

Identifying and Zoning of Groundwater Salinity using GIS Case Study: Namdan Plain of Eghlid County

Mohamad Mehdi Taghizadeh ^{1*}, Amir Hossein Halabian ² Mahmood Alipour ³,
Hossein Kiumarsi ⁴

¹ Assistant Professor of Payame Noor University, Tehran, Iran

² Payame Noor University, Tehran, Iran

³ Payame Noor University, Tehran, Iran

⁴ MSc. of Urban Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Abstract

The irregular takings of subterranean waters reduce water levels and change their quality. One of the effective parameters in determining the amount of groundwater change is the amount of electrical conductivity of water, so that with uncontrolled removal and reduction of groundwater level, the salinity of water increases, which entails irreparable damage to the animal ecosystem and plant life. In this research, we tried to study the amount of groundwater salinity of Namdan plain by determining the spatial analysis of its relationship with the deep and semi-deep wells in the plain. Therefore, the data of 32 observational wells in the plain area using an interpolation method in the GIS environment in order to determine the salinity of groundwater in 5 categories of very high, high, moderate, low and very low in the ten-year statistical period (2001-2010) were used. Then, by combining the information layers for all statistical years, the final decision regarding the determination of the salinity of groundwater was made. Finally, the relationship between the very high and high salinity zones with deep and semi-deep wells was investigated and it was found that among 1311 deep wells in the plain, 433 wells (33.02%) are in very high and high range, while for semi-deep wells it is 66/12%. In this way, it can be concluded that the position of deep wells and their unnecessary harvesting have a huge impact on the salinity of groundwater in the plain.

Key words: Interpolation, Salinity of Groundwater, Geographic Information System, Namdan Plain.

* taghizadehmm200@yahoo.com

شناسایی و پهنه‌بندی میزان شوری آب‌های زیرزمینی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: دشت نمدان شهرستان اقلید)

محمد مهدی تقی‌زاده*، استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
امیرحسین حلییان: عضو هیأت علمی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
محمود عالی‌پور: دانشجو کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
حسین کیومرثی: دانشجوی کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۰۹/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۶، صص ۱۴۶-۱۳۳

چکیده

برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی سبب کاهش سطح آب‌ها و تغییر کیفیت آنها می‌شوند. میزان هدایت الکتریکی آب، یکی از شاخص‌های مؤثر در تعیین میزان تغییر آب‌های زیرزمینی است؛ به شکلی که میزان شوری آب با برداشت بی‌رویه و کاهش سطح آب زیرزمینی افزایش می‌یابد و این امر، آسیب‌های جبران‌ناپذیری به زندگی گیاهی و جانوری اکوسیستم وارد می‌کند. در پژوهش حاضر کوشش شده است با تحلیل فضایی میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان، میزان ارتباط آن با حلقه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق موجود در دشت تعیین شود. از این‌رو، داده‌های ۳۲ چاه مشاهده‌ای موجود در دشت نمدان با روش میان‌یابی در محیط GIS برای تعیین میزان شوری آب زیرزمینی در پنج دسته بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم در دوره آماری ده‌ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹) استفاده شدند و سپس با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی سال‌های آماری، میزان شوری آب زیرزمینی تعیین نهایی شد. در نهایت، ارتباط پهنه‌های دارای شوری بسیار زیاد و زیاد با حلقه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق تعیین و مشخص شد از بین ۱۳۱۱ چاه عمیق موجود در دشت نمدان، ۴۳۳ حلقه چاه (۳۳/۰۲ درصد) در محدوده بسیار زیاد و زیاد قرار دارند و این میزان، برای چاه‌های نیمه‌عمیق ۱۲/۶۶ درصد است. در نتیجه موقعیت چاه‌های عمیق و برداشت بی‌رویه از آنها بر شورشیدن آب‌های زیرزمینی دشت نمدان تأثیر بسیار زیادی دارد.

واژه‌های کلیدی: میان‌یابی، شوری آب زیرزمینی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دشت نمدان

مقدمه

طرح مسئله

در جهان امروز، بحران منابع آب به مسئله‌ای بسیار جدی تبدیل شده است و پیش‌بینی می‌شود چنانچه روند کنونی ادامه یابد، تا سال ۲۰۲۵ دو نفر از هر سه نفر جمعیت کره زمین در مناطق بحران‌زده از نظر آب زندگی خواهند کرد (ملکوتیان و کرمی، ۱۳۸۳: ۱۱۰). از نظر توزیع جهانی، ۹۷/۲ درصد منابع آب به شکل آب‌های شور در اقیانوس جهانی متمرکز شده‌اند و تنها ۲/۸ درصد آب‌های جهان، شیرین هستند که از این میزان، ۲/۱۵ درصد به شکل یخ‌های قطبی و تنها ۰/۶۳ درصد منابع آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهند. ۰/۰۲ درصد باقیمانده شامل منابع آب خاک، دریاچه‌های آب شور و شیرین، رودخانه‌ها و رطوبت اتمسفر است. با وجود ذخیره ناچیز آب‌های زیرزمینی، حدود ۵۰ درصد جمعیت دنیا از نظر شرب به همین آب‌های زیرزمینی متکی هستند. در سرزمین ایران نیز بارش سالانه به علت قرارگیری در منطقه خشک جهان کمتر از یک‌سوم متوسط جهانی است و از ۲۵۰ میلی‌متر در سال تجاوز نمی‌کند (علیزاده، ۱۳۸۶: ۱۳). آب‌های زیرزمینی از منابع طبیعی شامل نزولات جوی، آب رودها، آب دریاچه‌ها و ذخایر مصنوعی مانند آب‌های نفوذی از سدها، تراوش اراضی و نهرهای زراعی و مانند آنها تغذیه می‌شوند (کردوانی، ۱۳۷۴: ۱۱) و کمبود منابع آب همواره از جدی‌ترین موانع توسعه بوده است. معرفی ایران با عنوان نخستین خاستگاه جهانی قنات در ۳۸۰۰ سال پیش، از مصداق‌های رشد و نمو چنین تفکراتی در اندیشه‌های آب ایران بوده است. بنابراین، بر اهمیت مدیریت منابع آبی کشور بیش از پیش افزوده می‌شود و مسلم

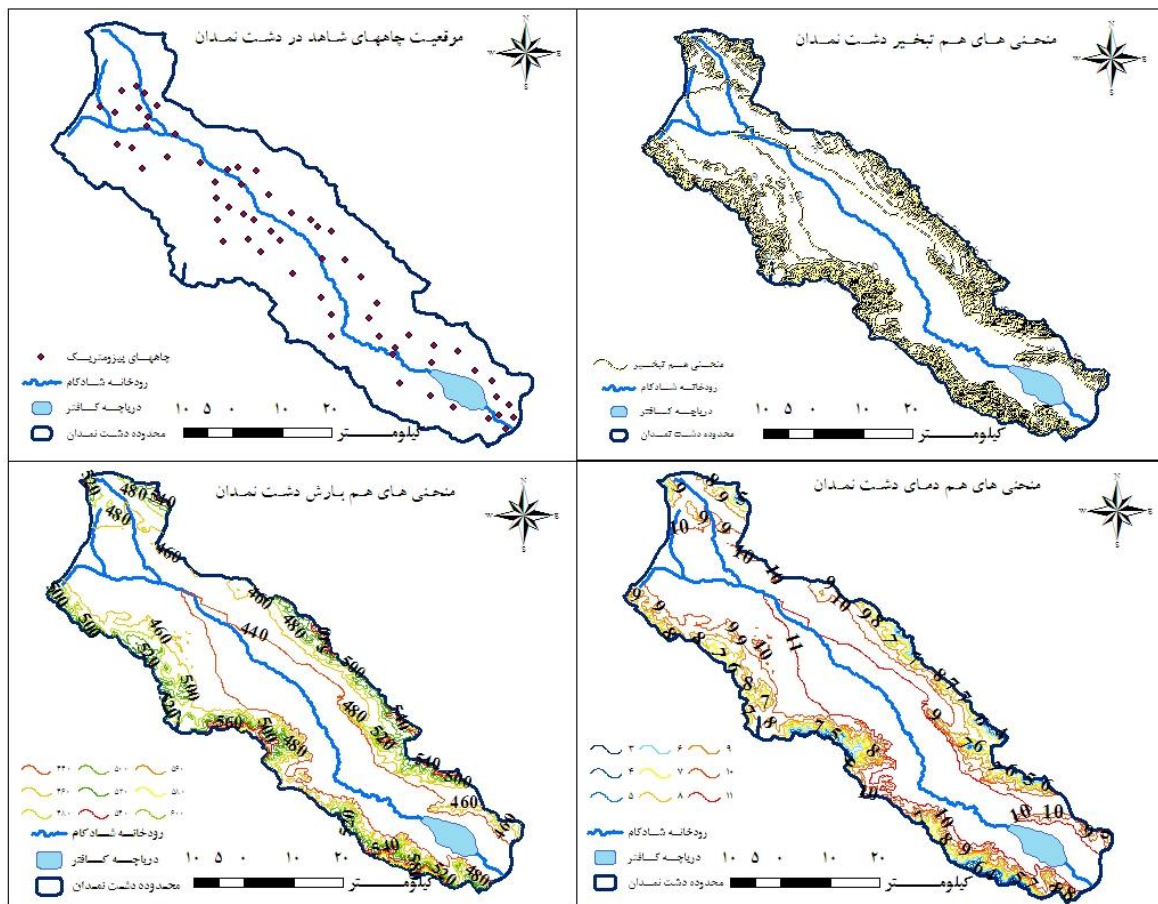
است اجرای صحیح آن بدون شناخت و آگاهی دقیق و جامع از مسائل طبیعی حوضه‌های آبی کشور امکان‌پذیر نیست (منتظری و غیور، ۱۳۸۸: ۷۱).

اگرچه آب مطلوب با مدیریت صحیح خاک و آب، امکان تولید بیشترین محصول را فراهم می‌کند، آبیاری با آب نامطلوب مسائلی را در خاک و کشت به دنبال دارد که سبب کاهش محصول می‌شوند مگر اینکه با روش‌های ویژه مدیریت، بیشترین ظرفیت تولیدی مزرعه در مجموع شرایط معینی حفظ یا ایجاد شود (تقی‌زاده، ۱۳۸۹: ۲۹۳). از نظر کیفی، شوری و مقدار سدیم موجود در آب مهم‌ترین معیار برای دسته‌بندی آب در کشاورزی است؛ زیرا این دو عامل نه تنها بر رشد گیاه مؤثرند، درجه تناسب آب را از نظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌کنند. معیار شناسایی شوری با هدایت الکتریکی (EC) و عامل سدیم معمولاً با نسبت جذبی سدیم (SAR) سنجیده می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۶: ۷۷۲). در آبخیزها و دشت‌های مناطق بیابانی به علت شرایط ویژه طبیعی و هیدرولیکی، آب‌های شیرین به سمت آب‌های شور جریان می‌یابند و روی آنها قرار می‌گیرند و یا با بهره‌برداری بیش از اندازه سفره‌های آب شیرین، تعادل هیدروستاتیکی تغییر می‌کند و آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین جریان می‌یابند (آباده و همکاران، ۱۳۸۵: ۲). چنانچه آب زیرزمینی شور شود، خاک نیز سریع شور می‌شود و رشد گیاه با وجود آب و تهویه کافی مختل می‌شود (تشکری و همکاران، ۱۳۸۳: ۲).

دشت نمدان در شهرستان اقلید یکی از دشت‌های پرآب استان فارس است که رودخانه شادکام در خط‌قعر آن قرار دارد. این رودخانه پس از طی مسیر

بررسی میزان شوری آب‌ها، یکی از راه‌های تعیین میزان بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی است به شکلی که هرچه میزان شوری آب بیشتر باشد، برداشت بیشتر از منابع زیرزمینی را نشان می‌دهد. در حال، تحلیل فضایی و مشخص کردن پهنه‌های پرخطر برداشت و تعیین ارتباط آنها با موقعیت، نوع و تعداد چاه‌های مجاز و غیرمجاز کشاورزی راهگشای مسئولان برای تعیین محدوده‌های ممنوع، مشروط و نیز مجاز برداشت آب زیرزمینی است.

۱۵۰ کیلومتری به دریاچه کافتز در انتهای دشت می‌رسد. طی سال‌های اخیر، عوامل متعددی از جمله کاهش نزولات جوی و مهم‌تر از آن، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث کاهش شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده‌اند و زندگی جوامع انسانی و حیات گیاهی و جانوری منطقه را با تهدید جدی مانند مهاجرت بی‌رویه به شهرهای اطراف مواجه کرده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱. ویژگی‌های اقلیمی دشت نمدان

دهه اخیر، برداشت بیش از حد در این مناطق به کاهش درخور توجه سطح ایستابی و افزایش هزینه‌های استحصال منجر شده است (صبحی و

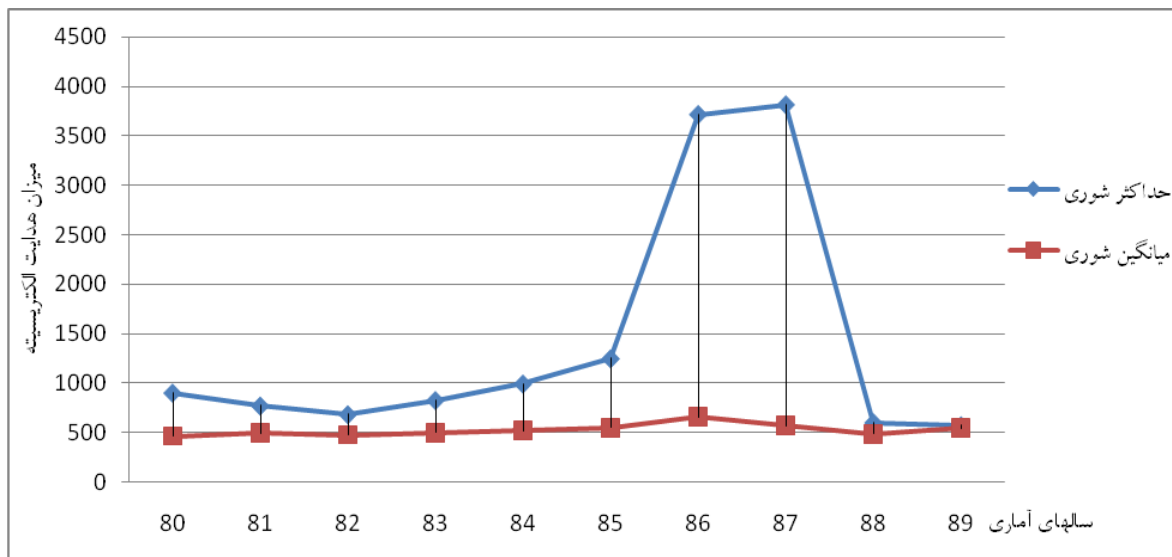
اهمیت پژوهش

کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر به استحصال آب‌های زیرزمینی وابسته است. در چند

خشکسالی و تشدید برداشت‌های بی‌رویه طی سال‌های اخیر، بسیار افزایش یافته و از متوسط ۴۷۰ در سال ۱۳۸۰ به ۵۳۶ در سال ۱۳۸۹ رسیده است. منحنی بیشترین شوری نیز افزایش شدید میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان را طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ نشان می‌دهد و این امر به کمبود شدید بارندگی طی سال‌های یادشده در حوضه آبریز دشت نمدان نسبت داده می‌شود (شکل ۲). از سوی دیگر، توزیع فضایی میزان شوری آب نیز یکنواختی کاملی ندارد و در برخی مناطق، وضعیت بحرانی و در برخی مناطق، مطلوب‌تر است. بنابراین، تعیین مناطق و نواحی دشت نمدان که در موقعیت بحرانی قرار دارند و تعیین علت‌های در معرض بحران قرارگرفتن چنین مناطقی از جمله اولویت‌های پژوهشی دشت نمدان محسوب می‌شوند.

همکاران، ۱۳۸۶: ۴۷۶). کاهش سطح آب و شوری آن در زمین‌های خشک و نیمه‌خشک موانع مهمی در قابلیت کشاورزی پایدار این مناطق محسوب می‌شوند (yun chen et al., 2010: 1). شوری خاک نیز یکی از مخاطرات شدید محیطی است که بر رشد بسیاری از محصولات کشاورزی به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک تأثیر می‌گذارد و کاهش شدید تولیدات و محصولات کشاورزی را به همراه دارد (Taghizadeh (Mehrijardi et al., 2008: 708).

دشت نمدان یکی از دشت‌های حاصلخیز استان فارس است که به علت موقعیت ویژه خود و قرارگرفتن در مجاورت دشت‌های کم‌باران آباده و ابرکوه و نیز برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی با خطر جدی افزایش میزان شوری آب روبه‌روست. میزان شوری آب زیرزمینی این دشت در اثر



شکل ۲. تغییرات میزان شوری آب دشت نمدان در دهه اخیر (منبع: سازمان آب منطقه‌ای فارس - واحد آباده)

جمع‌آوری شده‌اند. روش انجام پژوهش به شکلی است که ابتدا میزان هدایت الکتریکی آب چاه‌های مشاهده‌ای دشت نمدان که میزان شوری آب را نیز

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی - تحلیلی و علی است و اطلاعات از منابع کتابخانه‌ای و اسنادی

به منظور شناسایی محدوده‌های بحرانی و ارائه راهکارهای مناسب برای جلوگیری از تشدید شوری آب‌های زیرزمینی است. همچنین پژوهش حاضر برای بررسی فرضیه زیر تدوین یافته است:

به نظر می‌رسد بین موقعیت فضایی چاه‌های زراعی عمیق و نیمه عمیق دشت نمدان با تشدید میزان شوری آب‌های زیرزمینی آن رابطه معناداری وجود دارد.

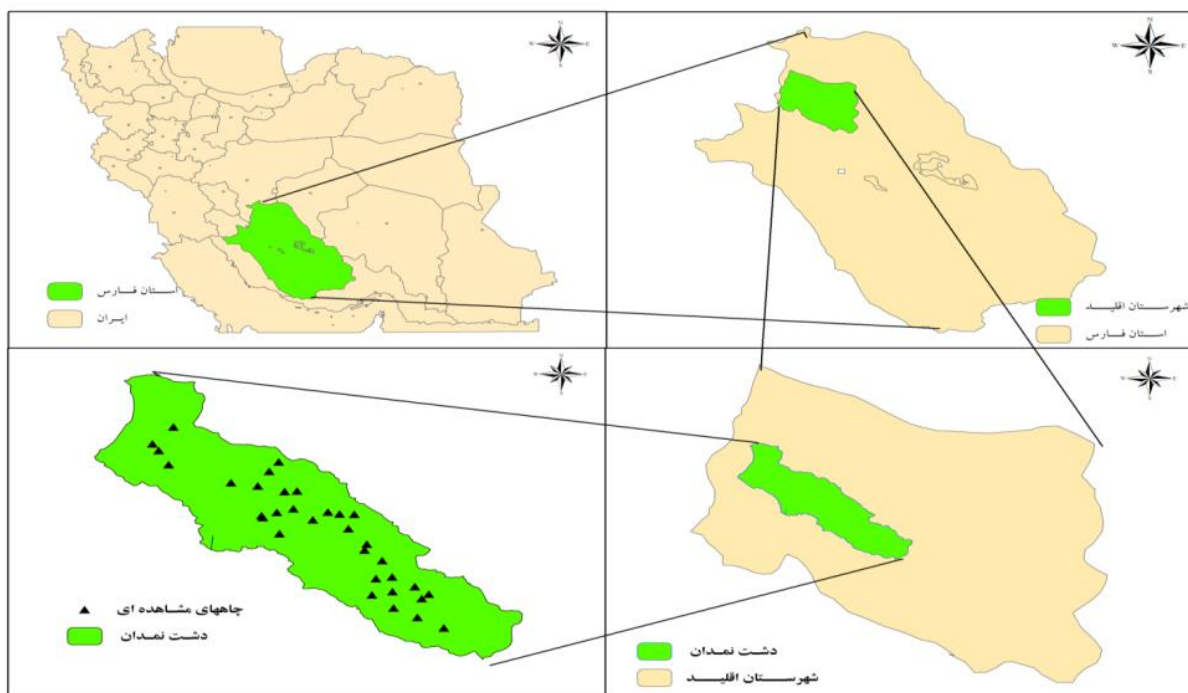
محدوده مطالعه شده

دشت نمدان در شمال استان فارس و در شهرستان اقلید واقع و با میانگین بارش سالانه ۳۵۳ میلی‌متر از سمت غرب به محدوده مطالعاتی خسروشیرین، از جنوب به آسپاس و از جنوب شرقی به محدوده مطالعاتی دهبید محدود شده است (مهندسان مشاور فارساب صنعت، ۱۳۸۹: ۸) (شکل ۳).

بیان می‌کند، از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد و سپس با بهره‌گیری از روش میان‌یابی^۱ به پهنه‌بندی میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان بر اساس دسته‌بندی شکست طبیعی^۲ پرداخته شد. در نهایت، با انجام عملیات هم‌پوشانی^۳، لایه‌های اطلاعاتی در دوره‌های آماری تلفیق و پهنه دشت نمدان بر اساس میزان شوری آب‌های زیرزمینی به پنج دسته با میزان شوری بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم تقسیم‌بندی و ارتباط آن با موقعیت قرارگیری چاه‌های عمیق و نیمه عمیق دشت نمدان مشخص شد.

هدف و فرضیه پژوهش

هدف پژوهش حاضر پهنه‌بندی دشت نمدان شهرستان اقلید از نظر میزان شوری آب‌های زیرزمینی



شکل ۳. موقعیت محدوده مطالعه شده در سطوح ملی، استانی و شهرستانی (منبع: نگارندگان)

¹ Interpolate

² Natural break

³ Overlay

پیشینه پژوهش

چندین مطالعه به شرح زیر درباره شناسایی و پهنه‌بندی میزان شوری آب‌های زیرزمینی انجام شده است:

آباد و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی، اثر افت سطح ایستابی را بر شوری آب زیرزمینی منطقه زیرآباد سیرجان بررسی کردند و با استفاده از آمار ۲۹ چاه پیژومتری و ۲۰ چاه مشاهده‌ای، نواحی دارای میزان شوری آب زیاد را با برداشت بی‌رویه از آنها مرتبط دانستند.

اکبری و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی با عنوان «بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی»، میزان تغییرات کمی سطح آب‌های زیرزمینی دشت مشهد را بررسی کردند و نتیجه گرفتند سطح آب زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و غربی تا ۳۰ متر کاهش داشته و بیشتر معلول عواملی مانند خشکسالی، برداشت بی‌رویه، ازدیاد جمعیت، افزایش سطح زیرکشت و تعداد زیاد چاه‌های برداشت است.

Moradi و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی شدت وقوع خشکسالی در استان فارس پرداختند و نتیجه گرفتند شدت وقوع خشکسالی در بخش‌های مرکز و جنوب استان نسبت به سایر مناطق استان بیشتر است.

تقی‌زاده و کیومرثی (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «شناسایی پهنه‌های سه‌گانه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی با استفاده از GIS، مطالعه موردی: دشت نمدان شهرستان اقلید» تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی دشت نمدان را بررسی کردند و محدوده‌های

سه‌گانه مجاز، مشروط و ممنوع برداشت آب زیرزمینی دشت نمدان را نشان دادند.

برتری پژوهش حاضر بر پژوهش‌های انجام‌شده، پایش دقیق میزان شوری آب زیرزمینی دشت نمدان طی یک دهه (۱۳۸۰-۱۳۸۹) و در نهایت، پهنه‌بندی نهایی میزان شوری دشت و کشف ارتباط میزان شوری آب با موقعیت قرارگیری حلقه چاه‌های کشاورزی به تفکیک عمیق و نیمه‌عمیق است.

مبانی نظری پژوهش

کاهش نزولات جوی یکی از عوامل مهم در تغییرات میزان شوری آب‌های زیرزمینی است. چندین سال است این پدیده بیشتر مناطق جغرافیایی کشور از جمله شمال استان فارس را با تهدید جدی مواجه کرده است. اگرچه شاخص‌های چندگانه شدت خشکسالی^۱ بیشتر بر ارزیابی احتمال خشکسالی تأکید می‌کنند، این عوامل چندان جامع و مرتبط نیستند. شاخص‌های خشکسالی به میزان بارندگی، درجه حرارات، تبخیر، سطح آب‌های زیرزمینی و جریان‌های رودخانه‌ای بستگی دارند (fowler and kilsbi, 2002: 178). در کل، خشکسالی عبارت است از دوره ممتد کمبود بارش که به صدمه دیدن محصولات زراعی و کاهش عملکرد منجر می‌شود. در بین تعریف‌های خشکسالی، تعریف مقبول‌تر عبارت است از: خشکسالی معلول دوره‌ای از شرایط خشک غیرعادی است که به اندازه‌ای ادامه یابد که در وضعیت هیدرولوژی ناحیه‌ای، بی‌تعادلی ایجاد کند.

¹ Drought

یافته‌های پژوهش

میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان

برای تعیین میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان، اطلاعات ۳۳ چاه مشاهده‌ای سازمان آب منطقه‌ای طی یک دوره ده‌ساله (از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹) استفاده شدند (جدول ۱). از آنجا که بیشترین میزان شوری آب در زمان بیشترین برداشت سالانه از سفره آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد، میزان هدایت الکتریکی مهرماه هر سال مبنای محاسبه‌های پژوهش حاضر قرار گرفت.

از نظر متخصصان آب‌شناسی، پدیده خشکسالی زمانی رخ می‌دهد که سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی و میزان آب‌های جاری، سطوح آب چاه‌ها، قنات‌ها و سفره آب‌های زیرزمینی و حجم آب‌های پشت سدها نیز کاهش یابد. بر اثر آبیاری اراضی زراعی با آب شور، روزه‌روز حاصلخیزی خاک بر اثر تجمع نمک در خاک کم می‌شود و زمین زراعی آبیاری شده به اراضی غیرقابل استفاده برای کشاورزی تبدیل می‌شود (کردوانی، ۱۳۷۵: ۱۳۵).

قابلیت هدایت الکتریکی آب با درجه شوری آب نسبت مستقیم دارد و از این ویژگی برای محاسبه درجه شوری آب استفاده می‌شود (جداری عیوضی، ۱۳۸۳: ۶۰).

جدول ۱. میزان هدایت الکتریسته آب‌های زیرزمینی دشت نمدان

سال آماری نام محل	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹
بندقاضی خان	۷۵۴	۴۶۱	۳۸۷	۳۴۱	۳۵۵	۳۴۳	۳۵۸.۵	۳۷۰.۵	۳۵۲.۵	۲۹۸
له شیخی	۴۱۶	۴۱۵.۵	۴۱۲.۵	۳۸۷.۵	۴۳۱	۴۲۱	۴۰۴	۴۴۶.۵	۳۷۹	۳۸۵
کمین‌گاه	۳۵۷	۳۳۵	۳۲۸.۵	۳۱۴.۵	۳۳۳	۳۵۴.۵	۴۳۸.۵	۳۵۶.۲	۳۷۵	۳۶۶.۵
له حاجی آباد	۳۸۹	۳۹۷	۳۸۸.۵	۳۸۸	۳۸۱.۲۵	۴۰۰.۵	۴۱۶	۴۱۶.۵	۴۱۲.۵	۳۹۷
ساربتان	۴۸۷	۴۱۸.۲۵	۳۶۷.۵	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۵.۵	۴۰۶	۳۹۳.۱	۴۲۴.۵	۴۲۵
شادکام	۴۹۳	۴۷۶.۲۵	۴۷۱	۴۴۴.۵	۴۵۴.۵	۴۰۳.۵	۴۷۰.۵	۴۷۲.۰۶	۴۹۲.۲۵	۴۲۴
بازودراز	۳۳۸	۳۱۲.۸۷	۳۱۷	۳۰۷.۷۵	۳۱۸.۵	۳۲۰.۵	۳۴۰	۳۵۵.۵	۳۳۷	۳۱۹.۵
اقبال آباد	۳۵۳	۳۱۸.۵	۳۰۵.۵	۲۹۰.۵	۳۰۳.۵	۲۹۸.۵	۳۵۰	۳۲۶	۳۰۶	۳۰۸.۵
شهرمیان	۵۸۵	۳۸۰.۳۷	۳۱۱	۳۰۲.۷۵	۳۰۰	۲۵۷.۵	۳۳۸.۳۸	۳۱۲.۳۸	۲۷۷	۳۲۹.۵
شادکام	۴۲۴	۴۵۰.۵	۴۳۴.۵	۴۴۶.۵	۴۴۴	۴۳۶	۸۵۰	۴۸۷.۴۵	۴۲۸	۴۵۴.۵
بادکی	۵۲۶	۷۰۶.۲۵	۶۶۳.۵	۹۰۲	۷۷۴.۵	۷۴۰.۵	۷۱۷.۵	۶۵۸.۵	۶۵۷	۷۳۲.۵
شهرمیان	۳۲۱	۳۷۵.۸۷	۳۷۴.۵	۴۰۲.۲۵	۳۳۵	۳۴۱	۴۰۸.۹۶	۳۵۸.۹۶	۳۴۳.۵	۲۸۷.۵
کوشک زر	۳۷۷	۳۱۰.۵	۲۶۳.۵	۳۱۲	۲۹۲.۷۵	۳۰۰.۵	۳۵۴	۳۰۸.۳۵	۳۲۰.۲۵	۳۰۸.۵
جعفرآباد	۴۵۱	۳۹۰	۴۱۵	۴۰۱.۵	۵۳۸.۲۵	۴۵۹	۵۱۴	۶۳۱	۴۳۵.۲۵	۵۵۳
گودک	۵۶۱	۱۰۳۵.۸۷	۱۰۵۹	۱۱۵۷.۲۵	۱۳۴۴.۷۵	۱۷۱۴.۵	۱۷۸۶	۱۰۵۶	۱۳۸۹.۷۵	۱۶۸۰.۵
بازیچه	۳۳۰	۳۲۵	۳۱۶.۵	۳۳۰	۳۳۸.۲۵	۳۶۵	۳۹۸	۳۹۲.۵	۳۹۲.۵	۳۸۱
فخرآباد	۴۱۶	۸۱۳.۵	۹۶۲	۸۲۸.۵	۱۰۱۶.۷۵	۹۷۴	۹۲۱.۸۵	۸۱۶.۳۵	۸۷۶	۱۰۱۱.۵

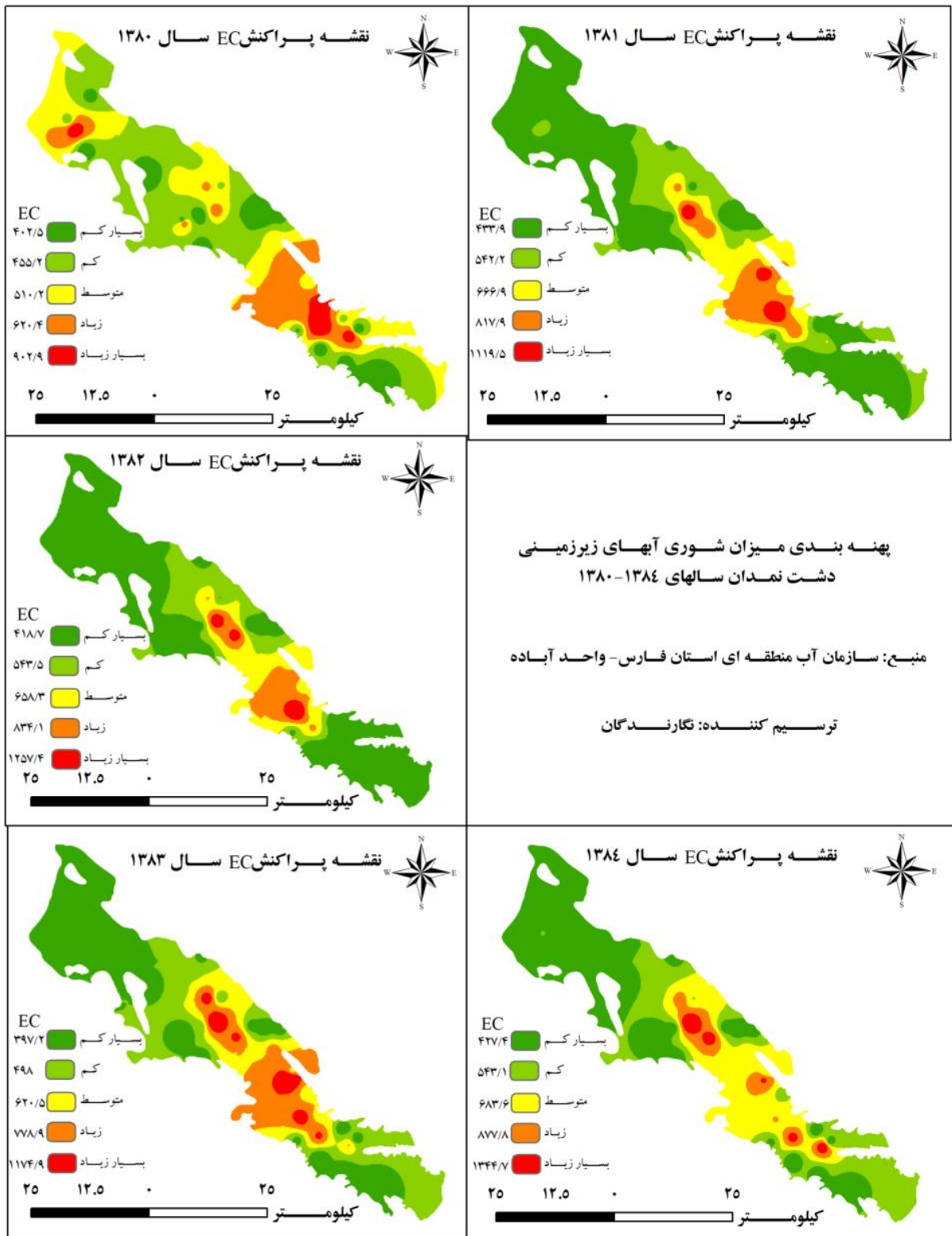
حیاتی	۴۹۸	۵۴۶.۵	۵۱۱.۵	۶۶۸	۶۱۲.۷۵	۶۵۹.۵	۶۳۳.۵۲۰۸	۶۹۰.۵	۶۷۴.۵	۶۳۸
کت خلیج	۳۶۱	۳۰۵.۵	۳۳۳	۲۹۷	۳۲۲	۳۵۱.۵	۳۴۲	۳۳۵.۳۳	۳۵۶.۷۵	۳۴۵
تیمارجان	۳۸۹	۳۲۱.۵	۳۱۲	۳۳۳	۳۶۱	۳۶۲	۳۶۴.۵	۳۵۹.۵	۳۸۳.۵	۳۶۰.۵
علی‌آباد	۵۷۷	۵۸۳.۷۵	۵۸۶	۵۶۹.۵	۵۵۵.۵	۶۵۳	۶۸۵.۵	۶۳۲.۹۳	۷۱۸.۵	۶۰۸
علی‌آباد	۵۵۰	۹۸۳.۵	۸۲۰	۱۱۷۵	۹۲۷	۸۷۶.۵	۹۴۳.۰۴	۶۰۳	۶۴۴.۷۵	۸۲۹.۵
نظام‌آباد	۴۵۵	۶۰۵.۵	۶۲۴.۵	۵۰۷	۴۷۱.۲۵	۴۲۸.۵	۴۷۷.۵۶	۴۴۰	۴۸۱.۷۵	۷۴۹.۵
نظام‌آباد	۵۸۵	۱۱۱۹.۸۷	۱۲۵۷.۵	۹۲۴.۲۵	۶۹۲.۵	۱۶۷۹.۵	۱۳۲۳.۲۱	۵۶۸	۵۸۷.۵	۵۵۲
نظام‌آباد	۷۳۸	۶۳۴.۶۲	۵۴۷.۵	۵۷۳.۷۵	۵۸۲.۵	۵۸۲.۵	۶۱۷.۵۷	۵۳۹.۵	۶۷۸.۵	۶۵۵
سه قلات	۳۹۳	۴۰۶.۷۵	۳۹۵.۵	۳۵۷.۵	۳۹۴.۷۵	۳۹۵.۵	۴۱۳.۴۱	۴۰۷.۹۱	۴۹۹.۷۵	۴۱۱.۵
حسین‌آباد	۹۰۳	۷۷۲	۶۸۴	۸۲۷.۵	۹۹۳.۷۵	۱۲۴۹.۵	۳۷۱۷.۵	۳۸۱۶	۶۰۱.۵	۵۷۲.۵
خنکشت	۴۳۲	۳۴۲.۷۵	۲۸۴	۳۰۵.۵	۲۹۶	۳۱۷.۵	۳۶۶	۳۳۸	۳۲۵.۷۵	۳۰۲.۵
چشمه رعنا	۳۴۱	۲۸۱.۱۲	۲۳۵	۲۵۳.۲۵	۲۸۷	۲۸۹.۵	۳۵۵.۵	۳۱۱.۷۳	۳۰۴.۵	۲۹۹.۵
خنکشت	۳۲۲	۳۰۳	۲۷۴	۳۴۰.۵	۳۲۷.۷۵	۳۰۵	۳۰۶.۵	۳۱۲.۵	۳۰۸.۵	۱۷۰.۷
خنکشت	۷۶۱	۵۴۶.۵	۳۵۶.۵	۶۲۵	۱۱۳۴.۲۵	۵۲۲.۵	۶۹۴.۱۴	۳۴۵.۵	۴۸۵	۳۵۹.۵
چشمه رعنا	۳۶۱	۲۷۹.۷۵	۲۷۸	۲۸۲	۳۳۷.۷۵	۳۵۴	۳۳۹.۵	۳۵۵.۳۷	۳۲۹.۵	۳۲۰
چشمه میشان	۲۹۰	۲۸۵.۶۲	۲۶۴.۵	۲۸۹.۷۵	۳۰۱.۵	۳۲۱.۵	۳۱۶.۵۳	۳۰۰.۵۳	۳۱۹.۵	۳۲۱

منبع: سازمان آب منطقه‌ای فارس - واحد آباده

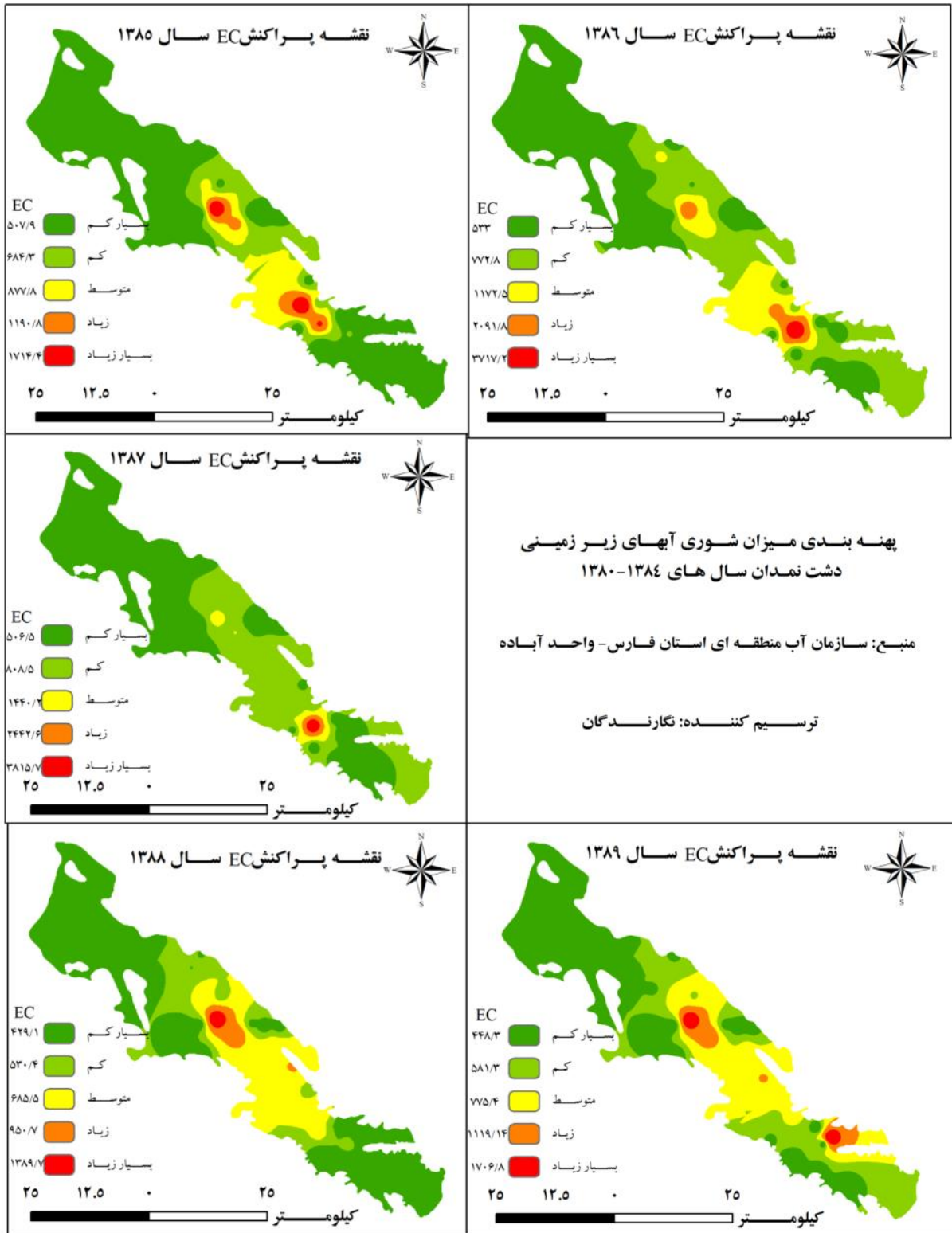
الکتریکی آب در هر سال آماری با هم متفاوت است و از این رو، امکان دسته‌بندی آنها در طیف مناسبی میسر نیست که در هر سال، تفاوت‌های آماری بین میزان هدایت الکتریکی و در نهایت جمع‌بندی نهایی میزان شوری آب را طی مجموع دوره‌های آماری بیان کند. بنابراین برای دسته‌بندی مطلوب و واضح میان‌یابی، از روش شکست طبیعی در دسته‌بندی استفاده و محدوده دشت نمدان بر اساس میزان شوری آب زیرزمینی به پنج دسته تفکیک شد. پایش دوره‌ای نقشه‌های پهنه‌بندی شده، زیادبودن میزان هدایت الکتریکی (شوری) آب زیرزمینی دشت نمدان را در محدوده‌های مرکزی و جنوبی دشت نشان می‌دهد و عموماً میزان هدایت الکتریکی (شوری) آب در محدوده‌های شمالی دشت نمدان کم است.

ورود داده‌های به محیط GIS: میان‌یابی و ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش

موقعیت و اطلاعات موجود درباره میزان هدایت الکتریکی ثبت شده برای هر یک از ۳۲ چاه مشاهده‌ای موجود در دشت نمدان به شکل نقشه مکان‌مند وارد محیط GIS شد. برای نسبت‌دهی میزان هدایت الکتریکی هر حلقه چاه مشاهده‌ای به کل محدوده دشت نمدان، به شکلی که نواحی بدون پوشش و برداشت‌نشده نیز دارای وزن و ارزش مخصوص خود شوند، از روش میان‌یابی استفاده شد. محدوده دشت نمدان بر اساس میزان هدایت الکتریکی ثبت شده برای هر چاه مشاهده‌ای به شکل پهنه‌های با میزان شوری بسیار کم تا بسیار زیاد به تفکیک ده سال آماری تبدیل شد (شکل‌های ۴ و ۵). کمترین و بیشترین هدایت



شکل ۴. پهنه‌بندی میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان (منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان فارس - واحد آباده)

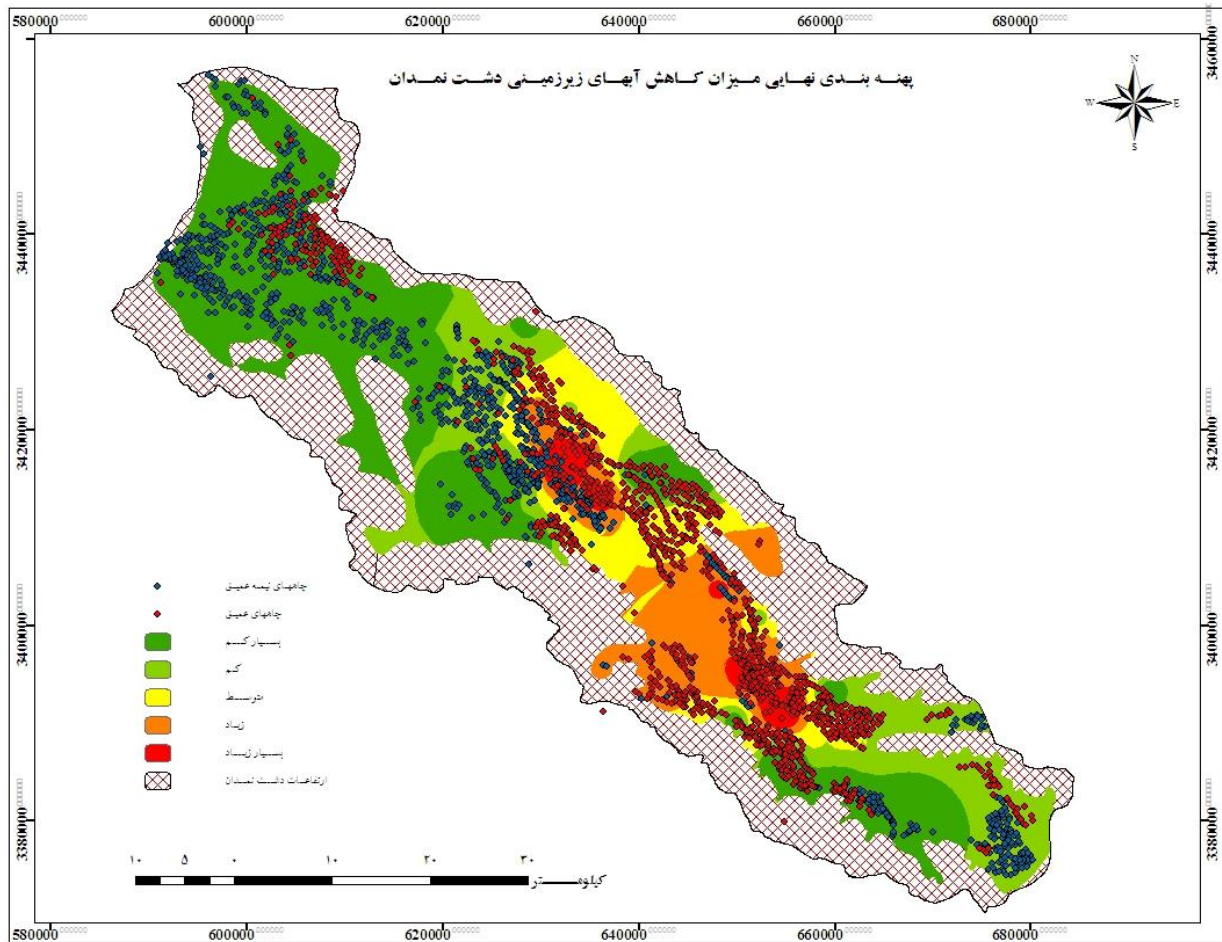


شکل ۵. بهنهبندی میزان شوری آبهای زیرزمینی دشت نمدان (منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان فارس - واحد آباده)

شدند (شکل ۶). نتایج پهنه‌بندی نشان می‌دهند در مجموع، ۱۸/۲۷ درصد اراضی موجود در دشت نمدان که عمده در بخش مرکزی دشت واقع شده‌اند، با مساحتی برابر ۳۱۴۳۰ هکتار، محدوده‌های با میزان شوری آب زیاد و بسیار زیاد هستند.

تلفیق نهایی پهنه‌ها و تعیین میزان نهایی شوری آب زیرزمینی

پهنه‌های میزان شوری آب طی دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ با روی هم‌گذاری در محیط GIS به شکل پهنه‌بندی نهایی میزان شوری آب زیرزمینی تبدیل



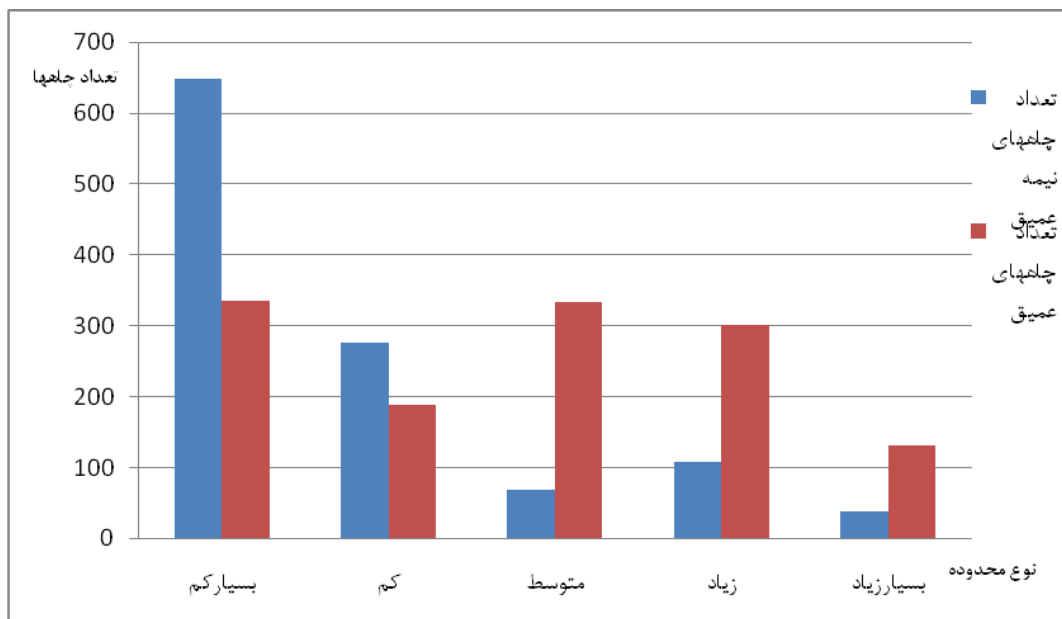
شکل ۶. پهنه‌بندی نهایی میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان (منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان فارس - واحد آباده)

چاه‌های نیمه‌عمیق موجود هستند، در این محدوده قرار دارند؛ این، تأثیر مستقیم و مؤثر چاه‌های عمیق بر افزایش شوری آب‌های زیر زمینی دشت نمدان را نشان می‌دهد (جدول ۲ و شکل ۷).

با انطباق چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق موجود در دشت نمدان بر پهنه‌بندی نهایی مشخص شد از ۱۲۹۱ حلقه چاه عمیق موجود، ۴۳۳ حلقه (۳۳ درصد) در محدوده‌های با شوری زیاد و بسیار زیاد قرار دارند و تنها ۱۴۷ چاه نیمه‌عمیق که برابر ۱۲/۶۶ درصد

جدول ۲. موقعیت قرارگیری چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در پهنه‌های کاهش آب زیرزمینی

میزان کاهش	تعداد چاه‌های عمیق	درصد	تعداد چاه‌های نیمه‌عمیق	درصد
بسیار کم	۳۳۵	۲۶	۶۴۸	۵۶/۹
کم	۱۸۹	۱۴/۶	۲۷۶	۲۴/۲
متوسط	۳۳۴	۲۶	۶۹	۶
زیاد	۳۰۱	۲۳/۳	۱۰۸	۹/۵
بسیار زیاد	۱۳۲	۱۰/۱	۳۹	۳/۴
مجموع	۱۲۹۱	۱۰۰	۱۱۴۰	۱۰۰



شکل ۷. قرارگیری چاه‌ها در محدوده‌های برداشت آب زیرزمینی

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

برداشت آب‌های زیرزمینی در این نواحی انجام شود. انطباق حلقه چاه‌های موجود بر پهنه‌بندی نهایی نشان می‌دهد تشدید میزان شوری آب در نواحی با شوری آب زیاد و بسیار زیاد از برداشت بی‌رویه چاه‌های عمیق ناشی می‌شود و در سایر نواحی بر حلقه چاه‌های نیمه‌عمیق منطبق است. بنابراین، هنگام صدور مجوز بهره‌برداری از چاه‌ها باید با جلوگیری از صدور مجوز حفر چاه جدید و یا کف‌شکنی چاه‌های موجود به کنترل میزان برداشت چاه‌های عمیق توجه و دقت کافی شود.

نتایج تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پهنه‌بندی نهایی دشت نمدان برای تعیین محل‌های مجاز و یا غیرمجاز بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شوند. پهنه‌های میزان شوری آب‌های زیرزمینی دشت نمدان نشان می‌دهند از مجموع ۱۷۲۰۰۰ هکتار مساحت دشت نمدان، ۱۱۷۷۲۵ هکتار محل‌های مجاز، ۲۲۸۴۵ هکتار محل‌های مشروط و ۳۱۴۳۰ هکتار محل‌های غیرمجاز برداشت آب زیرزمینی هستند و باید کنترل شدید برداشت و تعیین قوانین و مقررات کنترل میزان

منابع

- علیزاده، امین، (۱۳۸۶). اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ بیست و سوم، دانشگاه امام رضا.
- تقی‌زاده، محمدمهدی، (۱۳۸۹). ارزیابی نقش لندفرم‌های کوآترنر در آمایش سرزمین با تأکید بر موارد یخچالی، مطالعه موردی: حوضه صفاشهر - فارس، پایان‌نامه دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان.
- تقی‌زاده، محمدمهدی و حسین کیومرثی، (۱۳۹۱). شناسایی پهنه‌های سه‌گانه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی با استفاده از GIS، مطالعه موردی: دشت نمدان شهرستان اقلید، فصلنامه برنامه‌ریزی کالبدی - فضایی، سال اول، شماره ۱، ۶۳-۷۴.
- کردوانی، پرویز، (۱۳۷۴)، ژئوهیدرولوژی، چاپ دوم، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، صص ۱۱-۲۷۴-۲۷۵.
- مهندسان مشاور فارساب صنعت، (۱۳۸۹). مطالعات به‌هنگام‌سازی اطلس منابع آب حوزه آبریز دریاچه‌های طشک - بختگان و مهارلو، گزارش بیان محدودۀ مطالعاتی نمدان.
- ملکوتیان محمد و اکبر کرمی، (۱۳۸۳). بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۷۶، مجله پزشکی هرمزگان، سال هشتم، شماره ۲، ۱۱۶-۱۰۹.
- صبحی، محمود؛ غلامرضا سلطانی و منصور زیبایی، (۱۳۸۶). ارزیابی راهکارهای مدیریت منابع آب زیر زمینی: مطالعه موردی: دشت نریمانی در
- آباد، محمود؛ اونق، مجید؛ مساعدی، ابوالفضل؛ علی زین‌الدینی، (۱۳۸۵). بررسی اثر افت سطح ایستابی در شوری آب زیرزمینی منطقه زیدآباد سیرجان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۲، صص ۲۷-۱۸.
- اکبری، مرتضی؛ جرگه، محمدرضا؛ حمید مدنی سادات، (۱۳۸۸). بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۶، شماره ۴، صص ۷۸-۶۳.
- تشکری، عسگری؛ کاوه، فریدون؛ سیادت، حمید؛ عابدی، محمدجواد؛ ابراهیم پذیرا، (۱۳۸۳). بررسی تأثیر شوری‌های آب زیرزمینی و سطوح ایستابی روی عملکرد و اجزای عملکرد انواع مختلف گندم، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ۱، صص ۱۰-۱.
- جداری عیوضی، جمشید، (۱۳۸۳). جغرافیای آب‌ها، چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه تهران.
- کردوانی، پرویز، (۱۳۷۵). مناطق خشک، جلد دوم: خاک‌ها، طبقه‌بندی جغرافیایی و مسائل بهره‌برداری از آنها (احیا، اصلاح و آباد کردن)، چاپ سوم انتشارات دانشگاه تهران.
- منتظری، مجید و حسنعلی غیور، (۱۳۸۸). تحلیل مقایسه‌ای روند بارش و خشکسالی حوضه خزر، دوفصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶، صص ۹۲-۷۱.

H.R. Moradi. a, M Rajabi. b, M Faragzadeh (2011), Investigation of meteorological drought characteristics in Fars province, Iran, *Catena* 84: 35-46.

Yun Chen, Jianyao Chen, Emmanuel Xevi, Mobin-ud-Din Ahmad, Glen Walker (2010), GIS-based spatial hydrological zoning for sustainable water management of irrigation areas, international environmental modelling and software society (iEMSs), International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake, Fifth Biennial Meeting, Ottawa, Canada.

استان خراسان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ۱(ب).

R. Taghizadeh Mehrjardi, Sh. Mahmoodi, M. Taze and E. Sahebjalal (2008), Accuracy assessment of soil salinity map in Yazd-Ardakan plain, Central Iran, Based on Landsat ETM+ Imagery, *American-Eurasian Journal Of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(5): 708-712.

H.J. Fowler, C.G. Kilsby (2002), A weather-type approach to analysing water resource drought in the Yorkshire region from 1881 to 1998, *Journal of hydrology*, 262.