Figure 1- Neyshabour catchment location and available surface water resources (KhasheiSiuki & ShohaeiSiuki 2012)

ادغام شد تا در هر مختصات مقدار EC و سطح آب زیرزمینی را داشته باشیم.

نتایج و بحث

در کشور ایران به دلیل اهمیت توسعه شوری و شور شدن منابع آب و خاک، مطالعات ارزنده متعددی با استفاده از روش‌های مختلف به‌وسیله‌ی علوی پناه (۲۰۰۱)، زهتابیان و امیری (۲۰۰۴)، زهتابیان و همکاران (۲۰۰۵) و غیره انجام شده است. همچنین دادرسی و همکاران (۱۳۸۵) روند تغییرات شوری خاک جنوب شرقی شهرستان سبزوار را با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بررسی کرده‌اند، جی‌آبادی و همکاران (۱۳۸۶) نیز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به تحلیل کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور پرداخته‌اند (Karami, 2012).

در این تحقیق، با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از چاه‌های مورد بررسی در دشت نیشابور از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۴ بنا به بازه‌های زمانی مختلف برای هر کدام از چاه‌های بررسی‌شده، رابطه رگرسیونی بین تغییرات سطح آب و EC به‌دست آمد (جدول ۱ و شکل ۲).

منابع آب‌های سطحی در دشت نیشابور فصلی می‌باشد. تعدادی از این رودخانه‌های فصلی از ارتفاعات شمالی (ارتفاعات بینالود) سرچشمه می‌گیرند و تعدادی دیگر از ارتفاعات جنوبی جریان می‌یابند. مهم‌ترین جریان‌های سطحی منابع آب زیرزمینی دشت نیشابور عمدتاً شامل آب‌های ذخیره‌شده در خلل و فرج رسوبات آبرفتی Qt2 است که آبخوان آزاد منطقه را تشکیل داده است. آبخوان این دشت عمدتاً از طریق مخروط‌افکنه‌ها و سیلاب مسیل‌های ورودی از ارتفاعات شمالی حوزه آبریز نیز از طریق چشمه‌های ظهور یافته و از سازند سخت در ارتفاعات شمالی صورت می‌گیرد. برداشت بیش‌ازحد منابع آب سبب افت زیاد سطح آب زیرزمینی در این دشت و پیامدهایی از قبیل نشست سطح زمین و افت کیفی آب را در پی داشته است (Khashei & Shojai, 2012).

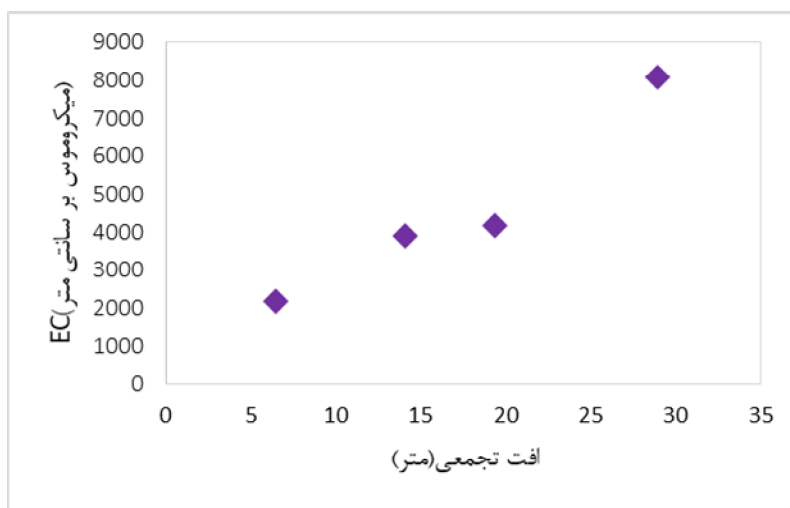
در این تحقیق ابتدا نقشه‌های پهنه‌بندی EC و سطح آب زیرزمینی پی‌زومترهای دشت نیشابور برای دوره آماری ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۴ با نرم‌افزار آرک جی ای اس ۱۰.۲^۱ تهیه شد. سپس چند حلقه چاه انتخاب و بررسی‌های بعدی بر روی آن‌ها انجام گرفت. نقشه‌های پهنه‌بندی به روش idw انجام و سپس نقشه‌های پهنه‌بندی شده EC و سطح آب زیرزمینی

¹ Arc gis 10.2

جدول ۱- پیزومترهای مورد بررسی به همراه روابط رگرسیونی (EC بر حسب میکروموس بر سانتی متر و X بر حسب متر می باشد)

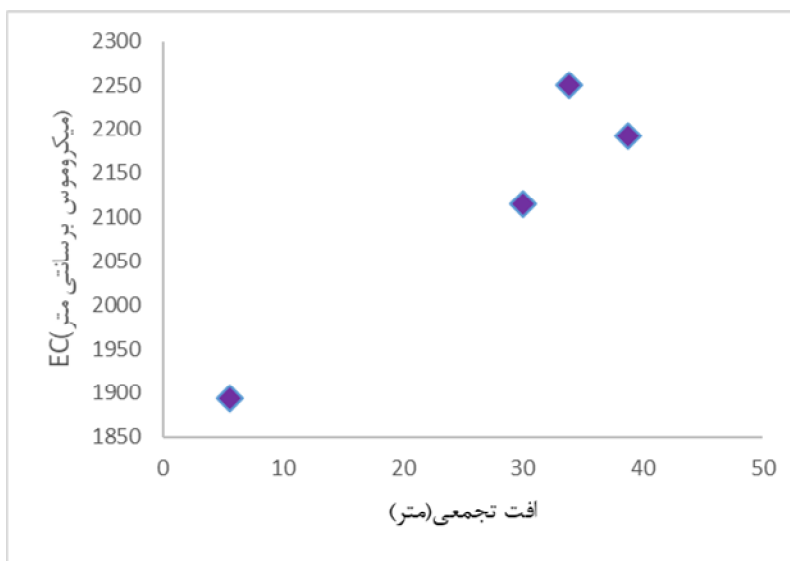
Table 1. Examined piezometers and their regression relations (EC(μSiemens/cm), X(m))

نام چاه	X utm	Y utm	رابطه رگرسیون	مقدار R^2
اراضی چاه مهندس	۶۷۴۹۸۹	۳۹۷۸۳۶۳	$EC=255.08x + 200.43$	۰.۹۲۹۵
احمدیه	۶۳۴۱۷۵	۴۰۱۶۷۷۰	$EC=10.106x + 1839.1$	۰.۹۰۵۷
باغشن گج	۶۵۵۲۱۶	۴۰۱۹۸۷۶	$EC=143.73x + 1087.4$	۰.۹۶۶
اراضی نوبهار	۶۹۳۰۷۷	۳۹۸۳۶۵۵	$EC=47.538x + 1881.7$	۰.۸۸۲



شکل ۲. روند تغییرات افت تجمعی به همراه EC در دوره‌های آماری مورد بررسی، پیزومتر اراضی چاه مهندس

Figure2-1. The trend of cumulative fall loss with EC in the statistical periods studied, Arazi chah mohandes Piezometer

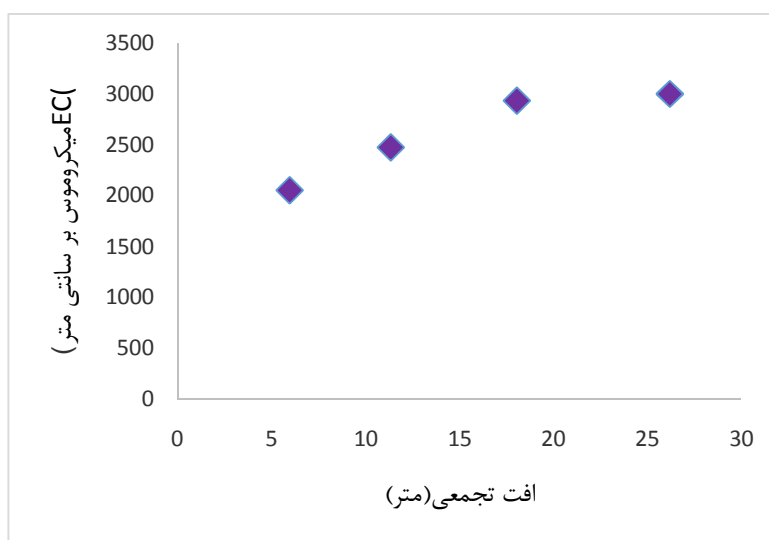


شکل ۳. روند تغییرات افت تجمعی به همراه EC در دوره‌های آماری مورد بررسی، پیزومتر احمدیه

Figure 2-2. The trend of cumulative fall loss with EC in the statistical periods studied, Ahmadi Piezometer



شکل ۴. روند تغییرات افت تجمعی به همراه EC دوره‌های آماری (۶۹-۷۷)، (۷۷-۸۵)، (۸۵-۹۳)، پیزومتر باغشن گچ
Figure 2-3. The trend of cumulative fall loss with EC in the statistical periods studied , Baghshan gach Piezometer



شکل ۵. روند تغییرات افت تجمعی به همراه EC در دوره‌های آماری مورد بررسی، پیزومتر اراضی نوبهار
Figure 2-4. Trend of cumulative decline along with EC in the statistical periods under study, piezometer of Nobahar lands

۱۳۸۷ و ۱۳۸۷ تا سال ۱۳۹۴ هم طبق دوره‌های قبلی همان مناطق کمترین و بیشترین مقادیر EC را داراست فقط باتوجه به نقشه‌ها مشخص می‌شود که هرچه به سال‌های اخیر نزدیک می‌شویم نسبت مناطقی که EC آن‌ها بیشتر است، وسیع‌تر می‌شود. طبق نمودار شکل (۲) پیزومتر اراضی چاه مهندس که در طول و عرض جغرافیایی $(X=674989, Y=3978363)$ قرار دارد در دو دوره آماری مورد بررسی، باتوجه به مقدار افت تجمعی پیزومتر، شوری آب آن هم افزایش یافته است، اما در بازه زمانی سوم (۱۳۸۱-۱۳۸۷)

با توجه به نتایج حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی که در شکل شماره ۶ آمده است مقدار شوری آب در بازه زمانی سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۵ بین ۶۷.۶ تا ۲۶۷۹۲.۸ میکروموس بر سانتی متر بوده که کمترین مقادیر EC مربوط به نواحی شمالی و شمال شرقی و بیشترین مقادیر EC مربوط به نواحی غربی و جنوب غربی آبخوان می‌باشد. در بازه زمانی سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ مقدار EC بین ۴۱۳.۷ تا ۱۴۸۹۰ میکروموس بر سانتی متر بوده که کمترین و بیشترین مقدار مانند دوره قبلی می‌باشد. در دو بازه زمانی ۱۳۸۱ تا سال

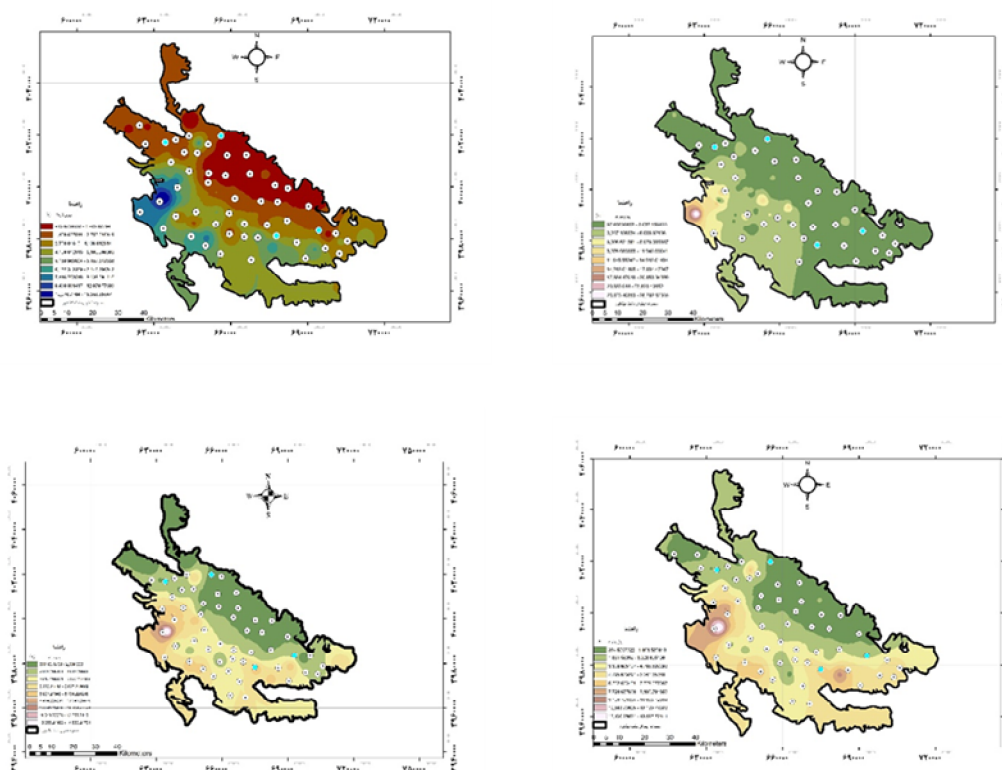
باتوجه به روند افزایشی شوری آب، کاهش افت را مشاهده شد و در بازه زمانی آخر (۱۳۸۷-۱۳۹۴) طبق نتیجه کلی با افزایش شوری، افزایش افت مشاهده شد، گرچه نسبت افزایش (شوری و افت به ترتیب ۵۱٪ و ۵۵٪ درصد) به دوره‌ی قبل، قابل توجه بوده است. همچنین طبق نمودارهای شکل‌های شماره ۳ و ۴ هم که به ترتیب مربوط به پیرومترهای احمدیه، باغشن گچ، و اراضی نوبهار است با توجه به مقدار افت تجمعی پیرومتر، شوری آب آن هم افزایش یافته است

دشت نیشابور پس از دشت مشهد، هم از لحاظ ذخیره آب زیرزمینی و هم از جنبه حاصلخیزی، مهم‌ترین دشت استان خراسان رضوی به شمار می‌رود. تاکنون بیش از ۲۰۰۰ مورد نمونه برداری کیفی از آب‌های زیرزمینی منطقه نیشابور (بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸) انجام شده است (Abtahi et al., 2015).

سازندهای غالب در مناطق غربی و جنوبی دشت از نوع سازندهای سخت زمین‌شناسی بوده و عمدتاً از سنگ‌های ولکانیکی تشکیل شده‌اند. این سازندها به دلیل داشتن کانی‌های قابل انحلال، نقش بیشتری را در افزایش املاح آب دارند. سازندهای زمین‌شناسی دوران سوم (میوسن) که سنگ کف آبخوان نیشابور را نیز تشکیل می‌دهند، در شور شدن بخش وسیعی از آبخوان دشت مؤثرند. حضور این سازندها به خصوص در نواحی جنوب شرقی دشت پررنگ‌تر بوده و آب‌هایی که پس از عبور از این مناطق وارد سفره‌های زیرزمینی می‌شوند، ممکن است شرایط را برای شور شدن آب‌های زیرزمینی فراهم سازند. به همین علت یکی از دلایل احتمالی بالابودن میزان هدایت الکتریکی (بالا بودن میزان املاح) را می‌توان به وجود سازندهای میوسن مرتبط دانست (Abtahi et al., 2015). یکی دیگر از دلایل احتمالی تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی عوامل نزولات جوی و برداشت از آبخوان می‌باشد.

علت اصلی افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور، کاهش میزان بارندگی نبوده و احتمالاً عوامل دیگری مانند

میزان برداشت از آبخوان، بیشترین تأثیر را بر کاهش سطح آب‌های زیرزمینی دشت داشته‌اند. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۷۴) با مقایسه مجموع وضعیت بارش در هر سال و هیدروگراف واحد، رابطه چندان زیادی بین مجموع بارش سالانه و سطح آب‌های زیرزمینی مشاهده نکرده و عامل اصلی افت سطح آب‌های زیرزمینی را در دشت نیشابور، اضافه برداشت از آبخوان دانستند. ایشان همچنین اظهار داشتند اگرچه تغییرات در میزان بارش تأثیر چندان‌ی در میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی ندارد، اما این پدیده به صورت غیرمستقیم تأثیر زیادی در افت سطح آب‌های زیرزمینی دارد. حفر چاه اصلی‌ترین روش برای برداشت از آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور به شمار می‌آید. بررسی‌ها نشان داد که بین کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در دشت نیشابور و افزایش املاح موجود در آنها همبستگی زیادی وجود دارد. به طوری که شیب تغییرات این دو پارامتر، متأثر شدن تغییرات غلظت املاح محلول را از تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی کاملاً نمایان می‌سازد. بنابراین کاهش سطح آب‌های زیرزمینی دشت نیشابور را می‌توان به عنوان یکی از مهم‌ترین دلایل روند کاهشی کیفیت آن دانست. در این شرایط، در اثر به هم خوردن بیلان نمک (در اثر کاهش جریان آب‌زیر زمینی به خارج از حوضه) املاح تغلیظ شده و منجر به افزایش شوری می‌گردد. علاوه بر این، افت سطح آب‌های زیرزمینی ناشی از اضافه برداشت به معنی تخلیه شدن بخش فوقانی آبخوان آزاد است. در نتیجه استخراج آب به ناچار باید از قسمت‌های عمیق‌تر آبخوان صورت گیرد که معمولاً احتمال وجود آب‌های شور در آن‌ها بیشتر است. همچنین بخش عمیق‌تر آبخوان‌های آبرفتی در مقایسه با بخش‌های فوقانی، غالباً از رسوبات به هم فشرده تری تشکیل شده است که سبب کندتر حرکت کردن آب‌های زیرزمینی نسبت به بخش فوقانی آن می‌شود. این امر سبب می‌گردد تا آب‌های زیرزمینی فرصت بیشتری برای حل کردن مواد قابل حل داشته باشد که نتیجه آن افزایش املاح در آب‌های زیرزمینی عمیق خواهد بود (Abtahi et al., 2015).



شکل ۶. نقشه‌های پهنه‌بندی، به ترتیب از راست به چپ دوره‌های آماری (۱۳۶۸-۱۳۷۵)، (۱۳۸۱-۱۳۸۷)، (۱۳۸۷-۱۳۸۹)، (۱۳۸۹-۱۳۹۶) (۱۳۹۴)

Figure3. Zoning maps, respectively, from the right to the left of the study courses (1989-196)، (1996-2002)، (2002-2008)، (2008-2015)

زیرزمینی بیشتر شود، شوری آب هم افزایش می یابد. نتایج حاصل از تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی چاه‌های مدنظر نشان داد که سطح آب باگذشت زمان در دوره آماری مشخص، افت و در نتیجه آن از میزان کیفیت آن کاسته شده است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از محدوده دشت نیشابور به بررسی ارتباط بین افت سطح آب زیرزمینی و افزایش شوری آب پرداخته شده است. طبق نتیجه گرفته شده باتوجه به مقدار افت و افت تجمعی سطح آب و شوری آب از سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۳۹۴ و روابط رگرسیون آن‌ها و همچنین مقادیر R^2 ، هرچه افت آب

منابع

- 1- Alavipanah, s. K. (2001). Study of Natural Features Based on principal component analysis. Iranian Journal Of Natural Resources. 54 (3):221- 234.
- 2- Zehtabian, g. R., & Amiri, b. (2004). A study of EC and SAR changes in agricultural lands in Zanjan. Desert (Biaban). 9 (1): 1-14.
- 3- Zehtabian, g. R., Ahmadi, H., Torabi, s., & Souri, M. (2005). Water and soil salinization factors in the region of Brom (Damghan). 10(2): 279-292.
- 4- Najafzadeh, H., Zahtabian, Gh., Khosravi, H., Galkarayan, A. (2016). The Impact of Climate and Geological Factors on the Amount and Quality of

- Groundwater Resources in the Mahavlat Plain. *Ecohydrology*, 2, 3, 325-336.
- 5- Mohammadi, M., Mohammadi-e-Ghale-ney, M., & Ebrahimi, K. (2011). Time and spatial variations of groundwater quality in Qazvin plain. *Iran Water Research*, 5 (8), pp. 41-52.
 - 6- Jafari, R., Bakhshandehmehr, L. (2014). Analyzing the Spatial Variations of Groundwater Salinity and Alkalinity in Isfahan Province Using Geostatistics. *JWSS*. 18 (68) :183-195
 - 7- Karami, F. (2012). The Study of Salinity Changes of Groundwater Sources in Sarab Plain. *Geography and Planning*, 16(38), 101-122.
 - 8- Khorsandi Aghai, A. (2017). Environmental Assessment between groundwater level drawdown and water quality change in the Plains: A case study of Tehran plain. *International Conference on ICEPM*.
 - 9- Velayati, S. The effect of water extraction from wells in the salinity of the plain aquifer (Torbat-e-Heydariyeh). 91-105.
 - 10- Newman, B., and Goss, K., 2000. The Murry –Darling basin salinity Management Strategy Implication for the Irrigation Sector. Murray Darling basin commission, in: *Proceedings of the 47th annual ANCID conference*. 10-13 September, p:1-12, Towoomba, Australia.
 - 11- Abadeh, M., OUNAGH, M., Mosaedi, A., & Zainoldini, A. (2006). The study of effects of water table drawdown on the salinity of groundwater in Zeydabad area, Sirjan, 18-27
 - 12- Abtahi, M., Danesh, Sh., Davari, K., & Ghassemi, S.A. (2015). Investigation of temporal changes in groundwater quality of Neishaboer Plain and its possible causes. *J. of Water and Soil Conservation*, 22(4)
 - 13- Pulido Bosch, A.F., Sanchez Martos, J., Martinez, V., and Naavarrete, F.I. 1992. Groundwater problem in a Semiarid Area. *Environ. Geol. Water Sci.* 20(3) p: 195-204
 - 14- Zehtabian, G., Khalil-Poor, A., & Jafari, M. (2003). Aquifer damage caused by excessive exploitation of groundwater (Case Study: Qantas of Qom Plains), *Journal of Desert*, 7(3), 99-119, (in Farsi).
 - 15- KhasheiSiuki, A., ShohaeiSiuki, H. (2012). Investigating the salinity and saline waters of Neyshabour plain and providing management solutions for its use, 11th National Seminar on Irrigation and Evapotranspiration
 - 16- Sabzevari, M., Groundwater level Drop a global problem. Retrieved January 21, 2018, from <http://www.wnn.ir/html/index.php?name=Sections&req=viewarticle&artid=97&page=1>



Original Article:

**Investigating the Effect of Groundwater on Aquifer Water Salinity Change
(Case Study: Neyshabour plain)**

Fateme Sadat Amiri Karizkohani^{1*}, Abbas Khashei Siuki², Amir Hossein Ahmadi Haji³, Mohadese Kavooosi givshad⁴

1-Masters student Water resources engineering, University of Birjand

2-Associate Professor of ScincesandWater Engineering Dept. of, University of Birjand

3- Masters studentHydraulic Structures Engineering, University of Tehran

4 – Ph.D student Water engineering Dept. University of Birjand

*Corresponding Author E-mail: s.fatameamiri3473@gmail.com

Received: 29-05-2018; Accepted: 28-10-2021

Abstract

Nowadays, one of the main problems of water resources in the country is the decline of water resources quality. The increasing demand for water has led to untapped groundwater exploitation and constant water loss in aquifers and as a result environmental problems including the quality of groundwater have been endangered and have created a destructive process. In this study,using the collected data from Neyshabour plain , relationship between groundwater level and increase salinity was determined. In order to investigate the quantity and quality of groundwater in the Neyshabour plain, using the data of surface water level and electrical conductivity, the map of changes in the water level and the qualitative variables were determined in the ArcGIS 10.2 software using a Geostatistics method. The results of the spatial zonation mapping of the quantity and quality of groundwater in wells showed that the water level decreased with the passage of time in the specified period and consequently its amount quality decreased.

Keywords: GIS, Ground water changes, Electrical conductivity, Zoning, Neyshabour plain