مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷
ص ۵۷۸-۵۶۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۴
تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹

تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوضهٔ غرب تالاب جازموریان

❖ **حامد اسکندری دامنه؛** دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
❖ **غلامرضا زهتابیان*؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
❖ **علی سلاجقه؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
❖ **مهدی قربانی؛** دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
❖ **حسن خسروی؛** دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

چکیده

رشد روز افزون جمعیت در کشور ایران در نتیجهٔ آن تغییرات کاربری اراضی و افزایش فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی باعث افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شده است به‌طوری که این منابع در سال‌های اخیر در معرض خطر آلودگی، افت کمی و تنزل کیفی قرار دارند. از این‌رو در این تحقیق، به ارزیابی اثر تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی و نیز پایش تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان پرداخته شد. به‌طوری‌که به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهوارهٔ لندست، سنجنده‌ها۲۰۰۲ TM و ۲۰۱۵OLI با استفاده از روش حداکثر احتمال، استفاده گردید، همچنین جهت ارزیابی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی نیز از اطلاعات چاه‌های آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ استفاده شد. در این راستا نقشهٔ پهنه‌بندی تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی با استفاده از بهترین روش درون‌یابی در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه گردید. نتایج بدست آمده از ارزیابی بهترین روش درون‌یابی نشان داد که روش کریجینگ دارای کمترین خطا می‌باشد. بر طبق نتایج بدست آمده، طی سال‌های مطالعاتی در منطقهٔ مورد نظر، افزایش وسعت کاربری‌های مسکونی و کشاورزی و نیز کاهش وسعت کاربری‌های خشکه‌رود، سد، مراتع و اراضی بایر و کوهستانی در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۱رخ داده است که این تغییرات نشان‌دهندهٔ افزایش تخریب و وضعیت ناپایدار در منطقه است و از عوامل مستقیم اثرگذار بر منابع آب زیرزمینی می‌باشد و در پی این تغییرات، در قسمت‌های جنوبی حوزهٔ مطالعاتی، کمیت و کیفیت آب زیرزمینی کاهش یافته است که از علل آن می‌توان به احداث سد جیرفت بر روی رودخانهٔ دائمی هلیل‌رود، و رها نکردن حق‌آبه و افزایش وسعت کاربری‌های شهری و کشاورزی اشاره کرد که باعث شده است تا به تبع آن کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در این بخش‌ها با گذشت زمان کاهش یابد.

کلید واژگان: آب زیرزمینی، تغییر کاربری، حوضهٔ غرب تالاب جازموریان. درون‌یابی، کریجینگ

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۲۶۳۲۲۴۹۳۱۳+
Email: ghzehtab@ut.ac.ir

۱. مقدمه

محدودیت منابع آب در دسترس در بسیاری از کشورها و بالا رفتن استانداردهای زندگی موجب افزایش نیاز به منابع آب به ویژه آب‌های زیرزمینی گردیده است [۱۴]، آب‌های زیرزمینی در مقایسه با آب‌های سطحی دارای مزیت‌های مختلفی است که در این بین می‌توان به کیفیت بالاتر و آلودگی کمتر آن‌ها اشاره کرد [۱۶]. با رشد روز افزن جمعیت و در نتیجهٔ آن تغییرات کاربری اراضی و نیز افزایش فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، این منابع در معرض خطر آلودگی قرار می‌گیرند. با توجه به سهم بسیار مهم آب‌های زیرزمینی در تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی در ایران در سال‌های اخیر شاهد افت کمی و تنزل کیفی و به هم خوردن تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی هستیم و در اکثر آبخوان‌ها بیلان آب منفی بوده و کیفیت آب زیرزمینی، شدیداً تنزل یافته است [۱۲، ۴، ۲۱]. تهیهٔ نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی و نیز تغییرات ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی می‌تواند گام مهمی در بهره‌برداری صحیح از منابع آب باشد. علاوه بر آن نقشه‌های تغییرات ویژگی‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی، نقش ارزنده‌ای در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت استفاده و بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کند [۲۶، ۳۰]. در این میان استفاده از روش‌های سنتی برای بررسی وضعیت کمی و کیفی سفره‌های آب زیرزمینی زمان‌بر و هزینه‌بر است. از این‌رو، روش‌های زمین‌آماری با توجه به توانمندی‌هایی همچون کاهش تعداد نمونه‌برداری، کاربرد توأم و ارائهٔ برآوردهای دقیق‌تر از وضعیت مکانی متغیرها، به لحاظ استفاده می‌توانند باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت برآوردها شوند [۹]. در سطح جهانی و ملی در زمینهٔ استفاده از داده‌های سنجش از دور جهت ارزیابی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر روی خصوصیات منابع آب زیرزمینی و نیز کاربرد روش‌های زمین آمار در بررسی مطالعهٔ کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی تحقیقات متعددی انجام شده است، که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در مطالعه‌ای [۲۰] به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی بر روی کیفیت آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که از وسعت کاربری اراضی مرتعی کاسته شده است و به وسعت کاربری اراضی شهری و مسکونی و کشاورزی افزوده شده است که باعث افت کمیت و کیفیت آب زیرزمینی به دلیل حفر چاه‌های غیر مجاز برای بهره‌برداری بیشتر در منطقهٔ مورد مطالعه شده است. در همین راستا [۱۷] در مطالعهٔ تأثیر روند تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی در دشت گیلانغرب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، به این نتیجه رسیدند که در اثر جایگزینی کاربری مرتع با کاربری‌های کشاورزی دیم، کشاورزی آبی و اراضی بایر بر میزان افت آب زیرزمینی افزوده شده است. [۲۳]، به بررسی تأثیر تغییرات کاربری بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در حوضهٔ آبخیز دریاچهٔ زیبار پرداخته است. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و روش‌های زمین آماری استفاده کرد و در تحقیق خود به این نتیجه رسید که تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی بیشترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی به خصوص در شمال منطقهٔ مورد مطالعهٔ آن‌ها داشته است. [۷]، به بررسی تأثیر تغییرات میزان بارش و برداشت آب‌های زیرزمینی بر تغییرات کمی و کیفی آب آبخوان در دشت رفسنجان بر اساس روش‌های درونیابی پرداختند و در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که برداشت بی‌رویه در اراضی کشاورزی باعث کاهش کمیت و کیفیت آب زیرزمینی شده است. [۱۳]، به بررسی تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب زیرزمینی به کمک روش‌های زمین آمار در دشت کرمان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در طول دورهٔ مورد بررسی کیفیت آب زیرزمینی در حال بدترشدن می‌باشد. [۲۹]، به بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب زیرزمینی با روش‌های زمین آمار در دشت جیرفت، پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که با گذشت زمان کمیت و کیفیت آب زیرزمینی کاهش

یافته است. [۶]، تغییرات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت خورموج استان بوشهر را با استفاده از روش‌های زمین‌آمار مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها حاکی از آن است که میزان املاح محلول، شوری آب، سولفات و میزان جذب سدیم، در سال‌های مطالعاتی در حال افزایش شدید بوده و کیفیت آب دشت نامناسب می‌باشد. [۸]، تغییرات مکانی شوری و قلیائیت آب‌های زیرزمینی استان اصفهان را با استفاده از زمین‌آمار مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند کیفیت آب اصفهان از لحاظ کشاورزی، از جنوب به شمال و همچنین از غرب به شرق کاهش داشته است. [۲]، افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت مشهد را با استفاده از سامانهٔ اطلاعت جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که سطح آب‌های زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و غربی آبخوان تا ۳۰ متر افت کرده است و متوسط افت سالانهٔ سطح آب زیرزمینی ۶۰ سانتی‌متر بوده است. [۱۹]، اثر تغییر کاربری اراضی بر تغذیهٔ آب زیرزمینی را درحوضهٔ رودخانهٔ Guishui در چین مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد در پی افزایش کاربری شهری و احداث شهرک‌های روستایی و همزمان کاهش اراضی مرتعی، تغذیهٔ آب زیرزمینی سالانه به میزان چهار میلیون مترمکعب کاهش یافته است، همچنین نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که کمیت آب زیرزمینی با استفاده از تغذیهٔ طبیعی و مصنوعی به علت تغییر در استفاده از زمین و الگوی پوشش زمین افزایش یافته است. [۲۵]، تأثیر تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب زیرزمینی را با استفاده از سنجش از دور و GIS مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری مرتع به کشاورزی و کشاورزی به مسکونی باعث تنزل کیفیت آب زیرزمینی شده است. [۱۱]، اثر تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی را با استفاده از GIS در جنوب هند مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که در نتیجهٔ افزایش کاربری‌های شهری و کشاورزی، کیفیت منابع آب زیرزمینی کاهش یافته است. [۲۷]، در تحقیقی به منظور ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی از روش‌های سنجش از دور، GIS و اطلاعات کمی و کیفی آب زیرزمینی استفاده کردند، نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که به علت تغییر در استفاده از زمین و الگوی پوشش زمین، کمیت و کیفیت آب زیرزمینی کاهش یافته است. [۲۳]، اقدام به بررسی رابطهٔ بین کیفیت آب با خصوصیات کاربری اراضی در ۱۲ زیرحوزه واقع در منطقهٔ Ontario در کانادا با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی نموده و نتیجه گرفتند که خصوصیات کاربری زمین بر روی کیفیت آب تأثیر زیادی داشته و کاربری شهری بیشترین تأثیر را داشته است. [۳۳]، با استفاده از تصاویر ماهوارهٔ لندست میزان تغییرات کاربری اراضی را در شهر پکن، کشور چین مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که بیشترین میزان تغییر در کاربری شهری رخ داده است و همچنین کاربری‌های جنگل، باغبانی، کشاورزی و اراضی بایر در طول کل دورهٔ مورد بررسی دارای رشد منفی بوده‌اند.

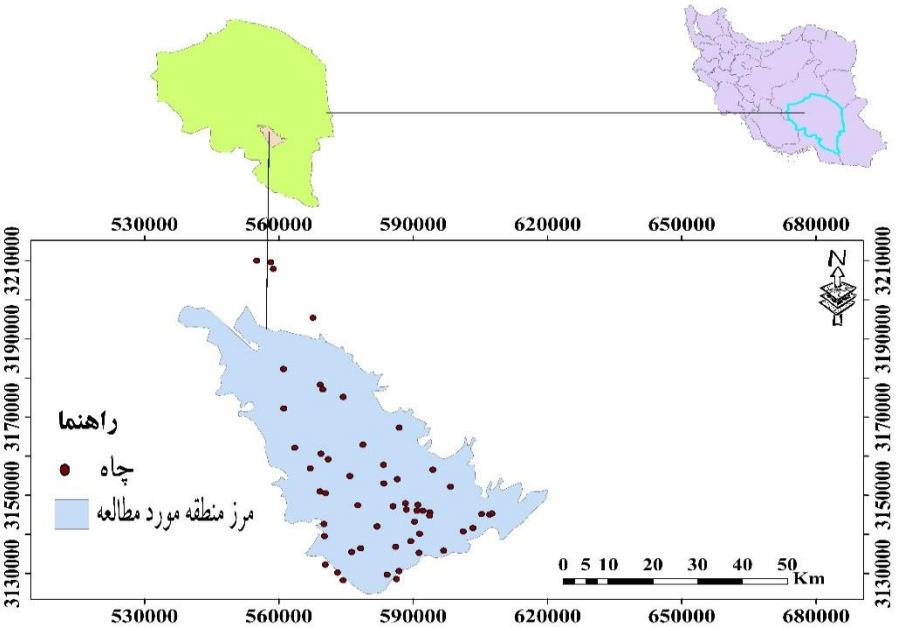
حوضهٔ غرب تالاب جازموریان با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر آن و کمبود بارش و خشکسالی‌های متوالی و خشک‌شدن رودخانهٔ دائمی و پر آب هلیل‌رود در آن به علت احداث سد جیرفت و نیز افزایش تراکم جمعیت به منابع آب زیرزمینی وابسته است. به‌طوری‌که در حال حاضر به علت برداشت بی‌رویه از این منابع و پیامدهای حاصل از آن یکی از دشت‌های ممنوعه در کشور محسوب می‌شود. از این‌رو با آگاهی دانستن از وضعیت کمیت و کیفیت آب زیرزمینی می‌توان چشم انداز فهم و درک مناسبی از وضعیت کمی و کیفی آب زیرزمینی در منطقه ارائه داد و از آلودگی بیشتر منابع آب زیرزمینی در دراز مدت و همچنین اثرات مخرب اکولوژیکی، اثرات مخرب بر حاصلخیزی خاک و بروز اختلاف میان ذی‌نفعان و پدید آمدن بحران‌های اجتماعی جلوگیری کند. بنابراین هدف از این تحقیق، ارزیابی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی و نیز

مقایسهٔ روش‌های مختلف زمین‌آمار در پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان و تعیین مناسب‌ترین روش با توجه به تعداد نمونه‌ها و پراکنش مکانی آن‌ها، و همچنین پهنه‌بندی پارامترهای کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان می‌باشد.

۲. روش‌شناسی

۱،۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

حوضهٔ غرب تالاب جازموریان در بین مختصات جغرافیایی ′۱۵ °۵۷ و ′۱۷ °۵۸ طول شرقی و ′۱۲ °۲۸ و ′۱۳ °۲۹ عرض شمالی، در جنوب ایران و در استان کرمان قرار گرفته است (شکل۱). ارتفاع آن از سطح دریا بین ۵۵۰ تا ۸۰۰ متر متغیر است. این منطقه از نظر آب و هوایی جزء مناطق نیمه‌خشک به شمار می‌رود و متوسط بارندگی آن در طول یک دورهٔ دراز مدت ۴۰ ساله ۱۷۰ میلیمتر می‌باشد. در محدودهٔ حوضهٔ غرب تالاب جازموریان و بر اساس آخرین آماربرداری در سال ۱۳۸۴، حدود ۵۱۲۹ چاه (نیمه‌عمیق و عمیق)، ۱۰۹۰ چشمه و ۲۹۴ قنات وجود دارد که تخلیه‌ای بالغ بر ۹۵۰ میلیون متر مکعب در سال را به آبخوان حوضهٔ غرب تالاب جازموریان اعمال می‌کنند. از این رو میزان تخلیهٔ بخش صنعت با مصرف ۰/۲۶ درصد میزان کل تخلیه، کمترین مقدار و بخش کشاورزی با ۰/۹۴ درصد بیشترین میزان بهره‌برداری را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲،۲. روش تحقیق

در این تحقیق به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در حوزهٔ مطالعاتی، از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های ۲۰۰۲ TM و ۲۰۱۵ OLI استفاده گردید و همچنین از داده‌های حاصل از بازدید میدانی به عنوان اطلاعات جانبی استفاده شد. در ضمن پردازش و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نیز در محیط نرم‌افزار ENVI 5.1 صورت گرفت. به منظور تهیهٔ نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی، روش

طبقه‌بندی نظارت‌شده و روش حداکثر احتمال بکار گرفته شد [۲۲]. در روش حداکثر احتمال، احتمال تعداد پیکسل‌ها به هر یک از طبقات محاسبه گردید و بر اساس بالاترین میزان احتمال، عمل طبقه‌بندی و اختصاص پیکسل‌ها به طبقات صورت گرفت. گام اول در انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده، تعیین نوع و تعداد طبقه‌ها بود و این نوع طبقه‌بندی بر پایهٔ پیش شناخت دقیق طبقه‌بندی‌های مورد نظر استوار بود. بدین منظور برای تعیین هر نوع کاربری نمونه‌های تعلیمی در طبقه‌بندی داده‌ها به کار برده شد [۳،۵]. سپس تمامی کاربری‌های منطقهٔ مورد مطالعه به شش طبقه (خشکه‌رود، سد، مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی، کوهستان، مرتع و اراضی بایر) تقسیم‌بندی شدند. در نهایت لایه‌های بدست آمده برای محاسبهٔ مساحت کاربری‌ها و تهیهٔ نقشهٔ خروجی مناسب به نرم افزار ArcGIS 10.1 منتقل گردید. همچنین به منظور بررسی پایش تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان از آمار و اطلاعات چاه‌های مربوطه در بازهٔ زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۱ که توسط شرکت تماب و سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان برداشت‌شده بود و تجزیه و تحلیل‌های کیفی روی آن‌ها انجام شده بود، استفاده گردید. بعد از نرمال سازی داده‌ها، با استفاده از معیار RMSE روش مناسب درون‌یابی تشخیص داده شد و نقشه‌های پارامترهای کمی و کیفی در محیط ArcGIS ترسیم گردید و در انتها پایش تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی صورت گرفت.

کریجینگ یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوار می‌باشد و به عنوان بهترین تخمین‌گر نا اریبی شناخته می‌شود [۱۸]. شرط استفاده از روش کریجینگ آن است که متغیر z دارای توزیع نرمال باشد. در غیر این صورت باید از روش کریجینگ غیرخطی استفاده شود و یا به نحوی توزیع متغیر نرمال گردد. رابطهٔ کلی کریجینگ به صورت زیر است:

$$Z^*(x_i) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \, Z(x_i) \qquad (۱)$$

که در آن $Z^*(X_i)$، مقدار تخمینی متغیر در موقعیت X_i، λ_i وزن مربوط به نمونه i ام، $Z(X_i)$، مقدار متغیر iام و n نیز تعداد مشاهدات است.

روش زمین آماری دیگر، فاصلهٔ وزنی معکوس می‌باشد که با وزن‌دهی به داده‌های اطراف نقطهٔ مورد برآورد، کمیت مجهول را به دست آورده و درون‌یابی را انجام می‌دهد. ضمناً چنین فرض می‌شود که نقاط نزدیک به یکدیگر شباهت بیشتری نسبت به نقاط دور دارند، بنابراین نقطهٔ نزدیکتر وزن بیشتری دارد [۱۰]. رابطهٔ کلی فاصلهٔ وزنی معکوس به شرح زیر می‌باشد:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{Z_i}{d_i^{\,m}}}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{d_i^{\,m}}} \qquad (۲)$$

که در این رابطه z_i مقادیر نمونه، d_i فاصلهٔ اقلیدسی هر مکان تا نمونه، m عامل توان (اصطلاک نمونه) و n تعداد نقاط نمونه است. برای ارزیابی میزان خطا و انتخاب بهترین روش درون‌یابی، معیارهای مختلفی نظیر میانگین مطلق خطا (MAE)، میانگین خطای انحراف (MBE) و ریشهٔ دوم مربعات خطا (RMSE) وجود دارد. در این تحقیق از معیار RMSE استفاده گردید [۲۸،۲۰،۲۹]، RMSE را به عنوان پارامتر مهمی جهت نشان دادن دقت تحلیل مکانی در GIS و RS می‌دانند [۲۹،۲۰،۲۸].

$$RMSE = \left(\sum (Z^*(xi) - Z(xi))^2 / n\right)^{1/2} \qquad (۳)$$

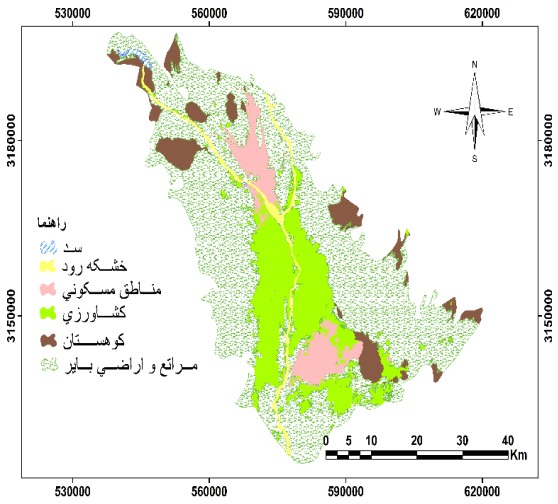
Z*(x): مقدار برآورد شدهٔ متغیر مورد نظر، Z (xi): مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر و n: تعداد داده‌ها می‌باشد.

در نهایت برای پایش کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در منطقهٔ مورد مطالعه، نقشه‌های کلی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی برای دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ از هم کم

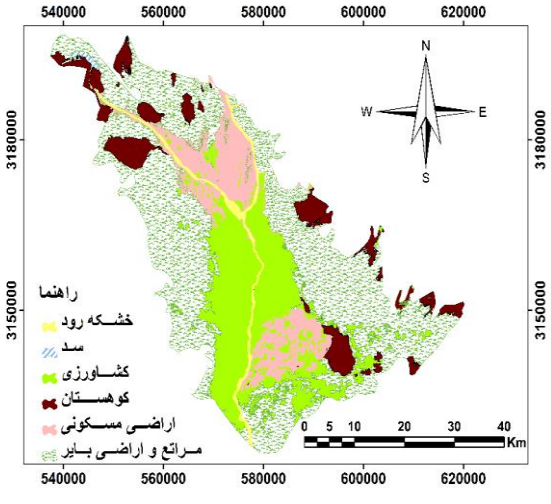
گردید تا روند کلی تغییرات در طول این دوره به‌دست آید. بدین ترتیب همگام با بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقهٔ مطالعاتی طی سال‌های مورد نظر، تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی نیز مورد بررسی قرار گرفت و با ادغام نتایج، اثرات تغییرات کاربری اراضی برکیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی ارزیابی شد.

۳. نتایج

در تحقیق حاضر، به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در حوزهٔ غرب تالاب جازموریان از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ و همچنین داده‌های حاصل از بازدید میدانی استفاده شد. با توجه به نتایج بدست آمده و نقشه‌های کاربری اراضی حاصله از پردازش تصاویر ماهواره‌ای (شکل‌های ۲ و ۳) می‌توان بیان نمود که در هر دو سال مطالعاتی، کمترین وسعت کاربری اراضی مربوط به کاربری سد بوده است، به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۱ وسعت این کاربری معادل ۰/۲۷ درصد از مساحت منطقه بود و در سال ۱۳۹۴ به ۰/۲۱ درصد از مساحت منطقه رسید. همچنین طی دورهٔ زمانی مورد بررسی، کاربری مرتع و اراضی بایر بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است، به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۱ وسعت این کاربری برابر با ۵۸/۹۲ درصد مساحت منطقه بود و در سال ۱۳۹۴ به ۴۷/۸۵ درصد رسید، از ۱۱/۰۷ درصد کاهش سطح مراتع و اراضی بایر، ۶/۰۱ درصد آن به کاربری کشاورزی و ۵/۰۶ درصد آن به کاربری مسکونی تبدیل شده است. بررسی کاربری مناطق مسکونی طی سال‌های مطالعاتی نشان داد که کاربری مذکور با افزایش مساحتی معادل ۴/۵۳ درصد روبرو بوده است. همچنین طبقهٔ کاربری کشاورزی در سال ۱۳۸۱ با مساحت ۵۸۱/۶۳ کیلومترمربع به مساحت ۷۴۵/۰۲ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۴ رسیده است که بیانگر افزایش وسعت این کاربری به میزان ۶/۷۸ درصد می‌باشد. وسعت کاربری‌های خشکه‌رود و کوهستان نیز طی سال‌های مطالعاتی به ترتیب به مقدار ۰/۰۸ و ۰/۱ درصد با کاهش روبرو بوده است (جدول ۱).



شکل ۲. نقشهٔ کاربری اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۸۱



شکل ۳. نقشهٔ کاربری اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سال ۱۳۹۴

جدول ۱. مساحت کاربری‌های مختلف در نقشهٔ کاربری اراضی طی سال‌های مطالعاتی

کاربری	سال ۱۳۸۱ (کیلومترمربع)	سال ۱۳۸۱ (درصد)	سال ۱۳۹۴ (کیلومترمربع)	سال ۱۳۹۴ (درصد)
مناطق مسکونی	۱۷۵/۷۱	۷/۲۹	۲۸۵/۰۶	۱۱/۸۲
کشاورزی	۵۸۱/۶۳	۲۴/۱۲	۷۴۵/۰۲	۳۰/۹۰
خشکه‌رود	۵۸/۸۷	۲/۴۵	۵۷/۱۷	۲/۳۷
سد	۸/۵۲	۰/۲۷۰	۵/۱۸	۰/۲۱
مرتع و اراضی بایر	۱۴۱۹/۱۳	۵۸/۹۲	۱۱۵۴/۱۳	۴۷/۸۵
کوهستان	۱۶۷/۶۹	۶/۹۵	۱۶۴/۹۹	۶/۸۵
مجموع	۲۴۱۱/۵۵	۱۰۰	۲۴۱۱/۵۵	۱۰۰

کیفیت آب زیرزمینی در منطقه بر مبنای شاخص‌های pH، Na، Cl، So_4، mg، Ca، EC و SAR با استفاده از روش‌های زمین‌آمار در محیط نرم‌افزار سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی تعیین شد و سپس نقشه‌های حاصل از میانیابی پارامترهای مورد نظر تهیه گردید.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نظر آمار کلاسیک برای هر کدام از پارامترهای کیفی مورد تحقیق، هیستوگرام داده‌ها و پارامترهای آماری آن مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۲ نتایج مربوط به تحلیل آماری بر روی داده‌های آب زیرزمینی منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج تحلیل آماری بر روی داده‌های کیفی آب زیرزمینی منطقهٔ مطالعاتی

پارامتر	سال	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
EC(mmhos/cm)	۱۳۸۱	۷۹۵/۹۴۲	۵۰۲/۰۸۲	۲۲۴	۳۱۴۰
Ca(mg/l)		۲/۷۶۶	۱/۶۵۶	۰/۶	۱۱/۱
Mg(mg/l)		۱/۶۴۷	۰/۹۳۵	۰/۲	۵/۱
Cl(meq/l)		۲/۱۸۵	۳/۰۸۶	۰/۲	۲۲/۲
SO_4(meq/l)		۳/۰۵۷	۳/۰۳۵	۰/۲	۱۳
Na (meq/l)		۴/۲۴۶	۴/۱۷۱	۰/۴	۲۱/۸
SAR		۲/۷۹۹	۲/۴۲۰	۰/۳۱۶	۹/۴۶۷
pH		۷/۷۳۳	۰/۲۷۲	۷/۱	۸/۳
EC(mmhos/cm)	۱۳۹۴	۸۸۴/۹۱۷۸	۵۶۷/۱۲۶	۲۴۰	۳۱۱۰
Ca(mg/l)		۲/۹۰۶	۱/۶۷۱	۰/۷	۱۱/۶
Mg(mg/l)		۱/۶۶۸	۰/۸۸۲	۰/۵	۴
Cl(meq/l)		۲/۹۴۶	۳/۸۲۲	۰/۲	۲۱/۶
SO_4(meq/l)		۲/۸۱۰	۲/۸۰۲	۰/۱	۱۲/۹
Na (meq/l)		۴/۵۶۹	۴/۳۶۳	۰/۴	۲۰/۶
SAR		۲/۹۰۸	۲/۲۵۲	۰/۳۶۵	۹/۲۱۳
pH		۷/۷۹۷	۰/۲۸۳	۷	۸/۴

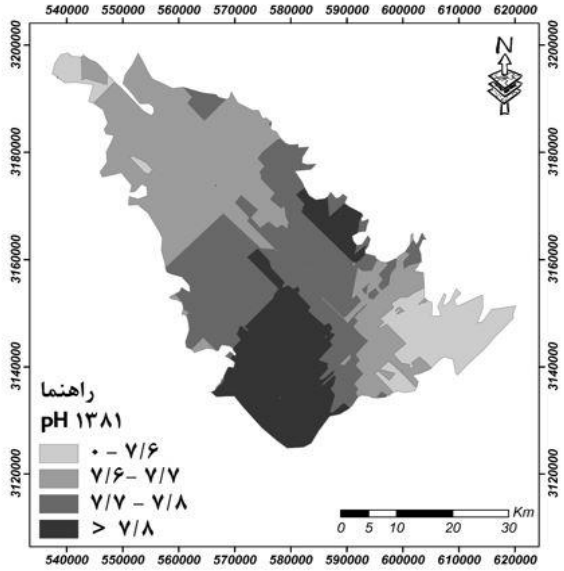
به منظور انتخاب بهترین روش درون‌یابی جهت تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی منطقه، از بین سه روش IDW، کوکریجینگ و کریجینگ، از معیار RMSE استفاده شد. نتایج مربوط به مقادیر RMSE پارامترها برای تعیین

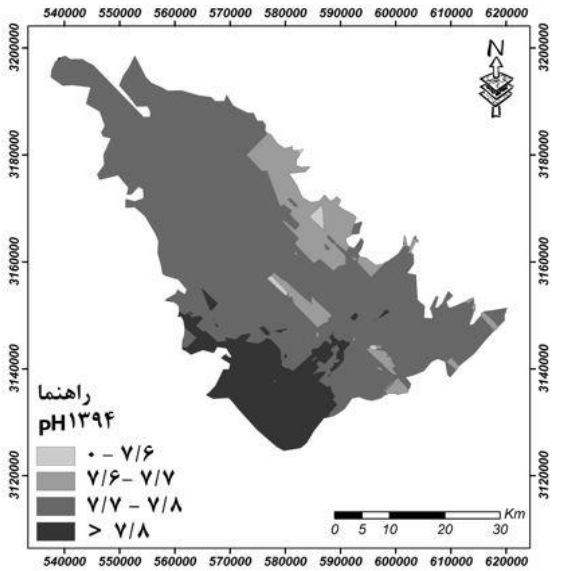
بهترین روش آماری در جدول ۳ ارائه شده است.

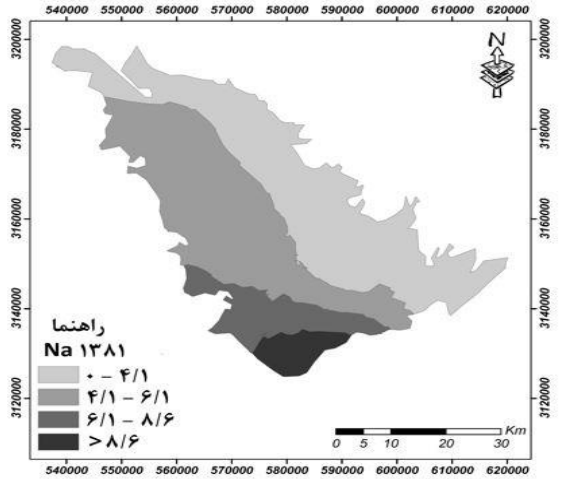
جدول ۳. مقادیر RMSE پارامترهای کیفی آب زیرزمینی برای تعیین بهترین روش آماری

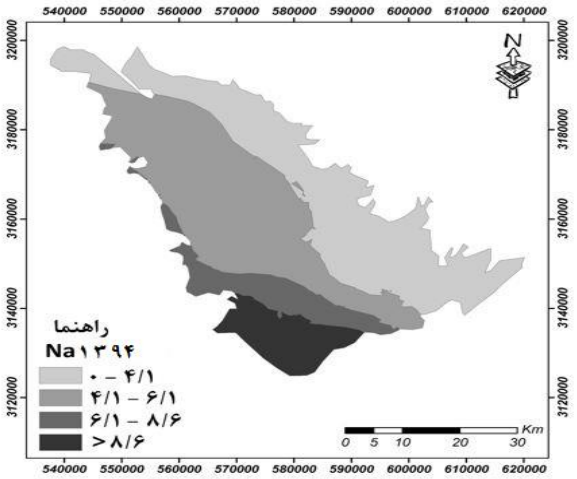
پارامتر	سال	IDW1	IDW2	IDW3	Kriging	Cokriging
EC(mmhos/cm)	۱۳۸۱	۱۳۰۴	۱۳۲۳	۱۳۷۳	۱۲۸۰	۱۰۷۴
Ca(mg/l)		۵/۲۰	۵/۵۹	۶/۰۲	۵/۰۶	۴/۵۵
Mg(mg/l)		۴/۰۲	۳/۸۶	۳/۸۰	۳/۹۳	۳/۶۱
Cl(meq/l)		۱۲/۲۸	۱۳/۳۱	۱۱/۷۲	۱۴/۳۶	۹/۸۸
SO_4(meq/l)		۵/۷۹	۶/۰۸	۶/۴۵	۵/۹۱	۵/۳۱
Na (meq/l)		۷/۲۸	۹/۱۵	۹/۴۶	۸/۵۳	۸/۸۹
SAR		۷/۲۸	۹/۱۵	۹/۴۶	۸/۸۹	۸/۵۳
pH		۸/۸۹	۹/۱۵	۹/۴۶	۸/۵۳	۷/۲۸
EC(mmhos/cm)	۱۳۹۴	۱۲۱۱	۱۱۸۶	۱۲۲۰	۱۱۷۳	۱۱۰۸
Ca(mg/l)		۲/۸۸	۲/۹۶	۳/۱۹	۲/۸۵	۲/۸۱
Mg(mg/l)		۲/۸۷	۲/۸۹	۲/۸۳	۲/۷۳	۲/۶۲
Cl(meq/l)		۹/۳۷	۸/۳۹	۸/۸۰	۷/۹۴	۷/۸۲
SO_4(meq/l)		۳/۴۶	۳/۳۷	۳/۴۳	۳/۲۲	۳/۱۸
Na (meq/l)		۷/۵۵	۸/۱۶	۸/۲۱	۷/۹۸	۸/۵۰
SAR		۷/۵۵	۸/۱۶	۸/۲۱	۸/۵۰	۷/۹۸
pH		۸/۵۰	۸/۱۶	۸/۲۱	۷/۹۸	۷/۵۵

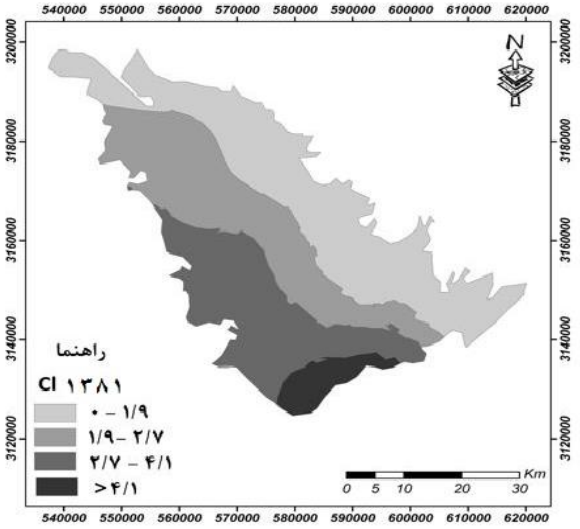
پس از انتخاب بهترین روش میان‌یابی مربوط به هر پارامتر، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی هر یک از پارامترها در سال‌های آماری رسم گردید. همان‌گونه که از نقشهٔ پهنه‌بندی پارامتر pH مشاهده می‌شود، روند گسترش میزان پارامتر از سمت جنوب منطقه در سال ۱۳۸۱، به سمت شمال و شرق منطقهٔ مورد مطالعه می‌باشد. نقشه‌های پراکنش سدیم، کلر و سولفات در طول دورهٔ آماری نشان می‌دهد که روند تغییرات مکانی و زمانی این پارامترها شبیه به هم است، به‌طوری‌که حداکثر مقدار این پارامترها، در مناطق جنوب و جنوب غرب منطقهٔ مورد مطالعه و زون‌های با غلظت پایین‌تر در قسمت‌های مرکزی، شرق و شمال شرق منطقه واقع شده‌اند که با گذشت زمان به میزان آلودگی افزوده شده است و گسترش میزان این پارامترها در سال ۱۳۹۴ به سمت شمال و شمال شرق می‌باشد. بررسی پراکنش مکانی منیزیم نیز در سال ۱۳۸۱، بیانگر میزان بالای این پارامتر در بخش‌های جنوب و غرب منطقه می‌باشد که با گذشت زمان پراکنش آن به سمت شمال غرب توسعه یافته است. تغییرات پراکنش مکانی کلسیم نیز نشان می‌دهد بیشترین غلظت این عنصر در قسمت‌های غربی منطقه است و بقیهٔ مناطق میزان کمی از این عنصر را دارا هستند ولی با گذشت زمان بر میزان این عناصر افزوده شده است و به سمت بخش‌های شمال و شمال غرب گسترش یافته است. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی پارامتر هدایت الکتریکی در طول دورهٔ آماری مطالعاتی، مشخص می‌شود که حداکثر غلظت آن در بخش‌های جنوب و غرب منطقه و حداقل غلظت آن در قسمت‌های شمال و شرق منطقه می‌باشد که با گذشت زمان میزان این پارامتر افزایش یافته است. پارامتر SAR، نیز در طی این دوره دچار تغییرات زیادی نگردیده است، به طوری که تغییر کلاسی در آن صورت نگرفته است (شکل ۴).

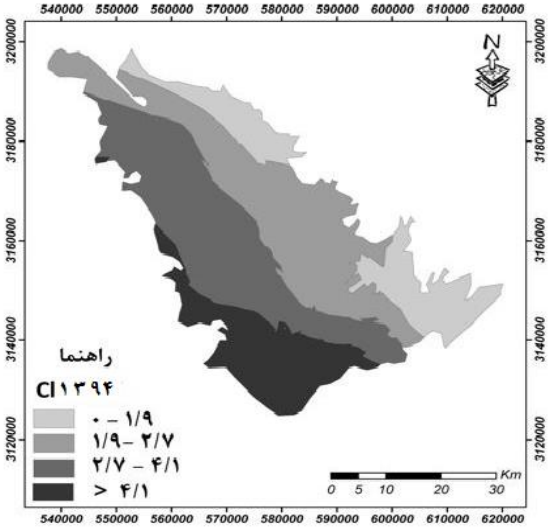

راهنما
pH ۱۳۸۱
۰ – ۷/۶
۷/۶- ۷/۷
۷/۷ – ۷/۸
> ۷/۸
Km
0 5 10 20 30
N

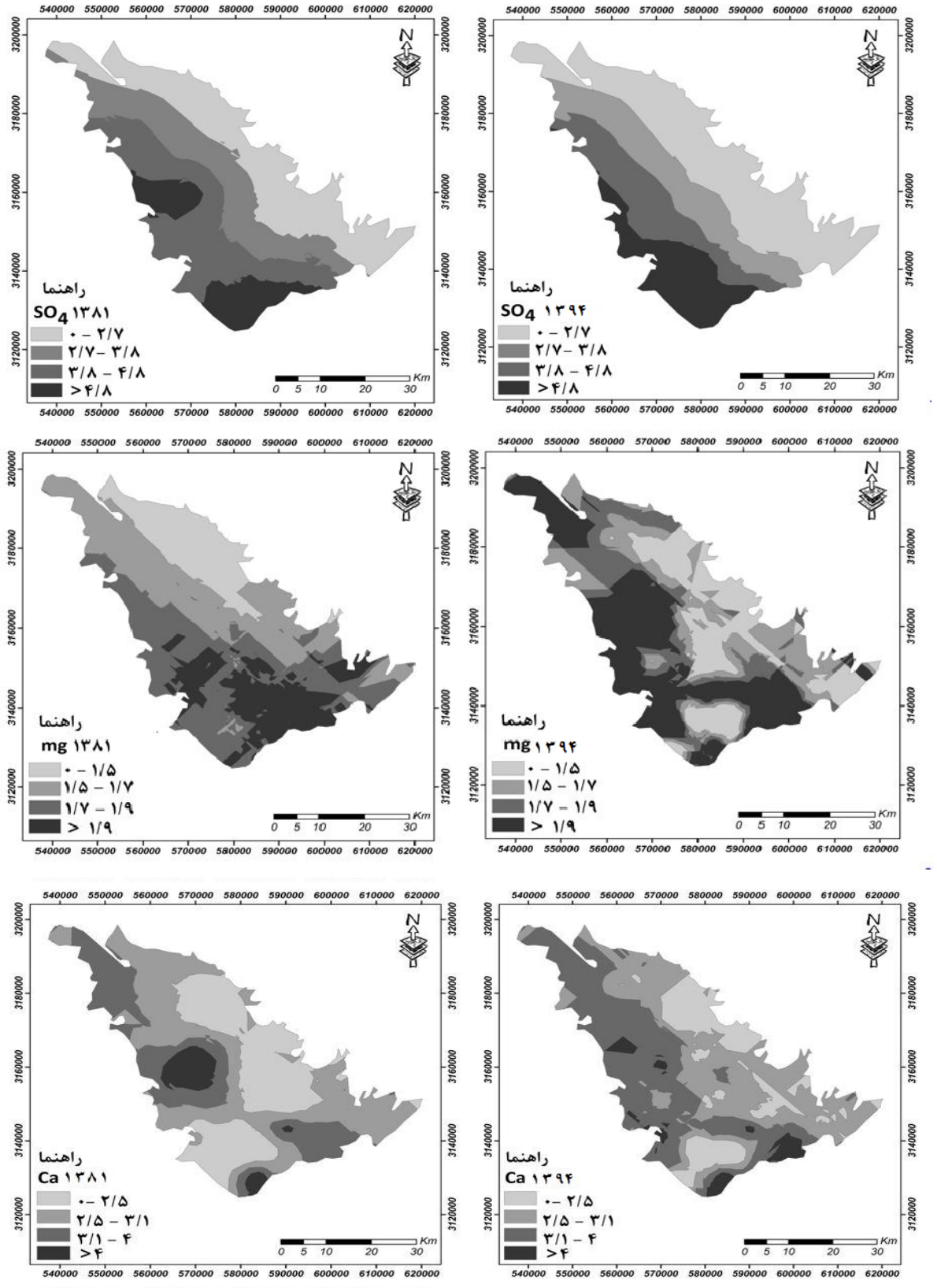

راهنما
pH۱۳۹۴
۰ – ۷/۶
۷/۶- ۷/۷
۷/۷ – ۷/۸
> ۷/۸
Km
0 5 10 20 30
N

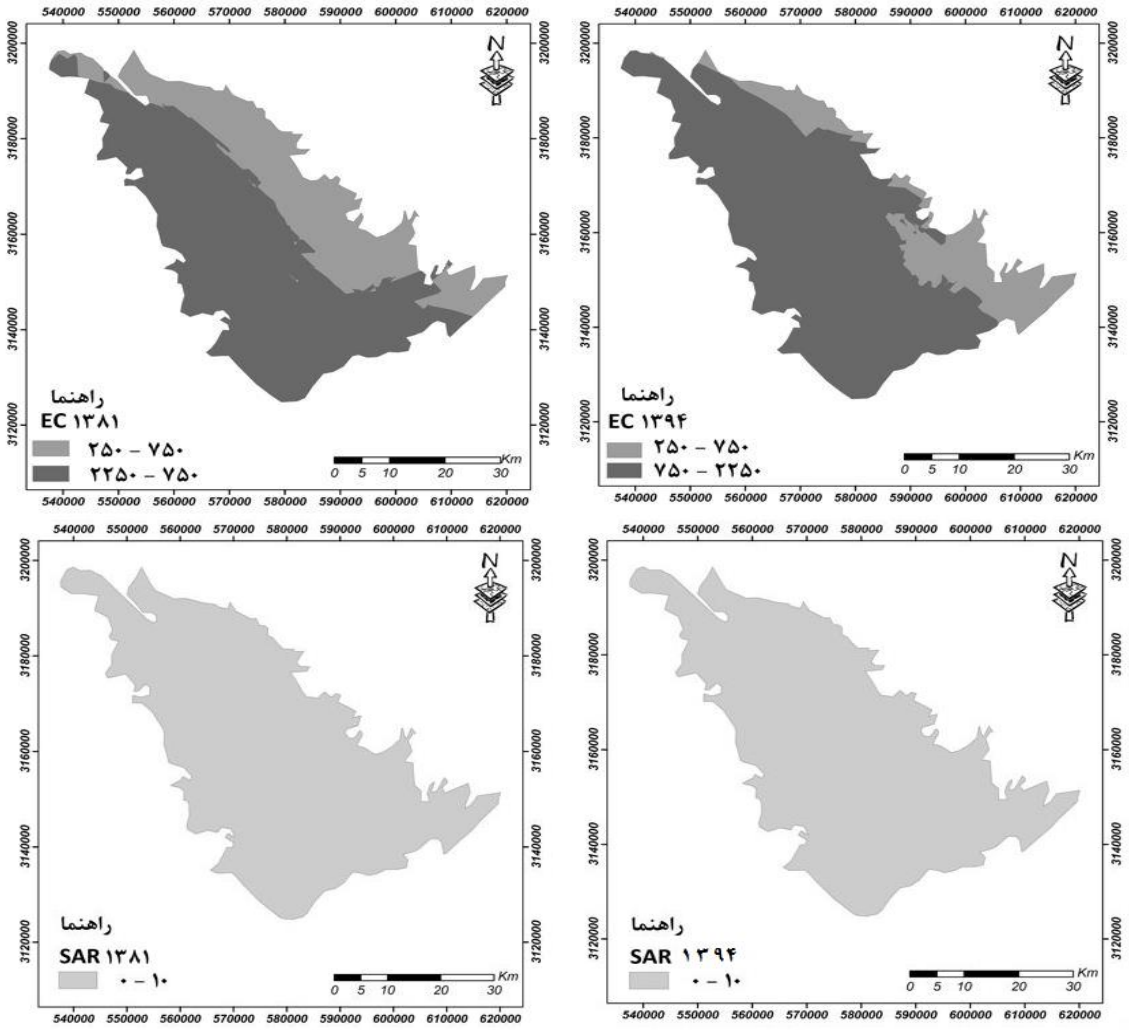

راهنما
Na ۱۳۸۱
۰ – ۴/۱
۴/۱ – ۶/۱
۶/۱ – ۸/۶
>۸/۶
Km
0 5 10 20 30
N


راهنما
Na۱۳۹۴
۰ – ۴/۱
۴/۱ – ۶/۱
۶/۱ – ۸/۶
>۸/۶
Km
0 5 10 20 30
N


راهنما
Cl ۱۳۸۱
۰ – ۱/۹
۱/۹- ۲/۷
۲/۷ – ۴/۱
>۴/۱
Km
0 5 10 20 30
N


راهنما
Cl۱۳۹۴
۰ – ۱/۹
۱/۹- ۲/۷
۲/۷ – ۴/۱
> ۴/۱
Km
0 5 10 20 30
N


راهنما
SO4 ۱۳۸۱
۰ – ۲/۷
۲/۷– ۳/۸
۳/۸ – ۴/۸
>۴/۸
راهنما
SO4 ۱۳۹۴
۰ – ۲/۷
۲/۷– ۳/۸
۳/۸ – ۴/۸
>۴/۸
راهنما
mg ۱۳۸۱
۰ – ۱/۵
۱/۵ – ۱/۷
۱/۷ – ۱/۹
> ۱/۹
راهنما
mg ۱۳۹۴
۰ – ۱/۵
۱/۵ – ۱/۷
۱/۷ – ۱/۹
> ۱/۹
راهنما
Ca ۱۳۸۱
۰– ۲/۵
۲/۵ – ۳/۱
۳/۱ – ۴
>۴
راهنما
Ca ۱۳۹۴
۰– ۲/۵
۲/۵ – ۳/۱
۳/۱ – ۴
>۴
N
Km
0 5 10 20 30

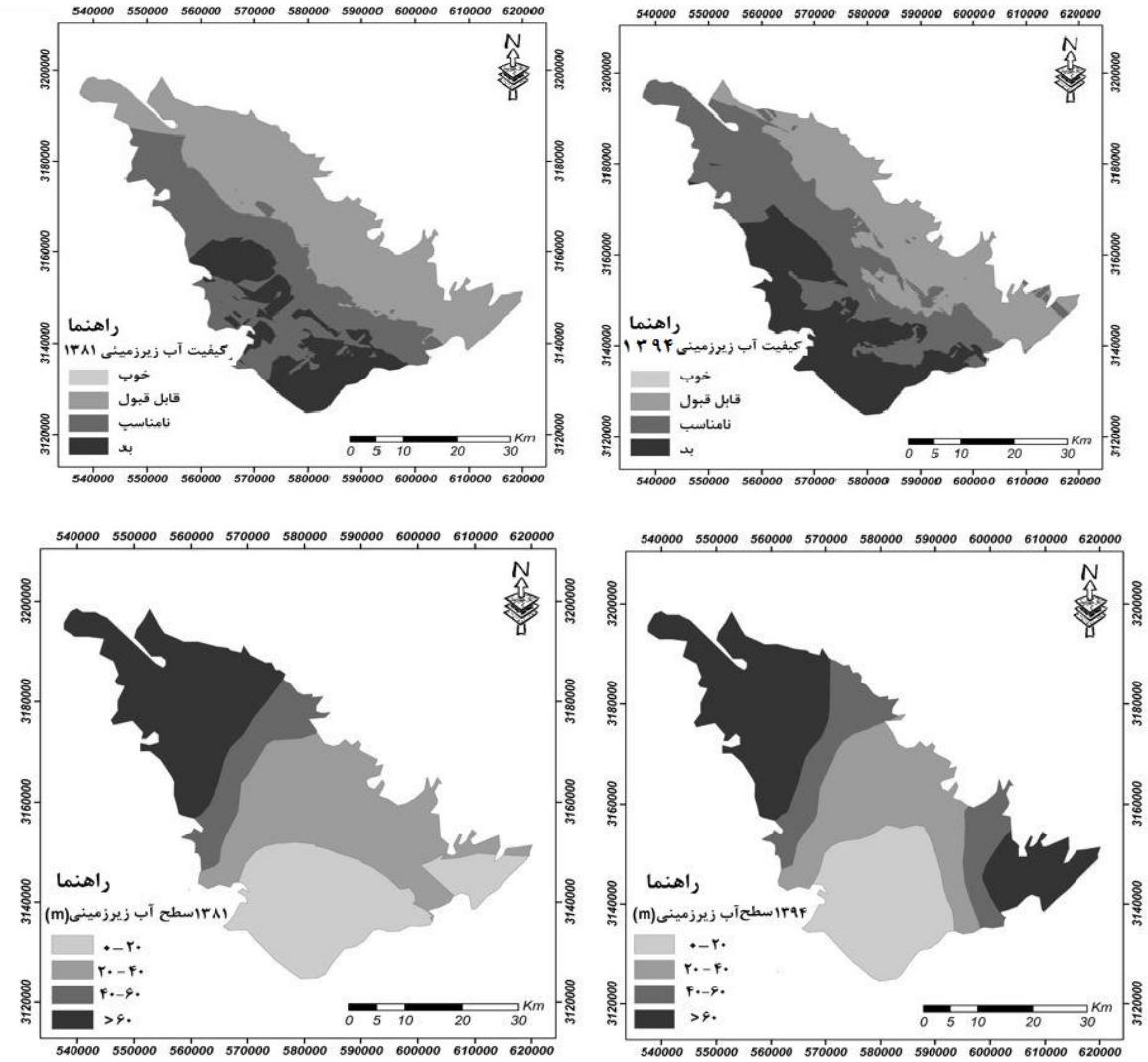


شکل ۴. نقشه‌های پهنه‌بندی مربوط به پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان

پایش روند تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴، نشان داد از کیفیت آب زیرزمینی کاسته شده است و بر مساحت کلاس‌های با کیفیت پائین‌تر افزود شده است. همچنین بررسی پراکندگی مکانی پارامتر کمی آب زیرزمینی نشان داد که سطح آب زیرزمینی کاهش یافته و افت سطح سفره صورت گرفته است (شکل ۵).

اطلاعات کلی مربوط به پارامتر سطح آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ به طور خلاصه در جدول ۴ ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که کمترین مقدار سطح آب زیرزمینی مربوط به سال آماری ۱۳۸۱ به مقدار ۲/۵۴ متر و بیشترین آن مربوط به سال آماری ۱۳۹۴ به مقدار ۸۹/۵۲ متر می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار میانگین این پارامتر مربوط به سال آماری ۱۳۹۴ به مقدار ۳۲/۹۹ متر می‌باشد.

برای تعیین مناسب‌ترین روش درونیابی پارامتر سطح آب زبرزمینی از ریشهٔ دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد که نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد که روش کریجینگ برای سال‌های آماری۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ دقیق‌تر از روش عکس فاصله وزن‌دار (IDW) می‌باشد.



شکل ۵. پایش کمی و کیفی آب زیرزمینی حوضهٔ غرب تالاب جازموریان در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴

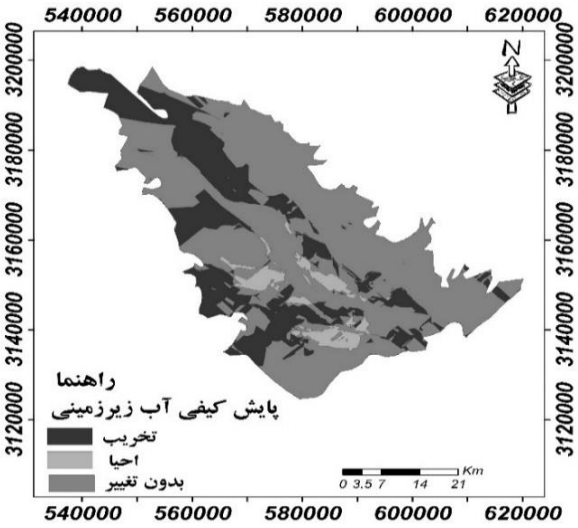
جدول ۴. نتایج تحلیل آماری بر روی داده‌های کمی آب زیرزمینی منطقهٔ مطالعاتی

پارامتر سطح آب زیرزمینی	سال	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
عمق آب زیرزمینی (m)	۱۳۸۱	۲۶/۱۴	۱۶/۳۱	۲/۵۴	۷۸/۰۴
عمق آب زیرزمینی (m)	۱۳۹۴	۳۲/۹۹	۲۱/۳۹	۴	۸۹/۵۲

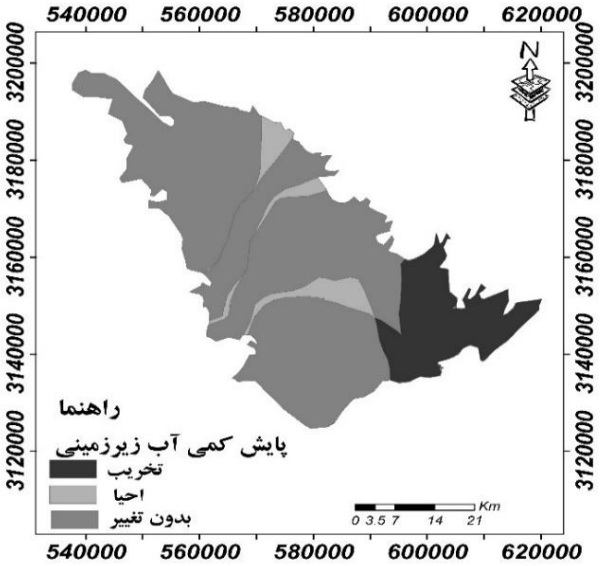
جدول ۵. مقادیر RMSE هر یک از روش‌های میان‌یابی عمق آب زبرزمینی

سال	IDW1	IDW2	IDW3	Kriging	Cokriging
۱۳۸۱	۲۲/۱۷	۱۸/۷۸	۱۷/۲۴	۱۳/۳	۱۶/۸
۱۳۹۴	۱۵/۲۳	۱۱/۳۹	۹/۱	۶/۰۱	۷/۹

شکل ۶ و ۷ روند کلی تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی و نیز نقشهٔ نهایی روند افت آب زیرزمینی در منطقهٔ مورد مطالعه را در طول سال‌های مطالعاتی نشان می‌دهند به طوری که روند کلی تغییرات پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی از کم کردن نقشهٔ کلی کمیت و کیفیت در دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ به‌دست آمده است.



شکل ۶. پایش کلی تغییرات کیفی آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان



شکل ۷. پایش کلی تغییرات کمی آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان

۴. بحث و نتیجه‌گیری

آب زیرزمینی یکی از پارامترهای مهم زیست‌محیطی محسوب می‌شود. بنابراین کاهش کمیت و کیفیت آن یک مسئلهٔ مهم اجتماعی و نگرانی زیست‌محیطی است. یکی از دلایل افت کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، افزایش جمعیت، بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. در تحقیق حاضر اثرات تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در حوضهٔ غرب تالاب جازموریان واقع در استان کرمان در سال‌های مطالعاتی ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، از تصاویر ماهوارهٔ لندست مربوط به سنجنده‌های TM و OLI استفاده گردید. همچنین جهت پایش تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی و پهنه‌بندی آن‌ها، پارامترهای pH، Na، Cl، So_4، mg، Ca، EC و SAR به‌کار گرفته شد. نتایج حاصل از ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی بر اساس معیار RMSE نشان داد که برای پارمترهای سدیم و SAR روش IDW و برای بقیهٔ پارامترها روش کریجینگ دارای کمترین خطا می‌باشد که این نشان دهندهٔ دقت بیشتر روش کریجینگ نسبت به روش‌های دیگر زمین آماری می‌باشد که یکی از علل آن می‌تواند موقعیت قرارگیری چاه‌ها و شرایط توپوگرافی در منطقهٔ مورد مطالعه باشد. نتایج این تحقیق روش کریجینگ را به عنوان بهترین روش معرفی می‌کند و بر کارایی بالای روش کریجینگ [۲۹، ۱۵]، صحه می‌گذارد. همچنین

نتایج حاصل از بررسی پایش سال‌های مطالعاتی نشان داد که سطح این منطقه در طول بازۀ زمانی مورد بررسی دچار تغییراتی شده به طوری که وسعت اراضی کشاورزی و اراضی مسکونی رو به افزایش است و کاهش وسعت کاربری‌های سد، خشکه‌رود، اراضی بایر و مرتع و نیز کاربری کوهستان در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۱ اتفاق افتاده است. این تغییرات نشان‌دهندۀ افزایش تخریب و وضعیت ناپایدار در منطقه است و از عوامل اثرگذار بر منابع آب زیرزمینی می‌باشد که با نتایج [۲۰]، که تحقیقات آن‌ها که در دشت یزد- اردکان انجام گرفت و نشان داد که افزایش وسعت کاربری شهری و مسکونی و نیز کاهش اراضی مرتع طی سال‌های مطالعاتی منجر به تنزل کیفیت در منابع آب زیرزمینی شده است، مطابقت دارد. در نتیجۀ افزایش وسعت کاربری کشاورزی و مسکونی در منطقۀ مطالعاتی، از کیفیت آب زیرزمینی کاسته شده است و بر میزان مساحت کلاس‌های با کیفیت پائین‌تر افزود شده است که علت اصلی آن را می‌توان ناشی از گسترش فعالیت‌های کشاورزی و حفر چاه‌های غیر مجاز و تغییر کاربری اراضی که از حالت مرتع به اراضی کشاورزی بوده است، دانست که با نتایج [۱، ۷]، در دشت رفسنجان، که به بررسی تأثیر تغییرات میزان بارش و برداشت آب‌های زیرزمینی بر تغییرات کمی و کیفی آب آبخوان در دشت رفسنجان بر اساس روش‌های درون‌یابی پرداختند و در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که برداشت بی‌رویه در اراضی کشاورزی باعث کاهش کمیت و کیفیت آب زیرزمینی شده است، مطابقت دارد. از لحاظ گسترش مکانی نیز نتایج کمیت و کیفیت آب زیرزمینی نشان داد که در بعضی از قسمت‌های مرکزی دشت، کمیت و کیفیت آب زیرزمینی تنزل پیدا نکرد که از علل آن در این قسمت می‌توان به تغییر سیستم آبیاری از سنتی به مدرنیزه اشاره کرد. در صورتی‌که در قسمت‌های شمالی دشت احداث سد جیرفت بر روی رودخانۀ دائمی هلیل‌رود، باعث شده که حقابۀ این رودخانه که تأمین کنندۀ آب زیرزمینی این دشت و قسمت‌های پایین‌دست می‌باشد، تأمین نشود و باعث شده تا به تبع آن کیفیت آب زیرزمینی در این بخش‌ها با گذشت زمان تنزل یابد. همچنین بررسی پراکندگی مکانی پارامتر کمی آب زیرزمینی نشان می‌دهد که همزمان با تغییرات کاربری اراضی و افت کیفیت منابع آب زیرزمینی، عمق آب زیرزمینی نیز افزایش یافته و افت سطح سفرۀ صورت گرفته است که با نتایج تحقیقات [۳۱، ۲۴، ۲۹، ۱۵]، مطابقت دارد. تحقیقات در دشت مورد بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که سطح سفرۀ با گذشت زمان افت کرده است. از طرف دیگر، قسمت‌های جنوب شرق شاهد تنزل منابع آب زیرزمینی و افت بیشتر آب بوده است که طبق نقشۀ کاربری، فعالیت‌های کشاورزی در این قسمت نسبت به سال ۱۳۸۱ گسترش یافته است.

References

[1] Ajdary, k. and kazemi, G. (2014). Quantifying changes in groundwater level and chemistry in Shahrood, northeastern Iran, Hydrogeology Journal, 22(2), 469-480.

[2] Akbari, M. Jirga, R.V. and Sadat, M.M. (2009). Investigation of Groundwater Loss Using Geographic Information System (Case Study: Mashhad Plain Aquifer), Journal of Soil and Water Conservation, 16(4), 63-78.

[3] Alawi panah, S. K. (2012). Application of Remote Sensing in Earth Sciences, Tehran University Press.

[4] Alizadeh, A. (2011). Principles of Applied Hydrology, 30th Edition, University of Reza (AS), Mashhad.

[5] Fatemi, S.B. and.Rezaei Y. (2005). Principle of remote sensing, Tehran: Azadeh Publication

[6] Ghasemi, R. Mirarkhalq Zia, T. Ahmadi, Valiollah Karimi, Ismail Abbasi, (2015). Estimation of quantitative and qualitative changes of groundwater by land use (Case study: Khormooj plain, Bushehr province), The 2nd National Conference on Water Crisis Solutions in Iran and the Middle East.

[7] Ghazavi, R. and Ramezani Sarbandi, M. (2013). Investigating the Effect of Changes in Precipitation Rates and Groundwater Recovery on Quantitative and Qualitative Changes in Aquifer Water (A Case Study of Rafsanjan Plain) Journal of Hydrogeomorphology, No. 12,111-129.

[8] Jafary, R. Bkhshndhmhr, L. (2014). investigate the spatial variability of salinity and alkalinity using geostatistics rely Groundwater in Isfahan Province, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 18(68), 182-194.

[9] Jahanshahi, A. Roohi Moghadam, A. and Dehvari, A. (2014). Evaluation of Groundwater Quality Parameters Using GIS and Land Statistics (Case Study: Aquifer in Shahrbabak Plain), Daneshbakhsh Water and Soil Journal, 24(2), 197- 183.

[10] Johnston, K. Ver Hoef, J. M. Kerivoruchko, K. and Lucas, N. (2001), Using ArcGis geostatistical analyst: Esri Redlands.

[11] Haris K. Arina, Ahmed. Shakeel, Perrrin, Jerome. GIS- based impact assessment of land- use changes on groundwater quality: study from a rapidly urbanizing region of South India.

[12] Madan, K. Kamii, Y. and Chikamori, K. (2008). Cost-effective approaches for sustainable groundwater management in alluvial aquifer systems. Water resources management

[13] Mohammadi, S. and Sallagagheh, A. (2017). Study of spatial and temporal variations of groundwater quality with the help of the best estimator of pitch statistics (Case study Plain: Kerman Plain). Scientific Journal of Watershed Management Sciences and Engineering. 49 – 60.

[14] Mohammadi, M.Ghaleeni, M. Obrahi, K. (2011). Time and Spatial changes of groundwater quality in Qazvin Plain. Iranian Journal of Water Research, 5(8), 41-52.

[15] Nakhaei Nejadfard, S. Zahtabian,G.R. Malekian,A. And Khosravi, H. (2018). Investigation of temporal and spatial variations of quantity and quality of groundwater of the Karajan Plain in South Khorasan. Research on Range and Desert of Iran, 24 (2), 268-279.

[16] Naseri, H. Khorimi, M. Yidkhashi, M.E. Shapesandzadeh,M.And Dehghan, H.(2006). Investigating the Factors Affecting Spatial Change of Nitrate Concentration in Groundwater of Gharehsoo Basin, Journal of Agricultural Science and Natural Resources.13 (1), 108-116.

[17] Nasrallahi, M. Membeni,M. Valizadeh,S. And Khosravi,H.(2014). Investigation of Land Use Change Process / Ground Coverage on Groundwater Groundwater Status Using Satellite Images (Case Study: Gilan-e-Gharb Plain), Geosciences Information & Knowledge Management, 23(91), 921-932.

[18] Nath, B. (2009), Geostatistical approach to assessment of spatial distribution of groundwater quality, Pol J Environ Stud, 18, 1073-1082.

[19] Pun, Y. GONG, H. ZHOU, D. Li, X. NAKAGOSHI, N. (2011). Impact of land use change on groundwater recharge in Guishui River Basin, China, Chin. Geogra. Sci. 21 (6), 734-743

[20] Rafieh Sharifabad, J. Zahtabian,G.H. Khosravi, H. And Gholami, H. (2016). Investigating Land Use Change Process on Groundwater Quality in Yazd-Ardakan Plain, Geography Quarterly, and Seventh.1 (19), 189-199.

[21] Rahimi, M. And Soleimani, K. (2017). Evaluation of Groundwater Potential of Dehgolan Plain on Geographic Information and Remote Sensing Using a Multi-Criterion Decision Making Technique, Journal of Science and Engineering, 10(35), 27-39.

[22] Richards John, A. and Xiuping, J. (2006). Remote Sensing Digital Image- Analysis: An introduction, 4th Edition, Springer.

[23] Sadeghi, A. Zahtabian, G.H. Malekian, A. Khosravi,H. (2014). Effect of Land Use Change on Groundwater Quality in Zaribar Lake Watershed, Watershed Studies, .27(4), 90-97.

[24] Samadi, J. And Samadi, J. (2017). Spatial-temporal modeling of groundwater level changes in urban and rural areas of Kashan aquifer using GIS techniques. Journal of Environmental Science and Technology, 19 (1), 63-77.

[25] Serivastava, P. K. Singh, S. Gupta, M. Thakur, J. K. and Mukherjee, S. (2012). Modeling impact of land use change trajectories on groundwater quality using remote sensing and GIS. Environ Eng Manage J.

[26] Shabani, M. (2008). Determining the Most Appropriate Land Use Method in the Void Map of TDS Changes and Groundwater PH (Case Study: Arsanjan Plain), Water Engineering Magazine.2 (1), 47-57.

[27] Singh, S.K. Singh, Ch.K. Mukherjee, S. (2010). Impact of land use and land cover change on groundwater quality in the Lower Shiwalik hills, a remote sensing and GIS based approach, Cent. Eur. J. Geosci. 124-131.

[28] Siska, P. P. and Hung, I. K. (2001). Assessment of kriging accuracy in the GIS environment. In 21st Annual ESRI International Conference, San Diego, CA.

[29] Soleimani Sardou, F. Boroumand, N. And Azareh, A. (2016). Investigation of Spatial and temporal changes in groundwater quality in Jiroft plain, Journal of Rangeland and Watershed Management, 69(4), 932-921.

[30] Vadietee,M. Asghari Moghaddam, A. And Nakhaei, M. (2016). Evaluation of Groundwater Quality for Agricultural Use Using Fuzzy Inference Model, Journal of Ziouheshi University of Science and Engineering, 10(35), 69-77.

[31] Valipur, M. Karimian Eghbal,M. Malakouti. M.J. And Khoshgaftar,A.H. (2008). The trend of salinity development and agricultural land degradation in the Shamsabad region of Qom, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12(46), 691-683.

[32] Williams, J. W. Izaurralde, R. C. and Steglich, E. M. (2008). Agricultural Policy/environmental extender model, Theoretical Documentation, Version, 604.

[33] Wu, Q. Li, H. Q. Wang, R. S. Paulussen, J. He, Y., Wang, M. and Wang, Z. (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. Landscape and urban planning, 78(4), 322-333.