Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigation of land use changes and its relationship with groundwater level Case study: Meshginshahr plain

Mahrookh Ghazayi [1]✉ | **Nazfar Aghazadeh** [2] **Ehsan Ghaleh** [3] | **Elham Ebaddyy** [4]

1. Corresponding author, Masters student, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.
E-mail: mahrookh-ghazayi@yahoo.com
2. phd student, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran. **E-mail:** NAZ.AGH4@GMAIL.COM
3. phd student, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran. **E-mail:** Ghale.ehsan@gmail.com
4. phd student, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran. **E-mail:** Ebaddyy@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2020/11/05
Received in revised
2021/12/05
Accepted
2022/01/22
Published
2022/01/25
Published online
2025/12/22

Keywords:
Groundwater,
geostatistical methods,
object-oriented classification,
land use.

ABSTRACT

The depletion of surface water resources has necessitated uncontrolled groundwater abstraction in various regions worldwide, resulting in substantial reductions in groundwater table levels. As populations continue to expand, the extraction of these essential resources has intensified, posing a significant threat to natural reserves. This study aims to monitor groundwater levels through the analysis of satellite imagery and to investigate the correlation between these levels and land use patterns. To accomplish this objective, relevant satellite images were acquired and subjected to appropriate pre-processing. An object-oriented methodology was employed to generate land use classification maps for two distinct years, alongside a land use change map covering a fifteen-year period from 2000 to 2015. Moreover, groundwater level maps for the study area were produced for both years utilizing the Gaussian method, recognized as the most accurate approach. The findings indicate a robust and significant relationship between land use and groundwater levels, revealing that areas with higher vegetation exhibit lower groundwater levels compared to other regions. This phenomenon can be attributed to the hydrological dynamics that facilitate the movement of water from higher potential zones to these areas. Additionally, irrigated agricultural practices demonstrated the most pronounced average decline in water levels relative to other land uses, underscoring the excessive reliance on groundwater for irrigation in the study area. The results further illustrate that the conventional kriging method with Gaussian variance surpasses other techniques in estimating groundwater table depths across both statistical periods. Analysis through conventional kriging reveals a general decline in groundwater levels throughout the majority of the plain during the study period, with a maximum decrease of 40 meters and an average reduction of 15 meters.

Cite this article: Ghazayi, Mahrookh., Aghazadeh, Nazfar., Ghaleh, Ehsan., & Ebaddyy, Elham. (2025). Investigation of land use changes and its relationship with groundwater level Case study: Meshginshahr plain Applied Researches in Geographical Sciences, 25 (79), 330-347. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.3

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.3

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Groundwater resources are crucial for the sustenance of agriculture, industry, and domestic needs, particularly in arid and semi-arid regions. However, the phenomenon of overexploitation and uncontrolled usage has resulted in a significant decline in groundwater levels on a global scale. Additionally, changes in land use, driven by population growth and urban expansion, have critically influenced the hydrological cycle, thereby affecting both groundwater recharge and quality. A comprehensive understanding of the interplay between land use patterns and groundwater levels is essential for the sustainable management of water resources. This study focuses on the Meshginshahr plain in Ardabil Province, Iran, where rapid agricultural and urban development has intensified pressures on groundwater resources. The primary objective is to analyze land use changes over a 15-year period (2000–2015) and to assess their impact on groundwater levels through the application of remote sensing, Geographic Information Systems (GIS), and geostatistical methods.

Material and Methods

This study utilized Landsat satellite imagery, specifically from the Thematic Mapper (TM) and Operational Land Imager (OLI) sensors, for land use classification in the years 2000 and 2015. An object-oriented classification approach was implemented using eCognition Developer 64 software, followed by an accuracy assessment that incorporated GPS field data. Groundwater depth data were collected from 20 piezometric wells and subsequently interpolated utilizing geostatistical methods, including Inverse Distance Weighting (IDW), Radial Basis Function (RBF), and Ordinary Kriging employing a Gaussian model. Cross-validation was performed to evaluate the accuracy of these interpolation methods, with statistical indicators such as Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Error (ME) facilitating comparison. The interpolation method exhibiting the highest accuracy was employed to generate groundwater level maps for both years. A change detection analysis was conducted to assess the relationship between land use dynamics and fluctuations in groundwater levels.

Results and Discussion

The findings indicate significant alterations in land use over the 15-year period under examination. Rain-fed agriculture continued to be the predominant land use type, followed by rangeland; however, both categories experienced notable reductions. In contrast, irrigated agriculture and urban areas exhibited expansion, highlighting the increasing anthropogenic pressure on natural resources. The Ordinary Kriging method utilizing a Gaussian model demonstrated superior performance compared to other interpolation techniques, as evidenced by the lowest root mean square error (RMSE) values recorded for both assessment years (0.256 in 2000 and 0.248 in 2015). Groundwater level maps revealed a general decline

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

across the study area, with the most pronounced depletion occurring in irrigated agricultural zones. These regions displayed the highest average groundwater depths in both years (34.02 m in 2000 and 37.08 m in 2015), emphasizing the significant dependence on groundwater for irrigation purposes. Conversely, forest and water body classifications exhibited the lowest groundwater depths, suggesting the presence of natural recharge processes within these areas. The statistical analysis corroborated a strong correlation between land use changes and fluctuations in groundwater levels, particularly attributable to the conversion of rangeland and forested areas into agricultural and urban uses.

Conclusion

This study elucidates the substantial influence of land use changes on groundwater levels in the Meshginshahr plain. The proliferation of irrigated agriculture and urbanization has resulted in a persistent decline in groundwater levels, thereby posing a significant threat to long-term water sustainability. The integration of remote sensing, geographic information systems (GIS), and geostatistical methodologies has proven effective in monitoring and analyzing these changes. The application of the Ordinary Kriging method utilizing a Gaussian model yielded the most precise estimations of groundwater levels. The findings underscore the necessity for integrated land and water management strategies to mitigate further depletion of groundwater resources and to promote sustainable development in the region. Policymakers and local authorities are urged to incorporate these insights into future planning and regulation of water use practices.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی: دشت مشگین‌شهر

ماهرخ قضایی [۱]✉، نازفر آقازاده [۲]، احسان قلعه [۳]، الهامه عبادی [۴]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: mahrookh-ghazayi@yahoo.com
۲. دانشجو دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: Naz.agh4@ gmail.com
۳. دانشجو دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: Ghale.ehsan@gmail.com
۴. دانشجو دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: Ebaddyy@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۸/۱۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۰۹/۱۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۱۱/۰۲
تاریخ انتشار:
۱۴۰۰/۱۱/۰۵
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
آب‌های زیرزمینی،
روش‌های زمین آمار،
طبقه‌بندی شیءگرا،
کاربری اراضی.

چکیده

کمبود منابع آب سطحی سبب برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان و افت شدید سطح سفره‌های آب زیرزمینی شده است. با افزایش روزافزون جمعیت برداشت بی‌رویه از این منابع بیشتر شده و این ذخایر طبیعی با تهدید جدی مواجه شده‌اند. از طرفی تغییرات کاربری اراضی بر روی منابع آب زیرزمینی مؤثر بوده و کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پژوهش حاضر به منظور پایش سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و رابطه‌ای که می‌تواند با کاربری اراضی داشته باشد، انجام شد. جهت دست‌یابی به نتیجه موردنظر با استفاده از روش شیءگرا نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی برای هر دو سال استخراج شد و سپس به منظور پایش سطح تراز آب‌های زیرزمینی نقشه سطح آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه برای هر دو سال با روش گوسی (Gaussian) که دقیق‌ترین روش شناخته شد، استخراج گردید. بررسی‌ها نشان داد که رابطه قوی و معناداری بین کاربری اراضی و سطح آب‌های زیرزمینی وجود دارد. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین تراز آب در سال ۱۳۸۰ برای کاربری کشاورزی آبی با ۳۴/۰۲ متر و کمترین میانگین تراز آب برای محدوده پهنه‌ی آبی با ۱۵/۰۲ متر و بیشترین میانگین تراز آب در سال ۱۳۹۵ متعلق به کاربری کشاورزی آبی با ۳۷/۰۸ متر و کمترین میانگین تراز آب مربوط به کاربری جنگل با ۱۵/۹۹ متر می‌باشد.

استناد: قضایی، ماهرخ؛ آقازاده، نازفر؛ قلعه، احسان؛ و عبادی، الهامه (۱۴۰۴). بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی: دشت مشگین‌شهر. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۹)، ۳۴۷-۳۳۰.
http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.3

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

مقدمه

آب‌های زیرزمینی منابع آب حیاتی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران است (برزگر و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۱۱-۲۲۲). افزایش جمعیت شهرنشینی، رشد صنعتی و فعالیت‌های کشاورزی تأثیر قابل‌توجهی در تقاضای منابع کمیاب آب دارد (یانگ و همکاران[1] ۲۰۱۷: ۱۰۶۴-۱۰۷۳). یکی از ارکان توسعه و تحولات اجتماعی و اقتصادی هر جامعه آب است. در دهه‌های اخیر، از میان نگرانی‌ها در زمینه تغییرات محیط‌زیست جهانی، مسائل مربوط به تغییر کاربری در گذر زمان، از مهم‌ترین دغدغه‌ها است (پورمقدس،۱۳۸۱: ۳۱-۴۰). برداشت بی‌رویه مخازن آب زیرزمینی موجب گردیده که میزان تغذیه آبخوان جواب‌گوی برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نماید. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، تنزیل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و نشست زمین را به دنبال دارد. همچنین سبب می‌شود که آب از نقاط با پتانسیل بالا به سمت این نقاط سرازیر شود که گاهی با برگشت جبهه آب‌شور به سمت مناطق دارای آب شیرین مواجه خواهیم شد. از طرف دیگر، افت سطح ایستایی موجب کف کنی‌های متعددی در چاه‌ها می‌شود. در کشورهای درحال‌توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره‌های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب و کشاورزی معطوف گردیده است و این در حالی است که کمتر به حفظ کیفی آبخوان‌ها توجه می‌شود (جونز و همکاران[2] ۲۰۱۵: ۸۱-۸۷). آگاهی از تغییرات تراز آب به منظور شناخت از وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی و مدیریت بهینه آن ضرورت دارد. با ارزیابی نوسان سطح آب زیرزمینی می‌توان از آن در مدیریت منابع آب استفاده نمود (کومار و همکاران[3] ۲۰۱۹: ۱-۱۵). یکی از کاربردهای عمده سنجش‌ازدور کشف و تعیین تغییرات کاربری‌های اراضی است. با استفاده از ویژگی‌های سنجش‌ازدور، امکان بررسی و شناسایی پدیده‌های مختلفی وجود دارد. از جمله ابزارهای مهم در زمینه شناخت وضع و نوع تغییرات در طی زمان نقشه و تصاویر ماهواره‌ای است. نقشه‌های کاربری اراضی نحوه استفاده انسان از زمین را در فعالیت‌های کشاورزی، جنگلداری، باغات، مرتع و ... نشان می‌دهد؛ که با رشد بیش‌ازحد جمعیت، فشار بر عرصه‌های طبیعی بیشتر شده و باعث بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری‌ها گردیده است. این تحقیق بر آن است که با استفاده از اطلاعات مربوط با تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های TM[4] برای سال ۱۳۸۰ و OLI[5] برای سال ۱۳۹۵، میزان تغییرات کاربری اراضی از عرصه‌های منابع طبیعی و زمین‌های کشاورزی و مناطق انسان ساخت را آشکار سازد و با توجه به این تغییرات، میزان افت آب‌های زیرزمینی و یا میزان افزایش آن را مشخص سازد.

مطالعات بیشتری در کل جهان و ایران در زمینه بررسی تغییرات کاربری اراضی در ارتباط با آب زیرزمینی گرفته است که در ذیل به بعضی آن‌ها اشاره شده است:

غفاری و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی اثر تغییر کاربری بر سطح آب زیرزمینی در دشت‌های اصفهان –برخوردار، نجف‌آباد و چادگان پرداختند و نتایج بررسی‌ها نشان داد در دو دشت اصفهان- برخوردار و نجف‌آباد، میانگین ارتفاع آب زیرزمینی در کاربری مرتع در مقایسه با سایر کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری داشته است. همچنین بررسی ارتباط متقابل تغییر درصد مساحت کاربری‌های اراضی و افت آب زیرزمینی نشان داد علی‌رغم کاهش کلی سطح اراضی زراعی در طول دوره مورد مطالعه در دو دشت اصفهان-برخوار و نجف‌آباد، سطح آب زیرزمینی در سال‌های پایانی افت شدید داشته است .علاوه بر آن طبق نتایج به‌دست آمده، افت آب زیرزمینی دشت چادگان در مقایسه با دو دشت دیگر بیشتر متأثر از افزایش سطح اراضی زراعی بوده است. نصرالهی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی به بررسی تأثیر روند تغییرات کاربری اراضی/پوشش زمین بر وضعیت منابع آب زیرزمینی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (دشت گیلانغرب) پرداختند. بررسی میزان افت آب زیرزمینی نشان داد که با جایگزینی طبقه کاربری مرتعی با طبقات کشاورزی آبی و کشاورزی دیم و بایر بر میزان افت آب زیرزمینی افزوده شده است. این تغییرات موجب گردیده است که در سال ۱۳۸۹، ۸۳/۹۳ درصد از منطقه افت آب بیشتر از ۵۰

[1] Yang ey al
[2] Jones et al
[3] Kumar et al
[4] Thematic Mapper
[5] Operational Land Imager

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

سانتی‌متر در سال را داشته به‌طوری‌که مساحت این منطقه در سال ۱۳۷۹، ۴۳/۸۵ درصد از منطقه بوده است. بدون شک مداخلات انسانی از مهم‌ترین عوامل تخریب در منطقه مذکور می‌باشد. پیری و بامری (۱۳۹۳) به تحقیقی با عنوان بررسی روند تغییرات کمی سطح ایستابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: دشت سیرجان) پرداختند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی دشت سیرجان با استفاده از روش‌های زمین آماری در دوره آماری ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ است. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که واریوگرام مدل گوسین با ضریب تبیین ۰/۷ به عنوان بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی داده‌ها و روش چندجمله‌ای محلی و روش کریجینگ معمولی به ترتیب با داشتن مجذور میانگین مربعات خطا ۴۳/۶ و ۲۳/۸۵، بهترین روش میان یابی می‌باشند. نتایج همچنین نشان داد که روش کریجینگ معمولی با تغییرنما گوسی در مقایسه با سایر روش‌های بکار رفته، برای برآورد عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی در هر دو دوره آماری دقت بیشتری دارد. پهنه‌بندی با روش کریجینگ معمولی نشان داد که سطح آب زیرزمینی در بیشتر نقاط دشت در دوره مطالعه افت داشته است. حداکثر این افت معادل ۴۰ متر و به‌طور متوسط ۱۵ متر می‌باشد. در نقاط غربی دشت سطح آب افزایش پیدا کرده که باعث تغییر جهت آب از سمت سفره آب شور غرب به سمت سفره آب شیرین و کاهش کیفیت سفره آب زیرزمینی دشت سیرجان شده است.

سینگ و همکاران[1](۲۰۱۰)، در تحقیقی به منظور تغییرات کاربری اراضی / پوشش سرزمین بر منابع آب زیرزمینی از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و GIS بهره گرفتند .نامبردگان در جهت نیل به اهداف خود از تصاویر سنجنده‌های IRS و LISS و اطلاعات کمی و کیفی آب زیرزمینی در طول ۱۷ سال استفاده نمودند. نتایج نشان داد که کمیت و میزان آب 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. گولر و همکاران[2](۲۰۱۳) در تحلیل تغییرات زمانی- مکانی سطح آب زیرزمینی در دشت‌های پایکوهی مرسین ترکیه از مقایسه روش‌های مختلف درون‌یابی بهره جستند. نتایج حاصل نشان‌دهنده برازش بهتر روش کریجینگ ساده نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی است. اوور[3]و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی میزان نرخ شارژ آب‌های زیرزمینی و پاسخ رواناب سطح به کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین در محیط‌های نیمه‌خشک پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که جنگل‌ها میزان شارژ مجدد آب زیرزمینی پایین‌تر و رواناب بیشتری نسبت به سایر کاربری‌های مورد بررسی در مناطق گرمسیری و نیمه‌خشک دارند. همچنین اگر جنگل‌ها به مراتع تبدیل شوند، شارژ مجدد آب‌های زیرزمینی ۷/۸ تا ۱۲/۶ درصد افزایش می‌یابد. همچنین تبدیل اراضی بایر به زمین‌های زراعی منجر به کاهش رواناب سطح آب بین ۵/۲ تا ۷/۷ درصد می‌شود.

نتایج پژوهش دانگ و همکاران[4](۲۰۱۹)، در منطقه آتلانتیک میانی ایالات‌متحده نشان داد که کاهش کلی سطح آب زیرزمینی در بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۶ برابر با ۰/۰۶ متر در سال بوده است .همچنین بیشترین روند کاهشی سطح آب زیرزمینی به میزان ۴۸ درصد مربوط به مناطق دشت ساحلی است و بخش‌های زراعی متراکم، بیشترین مساحت افت آب زیرزمینی را داشته‌اند.

در مطالعه دیگری که توسط تام و نگا[5](۲۰۱۸) انجام شد، اثر توسعه شهری بر منابع آب زیرزمینی از نظر تغییر کاربری اراضی و افزایش تلفات آب زیرزمینی در نتیجه رشد جمعیت شهری در منطقه Hanoi در چین بررسی شد. شبیه‌سازی جریان بارش-رواناب و آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های WetSpa و MODFLOW صورت گرفت. نتایج نشان داد که علت اصلی کاهش سطح آب زیرزمینی، افزایش تلفات آب زیرزمینی در اثر رشد جمعیت شهری است و افزایش سطح غیرقابل نفوذ در نتیجه توسعه شهرنشینی تأثیر اندکی بر کاهش تغذیه آب زیرزمینی داشته است.

[1] singh
[2] Guler
[3] Owuor
[4] Dong et al
[5] Tam and Nga

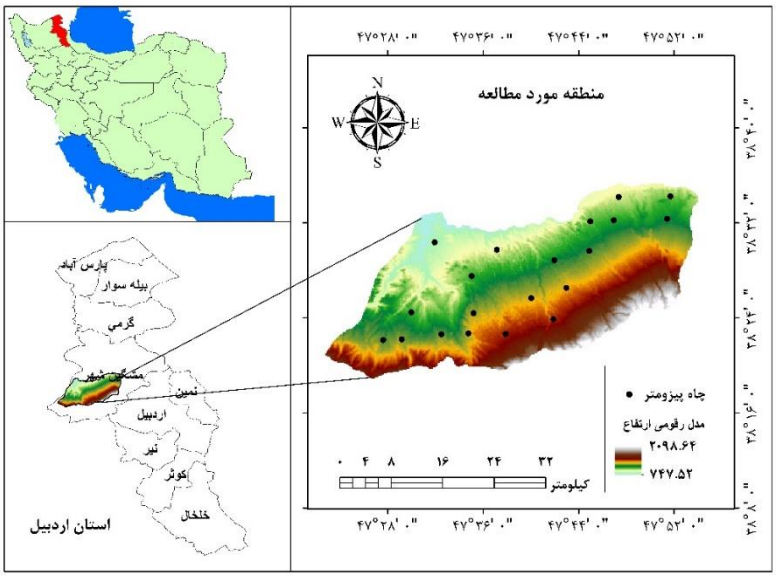
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

هدف از این پژوهش، استخراج نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ و بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی شهرستان مشگین‌شهر برای یک بازه زمانی ۱۵ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۵) می‌باشد.

روش تحقیق

معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت مشگین‌شهر با وسعت تقریبی ۷۰۰ کیلومترمربع در شمال‌غرب ایران در استان اردبیل قرار دارد. کوه سبلان مرتفع‌ترین نقطه در منطقه می‌باشد که در قسمت جنوب‌شرقی مشگین‌شهر واقع شده است. آب‌های حاصل از بارش در مناطق کوهستانی به صورت جریان‌های سطحی و یا زیرزمینی به طرف دشت حرکت می‌کنند و منابع آب سطحی و زیرزمینی قابل استحصال در طول سال را تشکیل می‌دهند. رودخانه قره‌سو که از رشته‌کوه‌های تالش در شرق اردبیل سرچشمه می‌گیرد یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های منطقه مشگین‌شهر، دشت مغان و اردبیل است؛ که در مسیر خود ضمن عبور از دشت اردبیل آب‌های جاری این قسمت از جمله بالخی‌چای را جمع‌آوری می‌کند. متوسط دمای سالانه منطقه ۱۱/۶۶ درجه سانتی‌گراد و میزان متوسط سالیانه بارش ۲۹۲ میلی‌متر می‌باشد.



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی دشت مشگین‌شهر در استان اردبیل و کشور

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل، تصویر ماهواره لندست ۷ و ۸ که از سنجنده OLI و ETM+ به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۱۵ و همچنین از تصویر سنجنده ETM+ لندست ۷ به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۰۰ استفاده شد. تصاویر در اواخر فصل بهار و اوایل فصل تابستان به منظور نبود پوشش‌های ابری و برفی بالا و همچنین بالا بودن شدت تابش نور خورشید اخذ شد.

جدول (۱). اطلاعات تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸. منبع: متادیتا تصاویر

نوع سنجنده	مسیر	گذر	درصد پوشش ابر	زاویه خورشید	زمان (گرینویچ)	تاریخ
لندست ۸	۱۶۷	۳۳	۰	۱۲۴/۹۰۵۹۶۳۶۷	۷:۲۵:۱۰	۲۰۱۵/۰۶/۲۳
لندست ۵	۱۶۷	۳۳	۰	۱۱۴/۳۹۱۸۸۷۳۱	۶:۵۰:۱۸	۱۹۸۷/۰۶/۱۰

همچنین در انجام این پژوهش از داده‌های عمق آب زیرزمینی ۲۰ حلقه چاه پیزومتر در سطح دشت مشگین‌شهر استفاده شد. به لحاظ زمانی با در نظر گرفتن آمار دقیق و در دسترس، به آمار سال ۱۳۹۵ و ۱۳۸۰ استناد شد. در تعیین حدود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

جغرافیای پهنه مورد مطالعه سعی شد تا محدوده مطالعاتی را براساس پراکنش مناسب چاه‌های پیزومتر در نظر گرفته شود. مراحل انجام تحقیق بدین ترتیب بود که پس از آماده‌سازی آمار چاه‌های پیزومتری جهت برطرف کردن نواقص موجود در داده‌های مطالعاتی از روش بازسازی داده‌ها استفاده گردید. روش بازسازی استفاده شده که صرفاً برای برطرف کردن نواقص در داده‌ها استفاده شد، روش میان یابی می‌باشد که توسط نرم‌افزار Neural Power (بر مبنای شبکه عصبی مصنوعی)، انجام گرفت. جهت نرمال‌سازی داده‌ها از تبدیل‌های لگاریتمی در نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد. به منظور تصحیحات جوی و رادیومتریکی از نرم‌افزار ENVI 5.3 و جهت استخراج نقشه‌های مورد نظر از نرم‌افزار GIS10.5 استفاده شد.

به منظور طبقه‌بندی کاربری‌های اراضی از روش طبقه‌بندی شیءگرا در نرم‌افزار eCognition Developer 64 استفاده شد. در این طبقه‌بندی مهم‌ترین قسمت طبقه‌بندی، قسمت قطعه‌بندی[1]آن است (لو و ونگ[2]، ۲۰۰۸). قطعه‌بندی یک تصویر بر تفکیک و جداسازی تصویر به نواحی مختلف به‌طوری‌که پیکسل‌های هر ناحیه دارای یک ویژگی خاص که می‌تواند متعلق به یک شیء[3]مشترک باشد، دلالت دارد. 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. قبل از انجام طبقه‌بندی به روش شیءگرا لازم است که فرآیند تقسیم‌بندی تصویر صورت پذیرد. این تقسیم‌بندی بر اساس شکل پدیده، بافت و تن‌هایی که هر یک از مقدارها دارا می‌باشند انجام می‌پذیرد (رگان و همکاران[4]؛ ۲۰۰۴: ۳۰۱-۳۲۵).

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

روش عکس فاصله وزنی[5]

از مهم‌ترین روش‌های درون‌یابی، روش عکس فاصله وزنی می‌باشد. در این روش وزن نقاط نمونه بر روی نقطه مجهول بر اساس فاصله‌ی بین نقاط مجهول محاسبه می‌شود. این اوزان توسط توان وزن دهی کنترل می‌شود. به‌طوری‌که توان‌های بزرگ‌تر، نقاط دورتر از نقطه‌ی مورد تخمین را کاهش می‌دهند و توان‌های کوچک‌تر، وزن‌ها را به طول یکنواخت‌تری بین نقاط همسایه توزیع می‌کنند (خازاز و همکاران[6]، ۲۰۱۵: ۶۳۷-۶۴۲). برای محاسبه ارتباط فاصله‌ای، می‌توان به این نکته اشاره داشت که مقادیر نقاط نزدیک‌تر از نقاطی که دورترند، وزن بزرگ‌تری را به خود می‌گیرند. معادله عمومی به صورت زیر است:

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

رابطه (۲)

که در آن، $\hat{z}(s0)$، مقدار پیش‌بینی شونده برای موقعیت s0؛ N، تعداد نقاط نمونه‌برداری شده؛ λi، وزن اختصاص داده شده برای هر نقطه؛ و Z (si)، مقدار مشاهده شده در موقعیت si می‌باشد.

روش توابع شعاع محور[7]

توابع پایه‌ی شعاعی این توانایی را به ما می‌دهند که سطوحی را ایجاد نماییم که هم روندهای عام در آن‌ها در نظر گرفته شده‌اند و هم تغییرات محلی در آن‌ها لحاظ شده باشند. این روش می‌تواند روی داده‌های نویزداری که به‌طور نامنظم در یک

[1] Segmentation
[2] Lu & Weng
[3] Object
[4] Rogan et al
[5] Inverse Distance Weighting
[6] Khazaz et al
[7] Radial Basis Function

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

منطقه پخش شده‌اند اعمال شده و یک درون‌یابی چند متغیره هموار روی داده‌ها انجام دهد. به‌عبارت‌دیگر روش RBF تابعی را می‌یابد که مشابه یک ورقه فلزی نازک است که به‌طور همواری 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. 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 (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۶-۶۲).

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

رابطه(۲)

به‌طوری‌که $\|.\|$ ، بیانگر طول بردار؛ x و y، متغیرهای مکانی؛ (xj , yj) مختصات مکانی j امین نقطه مشاهده‌ای پارامتر zj و E یک RBF می‌باشد. aj, b0, b1, b2، ضرایبی هستند که باید تعیین شوند تا تابع f به‌طور صریح مشخص شود.

روش زمین آمار (کریجینگ)

در روش‌های زمین آماری علاوه بر عامل فاصله که در روش‌های مبتنی بر آمار مرسوم حائز اهمیت است، به موقعیت مکانی و همبستگی تغییرات مکانی نقاط نمونه نیز توجه می‌گردد. کریجینگ، بهترین تخمین‌گر خطی نااریب است و عاری از خطای سیستماتیک می‌باشد. شرط استفاده از این تخمین‌گر این است که متغیر Z دارای توزیع نرمال باشد. در غیر این صورت یا باید از کریجینگ غیرخطی استفاده کرد و یا این که با تبدیل‌های مناسب توزیع متغیر را به نرمال تبدیل کرد. کریجینگ از این حیث که در آن وزن‌های مقادیر اندازه‌گیری شده مجاور را برای استنتاج پیش‌بینی در هر موقعیتی به کار می‌برد، شبیه روش IDW است. اگر چه، وزن‌ها تنها مبتنی بر فاصله بین نقاط اندازه‌گیری‌شده و موقعیتی که قرار است پیش‌بینی صورت گیرد، نیست، بلکه مبتنی بر آرایش مکانی سرتاسری میان نقاط اندازه‌گیری شده نیز می‌باشد. برای استفاده از آرایش مکانی در وزن‌دهی‌ها، کمیت خودهمبستگی مکانی باید تعیین شود. از بین توابع همبستگی، کوواریانس و نیم تغییرنما برای نشان دادن پیوستگی مکانی داده‌ها، نیم تغییرنما بیشترین کاربرد را به خود اختصاص می‌دهد. رابطه نیم‌تغییرنما به صورت زیر می‌باشد:

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

رابطه(۳)

که در رابطه (۳) γ(h)، مقدار نیم تغییرنما برای جفت نقاطی است که به فاصله h از هم قرار دارند؛ n (h)، تعداد زوج نقاطی که به فاصله h از هم قرار دارند؛ z (xi)، مقدار مشاهده‌ای متغیر x در موقعیت i و $z(x_i+h)$ ، مقدار مشاهده‌ای متغیر در فاصله h از xi است.

شرط استفاده از این تخمین‌گر این است که متغیر z دارای توزیع نرمال باشد، بنابراین:

$$E\left[Z(x_i)-\sum_{i=1}^{n}\lambda_i Z^*(x_i)\right]=0 \quad , \quad \sum_{i=1}^{n}\lambda_i=1$$

رابطه (۴)

که در رابطه (۴)، z (xi)، مقدار مشاهده‌ای متغیر در نقطه i ام با مختصات معلوم؛ z*(xi)، مقدار تخمینی در همان نقطه i ام؛ λi ، وزن داده‌های مشاهده‌ای؛ و E، امید ریاضی است؛ بنابراین شرط نااریبی کریجینگ بیانگر آن است که مجموع ضرایب وزنی تخمین باید مساوی واحد باشد.

پس از اعمال روش‌های مختلف درون‌یابی بر روی داده‌های عمق آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای، جهت رسیدن به مدل بهینه برآورد تغییرات فضایی سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، مقایسه‌ای بین این روش‌ها با استفاده از روش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

اعتبارسنجی متقاطع[1]صورت گرفت. این روش به این صورت می‌باشد که برای هر یک از نقاط مشاهده‌ای به وسیله روش‌های درون‌یابی تخمینی انجام می‌شود و سپس مقدار تخمین‌زده شده با مقدار مشاهده‌ای مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در نهایت، مدلی که کمترین مقدار خطا را در تخمین داشته باشد، به عنوان بهترین مدل شناخته می‌شود. از معیارهای پرکاربرد اعتبارسنجی متقاطع که در این تحقیق نیز از آن‌ها استفاده شد، عبارت‌اند از:

۱- میانگین خطای اریب[2]که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

رابطه (۵)

۲- ریشه دوم میانگین مربعات خطا[3]که هرچقدر کمتر باشد، نشانگر خطای کمتر مدل بوده و فرمول عمومی آن به صورت زیر می‌باشد:

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

رابطه (۶)

در روابط فوق z (xi)، مقدار برآوردی متغیر در xi؛ ẑ (xi)، مقدار مشاهده‌ای متغیر در xi؛ n، تعداد نقاط با متغیر مشاهده‌ای می‌باشد (رنجان و همکاران،[4] ۲۰۰۷: ۱-۱۰).

MBE، نشانگر میانگین انحراف مقدار برآوردی از مقدار مشاهده‌شده 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 (روبرتسون و همکاران،[5] ۱۹۹۶: ۲۶۷-۲۸۱).

ارزیابی صحت[6]

جهت ارزیابی صحت و مقایسه نقشه‌های حاصل، از ماتریس خطا، صحت کلی (رابطه ۷) و آماره‌ی کاپا (رابطه ۸) استفاده شد (رای و کمری،[7] ۲۰۱۲: ۳۱-۴۶).

$$OA = \frac{\sum_{k=1}^{N} a_{kk}}{\sum_{i,k=1}^{N} a_{ik}} = \frac{1}{n}\sum_{K=1}^{N} a_{kk}$$

رابطه (۷)

در رابطه‌ی فوق، OA نشان‌دهنده‌ی صحت کلی و N معرف تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده و $\sum_{k=1}^{N} a_{kk}$ نمایه‌ی مجموع پیکسل‌های قطر اصلی ماتریس خطا (تعداد کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده) می‌باشد (جانسون و همکاران،[8] ۲۰۱۲).

رابطه (۸) احتمال توافق − ۱ / (احتمال توافق) − (دقت مشاهده شده) = آماره کاپا

نتایج

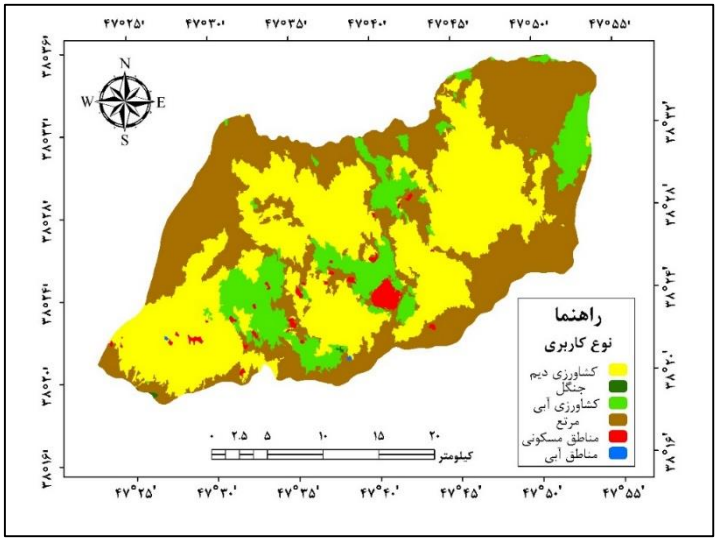
در تحقیق حاضر جهت دست‌یابی به دقت و صحت لازم و همچنین به‌منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی، به محاسبه دقت کاربر، صحت کلی و ضریب کاپا پرداخته شد. برای ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی تولید شده از ۱۰۰ نقطه‌ی کنترلی GPS

[1] Cross-Validation
[2] Mean Bias Error
[3] Root Mean Square Error
[4] Ranjan et al
[5] Robertson et al
[6] Accuracy Assessment
[7] Rai and Kumari
[8] Johnson et al

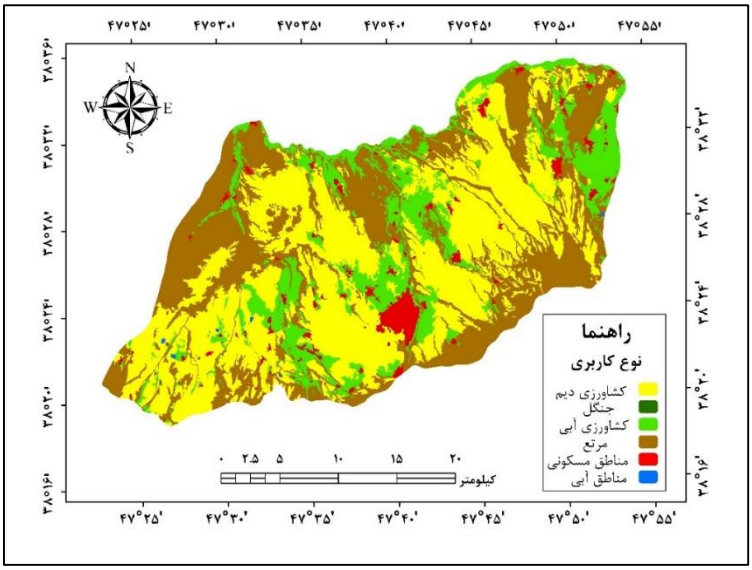
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

(بازدید میدانی مورخ خرداد ماه ۱۳۹۴) کاملاً تصادفی و دارای دسترسی برای کنترل صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده شد. نتایج برآورد نشان دهنده دقت طبقه‌بندی در سال ۱۳۹۵ در دقیق‌ترین نوع خود یعنی ۹۷ درصد صحت کلی و ۰/۹۴ ضریب کاپا می‌باشد. درحالی‌که طبقه‌بندی در سال ۱۳۸۰ با صحت کلی ۹۵ درصد و ضریب کاپای ۰/۸۷ به نسبت دقت پایین‌تری را ارائه داده است که عامل این پایین بودن دقت، توان تفکیک رادیومتریکی تصویر سال ۱۳۸۰ می‌باشد. چرا که تصاویر +ETM از توان تفکیک پایین‌تری (۸ بیت) نسبت به تصاویر OLI (۱۲ بیت) برخوردار می‌باشند.

در تحقیق حاضر جهت تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی و بررسی رابطه کاربری اراضی با تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و +ETM ماهواره لندست اقدام شد. جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی، نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ تهیه شد. جهت تهیه نقشه کاربری اراضی در نرم‌افزار eCognition Developer 64 و به روش طبقه‌بندی شیءگرا استفاده شد و خروجی‌های مورد نظر نیز در نرم‌افزار ArcGIS 10.5 تهیه شد. اشکال (۲ و ۳) نقشه کاربری اراضی مربوط به بازه‌های زمانی مشخص را نشان می‌دهد. همچنین مساحت هر یک از کاربری‌ها نیز در جدول (۲) برای هر سال نمایش داده شد.



شکل (۲). نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال ۱۳۸۰



شکل (۳). نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی سال ۱۳۹۵

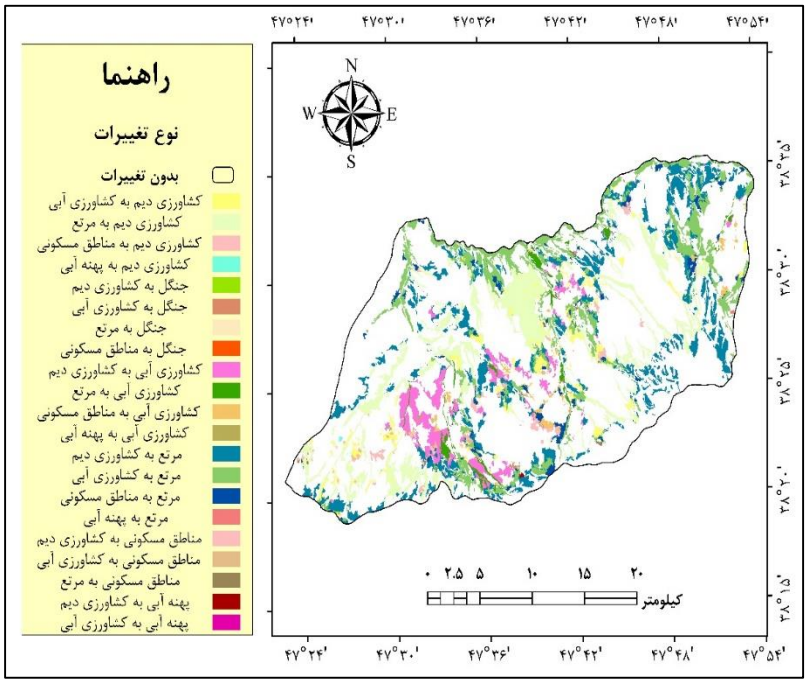
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

جدول (۲). مساحت کاربری‌های اراضی در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵

نوع کلاس	سال ۱۳۶۶(هکتار)	سال ۱۳۹۴(هکتار)
کشاورزی دیم	۳۶۲۸۳/۱۰۱	۳۶۸۹۹/۶۰۱
جنگل	۴۵/۷۳۵	۰/۱
کشاورزی آبی	۱۰۱۶۵/۷۹	۱۴۲۷۱/۵۹
مرتع	۳۵۷۸۵/۳۹۸	۳۲۰۸۱/۴۷۸
مسکونی	۱۰۱۰/۷	۲۵۵۷/۳۲۰
آب	۲۴/۷۵	۶۲/۷۰۵
جمع کل	۸۳۳۱۵/۴۷۴	۸۳۳۱۵/۴۷۴

با توجه به جدول (۲) مشخص می‌باشد بیشترین مساحت در سال ۱۳۸۰ متعلق به کلاس کشاورزی دیم با ۳۶۲۸۳/۱۰۱ هکتار مساحت می‌باشد. دومین مساحت مربوط به کلاس مرتع می‌باشد که با ۳۵۷۸۵/۳۹۸ هکتار بیشترین مساحت را دارا می‌باشد. کمترین مساحت نیز متعلق به کاربری آب با ۲۴/۷۵ هکتار است. همچنین آمار کاربری‌های سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهند که بیشترین مساحت کاربری مربوط به کاربری کشاورزی دیم و مرتع می‌باشند که کشاورزی دیم نسبت به سال ۱۳۸۰ دارای ۶۱۶/۵ مساحت می‌باشد. ولی کاربری مرتع با ۶۲۵۰/۹۹۸ هکتار و کاربری جنگل با ۴۵/۶۳۵ هکتار کاهش مساحت مواجه بوده‌اند. افزایش مساحت کاربری شهری همزمان با کاهش کاربری مرتع و کاربری جنگل نشان از جایگزینی کاربری‌ها و تغییرات آن‌ها می‌باشد؛ و همچنین بیانگر آن است که طی سال‌های مطالعاتی در محدوده مطالعاتی جنگل‌زدایی صورت گرفته است بطوری که محدوده جنگلی تقریبا از بین رفته است.



شکل (۴). نقشه تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

جدول (۳). مساحت کاربری‌های تغییریافته

کاربری‌های تغییریافته	مساحت (هکتار)	کاربری‌های تغییریافته	مساحت (هکتار)
کشاورزی دیم به کشاورزی آبی	۳۱۹/۱۶۳۹	مرتع به کشاورزی دیم	۵۷۰/۰۶۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

کشاورزی دیم به مرتع	۷۵۹/۷۱۶۲	مرتع به کشاورزی آبی	۱۶۹/۶۲۷
کشاورزی دیم به مناطق مسکونی	۶۵۱/۴۶۱	مرتع به مسکونی	۸۰۱/۹۹۴
کشاورزی دیم به پهنه آبی	۲۱/۲۰۰	مرتع به آب	۱۵/۳۸۷
جنگل به کشاورزی دیم	۱۰/۶۵۱	پهنه آبی به کشاورزی دیم	۱۲/۴۱۳
جنگل به کشاورزی آبی	۱۷/۷۷۳	پهنه آبی به کشاورزی آبی	۱/۸۵۱
جنگل به مرتع	۱۶/۴۷۶	کشاورزی آبی به مرتع	۳۵۹/۸۳۷
جنگل به مسکونی	۰/۷۳۲	کشاورزی آبی به پهنه آبی	۱۵/۶۳۳
کشاورز آبی به کشاورزی دیم	۲۵۸۷/۸۲	کشاورزی آبی به مسکونی	۵۲۶/۲۸۸

با توجه به تنایج و آمار جدول (۳) می‌توان تشخیص داد که بیشترین میزان تغییرات کاربری مربوط به کلاس کشاورزی آبی به کشاورزی دیم و کشاورزی دیم به مرتع به ترتیب ۲۵۸۷/۸۲ و ۷۵۹/۷۱۶۲ هکتار است. ولی از میان کاربری‌های تغییریافته مطالعاتی، کاربری پهنه آبی به کشاورزی آبی کمترین میزان افزایش را داراست.

بعد از استخراج نقشه تغییرات کاربری اراضی به منظور انتخاب بهترین مدل درون‌یابی از بین مدل‌های مختلف، تمامی مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند و تنها مدل‌هایی انتخاب شدند که دارای دقت بیشتری نسبت به سایر مدل‌ها بودند جدول (۴).

جدول (۴). آماره‌های RMSE و ME در روش‌های مختلف درون‌یابی

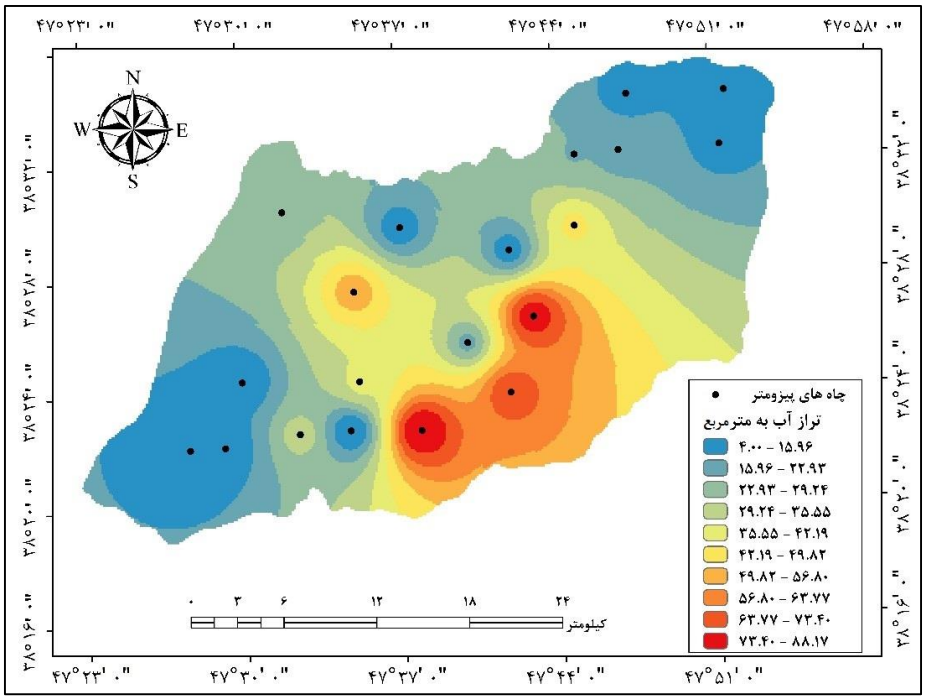
روش زمین آمار	سال	RMSE	ME
RBF	۱۳۸۰	۰/۲۸۱	-۰/۰۰۰۹
	۱۳۹۵	۰/۲۷۴	۰/۰۰۵
IDW	۱۳۸۰	۰/۳۰۱	-۰/۰۰۹۱
	۱۳۹۵	۰/۲۷۷	-۰/۰۰۸
Kriging Ordinary	۱۳۸۰	۰/۲۵۶	-۰/۰۰۰۳
	۱۳۹۵	۰/۲۴۸	-۰/۰۰۱

نتایج حاصل از اجرای هر سه مدل درون‌یابی در جدول (۴) 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 مقادیر واقعی و مقادیر تخمین زده شده است. در صورتی که RMSE مدل به کار رفته بالاتر از ۷۱ درصد باشد، به معنی عدم دقت قابل‌قبول برای آن مدل می‌باشد. اطلاعات مندرج در جدول (۴) 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 گوسی دارای بیشترین دقت می‌باشد.

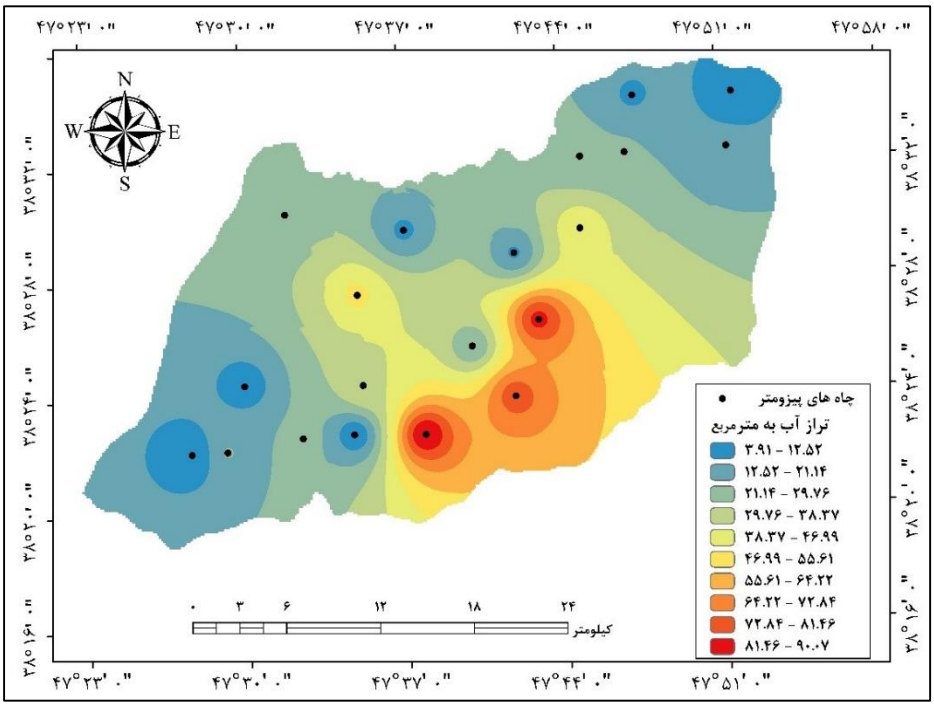
پس از انتخاب بهترین مدل درون‌یابی، نسبت به استخراج نقشه درون‌یابی برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ اقدام شد و نقشه حاصل از آنها نیز استخراج شد اشکال (۵ و ۶).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]



شکل (۵). نقشه درون‌یابی سال ۱۳۸۰



شکل (۶). نقشه درون‌یابی سال ۱۳۹۵

تحلیل رابطه کاربری اراضی و تراز آب زیرزمینی

نقشه درون‌یابی عمق آب زیرزمینی در اشکال (۵ و ۶)، آورده شده است. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی شده و همچنین جداول مشخصات آماری تراز آب زیرزمینی کاربری‌ها جداول (۵ و ۶)، مشخص می‌باشد. بیشترین میانگین تراز آب در سال ۱۳۸۰ برای کاربری کشاورزی آبی شده است و کمترین میانگین تراز آب نیز برای محدوده پهنه‌ی آبی ثبت شده است. باملاحظه نقشه کاربری اراضی و نقشه تراز آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵ نیز مشخص می‌باشد که بیشترین میانگین تراز آب در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

این سال متعلق به کاربری کشاورزی آبی با ۳۷/۰۸ متر می‌باشد و کمترین میانگین تراز آب ثبت‌شده نیز مربوط به کاربری پهنه‌آبی با ۱۵/۹۹ متر می‌باشد.

جدول (۵). مشخصات آماری تراز آب زیرزمینی کاربری‌ها سال ۱۳۸۰

کاربری	تراز آب حداقل (m)	تراز آب حداکثر (m)	میانگین تراز آب (m)	انحراف معیار
کشاورزی دیم	۴/۰۰	۸۸/۶۷	۲۸/۰۱	۷/۷۲
جنگل	۱۵/۹۵	۶۵/۰۱	۲۵/۶۰	۵/۲۲
کشاورزی آبی	۶/۷۹	۷۵/۲۲	۳۴/۰۲	۴/۹۱
مرتع	۶/۸۴	۸۱/۵۵	۲۹/۸۹	۶/۱۳
مسکونی	۴/۱۶	۷۳/۰۹	۳۲/۳۹	۲/۱۱
آب	۵/۳۳	۴۵/۵۸	۱۵/۰۲	۳/۲۵

جدول (۶). مشخصات آماری تراز آب زیرزمینی کاربری‌ها سال ۱۳۹۵

کاربری	تراز آب حداقل (m)	تراز آب حداکثر (m)	میانگین تراز آب (m)	انحراف معیار
کشاورزی دیم	۴/۵۱	۹۰/۰۷	۳۰/۶۰	۷/۵۹
کشاورزی آبی	۳/۹۳	۸۴/۱۱	۳۷/۰۸	۶/۱۵
مرتع	۴/۵۲	۸۴/۱۵	۳۲/۲۷	۷/۱۳
مسکونی	۳/۹۱	۷۹/۱۰	۳۴/۰۱	۴/۲۱
آب	۵/۳۷	۲۸/۲۸	۱۵/۹۹	۷/۹۱

از مقایسه تراز آب در هر سال مطالعاتی جداول (۶ و ۵)، در منطقه مورد مطالعه چنین برداشت می‌شود که کاربری کشاورزی آبی نسبت به سال ۱۳۸۰ دارای کاهش تراز سطح آب بوده است این کاربری در سال ۱۳۸۰ بیشترین افت تراز را دارا بوده است به‌طوری‌که میانگین تراز سطح آب در این سال برابر با ۳۴/۰۲ متر بوده است و در سال ۱۳۹۵ نیز کاربری کشاورزی آبی با بیشترین افت تراز آب مواجه شده است و دارای ۳۷/۰۸ متر تراز آب بوده است که علت آن را می‌توان در عامل برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی برای محصولاتی آبی که نیاز بیشتری به آبیاری دارند، دانست. با توجه به اینکه محصولات دیمی محدوده مورد مطالعه اغلب گندم بوده و نیازی به آب ندارند یا نیاز کمتری دارند ولی میزان تراز آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ با افت در حدوداً ۲/۵ متری همراه بوده است. همچنین کاربری مسکونی و کاربری مرتع نیز در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ افت چشمگیری داشته که این امر نشان‌دهنده وضعیت بحرانی آب‌های زیرزمینی و استفاده بیش‌ازحد از این منابع می‌باشد. در کل می‌توان نتیجه‌گیری کرد تمامی کاربری‌ها در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ با کاهش میزان تراز آب مواجه بوده‌اند که این امر باعث تسریع در تخریب این منابع شده و مخاطرات هولناکی در پی خواهد داشت که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به بحث فرونشست زمین اشاره کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌های کاربری اراضی وجود دارد اما استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور تا حد زیادی گردآوری اطلاعات را تسهیل می‌نماید. 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. در تحقیق حاضر منطقه دشت مشگین‌شهر به‌عنوان یکی از دشت‌های مهم شهرستان اردبیل بوده و به دلیل دخالت‌های انسانی و شرایط حاکم بر منطقه که دشت تغییرات است، مورد مطالعه قرار گرفت. 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

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

قدم به منظور طبقه‌بندی و سپس بررسی تغییرات حادث‌شده در یک بازه زمانی مشخص در منطقه مورد مطالعه اقدام شد. به منظور طبقه‌بندی تصاویر مربوطه از روش طبقه‌بندی شیءگرا در نرم‌افزار eCognition Developer 64 استفاده شد و خروجی‌های مربوطه در نرم‌افزار ARCGIS10.5 استخراج شد. ارزیابی صحت طبقه‌بندی برای سال ۱۳۹۵ از دقت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد به‌طوری‌که صحت کلی و ضریب کاپای استخراج‌شده در بالاترین سطح ممکن یعنی صحت کلی ۹۵ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۴ و برای سال ۱۳۸۰ نیز با دقت کمتر استخراج شد و صحت کلی برای سال ۱۳۶۶، ۹۵ درصد و ضریب کاپای ۰/۸۷ انجام شد که در به دست آوردن این دقت عواملی همچون وضوح بالای تصویر و همچنین به‌کارگیری الگوریتم‌هایی اعم از شکل، بافت، خاک، پوشش گیاهی و نقاط GPS شاهد دخیل می‌باشند. به‌منظور تغییرات کاربری اراضی در سطح منطقه، نقشه کاربری اراضی برای یک بازه ۱۵ ساله ایجاد شد شکل (۴) و همچنین آمار هر یک از تغییرات کاربری‌ها در جدول (۳) نشان داده شده است. بعد از استخراج نقشه تغییرات کاربری‌ها، روش‌های مختلف درون‌یابی مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت مدل‌هایی انتخاب شدند که دارای دقت بیشتری نسبت به سایر مدل‌ها بودند جدول (۴). اطلاعات به دست آمده در جدول (۴) 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 گوسی (Gaussian) دارای بیشترین دقت می‌باشد. پس از انتخاب بهترین مدل درون‌یابی، نسبت به استخراج نقشه درون‌یابی برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۵ اقدام شد و نقشه حاصل از آن‌ها نیز استخراج شد اشکال (۷ و ۸). نتایج به دست آمده از تغییرات کاربری‌ها نشان داد که بیشترین کاربری تغییریافته در این محدوده، مربوط به کلاس کشاورزی آبی به کشاورزی دیم و کشاورزی دیم به مرتع می‌باشد. همچنین مقایسه مساحت کاربری نشان دهنده آن است که بیشترین مساحت کاربری متعلق به کاربری کشاورزی دیم و مرتع می‌باشد افزایش طبقات مذکور در هر منطقه‌ای نماینده افزایش تخریب و وضعیت ناپایدار حاکم بر آن منطقه می‌باشد که بدون شک از عوامل مستقیم تأثیرگذار بر وضعیت سطح تراز آب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین طبق نقشه تراز آب زیرزمینی در شکل (۷)، بیشترین میانگین تراز آب در سال ۱۳۸۰ برای کاربری کشاورزی آبی ثبت شده است و کمترین میانگین تراز آب نیز برای محدوده پهنه‌ی آبی می‌باشد. همچنین بیشترین میانگین تراز آب در سال ۱۳۹۵ نیز متعلق به کاربری کشاورزی آبی با ۳۷/۰۸ متر می‌باشد و کمترین میانگین تراز آب ثبت‌شده نیز مربوط به کاربری جنگل با ۱۵/۹۹ متر می‌باشد. کاربری کشاورزی از جمله کاربری است که در بازه زمانی ۱۵ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۵)، دارای بیشترین افت تراز آب بوده است که علت آن را می‌توان برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی برای محصولاتی آبی که نیاز بیشتری به آبیاری دارند، دانست.

نتایج نشان دهنده آن است که تمامی کاربری‌ها در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ دارای افت تراز آب زیرزمینی بوده‌اند. در نتیجه تغییرات رخ داده موجب استفاده بیشتر کشاورزان از منابع آب زیرزمینی شده که افت سطح آب زیرزمینی را طی دوره ۱۵ ساله در منطقه مورد مطالعه را به دنبال داشته است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

منابع

اسفندیاری، فریبا؛ عالی جهان، مهدی؛ رحیمی، محسن. (۱۳۹۳). ارزیابی مدل‌های جبری و زمین آماری در تخمین توزیع مکانی سطح ایستابی دشت اردبیل، مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۵(۱۱): ۲۶-۴۲.

برزگر، رحیم؛ اصغری مقدم، اصغر؛ ندیری، عطاالله؛ فیجانی، الهام. (۱۳۹۴). استفاده از روش‌های مختلف فازی برای بهینه‌سازی مدل دراستیک در ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان، مطالعه موردی: آبخوان دشت تبریز، مجله زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست، ۲۴(۹۵): ۲۲۲-۲۱۱.

پورمقدس، حسن. (۱۳۸۱). بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی در شهرستان لنجانا در استان اصفهان، مجله دانشکده بهداشت و انستیتوی بهداشت عمومی تحقیق، ۴: ۳۱-۴۰.

پیری، حلیمه؛ بامری، ابوالفضل. (۱۳۹۲). بررسی روند تغییر کمیت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از آمار آماری و GIS (مطالعه موردی: دشت سیرجان)، مجله RS و GIS برای منابع طبیعی، ۵(۱): ۲۹-۴۴.

غفاری، صدیقه؛ مرادی، حمیدرضا؛ مدرس، رضا. (۱۳۹۸). اثر تغییر کاربری اراضی بر سطح آب زیرزمینی در دشت‌های اصفهان-برخوار، نجف‌آباد و چادگان، مجله تحقیقات آب‌وخاک ایران، ۹(۵۰): ۲۳۷۱-۲۳۵۵.

نصرالهی، محمد؛ ممبنی، مریم؛ ولیزاده، سارا؛ خسروی، حسن. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر روند تغییرات کاربری اراضی/پوشش زمین بر وضعیت منابع آب زیرزمینی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی :دشت گیلان غرب)، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، ۲۳(۹۱): ۱۱-۲۹.

Dong, Y., Jiang, C., Suri, M. R., Pee, D., Meng, L., and Goldstein, R. E. R. (2019). Groundwater level changes with a focus on agricultural areas in the Mid-Atlantic region of the United States, 2002–2016. Environmental research. P.193-203.

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

Johnson, B., Tateishi, R., Kobayashi, T., (2012), Remote Sensing of fractional green vegetation cover using spatially-interpolated endmembers, Remote Sensing, 9(4): 2619- 2634

Jones, D., Jones, N., Greer, J., Nelson, J., (2015), A Cloud-based MODFLOW service for aquifer management decision support, Computers & Geosciences, 78: 81-87.

Khazaz, L., Oulidi, H.J., El Moutaki, S., Ghafiri, A., (2015), Comparing and Evaluating Probabilistic and Deterministic Spatial Interpolation Methods for Groundwater Level of Haouz in Morocco, Geographic Information System, 7: 631-642.

Kumar, P., Dasgupta, R., Johnson, B., Saraswat, C., Basu, M., Kefi, M., Mishra, B., (20190, Effect of Landuse Changes on Water Quality in an Ephemeral Coastal plain: Khambhat City, Gujarat India. Journal of Water, 11(724): 1-15.

Lu, D., Weng, Q., (2008), A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance.

Rai, S.C., Kumari, P., (2012), Assessment of groundwater contamination from land use /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.

Robertson, W.D., Russeland, B.M., Cherry, J.A., (1996), Attenuationn of Nitrate in Acquitted Sediments of Southern Ontario, Journal of Hydrology, 180(10): 267-281.

Rogan, J., Chen, D., (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land cover and landuse change, Plann. 61: 301-325.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]

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.

Tam, V. T., Nga, T. T. V., (2018), Assessment of urbanization impact on groundwater resources in Hanoi, Vietnam. Journal of environmental management, 227(9): 107-116.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.3]