دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌ویکم، شماره‌ی ۷۵
پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۹۴-۷۵

DOI:10.52547/GeoSpa.21.3.75

*صیاد اصغری سراسکانرود[۱]
مریم محمدزاده شیشه‌گران[۲]
احسان قلعه[۳]

بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی: شهرستان پارس‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲

چکیده

هدف اصلی این تحقیق پایش سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از علم سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای و رابطه آن با کاربری اراضی می‌باشد. به همین منظور ابتدا تصاویر مربوطه اخذ و پیش‌پردازش‌های لازم بر روی هر کدام اعمال شد. سپس نسبت به مدل‌سازی و طبقه‌بندی تصاویر اقدام شد. به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی برای هر دو سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا استخراج شد و سپس به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی نقشه تغییرات کاربری اراضی برای بازه زمانی ۱۶ ساله استخراج شد. بعد از استخراج نقشه تغییرات کاربری اراضی به‌منظور انتخاب بهترین مدل، برای سال ۲۰۰۲ مدل K-Bessel و برای سال ۲۰۱۸ مدل Circular دارای بیش‌ترین دقت می‌باشند. نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان تغییرات مربوط به کاربری مرتع به کشاورزی دیم، کاربری مرتع به کشاورزی آبی، جنگل به کشاورزی آبی و کشاورزی دیم به کشاورزی آبی است. در میان کاربری‌های تغییریافته، کاربری جنگل کم‌ترین میزان افزایش را داراست در حالی که میزان تغییر

*۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: s.asghari@uma.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

کاربری جنگل به دیگر کاربری‌ها به‌مراتب بیش‌تر است و این امر نشان‌دهنده سرعت تخریب جنگل‌ها نسبت به میزان احیای آن است. نتایج بررسی آب‌های زیرزمینی نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تراز آب در سال ۲۰۰۲ متعلق به کاربری کشاورزی دیم و کاربری مناطق کشت آبی و در سال ۲۰۱۸ نیز کاربری کشاورزی دیم دارای بیش‌ترین میانگین تراز آب و کاربری جنگل دارای کم‌ترین میانگین تراز آب بود که این امر نشان‌دهنده وضعیت بحرانی آب‌های زیرزمینی و استفاده بیش از حد از این منابع می‌باشد.

کلید واژه‌ها: طبقه‌بندی شیءگرا، آب‌های زیرزمینی، روش‌های زمین‌آمار، پارس‌آباد.

مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع اصلی تأمین آب شیرین در سیاره ما محسوب می‌شود. استفاده از آب زیرزمینی در این اواخر به‌واسطه افزایش تقاضای آب، به دلیل رشد سریع جمعیت و صنعتی شدن، چندین برابر افزایش یافته است (Chowdhury, 2016: 276). سفره‌های آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک همواره مورد توجه بوده است. کمبود منابع آب سطحی سبب برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است. با افزایش روزافزون جمعیت برداشت بی‌رویه از این منابع بیش‌تر شده است و این ذخایر طبیعی با تهدید جدی مواجه بوده‌اند. آگاهی از تغییرات تراز آب به‌منظور شناخت بیش‌تر از وضعیت سفره‌های آب‌های زیرزمینی و مدیریت بهینه آن ضرورت دارد. با ارزیابی نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌توان از آن در مدیریت آب استفاده نمود (Salman Mahini & Rahel Namini, 2013: 3). مدیران منابع آب همواره وظیفه دشوار تأمین نیاز رو به رشد برای آب سالم مواجه هستند، این در حالی است که ذخایر آب ثابت و در برخی مواقع رو به کاهش‌اند. آب‌های زیرزمینی معمولاً به‌عنوان منابع مناسب و قابل دسترس برای تأمین نیازهای آبی، مخصوصاً در طول دوره‌های خشکسالی بهره‌برداری شده است (Jones et al., 2015: 82). 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 ارائه برآوردهای دقیق‌تر از وضعیت مکانی متغیرها، به لحاظ استفاده می‌توانند باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت برآوردها شوند (Jahanshahi et al., 2014: 184). امروزه حدود ٦٠ درصد از خدمات اکوسیستم‌ها که در برنامه ارزیابی اکوسیستم هزاره سازمان ملل مورد بحث قرار گرفت، در حال تنزل کیفیت یا استفاده ناپایدار است، تنزل کیفیت این خدمات در نیمه‌ی اول قرن حاضر به وضعی وخیم رسیده است (Fathi & Arkhi, 2013: 57). در نواحی خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، مهم‌ترین عامل رشد کشاورزی، آب می‌باشد. در این مناطق با توجه به کمبود نزولات جوی و جریانات سطحی عمده‌ترین فشار روی آب‌های زیرزمینی وارد می‌شود (Guner et al., 2010: 720). ارزیابی آسیب‌پذیری و آلودگی آبخوان برای مدیریت، توسعه و تخصیص کاربری اراضی، نحوه پایش کیفیت، پیشگیری و کیفیت، پیشگیری

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

و حفاظت از آلودگی‌های آب‌های زیرزمینی ضروری است (Kumari, 2012: 33). آب‌های زیرزمینی در قیاس با آب‌های سطحی دارای مزیت‌های مختلفی مانند کیفیت بالاتر و آلودگی‌های کم‌تری هستند. مطالعه کمیت و کیفیت این منابع و رابطه خاص آن ویژگی‌های سطح زمین، کم‌ترین و حداقل تلاش در مورد حفاظت از این منابع ارزشمند خواهد بود (Thomas & Tellam, 2005: 159). برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی باید از چگونگی تغییرات مکانی کیفیت این آب‌ها اطلاع داشت. به دلیل شناخت درست و یا عدم درک میزان آسیب‌پذیری سریع آب‌های زیرزمینی، سهل نگاری‌های زیادی در خصوص نگهداری صحیح آن‌ها صورت گرفته است. نفوذ بنزین و سایر مایعات مضر از مخازن زیرزمینی به درون سفره‌های آب‌های زیرزمینی، تراوش آلاینده‌ها از محل‌های دفن زباله یا سیستم‌های فاضلابی که صحیح طراحی نشده‌اند، آلودگی آب‌های زیرزمینی از طریق زه آب حاصل از مزارع کشاورزی کود داده‌شده، مناطق صنعتی و نفوذ فاضلاب‌های خانگی از جمله این موارد می‌باشد (Albhaisi et al., 2013: 212؛ Dams et al., 2007: 4272). در مقایسه با روش‌های زمینی سنتی، سنجش‌ازدور ماهواره‌ای مقادیر بیش‌تری از اطلاعات کاربری اراضی را در یک مکان جغرافیایی فراهم می‌کند که از نظر زمان و هزینه در مقیاس منطقه‌ای مقرون‌به‌صرفه است (Kachhwala, 1985: 80). شناسایی فرصتی برای به‌کارگیری تنوعی از روش پردازش تصویر و پردازش تصاویر چند زمانه را با هدف استخراج اطلاعات و تجزیه‌وتحلیل کمی از ویژگی‌ها و روند تغییرات سطح زمین ایجاد می‌کند. الگوریتم‌های شناسایی تغییرات در تصاویر ماهواره‌ای به دو گروه پیکسل پایه و شی‌گرا بر طبق حداقل واحد پردازش تقسیم شوند (Zhenjian, 2014: 7226). نقشه‌های کاربری اراضی نحوه استفاده انسان از زمین را در فعالیت‌های کشاورزی، جنگل‌داری و مرتع‌داری نشان می‌دهد. رشد بیش از حد جمعیت فشار بر عرصه‌های طبیعی و بهره‌برداری‌های غیراصولی و تغییر کاربری‌ها را افزایش داده است (Lu & Weng, 2008: 824). تغییر در کاربری زمین در نتیجه اثر متقابل عوامل زیادی مانند سیاست، مدیریت، اقتصاد، فرهنگ، رفتار انسانی و محیط است. آگاهی از چگونگی رخداد تغییرات کاربری بسیار مهم است به دلیل این‌که فرآیندهای مربوط به برخورد و تماس بشر با طبیعت می‌تواند اثرات گسترده‌ای بر محیط، تغییر چرخه‌های هیدرولوژیک، بیوژئوشیمیایی، اندازه و آرایش بوم‌های طبیعی مانند جنگل و تنوع گونه‌ها بگذرد (Pijanowski et al., 2002: 554).

پیشینه پژوهش

Sadeghi et al به بررسی تأثیر کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در حوضه آبخیز دریاچه زریبار پرداخته‌اند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش‌های زمین‌آماری استفاده کرده و در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی بیش‌ترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی به‌خصوص در شمال منطقه مورد مطالعه آن داشته است Misagi and Mohammadi (2008) به برآورد سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های متداول درون‌یابی و مقایسه آن با تکنیک زمین‌آمار در دشت ایرانشهر–بمپور پرداختند. نتایج نشان دهنده دقت قابل‌قبول روش زمین‌آمار و تخمین‌گر کریجینگ در مقایسه با سایر روش‌های آماری کلاسیک بوده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

Akbari et al (2012: 65) به بررسی افت آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام نمود. با استفاده از روش‌های قطعی درون‌یابی نقشه سطح آب زیرزمینی تهیه نمود و به بررسی روند افت سطح آب زیرزمینی با استفاده از هیدروگراف معرف دشت مشهد پرداخته‌اند Abbas Nejad & Akbari et al., (2013: 9690) Shahidast در بررسی آسیب‌پذیری دشت سیرجان با توجه به برداشت بی‌رویه از سفره آب‌های زیرزمینی منطقه به این نتیجه رسیده‌اند که سطح ایستابی آب زیرزمینی دشت در سال‌های گذشته سیر نزولی داشته و از سال ۱۳۸٦ تا ۱۳۸۰ متوسط افت سالانه حدود ۸۰ سانتی‌متر بوده است Shakiba et al (2010: 104-124) در بررسی تأثیر خشکسالی به منابع آب‌های زیرزمینی در شرق کرمانشاه به این نتیجه رسیده‌اند که خشکسالی‌های اتفاق افتاده در منطقه تأثیر بسزایی در افت آب‌های زیرزمینی گذاشته‌اند. با توجه به این‌که نوع کاربری و وقوع خشکسالی‌ها از عوامل تأثیرگذار بر سطوح آب زیرزمینی هر منطقه‌ای هستند و شناخت این روابط در برنامه‌ریزی‌های آینده به خصوص اکوسیستم‌های حساس و شکننده ضروری است، لذا هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری‌ها و تأثیر خشکسالی‌ها بر افت آب‌های زیرزمینی در دشت دهلران است Guler et al (2013: 149) در پژوهشی جهت ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی به آلودگی منابع انتشاری ناحیه ساحلی مدیترانه‌ای ترکیه تحت کاربری‌های نامناسب با استفاده از ضریب همبستگی پیرسونی مشخص شد که همبستگی معناداری بین غلظت نیترات و فاصله از نوع پوشش و کاربری زمین‌های تعیین‌شده باغ مرکبات، مزارع، مجموعه‌های صنعتی و مجموعه‌های مسکونی وجود دارد پژوهش‌های Ranjan et al (2007: 1-10) نشان دادند که مناطقی از آبخوان حوضه رودخانه والاو سریلانکا که آسیب‌پذیری خیلی بالایی دارد دارای عمق کم آب زیرزمینی، شیب بسیار کم و رسوبات آبرفتی هستند و الگوی کاربری اراضی (میزان کود دهی و نوع کاربری با آسیب‌پذیری و آلودگی آب‌های زیرزمینی تبعیت می‌کند Rai & Kumari (2012: 37-46) در پژوهشی اثر تغییرات و نوع کاربری اراضی نواحی شهری و روستایی بر آلودگی آب‌های زیرزمینی دهلی هند را بررسی کردند. نتایج نشان داد که حذف کردن کاربری‌های صنعتی و کشاورزی و مناطق نیازمند به آبیاری بالا، باعث کاهش آلودگی بسیار بالایی در آب‌های زیرزمینی و تغییرات کاربری اراضی کشاورزی و صنعتی و مسکونی با استفاده از کودهای شیمیایی محدود می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که کمیت و میزان آب‌های زیرزمینی با استفاده از شارژ طبیعی و مصنوعی به علت تغییر در استفاده از زمین و الگوی پوشش زمین (افزایش زمین‌های آیش) افزایش یافته است؛ که علت آن را به مناطق شهری و صنعتی نسبت داده‌اند. از جمله مطالعات دیگر صورت گرفته در این زمینه می‌توان به تحقیقات اشاره نمود. با توجه به این‌که تغییرات کاربری اراضی پوشش گیاهی ناشی از فعالیت‌های انسانی تأثیر مستقیم بر کیفیت سطوح آب زیرزمینی دارد.

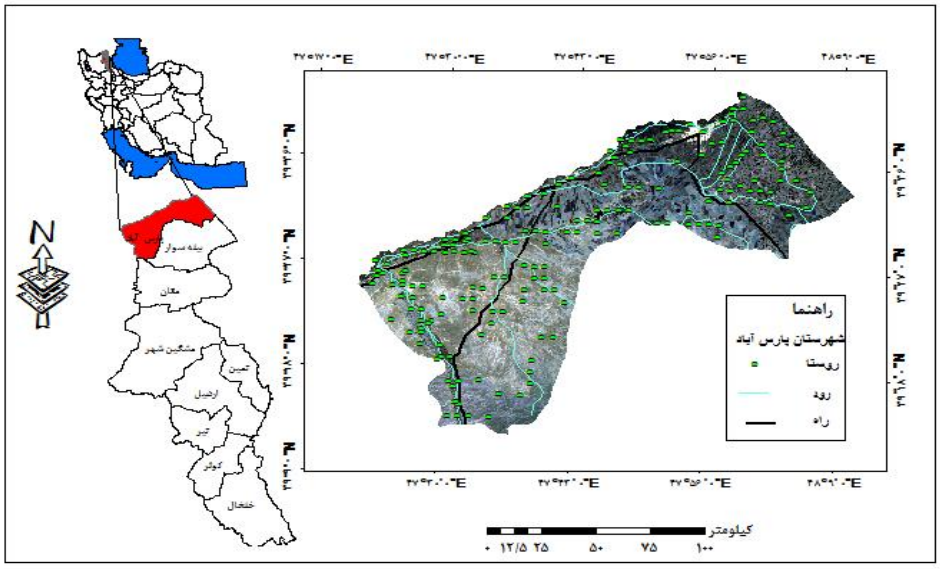
هدف از این پژوهش، استخراج نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱٦ و بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی شهرستان پارس‌آباد برای یک بازه زمانی ۱٦ ساله (۲۰۰۲–۲۰۱۸) می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

منطقه مورد مطالعه

دشت مغان در شمال غربی ایران و در قسمت شمال استان اردبیل واقع شده است. شهرستان پارس‌آباد مغان جلگه نسبتاً گسترده‌ای است که با مساحتی بالغ بر ۱۱۰۲۹۲ هکتار می‌باشد که حدود ١٤ درصد از مساحت اردبیل را به خود اختصاص داده است. این شهرستان بین مدارهای ۳۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ٤٢ دقیقه عرض شمالی و ٤٧ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است (شکل ۱). دشت مغان دارای آب‌وهوای معتدل تا گرم است. تابستان‌های آن بسیار گرم و زمستان‌های آن معتدل و مطبوع است. بارندگی در پارس‌آباد تحت تأثیر جریان‌های دریای خزر و توده‌های هوایی سیبری و سرد شمالی است. میانگین بارندگی آن ٤٦٢ میلی‌متر است که به سبب کمی ارتفاع زمستان‌های آن ملایم و درجه حرارت آن تا صفر درجه پایین می‌آید. منطقه پارس‌آباد مغان سرزمین هموار و مسطحی است که از آبرفت‌های رود ارس و شعبات آن به‌وجود آمده است. به غیر از مرز مشترک با شهرستان گرمی که کوهستانی است، این منطقه در دنباله حوضه آبریز دریای خزر واقع شده است (Vatan Khah Sadat, 2009: 12).



شکل ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه و موقعیت جغرافیایی شهرستان پارس‌آباد در استان اردبیل و کشور

Figure 1: Map of the study area and geographical location of Parsabad city in Ardabil province and the country

مواد و روش‌ها

در انجام این پژوهش از تصویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی ۲۰۱۸ استفاده شد. همچنین از تصویر سنجنده TM لندست ۵ به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از باندهای مرئی و مادون‌قرمز برای سال ۲۰۰۲ استفاده شد. اطلاعات عمومی تصاویر اخذ شده از سایت زمین‌شناسی آمریکا در جدول (۱) قابل مشاهده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

جدول ۱- اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ شهرستان پارس‌آباد

Table 1- Landsat 5 and 8 satellite image information of Pars Abad city

نوع سنجنده	مسیر	گذر	درصد پوشش ابر	زاویه خورشید	زمان (گرینویچ)	تاریخ
لندست ۸	۱۶۷	۳۳	۰	۱۲٤/۹۰۵۹٦۳٦۷	۷:۲۵:۱۰	۲۰۱۸/۰٦/۲۳
لندست ۵	۱۶۷	۳۳	۰	۱۲٤/۲۱۱۹٦۹۵۲	۰۷:۰۰:٤۷	۲۰۰۲/۰۸/۰٦

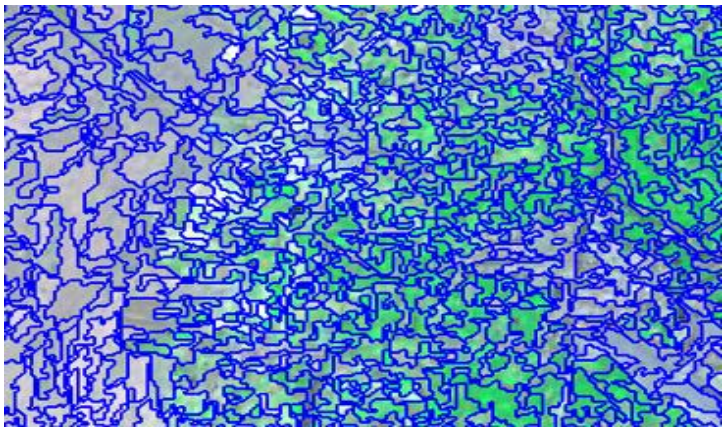
همچنین از داده‌های عمق آب‌های زیرزمینی ۲۷ چاه پیزومتر در شهرستان پارس‌آباد استفاده شد و بازه زمانی داده‌ها از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ بود. مراحل انجام تحقیق بدین ترتیب بود که پس از آماده‌سازی آمار چاه‌های پیزومتری جهت برطرف کردن نواقص موجود در داده‌های مطالعاتی از روش بارزسازی داده‌ها استفاده گردید. روش بارزسازی استفاده شده صرفاً برای برطرف کردن نواقص داده‌ها، روش درون‌یابی می‌باشد که توسط نرم‌افزار Neural Power (بر مبنای شبکه عصبی مصنوعی)، انجام گرفت. جهت نرمال‌سازی داده‌ها از تبدیل لگاریتمی در نرم‌افزار SPSS استفاده شد و از نرم‌افزار GS+ برای تحلیل‌های زمین‌آماری استفاده شد. به‌منظور تصحیحات اتمسفری، رادیومتریکی و هندسی از نرم‌افزار ENVI5.3 و روش‌های رادیانس و فلش[4] استفاده شد و جهت استخراج نقشه‌های مورد نظر از نرم‌افزار GIS10.5 استفاده شد، به‌منظور طبقه‌بندی کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی شیءگرا در نرم‌افزار Cognition Developer64 استفاده شد. در روش طبقه‌بندی شیءگرا، اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص، قطعه‌بندی شده و طبقه‌بندی تصویر بر اساس این قطعه‌ها انجام می‌شود (Faizizadeh & Hilali, 2010: 77). در قطعه‌بندی پیکسل‌ها توسط الگوریتم‌های مختلف، در اندازه‌های گوناگون، با نسبت‌های مختلف طیفی و شکلی قطعه‌بندی و بر اساس ویژگی‌های طیفی و فضایی در قالب اشیا گوناگون دسته‌بندی شده‌اند. طی این فرآیند شی‌های تصویری متناسب با همگن بودن یا ناهمگن بودن بر اساس پارامترهای مقیاس، رنگ، شکل، ضریب نرمی و شکل فشردگی ایجاد شد (شکل ۲). سپس با آزمون و خطا بهترین اندازه که نشان‌دهنده اشیا با ابعاد مختلف می‌باشند تعیین شد. بعد از مشخص کردن تعداد کلاس‌های مورد نیاز در طبقه‌بندی تعیین شی‌های نمونه‌های آموزشی انجام و در نرم‌افزار بر سطح تصویر اعمال گردید. سپس طبقه‌بندی با استفاده از نزدیک‌ترین همسایه و روش درخت تصمیم‌گیری صورت گرفت. پارامتر مقیاس در این پژوهش ۲ و معیار همگنی و فشردگی نیز هر دو ۰/۵ لحاظ شده است. لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از میزان صحت و درستی آن است (Faizizadeh & Hilali, 2010: 77). به‌منظور ارزیابی صحت داده‌های واقعی زمینی بر اساس گوگل ارث انجام شده است. به همین منظور برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی، به محاسبه دقت کاربر، صحت کلی و ضریب کاپا پرداخته شده است. صحت کلی برابر با نسبت تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده یک طبقه به کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در تمامی طبقات می‌باشد. ماتریس خطا میزان تطابق هر کلاس طبقه‌بندی شده را با واقعیت زمینی نشان می‌دهد و در آن می‌توان میزان قرار

4- Flaash

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

گرفتن اشتباهی یک طبقه را در طبقات دیگر مشاهده کرد. قطر ماتریس خطا درصد کلاس‌های درست طبقه‌بندی شده و سایر سلول‌های آن میزان خطای کمیسیون (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) و خطای امیسیون (ستون هر طبقه در ماتریس خطا) را نشان می‌دهد. ضریب کاپا نیز تشریح کننده میزان تطابق بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت زمینی می‌باشد با توجه به این نکته که تطابق‌های اتفاقی به وجود آمده، از ملاحظات حذف می‌شوند. دقت طبقه‌بندی در سال دقت طبقه‌بندی ۲۰۰۲ دارای صحت کلی ۰/۹۰ و ضریب کاپا ۰/۸۷ است. در حالی که طبقه‌بندی در سال ۲۰۱۸ با صحت کلی ۹۲٪ و ضریب کاپای ۰/۹۰ به نسبت دقت پایین‌تری را ارائه داده است.



شکل ۲: نمونه تصویر قطعه‌بندی شده پارس‌آباد (مقیاس: ۱۶۰ شکل ۰/۵ ضریب فشردگی ۰/۵)

Figure 2: Sample image of Parsabad slice (Scale: 160 figure 0.5 compression coefficient 0.5)

روش‌های استفاده شده در این پژوهش به‌منظور درون‌یابی داده‌های عمق آب زیرزمینی شامل مدل‌های جبری و زمین‌آماری بوده که توضیحات آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

کریجینگ[5]

یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوا می‌باشد و به‌عنوان بهترین تخمین‌گر نااریبی شناخته می‌شود و این تخمین‌گر به‌صورت ذیل تعریف می‌شود:

رابطه (۱)
$$\gamma(h)=\frac{1}{2n(h)}\sum_{i=1}^{n}\left[z(x_i)-z(x_i+h)\right]^2$$

که در این رابطه γ (h)، مقدار نیم تغییرنما برای جفت نقاطی است که به فاصله h از هم قرار دارند؛ n (h)، تعداد زوج نقاطی است که به فاصله h از هم قرار دارند؛ z (xi)، مقدار مشاهده‌ای متغیر x در موقعیت i و z (x_i+ h) و، مقدار مشاهده‌ای متغیر در فاصله h از x_i است. تخمین‌گر کریجینگ یکی از مهم‌ترین تخمین‌گرهای نااریب است زیرا اولاً بدون خطای سیستماتیک می‌باشد و ثانیاً واریانس تخمین آن حداقل است. لازمه برقراری شرط اول، صفر بودن میانگین خطای تخمین است (Krivoruchko, 211: 928).

5- Kriging

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

روش وزن‌دهی معکوس فاصله[6] (IDW)

نیازی به تعیین الگوی تغییرات مکانی یعنی تغییرنما نیست. معکوس فاصله یک روش وزن‌دهی متوسط بوده که در آن داده‌ها از طریق رابطه انحراف معیار یک نقطه به سایر نقاط با استفاده از گره‌های شبکه‌بندی شده، وزن‌دهی می‌شوند (Taghizadeh Mehrjardi et al., 2009: 67). در این روش وزن‌ها تنها با توجه به فاصله هر نقطه معلوم نسبت به نقطه مجهول و بدون توجه به نحوه پراکندگی نقاط حول نقطه مورد تخمین، تعیین می‌شود. به نقاط نزدیک‌تر وزن بیش‌تر و به نقاط دورتر وزن کم‌تری داده می‌شود.

رابطه (۲)
$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(s_i)$$

که در آن $\hat{z}(s_0)$، مقدار پیش‌بینی شونده برای موقعیت s_0؛ N، تعداد نقاط نمونه‌برداری شده؛ λ_i، وزن اختصاص داده شده برای هر نقطه و Z (si)، مقدار مشاهده شده در موقعیت s_i می‌باشد.

روش توابع شعاع محور[7] (RBF)

توابع پایه شعاعی این توانایی را به ما می‌دهند که سطوحی را ایجاد نماییم که هم روندهای عام در آن‌ها در نظر گرفته شوند و هم تغییرات محلی در آن‌ها لحاظ شده باشند. این روش می‌تواند روی داده‌های نویزداری که به طور نامنظم در یک منطقه پخش شده‌اند اعمال شده و یک درون‌یابی چند متغیره هموار روی داده‌ها انجام دهد؛ به عبارت دیگر روش RBF تابعی را می‌یابد که مشابه یک ورقه فلزی نازک است که به‌طور هموار خم شده است و مقید به گذشتن از تمامی داده‌ها می‌باشد. این روش یک تابع f (x,y) را می‌یابد که این تابع نه تنها از تمامی داده‌های موجود می‌گذرد، بلکه مقدار یک تابع انحنا را که میزان هموار بودن تابع f (x,y) را می‌سنجد را نیز کمینه می‌کند (Esfandyari Darabad et al., 2014: 50). در روش RBF تابعی که میزان تابع انحنا برای آن مینیمم می‌شود به شکل عمومی زیر می‌باشد و تفاوت روش‌های RBF مختلف در نحوه تعریف تابع RBF در رابطه زیر می‌باشد:

رابطه (۳)
$$f(x,y) = \sum_{j=1}^{n} a_j E(\|x - x_j, y - y_j\|) + b_0 + b_1 x + b_2 y$$

به‌طوری که $\|\cdot\|$، بیانگر طول بردار؛ x و y، متغیرهای مکانی؛ (x_j, y_j) مختصات مکانی j امین نقطه مشاهده‌ای پارامتر z_j و E یک RBF می‌باشد. a_j, b_0, b_1, b_2، ضرایبی هستند که باید تعیین شوند تا تابع f به‌طور صریح مشخص شود.
بعد از این‌که روش‌های مختلف درون‌یابی را بر روی داده‌های عمق آب‌های زیرزمینی بررسی شد برای رسیدن به بهترین مدل تغییرات سطح در آب زیرزمینی در منطقه پارس‌آباد مقایسه‌ای بین این روش‌ها صورت گرفته است و آن روشی که دارای کم‌ترین میزان خطا باشد به‌عنوان بهترین مدل شناخته شده است.

معیارهای اعتبارسنجی به شرح زیراست:

6- Inverse Distance Weighted
7- Radial Basis Function

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

۱- میانگین خطای اریب (MBE) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

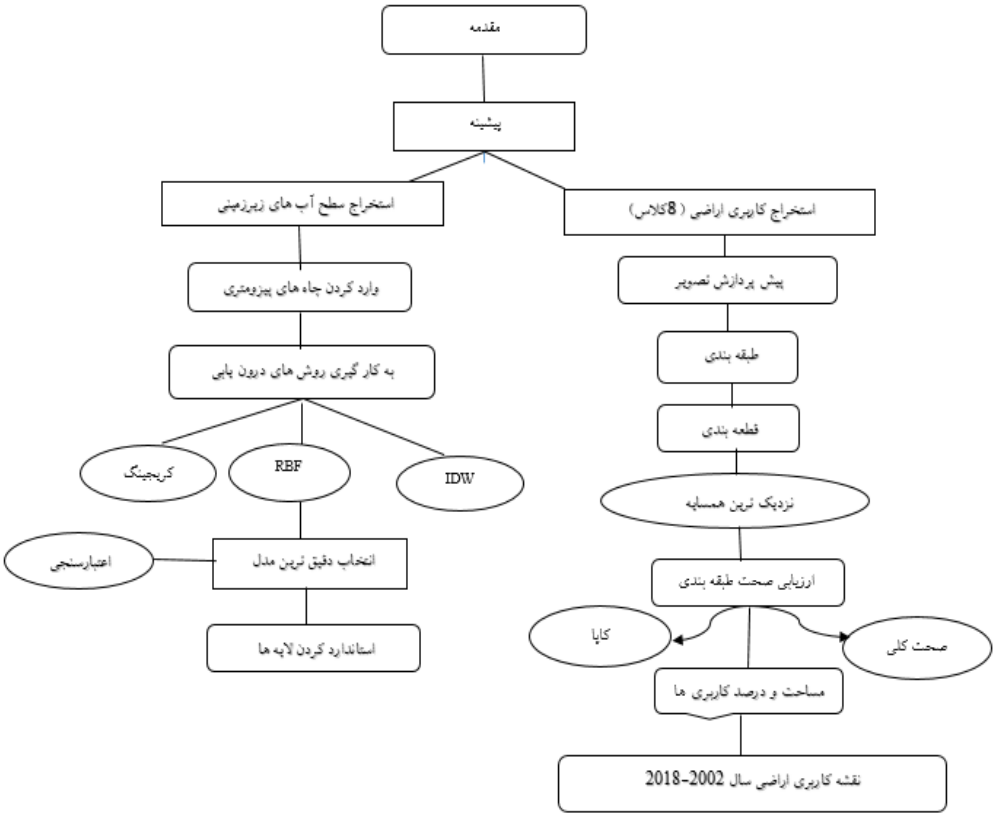
رابطه (٤)
$$MBE = \frac{1}{N_v}\sum_{i=1}^{N_v}[z(x_i) - \hat{z}(x_i)]$$

۲- ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE[8]) که هر چقدر کم‌تر باشد، نشانگر خطای کم‌تر مدل بوده و فرمول عمومی آن به‌صورت زیر می‌باشد:

رابطه (۵)
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{N_v}(z(x_i) - \hat{z}(x_i))^2}$$

در روابط فوق z (xi)، مقدار برآوردی متغیر در x_i؛ $\hat{z}$ (x_i)، مقدار مشاهده‌ای متغیر در xi؛ n، تعداد نقاط با متغیر مشاهده‌ای می‌باشد (Di Piazza et al., 2015: 408).

MBE، نشانگر میانگین انحراف مقدار برآوردی از مقدار مشاهده شده است که مسلماً هر چه کم‌تر باشد، بهتر است. این آماره می‌تواند مثبت و یا منفی باشد که اگر برآورد بیش‌تر صورت گرفته باشد، مثبت و برعکس، منفی خواهد شد (Saghafian et al., 2010: 368).



شکل ۳: فلوچارت مراحل انجام تحقیق

Figure 3: Flowchart of research steps

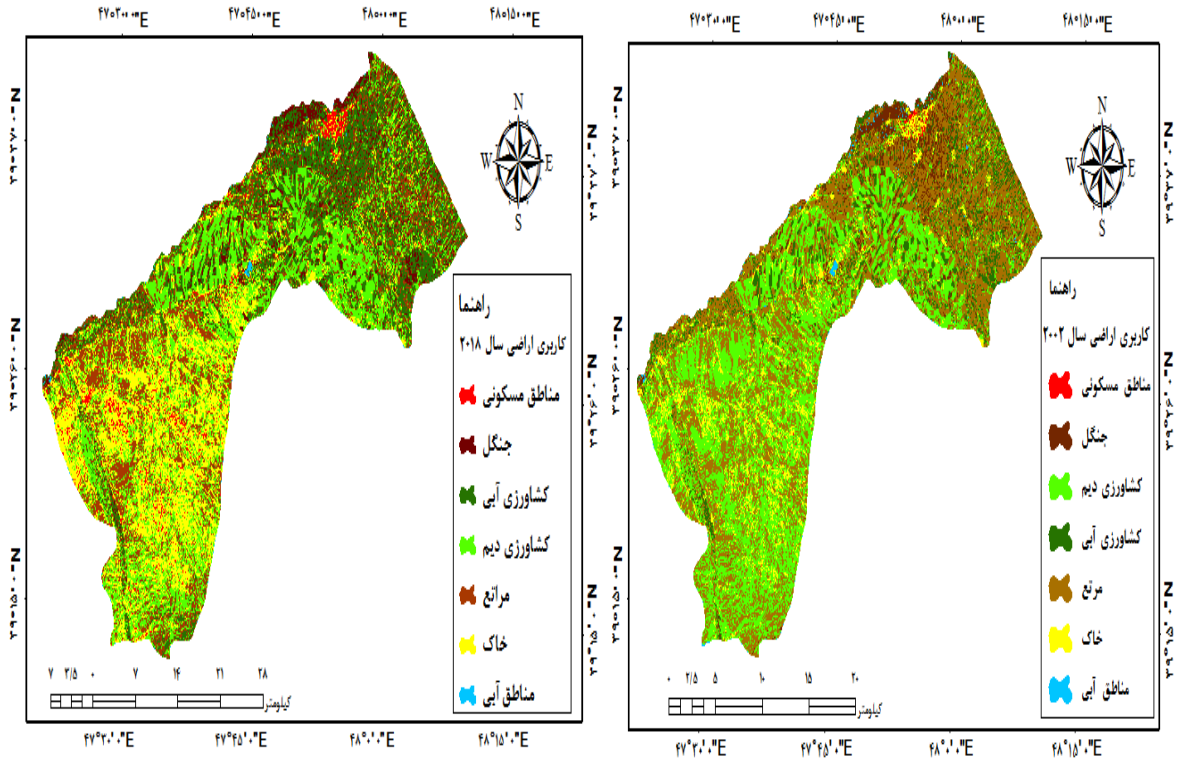
8- Root Mean Square Error

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

یافته‌ها و بحث

در این پژوهش به‌منظور بررسی رابطه کاربری اراضی و تغییرات آب‌های زیرزمینی با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و TM ماهواره لندست اقدام شد. شکل (٤) نقشه کاربری اراضی مربوط به بازه‌های زمانی مشخص را نمایش می‌دهد. همچنین مساحت هر یک از کاربری‌ها نیز در جدول (۲) برای هر سال نمایش داده شد.



شکل ٤: نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال ۲۰۰۲ (سمت راست) ۲۰۱۸ (سمت چپ)

Figure 4: Land use classification map of 2002 (right) 2018 (left)

همان‌طور که از جدول (۲) مشخص می‌باشد، بیش‌ترین مساحت در سال ۲۰۰۲ متعلق به کلاس مرتع با ۵۸۱۳۸ هکتار مساحت می‌باشد. دومین مساحت مربوط به کلاس زراعت دیم که با ۵۲۳٦۹ هکتار بیش‌ترین مساحت را دارد. کم‌ترین مساحت نیز متعلق به کاربری آب با ٥٤۳ هکتار است. برای سال ۲۰۱۸ زراعت دیم با ٤۱۹۰٦ بیش‌ترین و بعد از آن مرتع با ۳۰۹٤۳ دارای بیش‌ترین مساحت بوده است. با نگاهی به کاربری‌های سال ۲۰۱۸ نتایج به‌دست آمده تفاوت چشم‌گیری را نشان می‌دهد که کاربری خاک از ۱۱۱٤۳ در سال ۲۰۰۲ به ۳۰۹٤۳ در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است، همچنین کاربری‌های زراعت آبی و مناطق مسکونی و جنگل نیز افزایش یافته‌اند؛ اما کاربری مناطق آبی از ٥٤۳ هکتار به ۲٦۲ هکتار کاهش چشم‌گیری داشته است و همچنین کاربری‌های زراعت دیم و مرتع نیز نسبت به سال ۲۰۰۲ کاهش یافته‌اند.

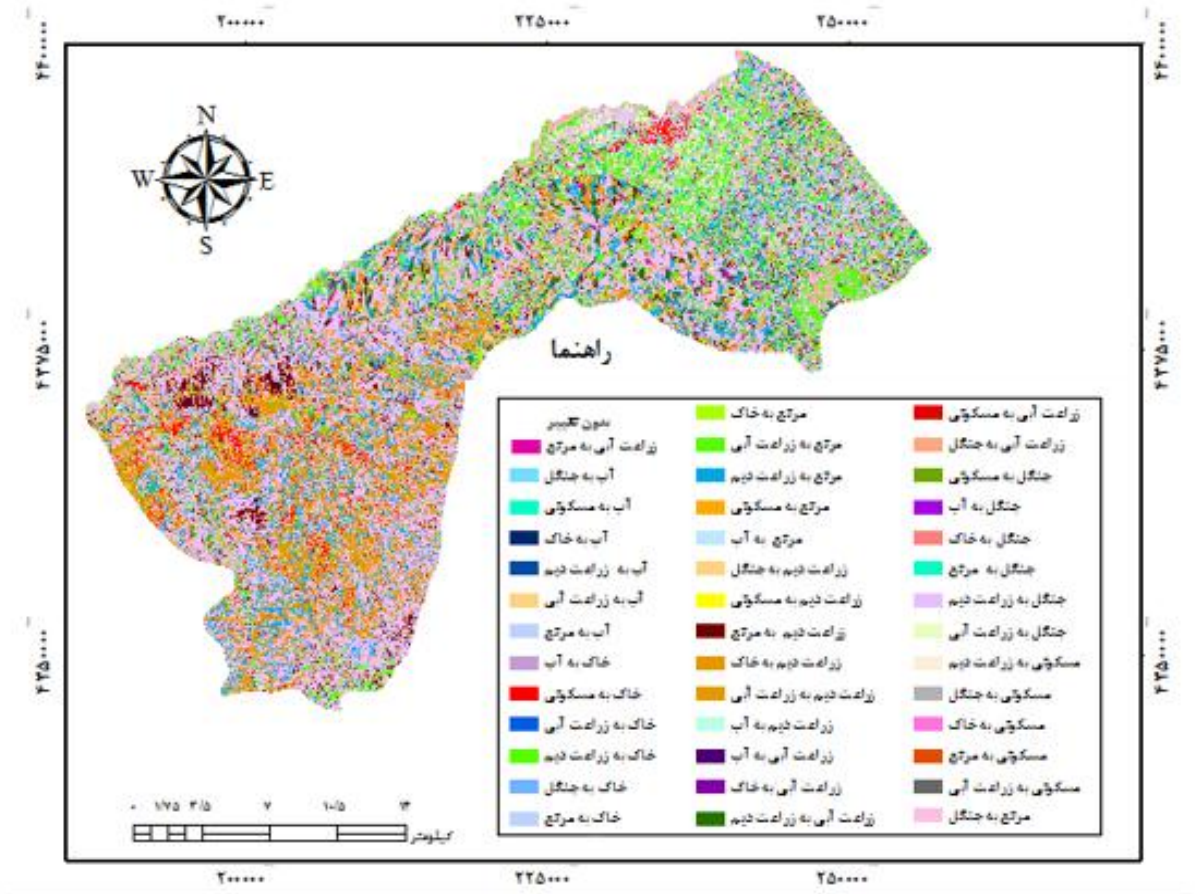
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

جدول ۲- مساحت کاربری‌های اراضی در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸

Table 2- Land use area in 2002 and 2018

نوع کلاس	۲۰۰۲ (هکتار)	۲۰۱۸ (هکتار)
زراعت دیم	۵۲۳۶۹	٤١٩٠٦
جنگل	٦٩٢١	٧٤٣٩
زراعت آبی	١١٧٥٢	٢٦٧٠١
مرتع	٥٨١٣٨	٣٢٤٩٣
مناطق مسکونی	٦٢٨	٣٧٥٠
مناطق آبی	٥٤٣	٢٦٢
خاک	١٣١٤٣	٣٠٩٤٣
جمع کل	١٤٣٤٩٤	١٤٣٤٩٤



شکل ۵: تغییرات کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم Change Detection Difference Map شهرستان پارس‌آباد در بازه زمانی ١٦ ساله

Figure 5: Land use changes using change detection difference map algorithm in Parsabad city in a period of 16 years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

جدول ۳- مساحت کاربری‌های تغییریافته شهرستان پارس‌آباد در بازه زمانی ۱۶ ساله

Table 3- The area of changed uses of Parsabad city in a period of 16 years

کاربری‌های تغییریافته	مساحت (هکتار)	کاربری‌های تغییریافته	مساحت (هکتار)
زراعت دیم به جنگل	۹۸۹ / ۹۴۲	مرتع به شهر	۴۲ /۰۸۲۵
زراعت دیم به زراعت آبی	۳۳۰۳ /۸۳	مرتع به جنگل	۲۲۴۴ /۲۷
زراعت دیم به مرتع	۵۳۰۰ /۴۹	مرتع به زراعت آبی	۱۴۲۵۰ /۳
زراعت دیم به مسکونی	۲۸۱ / ۲۸	مرتع به زراعت دیم	۱۶۵۵۰ /۲
زراعت دیم به آب	۰/۹۵۳۰۲۹	مرتع به خاک	۲۷۳۴/۹
زراعت دیم به خاک	۲۱۳۵/ ۳	مرتع به آب	۳۴/۳۸۴۹
جنگل به زراعت دیم	۸۳۷/۲۰۱	خاک به مسکونی	۳۰۶۵ /۰۳
جنگل به زراعت آبی	۳۱۵۸/ ۶۵	خاک به جنگل	۶۱ / ۸۹۵
جنگل به مرتع	۹۵۹/ ۵۶۵	خاک به زراعت آبی	۱۵۲ / ۶۴۸
جنگل به مسکونی	۲/۰۷	خاک به زراعت دیم	۱۲۱۶/ ۵۵
جنگل به خاک	۹۸/۸۲	خاک به مرتع	۲۱۹ / ۷۸۹
جنگل به آب	۱۰ /۱۵۴۴	خاک به آب	۰ / ۱۸۲۳۷۲
آب به مسکونی	۱/ ۵۴۷	مسکونی به جنگل	۰/۶۹۵۷۰
آب به جنگل	۵۷ / ۵۴۱۶	مسکونی به زراعت آبی	۱/۰۵۵۲۱
آب به زراعت آبی	۲۰۲ / ۹۵۶	مسکونی به زراعت دیم	۱۳/۵۹
آب به زراعت دیم	۱۲ / ۴۱۶۶	مسکونی به مرتع	۲/۹۶۲۸۷
آب به مرتع	۴۱ / ۱۷۰۱	مسکونی به خاک	۱۱/۵۲
آب به خاک	۳ / ۷۴۶۹۷	زراعت آبی به آب	۱/۱۴۱۴۱
زراعت آبی به مسکونی	۷/۱۷۴۸۵	زراعت آبی به خاک	۳۱۴/۳۷۵
زراعت آبی به زراعت دیم	۲۱۳۶/۶۵	زراعت آبی به جنگل	۲۲۲۹ /۳۱۴۷۹

با توجه به جدول (۳) و شکل (۵) بیش‌ترین میزان تغییرات مربوط به مرتع به زراعت دیم ۱۶۵۵۰/۲ و همچنین کاربری مرتع به زراعت آبی با مقدار ۱۴۲۵۰/۳، تبدیل جنگل به زراعت آبی با مساحت ۳۱۵۸//۶۵ هکتار و زراعت دیم به زراعت آبی ۸۳/ ۳۳۰۳ هکتار است. در میان کاربری‌های تغییریافته، کاربری جنگل کم‌ترین میزان افزایش را داراست در حالی که میزان تغییر کاربری جنگل به دیگر کاربری‌ها به‌مراتب بیش‌تر است و این امر نیز نشان‌دهنده سرعت تخریب جنگل‌ها نسبت به میزان احیای آن است. همچنین کم‌ترین تغییرات مربوط به خاک به آب با مساحت ۰/۱۸۲۳۷۲، زراعت دیم به آب با مساحت ۰/۹۵۳۰۲۹ مسکونی به جنگل با مساحت ۰/۶۹۵۷۰ و همچنین کاربری آب به مسکونی با مساحت ۱/۵۴۷ به‌عنوان کم‌ترین تغییرات کاربری‌ها را شامل می‌شود. تقریباً در اکثر کاربری‌ها میزان تبدیل به مناطق مسکونی رقم چشم‌گیری بوده است که این نشان‌دهنده توسعه شهری و همچنین دخالت و تخریب انسان به منابع طبیعی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

بعد از استخراج نقشه تغییرات کاربری اراضی به‌منظور انتخاب بهترین مدل درون‌یابی از بین مدل‌های مختلف، RBF، IDW و Kriging تمامی مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند و تنها مدل‌هایی انتخاب شدند که دارای دقت بیش‌تری نسبت به سایر مدل‌ها بودند. برای روش وزن دهی عکس فاصله برای سال ۲۰۰۲ خطای میانگین مربع خطا ۱/۱۲۲۲ و خطای ME برابر با ۰/۰۰۷۰- و برای سال ۲۰۱۸ خطای میانگین مربع خطا ۱/۹٤۳۷ و خطای ME برابر با ۰/۰۳۰٦- بوده است؛ و همچنین برای روش RBF مدل چندضلعی برای سال ۲۰۱۸ خطای میانگین مربع خطا ۰/۰۷٤۲ و خطای ME برابر با ۰/۰۰٦۱- بوده است. به‌منظور پایش سطح تراز آب‌های زیرزمینی نقشه سطح آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه برای هر دو سال با روش مدل‌های کریجینگ نتایج از دقت بالایی را نشان می‌دهد. روش K-Bessel برای سال ۲۰۰۲ و روش دایره‌ای برای سال ۲۰۱۸ که دقیق‌ترین روش شناخته شدند، استخراج شد (جدول ٤).

جدول ٤- آماره‌های RMSE و ME در روش‌های مختلف درون‌یابی شهرستان پارس‌آباد برای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸

Table 4- RMSE and ME statistics in different interpolation methods of Parsabad city for 2000 and 2018

روش زمین‌آمار	سال	مدل واریوگرام	ریشه دوم میانگین مربع خطا	ME
وزن دهی فاصله معکوس	۲۰۰۲	--------	۱/۱۲۲۲	-۰/۰۰۷۰
	۲۰۱۸	-------	۱/۹٤۳۷	-۰/۰۳۰٦
توابع شعاع محور	۲۰۰۲	چندضلعی	۱/۱۲۰۸	۰/۰۰۷۷
	۲۰۱۸	چندضلعی	۰/۰۷٤۲	-۰/۰۰٦۱
	۲۰۰۲	اسپلاین کششی	۰/۱۱۷۹	-۰/۰۰۰۸
	۲۰۱۸	اسپلاین کششی	۰/۰۷۹٤	-۰/۰۷۹٤
	۲۰۰۲	اسپلاین کاملاً منظم	۰/۱۱۷٦	-۰/۰۰۱۰
	۲۰۱۸	اسپلاین کاملاً منظم	۰/۰۸۱۳	-۰/۰۱۲۰
کریجینگ	۲۰۰۲	دایره‌ای	۰/۱۱۷٦	۰/۰۰۰۳
	۲۰۱۸	دایره‌ای	۰/۰۷۳۰	-۰/۰۰۵۷
	۲۰۰۲	گوسی	۰/۱۱۷٦	-۰/۰۰۰۰
	۲۰۱۸	گوسی	۰/۰۷٦۸	-۰/۰۰۳۵
	۲۰۰۲	کا- بسل	۰/۱۱۵٤	۰/۰۰۰۱
	۲۰۱۸	کا- بسل	۰/۰۷۹٤	-۰/۰۰٤٤

نتایج حاصل از اجرای هر سه مدل درون‌یابی در جدول (٤) آمده است. ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) نسبت به داده‌های پرت حساس است. کوچک‌تر بودن این شاخص دلیلی بر دقت بالاتر تخمین‌ها و یا اختلاف کم بین

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

مقادیر واقعی و مقادیر تخمین زده شده است. اطلاعات مندرج در جدول (۳) نشان می‌دهد که با توجه به مقادیر ME و RMSE روش کریجینگ از دقت بالاتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است که از بین حالت‌های مختلف روش کریجینگ نیز مدل کا بسل برای سال ۲۰۰۲ دارای بیش‌ترین دقت و برای سال ۲۰۱۸ مدل دایره‌ای دارای بیش‌ترین دقت می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار GS+ نیز مدل‌های مختلف روش کریجینگ مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصله در جدول (۵) مندرج شده است.

جدول ۵- پارامترهای مربوط به مدل‌های واریوگرامی تراز آب سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ شهرستان پارس‌آباد

Table 5 - Parameters related to variogram models of water level in 2002 and 2018 in Parsabad city

متغیر	سال	مدل	اثر قطعه‌ای	آستانه	دامنه تأثیر	تناسب مکانی	ضریب تبیین	مجموع مربعات باقیمانده
تراز آب	۲۰۰۲	کروی	۵۲۰/۰۰۰	۳۹۹۳/۰۰۰۰	۸۱۱۰۰/۰۰۰۰	۰/۸۷۰	۰/۸۲۷	۰/۹۴۳
		نمایی	۴۵۰/۰۰۰	۴۰۱۰/۰۰۰۰	۲۲۸۸۰/۰۰۰۰	۰/۸۸۸	۰/۷۸۴	۱/۰۶
		خطی	۵۲۸/۶۹۳	۲۶۸۱/۳۱۷۰	۳۵۱۰۶/۶۹۶۸	۰/۸۰۳	۰/۸۱۶	۰/۸۳۱
		خطی آستانه‌ای	۵۴۰/۰۰۰	۴۱۹۰/۰۰۰۰	۵۹۹۸۰/۰۰۰۰	۰/۸۷۱	۰/۸۱۶	۰/۸۶۲
		گوسی	۸۹۰/۰۰۰	۴۸۹۰/۰۰۰۰	۷۵۷۷۷/۲۲۲۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۴	۰/۷۹۴
	۲۰۱۸	کروی	۱/۰۰۰۰۰	۲۸۱۳/۰۰۰۰	۴۴۲۲۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۷۳	۰/۸۴۵
		نمایی	۱۰/۰۰۰۰۰	۳۴۱۰/۰۰۰۰	۰۵۸۱۰/۰۰۰۰	۰/۹۹۸	۰/۸۸۴	۰/۹۶۱
		خطی	۱۲۹/۸۲۹۵۵۷	۲۸۲۴/۱۲۶	۳۵۱۰۶/۶۹۶۸	۰/۹۵۴	۰/۸۵۵	۰/۸۱۳
		خطی آستانه‌ای	۱۵۰/۰۰۰۰۰	۳۴۱۰/۰۰۰۰	۴۲۹۴۰/۰۰۰۰	۰/۹۵۶	۰/۸۵۵	۰/۸۲۹
		گوسی	۳/۰۰۰۰۰	۲۳۴۹/۰۰۰۰	۲۴۵۹۵/۱۲۱۵	۰/۹۹۹	۰/۸۷۸	۰/۸۹۶

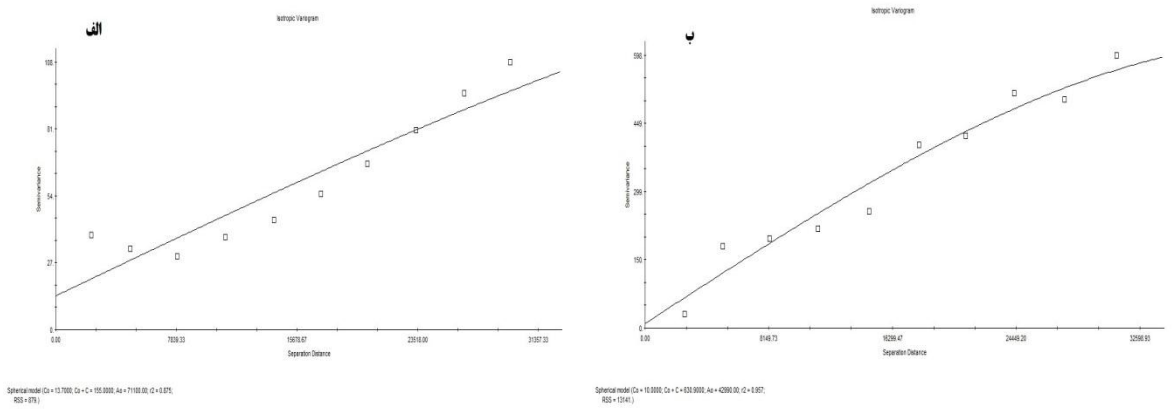
برای درک بهتر ساختار فضایی نمونه‌های برداشت‌شده و انتخاب بهترین روش در درون‌یابی، خودهمبستگی فضایی[9] بین نمونه‌ها بررسی می‌شود. این بررسی را می‌توان با ترسیم فاصله بین نمونه‌ها و واریانس ارزش نمونه‌ها یا به عبارت دیگر واریوگرام به‌دست آورد (Samadi, 2016: 89). به عبارت دیگر نیم تغییرنما یا واریوگرام کمیتی برداری بوده که درجه همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را برحسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله آن‌ها نشان می‌دهد. بزرگی نیم تغییرنما بین نقاط به فاصله بین آن‌ها بستگی دارد. فواصل کوچک‌تر نیم تغییر نمای کم‌تر و فواصل بزرگ‌تر نیم تغییرنمای بیش‌تری را به دست می‌دهند. در میان مدل‌های مختلف بهترین مدل، مدلی است که دارای RSS کم‌تر و R^2 بیش‌تری باشد. با توجه به مقادیر جدول (٤) بهترین

9- Spatial Autocorrelation

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

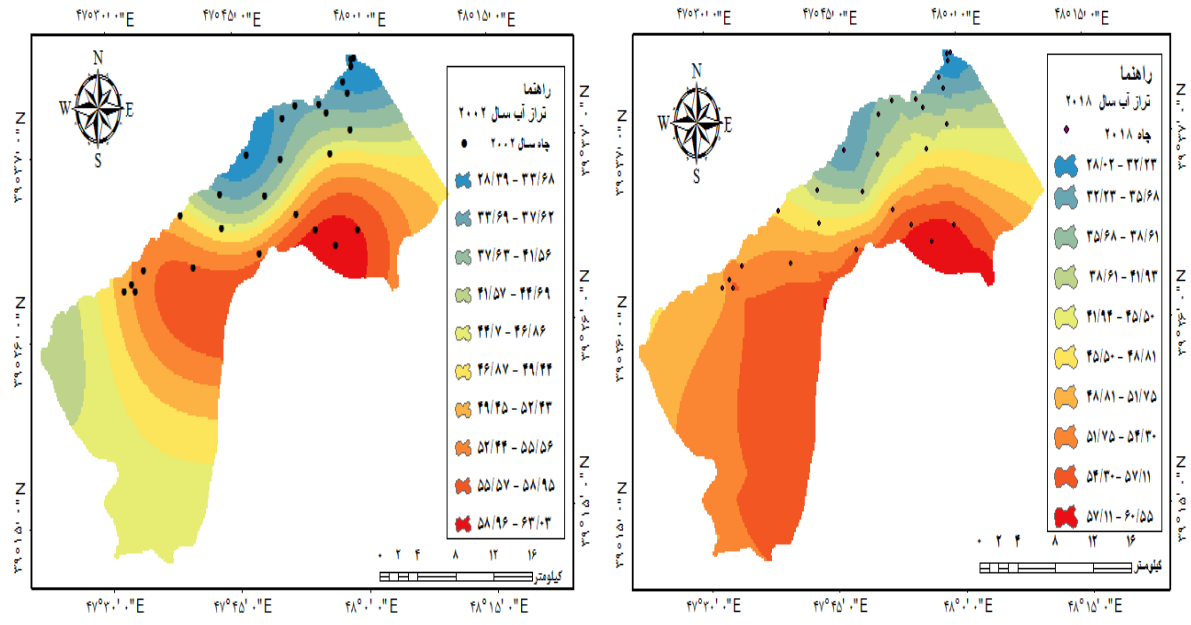
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

مدل برای سال ۲۰۰۲ مدل کروی بوده است که دارای RSS برابر با ۰/۹٤۳ و R^2 برابر با ۰/۸۲۷ می‌باشد؛ اما برای سال ۲۰۱۸ مدل خطی که دارای مقدار RSS برابر با ۰/۹٦۱ و R^2 برابر با ۰/۸۸٤ است، دارای بالاترین دقت برای سال ۲۰۱۸ می‌باشد.



شکل ٦: واریوگرام همه جهته تراز آب سال‌های ۲۰۰۲ (الف) و ۲۰۱۸(ب) شهرستان پارس‌آباد

Figure 6: All-way variogram of water level in 2002 (a) and 2018 (b) of Parsabad city



شکل ٦: نقشه درون‌یابی سال ۲۰۰۲ (سمت چپ) و ۲۰۱۸ (سمت راست) شهرستان پارس‌آباد

Figure 7: Introduction map of 2002 (left) and 2018 (right) of Parsabad city

تحلیل رابطه کاربری اراضی و تراز آب زیرزمینی

نقشه تراز آب زیرزمینی در شکل (٦) نمایش داده شده است. همان‌طور که از نقشه فوق مشخص می‌باشد بیش‌ترین میانگین تراز آب در سال ۲۰۰۲ برای کاربری زراعت دیم با ٤۹/٤٦ متر ثبت شده است و کم‌ترین میانگین تراز آب

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

نیز برای محدوده منطقه آبی ٤٢/٠٧ متر ثبت شده است. با ملاحظه نقشه کاربری اراضی و نقشه تراز آب زیرزمینی سال ۲۰۱۸، بیش‌ترین میانگین تراز آب در این سال نیز متعلق به کاربری زراعت دیم با ٥١/٦٨ متر می‌باشد و کم‌ترین میانگین تراز آب ثبت شده مربوط به کاربری جنگل با ٤٤/١٦ متر می‌باشد. همان‌طور که از جداول (٦ و ٧) مشخص می‌باشد در صورت مقایسه تراز آب هر دو سال مربوط به منطقه مورد مطالعه، چنین استنباط می‌شود که میانگین تراز کاربری آب در سال ۲۰۰۲ برابر با ٤٢/٠٧ بوده است که این رقم در سال ۲۰۱۸ به ٤٦/٣٣ برآورد شده است که با افزایش سطح آب مواجه بوده است که این افزایش تراز سطح آب باعث افزایش سطح آب سدها و همچنین باعث افزایش حجم آب رودخانه‌های منطقه شده است. کاربری زراعت آبی نیز در سال ۲۰۱۸ نسبت به سال ۲۰۰۲ افت چشمگیری داشته و از مقدار ٤٧/٨٥ به ٤٦/٣٤ کاهش یافته است که این امر نشان‌دهنده وضعیت بحرانی آب‌های زیرزمینی و استفاده بیش از حد از این منابع می‌باشد.

جدول ٦- مشخصات آماری سطح آب زیرزمینی کاربری‌های شهرستان پارس آباد سال ۲۰۰۲

Table 6- Statistical characteristics of groundwater level of Parsabad city uses in 2002

کاربری	تراز آب حداقل (m)	تراز آب حداکثر (m)	میانگین تراز آب (m)	انحراف معیار
زراعت دیم	۲۸/۳۸	٦۲/۹۹	٤۹/٤٦	٥/۹٤
جنگل	۲۸/٤۳	٦۲/٤۲	٤۲/۷٥	۷/۹۹
زراعت آبی	۲۸/٥۰	٦۲/۹۰	٤۷/۸٥	۷/۹۰
مرتع	۲۸/٥۲	٦۳/۰۲	٤۷/۸۷	٦/۹۷
مسکونی	۳۰/٦۹	٥۷/٤۸	٤۲/٥٦	٥/٤۷
آب	۲۸/٦۸	٦۱/۸۷	٤۲/۰۷	۸/۷٤
خاک	۲۸/٤۹	٦۲/۷۰	٤۸/۲٦	٥/٤۸

جدول ۷- مشخصات آماری سطح آب زیرزمینی کاربری‌های شهرستان پارس‌آباد سال ۲۰۱۸

Table 7- Statistical specifications of groundwater level of Parsabad city uses in 2018

کاربری	تراز آب حداقل (m)	تراز آب حداکثر (m)	میانگین تراز آب (m)	انحراف معیار
زراعت دیم	۲۸/۰۷	٦۰/٥۳	٥۱/٦۸	٥/٦۷
جنگل	۲۸/۱۲	٦۰/۳٦	٤٤/۱٦	۷/٥۹
زراعت آبی	۲۸/۳۹	٦۰/٤٥	٤٦/۳٤	۷/۲۳
مرتع	۲۸/۰۲	٦۰/٤۸	٥۰/۲٥	٦/۲٥
مسکونی	۳۲/۸۲	٥۹/۸۹	٥۰/۲۸	٦/۲۸
آب	۲۸/۰۹	٦۰/٥٥	٤٦/۳۳	۷/۹۱
خاک	۲۸/۰۹	٦۰/٥٤	٥۳/۳۸	۳/۷٤

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

نتیجه‌گیری

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری می‌باشد. به همین دلیل در این پژوهش در اولین قدم به‌منظور طبقه‌بندی و سپس بررسی تغییرات حادث شده در یک بازه زمانی مشخص در سطح شهرستان پارس‌آباد اقدام شد. به همین منظور در این پژوهش در اولین مرحله به‌منظور طبقه‌بندی و ثبت تغییرات در یک بازه زمانی ۱۶ ساله، اقدام به طبقه‌بندی تصاویر به روش شی‌گرا در نرم‌افزار eCognition شد و در نرم‌افزار ArcGIS10.5 نقشه‌های خروجی استخراج شد (شکل ۳). دقت طبقه‌بندی در سال ۲۰۰۲ دارای صحت کلی ۰/۹۰ و ضریب کاپا ۰/۸۷ می‌باشد. در حالی که طبقه‌بندی در سال ۲۰۱۸ با صحت کلی ۹۲ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۰ به نسبت دقت بالاتری را ارائه داده است. تغییرات حادث‌شده در هر کاربری در جدول ۲ برحسب هکتار مشخص شد. بیش‌ترین میزان تغییرات مربوط به مرتع به زراعت دیم، کاربری مرتع به زراعت آبی، تبدیل جنگل به زراعت آبی و زراعت دیم زراعت آبی ۳۳۰۳/۸۳ هکتار است. در میان کاربری‌های تغییریافته، کاربری جنگل کم‌ترین میزان افزایش را داراست در حالی که میزان تغییر کاربری جنگل به دیگر کاربری‌ها به‌مراتب بیش‌تر است و این امر نیز نشان‌دهنده سرعت تخریب جنگل‌ها نسبت به میزان احیای آن است. با توجه به مقادیر جدول ۵ بهترین مدل در محیط GS+ برای سال ۲۰۰۲ مدل کروی بوده است که دارای RSS برابر با ۰/۹۴۳ و R^2 برابر با ۰/۸۰۷ می‌باشد و برای سال ۲۰۱۸ مدل نمایی که دارای مقدار RSS برابر با ۰/۹۶۱ وR^2 برابر با ۰/۸۸٤ به‌عنوان دقیق‌ترین مدل شناخته شد. از بین حالت‌های مختلف روش کریجینگ نیز مدل کا بسل برای سال ۲۰۰۲ دارای بیش‌ترین دقت و برای سال ۲۰۱۸ مدل دایره‌ای دارای بیش‌ترین دقت می‌باشد. طبق نقشه تراز آب زیرزمینی در شکل (۷)، بیش‌ترین میانگین تراز آب در سال ۲۰۰۲ برای کاربری زراعت دیم با ٤۹/٤٦ متر ثبت شده است و کم‌ترین میانگین تراز آب نیز برای محدوده منطقه آبی ٤۲/۰۷ متر ثبت شده است. باملاحظه نقشه کاربری اراضی و نقشه تراز آب زیرزمینی سال ۲۰۱۸ نیز، بیش‌ترین میانگین تراز آب در این سال نیز متعلق به کاربری زراعت دیم با ۵۱/٦۸ متر می‌باشد و کم‌ترین میانگین تراز آب ثبت شده نیز مربوط به کاربری جنگل با ٤٤/۱٦ متر می‌باشد. همان طور که از جداول (٦ و ۷) مشخص می‌باشد در صورت مقایسه تراز آب هر دو سال مربوط به منطقه مورد مطالعه چنین برداشت می‌شود که میانگین تراز کاربری آب در سال ۲۰۰۲ برابر با ٤۲/۰۷ بوده است که این رقم در سال ۲۰۱۸ به ٤٦/۳۳ رسیده است که با افزایش سطح آب مواجه بوده است که این افزایش تراز سطح آب باعث افزایش سطح آب سدها و همچنین باعث افزایش حجم آب رودخانه‌های منطقه شده است. کاربری زراعت آبی نیز در سال ۲۰۱۸ نسبت به سال ۲۰۰۲ افت چشمگیری داشته و از مقدار ٤۷/۸۵ به ٤٦/۳٤ کاهش یافته است که این امر نشان‌دهنده وضعیت بحرانی آب‌های زیرزمینی و استفاده بیش‌ازحد از این منابع می‌باشد. در بقیه کاربری‌ها با افزایش تراز آب در کاربری‌ها نسبت به سال ۲۰۰۲ تراز آب افزایش یافته است. Esfandyari Darabad et al (2014: 50) به ارزیابی و برآورد تغییرات مکانی سطح آب زیرزمینی در دشت سراب با استفاده از روش‌های مختلف درون‌یابی پرداختند. مطالعات آن‌ها نشان داد که روش کریجینگ (مدل Rational Quadratic) با خطای RMSE و MBE به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

ترتیب ۹/۷۹ و ۰/۷٦- و R^2 برابر با ۰/۳۱ در مقایسه با سایر مدل‌های مورد آزمون از بیش‌ترین دقت و کارایی در برآورد مکانی سطح آب زیرزمینی برخوردار است؛ بنابراین روش کریجینگ را به‌عنوان روش بهینه، برای پهنه‌بندی سطح آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه توصیه کردند. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی مشخص شد که سطح آب‌های زیرزمینی در قسمت جنوبی محدوده مورد مطالعه نسبت به بخش‌های دیگر بالاتر بوده؛ بنابراین از لحاظ مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی درخور توجه اساسی است Rostamzadeh et al (2014: 50) نیز در تحقیقی به بررسی سطح ایستابی آب زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از ۳۹ چاه پیزومتر برای سال‌های ۱۳٦۰ و ۱۳۹۱ پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که سطح ایستابی در سال ۹۱ نسبت به سال ٦۰ با کاهش تقریبی ٤۷ درصدی مواجه بوده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

References

- Abbas Nejad, A., Shahidast, W., (2013), "Inverstigate the susceptibility of Sirjan plan due ti excessive withdrawals from the aquifer area", ***Geography and Urban Planning Regional***, 7: 85-96. [In Persian].
- Akbari, M., Jorgeh, M., Madani Sadat, H., (2012), "Assessment of decreasing of groundwater-table using Geographic Information System (GIS) (Case study: Mashhad Plain Aquifer)", ***Journal of Water and Soil Conservation***, 16 (4): 63-78. [In Persian].
- Albhaisi, M., Brendonck, L., Batelaan, O., (2013), "Predicted impact of land use change on groundwater recharge of the upper Berg catchment, South Africa", ***Water SA***, 39 (2): 211-220.
- Chowdhury, A., (2016), "Assessment of spatial groundwater level variations using Geostatistics and GIS in Haringhata Block, Nadia District, West Bengal", ***International Journal of Research in Engineering and Technology***, 5 (5): 276-280.
- Dams, J., Woldeamlak, S., Batelaan, O., (2007), "Forecasting land-use change and its impact on the groundwater system of the Kleine Nete catchment Belgium", ***Hydrology and Earth system sciences***, 4 (6): 4265-4295.
- Di Piazza, F., Lo Conti, L.V., Noto, F., Viola, G., La Loggia, C., (2011), "Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for Sicily, Italy", ***International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation***, 13: 396-408.
- Esfandyari Darabad, F., Alijahan, M., Rahimi, M., (2014), "Evaluation of algebraic and statistical models in estimating the spatial distribution of Ardabil plain water table", ***Journal of Quantitative Geomorphological Researches***, 3 (2): 46-62. [In Persian].
- Faizizadeh, B., Hilali, H., (2010), "Comparison of base pixel, object-oriented and effective parameters in land use coverage classification in West Azarbaijan Province", ***Geographical Research Journal***, 71: 73-84. [In Persian].
- Fathi, H., Arkhi, S., (2013), "Different methods of land use change detection using satellite image (Case study: M. dry area)", ***Journal of arid ecosystems***, 3 (1): 56-68. [In Persian].
- Guler, C., Kurt, M. A., Korkut, R. N., (2013), "Assessment of groundwater vulnerability to nonpoint source Pollution in a Mediterranean coastal zone (Mersin Turkey) under conflicting Land use practices", ***Ocean & Coastal Management***, 71: 141-152.
- Jahanshahi, A., Roohi Moghadam, A., Dehvari, A., (2014), "Evaluation of groundwater quality parameters using gis and land statistics (Case study: Aquifer in shahrbabak Plain)", ***Water and Soil Journal***, 24 (2): 197-183. [In Persian].
- Jones, D., Jones, N., Greer, J., Nelson, J., (2015), "A cloud-based MODFLOW service for aquifer management decision support", ***Computers & Geosciences***, 78: 81-87.
- Kachhwala, T. S., (1985), "Temporal monitoring of forest land for change detection and forest cover mapping through satellite remote sensing", In: Proceedings of the 6th Asian Conference on Remote Sensing, ***National Remote Sensing Agency, Hyderabad***, pp 77-83
- Krivoruchko, K., (2011), "***Spatial Statically Data Analysis for GIS Users***", Esri Press: Redlands, CA, 928 P.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]

- Lu, D., Weng, Q., (2008), "A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance", ***International Journal of Remote Sensing***, 28(5): 823-870.
- Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A., Manik, G. A., (2002), "Using neural networks and GIS to forecast land use change; A land transformation model", ***Computers Environment and Urban Systems***, 26: 553-575.
- Rai, S. C., Kumari, P., (2012), "Assessment of groundwater contamination from landuse /cover change in rural-urban fringe of national capital territory of Delhi (India)", ***Geography***, 8 (2): 31-46.
- Ranjan, P., Das, G.A., Kazama, S., Sawamoto, M., (2007), "Assessment of aquifer- land use composite vulnerability in Walawe river basin, Sri Lanka", ***Asian Journal of water, Environment and Pollution***, 4 (2): 1-10.
- Rostamzadeh, H., Asadi, E., Jafarzadeh, J., (2015), "Surface water level monitoring in Ardebil Plain", ***Environmental Spatial Situation Analysis***, 2 (1): 71-90. [In Persian].
- Sadeghi, A., Zahtabian, G.H., Malekian, A., Khosravi, H., (2014), "Effect of land use change on ground water quality in Zaribar lake, ***Watershed studies***, 27 (4): 90-97. [In Persian].
- Saghafian, B., Danesh kar arasteh, P., Rahimi Bandarabadi, S., Fattahi, E., Mohammadzadeh, M., (2010), "Draft guide climatic factors using methods of spatial distribution data point", ***Ministry of Energy and Water Affairs Office engineering and technical standards***, 12: 368-381.
- Salman Mahini, A., Rahele Namin, B., (2013), "Prediction of the effect of land use change on groundwater quality in the Qarshoo watershed using GIS and artificial neural network", ***Journal of Remote Sensing in Natural Resources***, 3 (4): 1-12. [In Persian].
- Samadi, J., (2016), "Site selection modeling for artificial recharge in Kashan aquifer using statistical methods, ahp and groundwater environmental considerations, ***Iran-Water Resources Research***, 12 (1): 84-94. [In Persian].
- Shakiba, A., Mirbagheri, B., Khyri, A., (2010), "Drought and its impact on groundwater resources in the East of Kermanshah using SPI', ***Geography (Journal Research of Iran Geographic Society)***, 6 (25): 104-124. [In Persian].
- Taghizadeh Mehrjardi, R., Zareian Jahromi, M., Mahmoodi, S., Heidari, A., Sarmadian, F., (2009), "Investigation of interpolation methods to determine spatial distribution of groundwater quality in rafsanjan", ***Journal of Watershed Management Science***, 2 (5): 63-70. [In Persian].
- Thomas, A., Tellam, J., (2005), "Modelling of recharge and pollutant fluxes to urban groundwater", ***Science of the Total Environment***, 36: 158-179.
- Vatan Khah Sadat, A., (2009), "***Climatic feasibility study of citrus cultivation in Pars Abad Moghan, Master Thesis***, Ahar Azad University: human faculty. [In Persian].
- Zhenjian, Z., (2014), "Change detection of remote sensing images based on multi- scale segmentation and decision tree algorithm over mountainous area: A case study in Panxi region, Sichuan province", ***Acta Ecological***, 34 (24): 7222-7232.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.75.7.3]