Investigating the vulnerability of Khovayes Plain Aquifer Using the DRASTIC Method in a GIS Environment

Morteza Pourzare* [a], **Shahnaz Joudaki** [b], **Mojtaba Yamani** [c]
[a]*Assistnt professor, Department og Geogrphy,Faculty of Geography,University of imam ali military , Tehrn, Iran*
[b]*Researcher Post.doc, Department og Geogrphy,Faculty of Geographical Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran*
[c]*Professor, Department of Geogrphy, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Research Full Paper
Article History (Received: 2025/01/17 Accepted: 2025/05/11)

Extended abstract

1- Introduction

Groundwater is the main source of water and one of the most important sources of fresh water on Earth. The quantity and quality of groundwater are deteriorating due to increasing urbanization and its side effects (Amanpour et al., 2021). Recently, with rapid population growth, urbanization and industrialization, groundwater resources have been at risk and have created a serious environmental problem (Afsaw et al., 1, 2020). Therefore, human activities in some cases damage the balances of capacity in nature. One of the most important water resources vulnerable to pollution is aquifers. These resources are exposed to pollution in various ways, which makes detecting and controlling pollution in them more difficult and costly than surface waters. Also, due to the persistence of pollution in these resources, the best way to prevent their pollution is to identify polluting sources and vulnerable areas, prepare vulnerability zoning maps, and adopt appropriate management policies (Aghdam et al., 2017).

Identification and preparing zoning maps of vulnerable areas of the aquifer is an appropriate management tool to prevent pollution of underground water resources. Considering the importance of Khovayes Plain in agriculture water supply, drinking and industrial conditions, and the drastic model is used to assess the aquifer vulnerability. In the drastic model, some significant indices in the assessment of underground water aquifer vulnerability including water table depth, water supply network, aquifer type, soil type, topographic dip, components of the unsaturated zone, and hydraulic conductivity were used and prepared as seven layers in ArcGIS software; after weighting, ranking and integrating the seven mentioned layers, considering the pollutions, the final map of vulnerability aquifer was prepared. After matching the Nitrate Ion on the final drastic map, it was found out that all points with a high amount of Nitrate, are located in a highly polluted realm which confirms the accuracy and validity of the used model.

3- Results

The vulnerability zoning of the Dasht-e Khosh aquifer, which was obtained by combining the seven raster maps of the parameters of the DRAS-1 model by considering the weight of each parameter in the Geographic Information System (GIS) environment, shows that in the Dasht-e Khosh region, the parameters of groundwater depth and unsaturated environment have the greatest effect and the parameters of land slope have the least impact in determining the level of vulnerability of the aquifer. Nitrate ion a natural pollutant in the region) was used to verify the final vulnerability map. By matching nitrate ions on the final DRAS-1 map, it was determined that all points with high nitrate ions are located in an area with high pollution force, which can confirm the accuracy and precision of the model. In terms of area, it can be said that about 17.16% of the study area is in the very low vulnerability range, 23.55% is low vulnerability, 19.21% is medium vulnerability, 28.72% is high vulnerability, and 11.36% is in the very high vulnerability range. The northern and southern parts of the plain aquifer are highly vulnerable. Therefore, controlling this area against pollution should be considered. Nitrate pollution in this area is also high, so this area requires more care and the imposition of certain restrictions. The central areas of the plain have a medium vulnerability potential, and the northwestern and southeastern areas of the plain have a lower vulnerability potential.

4- Discussion & Conclusions

In this research, in the first part, effective characteristics in assessing the vulnerability of groundwater aquifers, including water table depth, recharge network, aquifer type, soil type, topographic slope, unsaturated zone constituents, and hydraulic conductivity, were used to implement the model. These were prepared as seven layers in ArcGIS software, and by weighting, ranking, and combining the above

* **Corresponding Author: pourzare@iamu.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

seven layers, the final map of aquifer vulnerability to pollution was prepared. Then, nitrate ion adaptation was performed on the final map of Drastic. Therefore, control of this area against pollution should be considered. Nitrate pollution in this area is also high, so this area needs more care and also the application of certain restrictions. The central areas of the plain have a medium vulnerability potential and the northwestern and southeastern areas of the plain have a lower vulnerability potential. Because the removal of pollution from groundwater resources is costly, the vulnerability zoning of the plain aquifer can be provided as a valuable tool to officials and trustees so that they can make the necessary decisions for land use and management of the plain aquifer. These decisions can include the management of agricultural fertilizers and urban wastewater to safer points and land use changes.

Key Words: Vulnerability, Drastic model, Underground Water, Khovayes plain.

Cite this article: Pourzare , M., Joudaki, S., & Yamani, M. (2026). Investigating the vulnerability of Khovayes Plain Aquifer Using the DRASTIC Method in a GIS Environment. *Journal of Environmental Erosion Research. 2026; 15 (4):22-43*. http//doi.org/10.61186/jeer.15.4.22

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.4.22
Published by Hormozgan University Press.
URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

تحلیل آسیب‌پذیری آبخوان دشت خویش با استفاده از روش دراستیک در محیط GIS

مرتضی پورزارع *، *استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران*
شهناز جودکی، *پژوهشگر پسادکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران*
مجتبی یمانی، *استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱)
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.4.22

چکیده

شناسایی و تهیه نقشه پهنه بندی مناطق آسیب‌پذیر آبخوان، یک ابزار مدیریتی مناسب جهت جلوگیری از آلودگی منابع آب زیرزمینی می‌باشد. با توجه به اهمیت دشت خویش در استان خوزستان تأمین آب کشاورزی، شرب و صنعت منطقه، از مدل DRASTIC جهت ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان استفاده‌شده است. در مدل دراستیک از مشخصه‌های مؤثر در ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان آب زیرزمینی شامل عمق سطح ایستایی، شبکه تغذیه، جنس آبخوان، نوع خاک، شیب توپوگرافی، مواد تشکیل‌دهنده منطقه غیراشباع و هدایت هیدرولیکی استفاده‌شده است؛ که به صورت هفت لایه در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شدند و با وزن دهی و رتبه‌بندی و تلفیق هفت لایه فوق، نقشه نهایی آسیب‌پذیری آبخوان نسبت به آلودگی تهیه گردید. در این نقشه منطقه موردمطالعه به پنج محدوده آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد تقسیم‌شده است. در مرحله بعدی از غلظت نیترات ۲۳ نمونه چاه جهت واسنجی مدل دراستیک استفاده گردید. نقشه پهنه بندی نهایی تهیه‌شده از غلظت نیترات و همپوشانی این لایه با نقشه نهایی تهیه‌شده آسیب‌پذیری نشان داد که کلیه نقاطی که دارای نیترات بالا هستند، در محدوده‌ای قرارگرفته‌اند که دارای آلودگی بالایی می‌باشند. این نتیجه بیانگر دقت و صحت مدل اجراشده در منطقه است.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، آب‌های زیرزمینی، دشت خویش، **Drastic**

* **نویسندهٔ مسئول:** Pourzare@iamu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

۱ـ مقدمه

آب‌های زیرزمینی، منبع اصلی آب و از مهم‌ترین منابع آب شیرین روی زمین است. کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی با توجه به افزایش شهرنشینی و عوارض جانبی آن رو به وخامت است (Amanpour, Mahmoud&Mohammad Ebiat, 2021). اخیراً با رشد سریع جمعیت، رشد شهرنشینی و صنعتی شدن، منابع آب زیرزمینی در معرض خطر قرارگرفته‌اند و مشکل جدی زیست‌محیطی ایجاد کرده‌اند (Asfaw&Ayalew, 2020). بنابراین فعالیت‌های انسانی در بعضی موارد به توازن‌های ظرفیت موجود در طبیعت آسیب می‌رساند.

یکی از مهم‌ترین منابع آبی آسیب‌پذیر در برابر آلودگی، آبخوان‌ها هستند. این منابع به شکل‌های مختلف در معرض آلودگی قرار دارند که تشخیص و کنترل آلودگی در آن‌ها نسبت به آب‌های سطحی مشکل‌تر و پرهزینه است. همچنین به دلیل استمرار آلودگی در این منابع، بهترین روش جلوگیری از آلودگی آن‌ها، شناسایی منابع آلوده‌کننده و مناطق آسیب‌پذیر، تهیه نقشه‌های پهنه بندی آسیب‌پذیری و اتخاذ سیاست‌های مدیریتی مناسب می‌باشد (Aghdam, Naderi&Novinpour, 2017). مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار در اواخر سال ۱۹۶۰ میلادی در فرانسه برای آگاهی بخشی در مورد آلودگی آب زیرزمینی ارائه‌شده است. آسیب‌پذیری نوعی خصوصیت نسبی، بدون بعد و غیرقابل‌اندازه‌گیری است و به ویژگی‌های آبخوان، محیط زمین‌شناسی و هیدرولوژی بستگی دارد (Vrba&Zoporozec, 1994). تاکنون مطالعات زیادی درزمینهٔ آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمین با استفاده از مدل دراستیک در کشورهای مختلف انجام‌شده است که در ادامه به برخی از آنان اشاره می‌شود.Lasagna, Domenico&Franchino(۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی آسیب‌پذیری آب زیرزمینی در شمال غربی ایتالیا پرداختند. در این مطالعه از روش دراستیک اصلاح‌شده بهره گرفته شد. همچنین از مقادیر نیترات هم‌جهت صحت‌سنجی استفاده گردید. نتایج بیانگر عدم همبستگی بین میزان آسیب‌پذیری و نیترات بود و این می‌تواند به دلیل عدم توانایی نیترات در ردیابی فعالیت‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی باشد زیرا نیترات تنها یک نشانه از فعالیت‌های فیزیکی و زیستی در آب زیرزمینی است. Arya و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان رودخانه واتامالاکارای واقع در جنوب هند برای حفاظت منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش دراستیک انجام دادند نتایج نشان داد که منطقه دارای زون های با ریسک آلودگی بالا، متوسط و پایین است. بیشتر سطح آبخوان تحت شرایط ریسک آلودگی متوسط است.[1]

Elbeigi و همکاران(۱۴۰۱) به ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان سبزوار با استفاده از مدل دراستیک پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که مقدار عددی مدل دراستیک در منطقه موردمطالعه بین ۸۱ تا ۱۵۹ می‌باشد. همچنین نقشه دراستیک نشان داد که مساحت خیلی کمی از غرب منطقه موردمطالعه دارای آسیب‌پذیری کم و مناطق مرکزی دشت دارای آسیب‌پذیری بالا می‌باشد. بقیه قسمت‌های دیگر منطقه دارای آسیب‌پذیری متوسط می‌باشد.

1. Asfae et al
2. Vrba and Zoporozec
3. Lasagna et al
4. Arya et al

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

عمق کم آب زیرزمینی در مناطق مرکزی دشت و همچنین شیب کم در ناحیه فوق بیش‌ترین تأثیر را در آسیب‌پذیری منطقه دارد.Nadiri و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان دشت خوی پرداختند. نتایج نشان داد که روش ترکیبی، شاخص همبستگی و ضریب همبستگی بیش‌تری نسبت به روش‌های Drastic و Sintacs دارد؛ و ازاین‌رو برای ارزیابی آسیب‌پذیری این منطقه مناسب‌تر است. در پژوهش حاضر به منظور تحلیل آسیب‌پذیری دشت خویش از روش DRASTIC در محیط نرم‌افزار GIS استفاده‌شده است. جهت صحت‌سنجی مدل نیز غلظت یون نیترات در منطقه به‌کاربرده شده است. در این مطالعه به منظور حفاظت از منابع آب‌های زیرزمینی منطقه موردمطالعه میزان آسیب‌پذیری آبخوان‌های منطقه و مکان‌یابی مناسب جهت تغذیه مصنوعی با کاربرد مدل و تکنیک در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS تعیین خواهد شد. پس درواقع اهمیت و ارزش تحقیق ما از این نظر حائز اهمیت زیادی می‌باشد که منطقه موردمطالعه ما آهو دشت دارای دو آبخوان عبدالخان و خویش می‌باشد و به دلیل فعالیت‌های کشاورزی موجود در منطقه و دیگر فعالیت‌ها، باعث آسیب‌پذیری و آلودگی آبخوان‌های این منطقه گردیده است که برای تشخیص و ارزیابی آسیب‌پذیری و پهنه بندی محل‌های آلوده و مستعد آلودگی از مدل‌ها و تکنیک‌های برای پهنه بندی و ارزیابی آسیب‌پذیری در محیط GIS استفاده می‌شود تا هم بتوان مناطق آلوده و مستعد آلودگی را شناسایی و پهنه بندی کرد و هم درصد آلودگی آن‌ها و مهم‌ترین عوامل آلوده‌کننده، انتشار آلودگی و آسیب‌پذیری را مشخص کرد و گام مهمی در احیا و حفاظت از منابع زیرزمینی آهودشت داشت و هم با شناسایی مناطق آلوده و عوامل آلودگی آن‌ها، بتوان مناطق دارای کمترین نرخ آلودگی را برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی و آبخوان‌های این دشت در نظر گرفته می‌شود.

ازآنجایی‌که تاکنون دشت خویش از نظر پتانسیل آلودگی موردبررسی قرار نگرفته است. همچنین با توجه به اهمیت دشت مذکور در تأمین آب شرب، صنعت و کشاورزی منطقه با استفاده از مدل دراستیک نسبت به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر اقدام گردید تا در مناطقی با آسیب‌پذیری بیشتر از مکان گزینی صنایع آلوده‌کننده جلوگیری و در مصرف کود و سموم شیمیایی در مناطق فوق توسط سازمان‌های مربوطه محدودیت اعمال گردد و به منظور اطمینان از آنکه آبخوان این دشت بتواند به عنوان منبع تأمین آب سالم در منطقه باقی بماند، ضروری است تا مکان‌هایی که بیشتر مستعد دریافت و انتقال آلودگی هستند، شناسایی شوند. لذا هدف از انجام این پژوهش، تهیه نقشه آسیب‌پذیری و تعیین مناطقی با نیروی بالای آلودگی آب زیرزمینی در منطقه موردمطالعه است.

۲ـ منطقه مورد مطالعه

دشت خویش با وسعتی حدود ۲۷۷ کیلومترمربع بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴ دقیقه شمالی، در غرب استان خوزستان واقع‌شده است (شکل۱). این دشت در بین تاقدیس سردار آباد در شمال، تاقدیس شاوور در جنوب، رودخانه کرخه در غرب و رودخانه دز در شرق محصورشده است. از نگاه زمین ریخت‌شناسی سه چهره مورفولوژیک در استان خوزستان حاکم است. اول واحدهای کوهسار که در شمال خاور استان قرار دارند. دوم

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

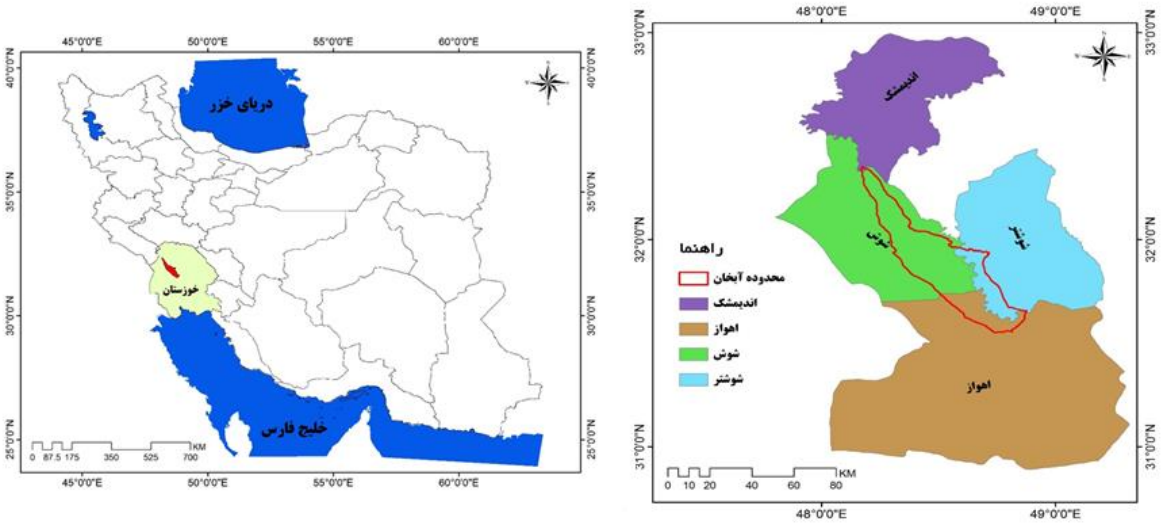
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

واحدهای تپه ماهوری که نواحی واقع پیرامون دزفول، رامهرمز و اهواز را زیر پوشش دارنـد. سـوم دشـت‌های آبرفتی و پهنه‌های سیلابی که زمین‌های واقع در جنوب اهواز تا سواحل خارج فارس را تشکیل و نـوعی زمـین ریخت‌های نهشتی هستند. در ریختار گفته‌شده پدیده‌های تکتونیکی ترکیب سنگ‌شناسی سازندهای زمین‌شناسی، میزان تراکم و فرسایش پذیری سنگ‌ها و بالأخره خاستگاه زایشی (فرسایشی- نهشـتی) نقـش دارنـد. حوضـه دریای عمان و خلیج‌فارس به ۹ زیر حوضه مرزی غرب، کرخه، کارون بزرگ، جراحی و زهره، حله، مند، کـل مهران، بندرعباس-سیدج و بلوچستان جنوبی تقسیم می شود. (موحد دانش، ۱۳۷۳: ۱۶۱)، محدوده موردمطالعه که آبخوان آهودشت در تقسیمات نه‌گانه در حوضه کارون بزرگ و بخش بسیار کوچکی از آن در کرخه واقع‌شده است. در تقسیمات جزئی‌تر حوضه‌ها این آبخوان در ۷ زیر حوضه آهودشت، آوان، اهواز شمالی، دزفول-انـدیم، دشت عباس شرقی، میان آب-شوشت، چنانه-خسرج واقع‌شده است که بخش عمده آبخوان در قسـمت جنـوبی دزفول اندیم و کل حوضه آهودشت قرار دارد. محدوده موردمطالعه از نظر تقسیمات نواحی دمایی ایـران دکتـر مسعودیان در محدوده بسیار گرم واقع است. این ناحیه جلگه‌های جنوبی کشور شامل دشت خوزستان، کرانه‌های خلیج‌فارس و کرانه‌های دریای عمان را در برمی‌گیرد.

میانگین دمای این ناحیه ۲۵ درجه است و در طول سال دما بین ۱۴ تا ۳۴ درجه در نوسان است؛ که در مقایسـه به دیگر نواحی دامنه کمتری دارد. در حقیقت این ناحیه را باید بخش حاره‌ای ایران به شمار آورد. کمبـود ابـر، جو سرشار از رطوبت و وزش‌های گرم جنوبیف از علل گرمی هوا در این ناحیه است. از این گذشته کـم فشـار گنگ در زمان گسترش این قلمرو و دو ناحیه گرم و نیمه گرم را در برمی‌گیرد. (مسعودیان ۱۳۹۰). بر مبنـای تقسیمات پهنه بندی نواحی آبی ایران توسط دکتر مسعودیان منطقه موردمطالعه در ناحیه آبی فراوان و متمرکـز واقع‌شده است. در این قلمرو بارش‌ها سنگین و در بخش کوچکی از سال متمرکزشده است و بـه همـین دلیـل اقدامات پیشگیری از سیل لازم است. برای مهار زیاد بود آب در این قلمرو که به صـورت جریان‌هـای سـطحی درمی‌آید ساخت سد لازم است. ضمن اینکه آب ذخیره‌شده در فصل بارش در فصل کم بارش قابل بهره‌بـرداری خواهد بود. (مسعودیان، ۱۳۹۰). بر اساس اطلاعات و آمار و نقشه‌های ترسیم‌شده در منطقه میانگین وزنی بـارش آبخوان در طول دوره آماری ۳۱۷ میلی‌متر است، پخش‌های شمالی آبخـوان بـا ۳۶۷ میلی‌متـر دارای بیش‌تـرین بارش و با حرکت به سمت پخش‌های جنوبی آبخوان میزان بارش کاسته می‌شود به‌گونه‌ای کـه کمینـه بارشـی آبخوان با میزان ۲۶۲ میلی‌متر در بخش جنوبی دیده می‌شود. بر اساس اطلاعات و آمار نقشـه‌های ترسیم‌شـده در منطقه میانگین وزنی دمای آبخوان در طول دوره آماری ۲۴٫۹ درجه سانتی‌گراد است، پخش‌های شمالی آبخـوان با ۲۴٫۱ درجه دارای کمترین دما و با حرکت به سمت پخش‌های جنوبی و غربی آبخـوان میـزان دمـا افـزایش می‌یابد به‌گونه‌ای که بیشینه دمایی آبخوان با میزان ۲۶ درجه در بخش غربی دیده می‌شـود. همچنـین بـه لحـاظ موقعیت ژئومورفولوژیکی محدوده مطالعاتی مساحتی معـادل ۱۱۲۸ کیلومترمربـع دارد کـه از ایـن مقـدار ۹۶۸ کیلومترمربع آن را دشت (۸۵ درصد) و ۱۶۰ کیلومترمربع آن را ارتفاعات (۱۵ درصد) تشکیل داده است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی آبخوان

۳ـ مواد و روش

۳ـ۱ـ داده‌ها و مراحل اجرای پژوهش

به منظور مدل‌سازی پتانسیل آلودگی آبخوان دشت خویش در محیط اطلاعات جغرافیایی (GIS) مراحل ساختن پایگاه داده، پردازش لایه‌های ورودی و تلفیق نقشه‌های معیار اعمال گردید. جهت ساختن پایگاه داده، داده‌های موردنیاز برای تهیه نقشه‌های معیار تهیه گردید و به فرمت قابل‌قبول برای ورود به نرم‌افزار ArcGis تبدیل شد. هدف نهایی از تهیه نقشه معیار، تلفیق آن‌ها و به دست آوردن نقشه آسیب‌پذیری منطقه می‌باشد. در این تحقیق از منابع اطلاعاتی گوناگونی ازجمله نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۲) و نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۷۸)، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور،۱۳۷۵)، نقشه خاک (مؤسسه آب و خاک کشور،۱۳۷۲)، آمار هواشناسی، هیدرولوژی، سطح آب زیرزمینی، نتایج آزمایش پمپاژ، لوگ حفاری، چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری، نقشه‌های مطالعات ژئوفیزیکی و آمار منابع و مصارف آب از سازمان آب و برق استان خوزستان تهیه گردید (سازمان آب و برق استان خوزستان، ۱۳۹۴).

در این روش هفت عامل، یا مشخصه قابل‌اندازه‌گیری برای سیستم هیدروژئولوژیکی برآورد می‌شود. این عوامل شامل: عمق آب زیرزمینی، شبکه تغذیه، محیط آبخوان، نوع خاک، توپوگرافی، اثر منطقه غیراشباع و هدایت هیدرولیکی هستند. شکل ۵ مراحل تهیه نقشه پهنه بندی آسیب‌پذیری یک آبخوان با استفاده از مدل دراستیک را نشان می‌دهد. این عوامل به صورت عددی برآورد می‌شوند، به طوری که هر کدام از آن‌ها با توجه به پتانسیل آلودگی آن، نرخی از ۱ تا ۱۰ اختصاص داده‌شده است (۱ به معنای کمترین و ۱۰ بیش‌ترین خطر آلودگی آب زیرزمینی) هر یک از این مشخصه‌ها با توجه به اهمیت نسبی آن در توانایی انتقال آلودگی به سیستم آب زیرزمینی در ضریب وزنی ضریب شده که بر اساس معیار کیفی نه کمی، (از ۱ تا ۵) متغیر و بر اساس قضاوت نویسنده، در تمامی عوامل ۲ وزن اعمال می‌گردد یکی از وزن‌ها بر اساس مدل است که در

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

جدول۱ ارائه‌شده است ویکی از وزن‌ها بر اساس روش کارشناسی و نظر محقق داده می‌شود تعیین می‌شود. در این روش شاخص آسیب‌پذیری از مجموع حاصل‌ضرب وزن و رتبه هفت پارامتر یادشده مطابق رابطه (۱) به دست می‌آید وقتی مقادیر دراستیک از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نشان داده شوند، رابطه فضایی بین اجرای مدیریت اراضی و آسیب‌پذیری آب زیرزمینی مشخص می‌شود.

رابطة (۱)

$$D_i = \sum_{i=1}^{7} (W_j \times R_j)$$

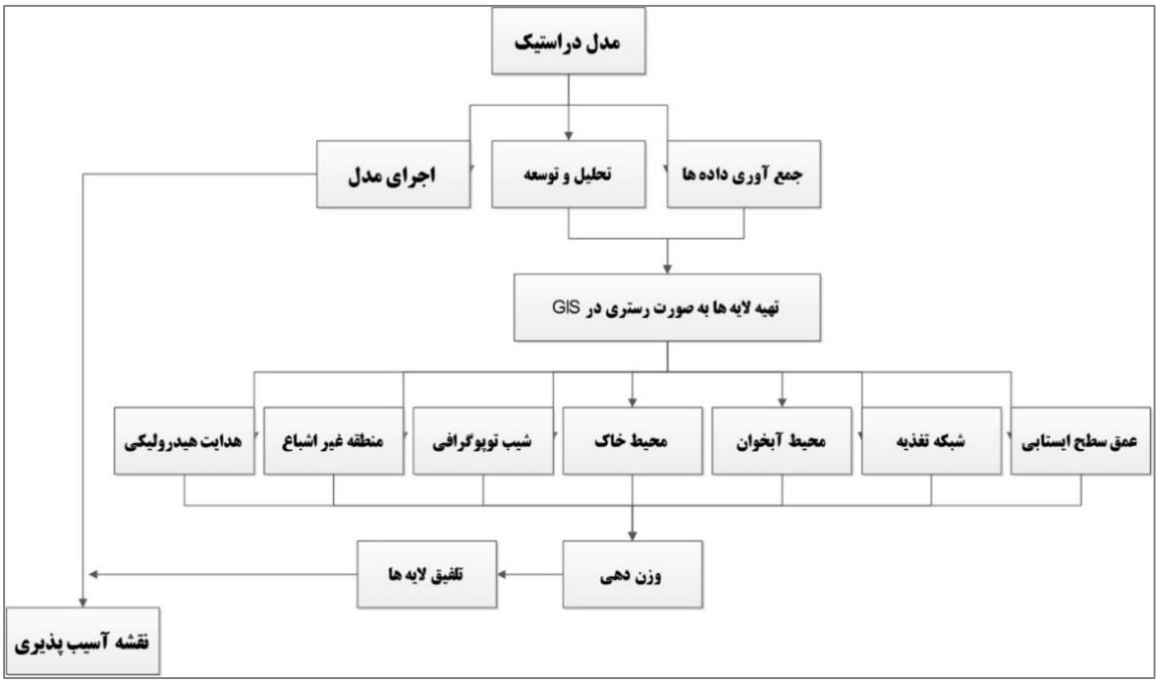
D_i: مقدار آنهادراست یک دراستیک در پیکسل i ام، W_j: وزن پارامتر j، R_j: رتبه پارامتر j م دراست یک روش دراستیک از بیش‌ترین مشخصه‌های مؤثر در آسیب‌پذیری استفاده می‌کند و به همین علت اثر عدم قطعیت‌های احتمالی در مشخصه‌ها را کاهش می‌دهد. ضرایب در این روش با توجه به ویژگی‌های منطقه موردمطالعه می‌تواند تغییر یابد. جدول ۱ این عوامل و ضرایب وزنی اصلی و تغییریافته آن‌ها را با در نظر گرفتن شرایط منطقه نشان می‌دهد.

جدول ۱: عوامل دراستیک و ضرایب وزنی اصلی و تغییریافته آن‌ها در منطقه موردمطالعه، نویسندگان

عوامل دراستیک	وزن‌های اصلی دراستیک
D عمق آب زیرزمینی	۵
R شبکه تغذیه	۴
A محیط آبخوان	۳
S محیط خاک	۲
T توپوگرافی	۱
I منطقه غیراشباع	۵
C هدایت هیدرولیکی	۳

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



شکل ۵: مراحل روش مدل‌سازی دراستیک بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نویسندگان

۴-یافته‌ها

-لایه عمق آب زیرزمینی (D): عمق آب زیرزمینی عبارت است از فاصله سطح زمین تا سطح ایستایی که یکی از مهم‌ترین فاکتورهای شاخص دراستیک است، زیرا بر اساس این میزان ضخامتی که آب باید طی کند تا به سطح آبخوان برسد مشخص می‌شود (استیگتر و همکاران[1]، ۲۰۰۶). افزایش این ضخامت منجر به تصفیه و حذف آلودگی توسط زون غیراشباع خاک می‌شود. به‌طورمعمول، پتانسیل حفاظت از آلوده شدن آب با افزایش عمق، بیشتر می‌شود.[1]

اطلاعات آماری عمق آب زیرزمینی با نمونه‌برداری از تعداد ۲۳چاه‌های مشاهده‌ای حفاری‌شده سال ۱۳۹۸ در آبخوان موردمطالعه حاصل می‌گردد. با استفاده از عمق یابی ماهانه سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای دشت و بررسی صحت و سقم داده‌ها و در صورت لزوم تصحیح آن‌ها، با استفاده از روش درون‌یابیIDW، نقشه هم ارزش عمق آب زیرزمینی تهیه‌شده است. لازم به یادآوری است وزن دهی طبق طراحی مدل توسط (آلر و همکاران[1]، ۱۹۸۷) می‌باشد.[2]

رتبه‌بندی عمق آب زیرزمینی در مدل بر اساس جدول ۲ است.

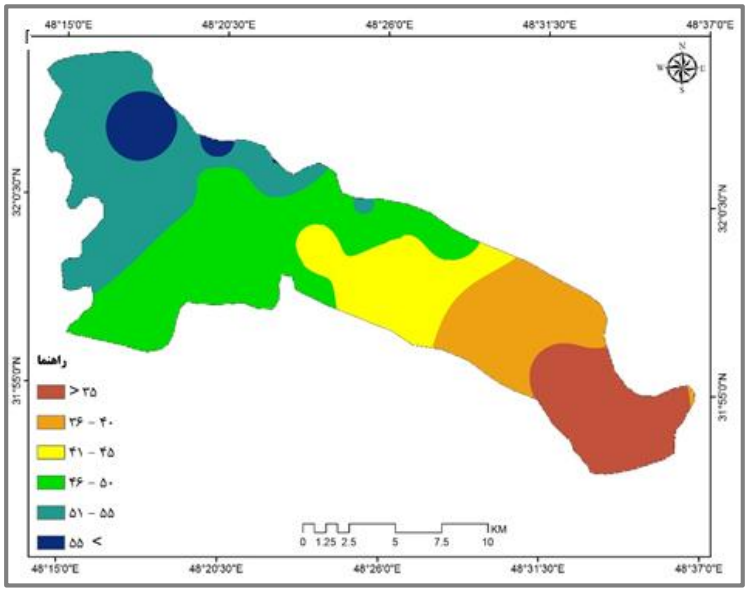
1. Stigter et al
2. Aller et al

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

جدول ۲: رتبه‌بندی و وزن دهی عمق آب زیرزمینی (عمق بر حسب متر)،آلرو همکاران ۱۹۸۷

محدوده	رتبه
۰-۳۵	۱۰
۳۵-۴۰	۹
۴۰-۴۵	۷
۴۵-۵۰	۵
۵۰-۵۵	۳
>۵۵	۱
وزن نسبی ۵	



شکل ۶: نقشه کلاسه بندی شده عمق آب زیرزمینی دشت خویش، نویسندگان

-لایه شبکه تغذیه (R): یکی از عوامل اصلی انتقال مواد آلاینده به درون زمین، حرکت عمودی آب می‌باشد که با خود مواد آلاینده را شسته و به صورت محلول یا کلوئیدی و یا تعلیق به درون زمین حمل می‌کند. شدت و گذر مواد محلول به‌شدت و حرکت عمودی آب به درون زمین بستگی دارد. در این مدل، فرض بر این است که عمده‌ترین عامل حرکت آب، تغذیه نزولات جوی است که از سطح زمین به صورت عمودی وارد می‌شود. منابع دیگر مثل تغذیه مصنوعی، آبیاری کشاورزی و آب فاضلاب اگر قابل‌توجه باشد در نظر گرفته می‌شود. تغذیه عبارت است از حجم آبی که در واحد سطح سفره برای یک دوره یک‌ساله به درون زمین وارد می‌شود. برای تهیه نقشه تغذیه خالص دشت، ابتدا مقدار متوسط بارندگی سالیانه (Ra) و سپس با توجه به مقدار نفوذپذیری خاک (In) و شیب توپوگرافی (S) مناطق مختلف دشت (تود، ۱۹۲۳)، میزان تغذیه خالص تقسیم‌بندی شد (جدول ۳) و نقشه تغذیه خالص طبق رابطه ۲ تهیه گردید (شکل۷).

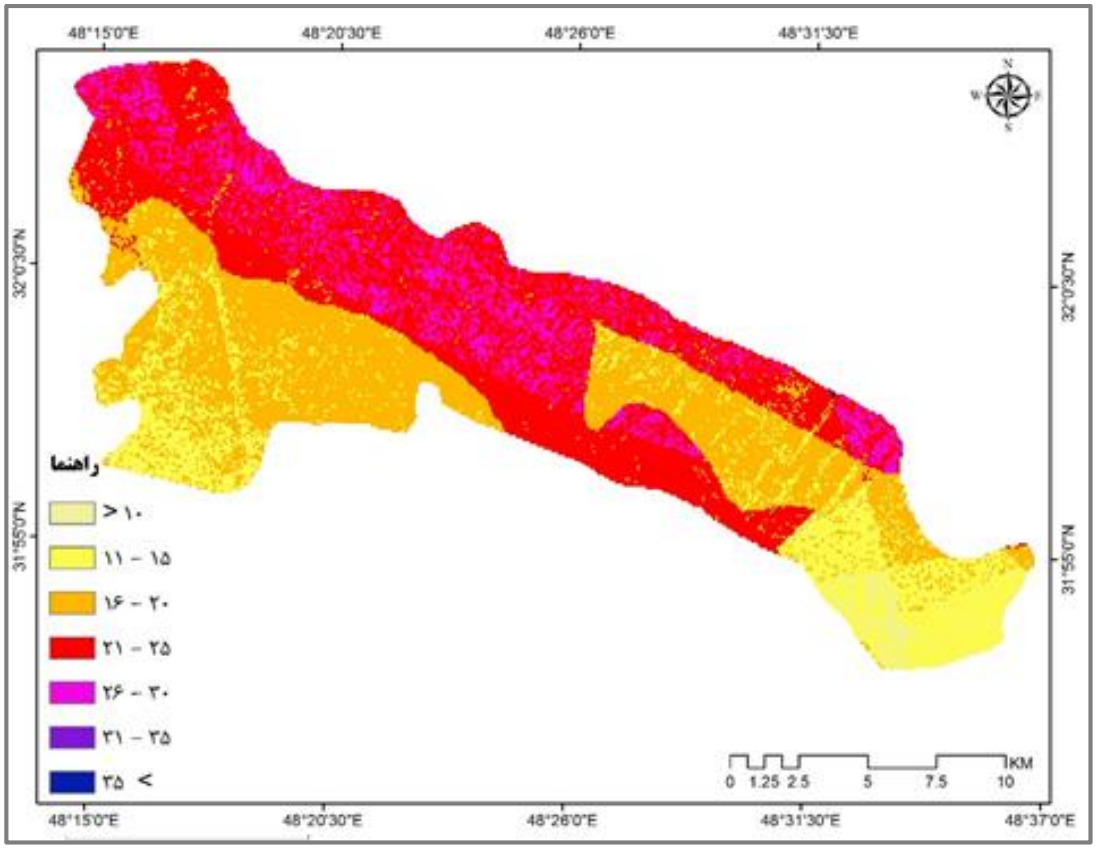
رابطه (۲)

$$R = Slope_{\%} + Ra_{mm} + In_{mm}$$

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

جدول ۳: رتبه‌بندی و وزن دهی شبکه تغذیه (بر حسب سانتی‌متر در سال)،آلر و همکاران ۱۹۸۷

محدوده	رتبه
>۱۰	۱
۱۵-۱۰	۴
۲۰-۱۵	۶
۲۵-۲۰	۸
۳۰-۲۵	۹
۳۵-۳۰	۱۰
<۳۵	وزن نسبی ۳



شکل ۷: نقشه کلاسه بندی تغذیه خالص آبخوان دشت خویش، نویسندگان

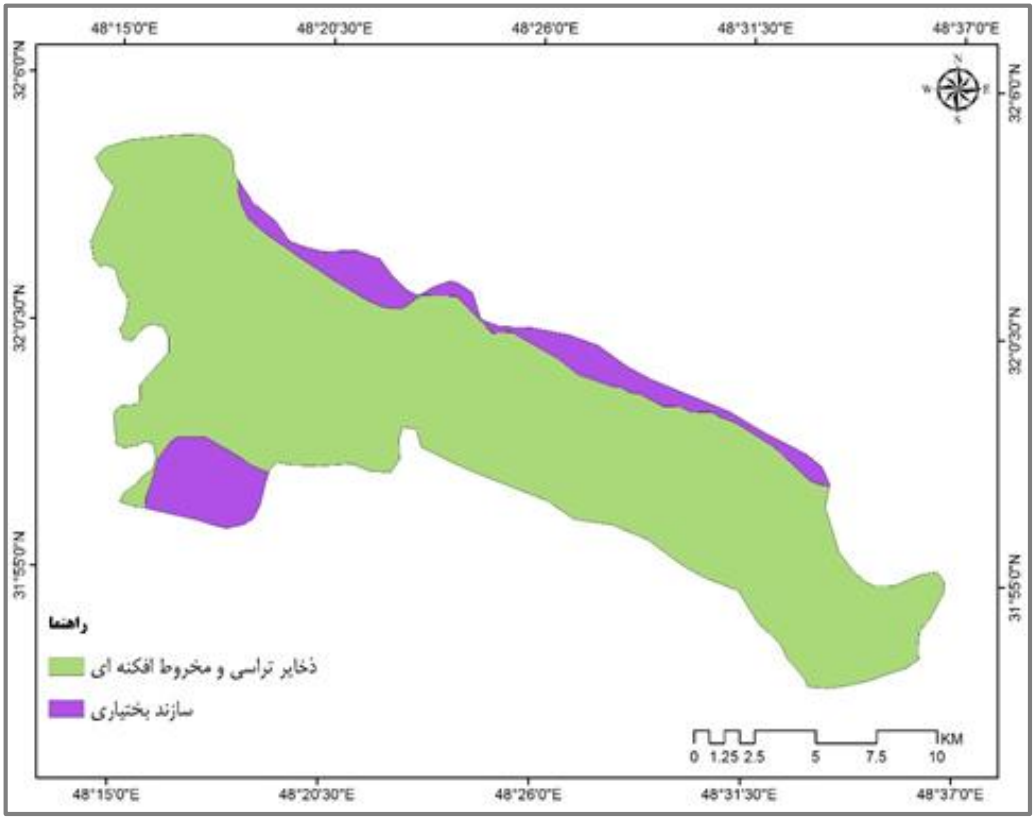
-لایه محیط آبخوان (A): محیط آبخوان و مواد تشکیل‌دهنده آن، طول و چگونگی مسیر سیستم جریان آب زیرزمینی را در آبخوان مشخص می‌نماید. چگونگی مسیر که شدیداً متأثر از میزان درز و شکاف و تخلخل می‌باشد، نقش مؤثری در سرعت انتقال آلودگی داشته و طول مسیر، زمان لازم برای انجام فرایندهای میرایی (نظیر جذب، واکنش شیمیایی و پراکنش) آلودگی را تعیین می‌کند. اطلاعات مربوط به محیط آبخوان در آهودشت (دشت خویش) از طریق چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری موجود در منطقه موردمطالعه که توسط سازمان آب و برق استان خوزستان تهیه‌شده است، استفاده گردید و بر حسب نسبت جنس مواد تشکیل‌دهنده‌ی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

آن، محیط آبخوان، ارزش‌گذاری شده (جدول۴) و نقشه رتبه‌بندی محیط آبخوان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی) GIS ترسیم گردید (شکل ۸).

جدول ۴: رتبه‌بندی و وزن دهی محیط آبخوان، آلرو همکاران ۱۹۸۷

محدوده	رتبه
ذخایر تراسی و مخروط افکنه کوهپایه ای	۹
سازند بختیاری	۴



شکل ۸: محیط آبخوان دشت خویش، نویسندگان

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

-لایه محیط خاک (S): محیط خاک، تأثیر بسیار مهمی در تغذیه دارد و ازاین‌رو بر چگونگی حرکت آلاینده‌ها مؤثر است. به‌طورکلی آلودگی به‌طور وسیعی از نوع و مقدار رس موجود در خاک متأثر است که امکان تورم و یا متراکم شدن دارد؛ بنابراین هر چه رس موجود در خاک کمتر متراکم و متورم شود و اندازه دانه‌های خاک کوچک‌تر باشد، تراوایی نسبی خاک کاهش می‌یابد. ازاین‌رو احتمال رسیدن آلودگی به سطح آب زیرزمینی کمتر خواهد بود (آل آدامت و همکاران[1]، ۲۰۰۳).

برای تهیه لایه خاک از نقشه ۱:۵۰۰۰۰ مطالعات نیمه تفضیلی خاک‌های منطقه دشت خویش که موسسه آب و خاک کشور تهیه‌کرده، استفاده گردید (مؤسسه آب و خاک کشور، ۱۳۷۲). این نقشه ابتدا اسکن و زمین مرجع شد. سپس با توجه به سری خاک‌های موجود، رقومی گردید (شکل ۹) و لایه محیط خاک بر اساس جدول ۵ ارزش‌گذاری شد.[1]

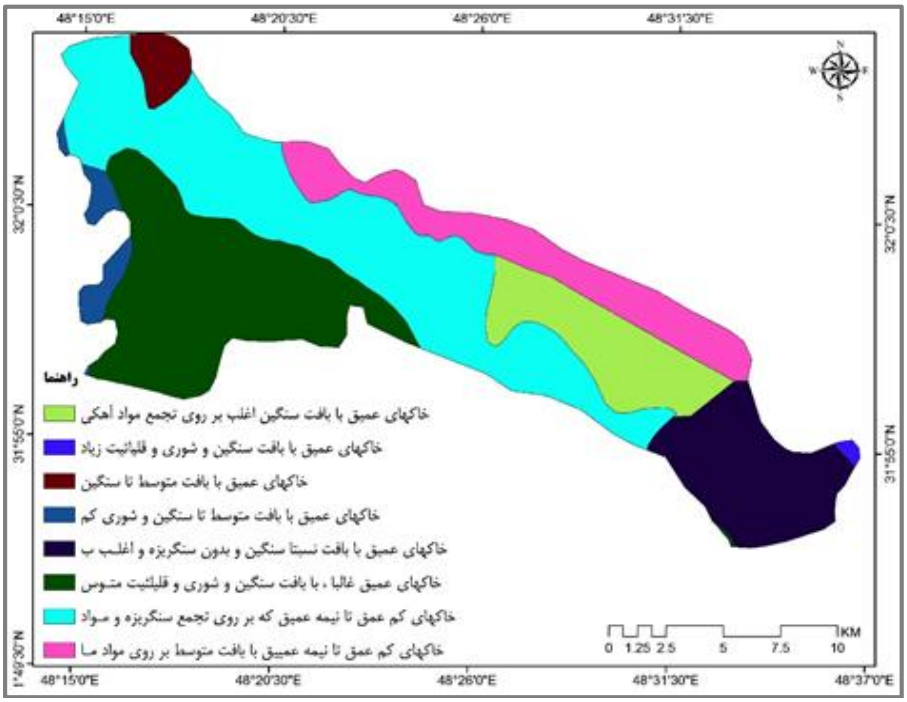
جدول ۵: رتبه‌بندی و وزن دهی محیط خاک،آلر و همکاران ۱۹۸۷

محدوده خاک	رتبه
خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق که بر روی سنگ‌ریزه	۱۰
خاک‌های عمیق با بافت سنگین اغلب بر روی تجمع مواد آهکی	۴
خاک‌های عمیق با بافت سنگین و شوری و قلیائیت زیاد	۷
خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا سنگین و شوری کم	۱
خاک‌های عمیق با بافت نسبتاً سنگین و بدون سنگ‌ریزه	۵
خاک‌های عمیق غالباً با بافت سنگین و شوری و قلیائیت متوسط	۸
خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق که بر روی تجمع سنگ‌ریزه و مواد	۳
خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط بر روی مواد مادری	۹

[1].AL Adamat et al

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



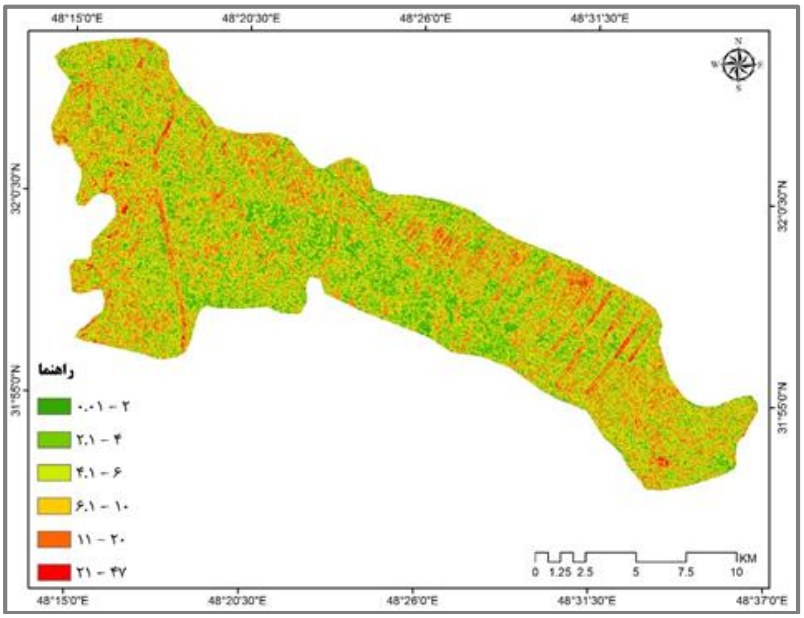
شکل ۹: محیط خاک آبخوان دشت خویش، نویسندگان

-لایه شیب زمین (T): توپوگرافی زمین درواقع بیانگر شیب زمین است. این نقشه و پارامتر به تغییرات شیب سطح زمین مربوط می‌شود. فرض بر این است که هر چه شیب کمتر باشد، مواد آلاینده محلول، فرصت بیشتری برای نفوذ خواهند داشت. پس ناحیه با شیب کمتر، رتبه بیشتری در مدل خواهد داشت. شیب بیشتر باعث می‌شود که مواد محلول به صورت رواناب جاری شود و کمتر نفوذ کند (نوبر و همکاران، ۲۰۰۷). در مدل دراستیک خطوط توپوگرافی به صورت مناطق هم شیب به صورت درصد پهنه بندی می‌شود. شیب صفر تا ۲ درصد بیش‌ترین فرض نفوذ را دارد و رتبه ۱۰ را داراست و نواحی با شیب بالای ۱۰ درصد در پایین‌ترین رتبه قرار دارند، چون دارای کمترین نفوذ هستند. تأثیر دیگر شیب در توسعه خاک است، به طوری که در شیب‌های بالا ضخامت خاک سطحی کم می‌شود. برای تهیه نقشه شیب از DEM منطقه با دقت ۱۰ متر استفاده گردید (شکل ۱۰). ارزش‌گذاری این لایه بر اساس جدول (۶) صورت پذیرفت.

جدول ۶: رتبه‌بندی و وزن دهی شیب زمین، آلر و همکاران ۱۹۸۷

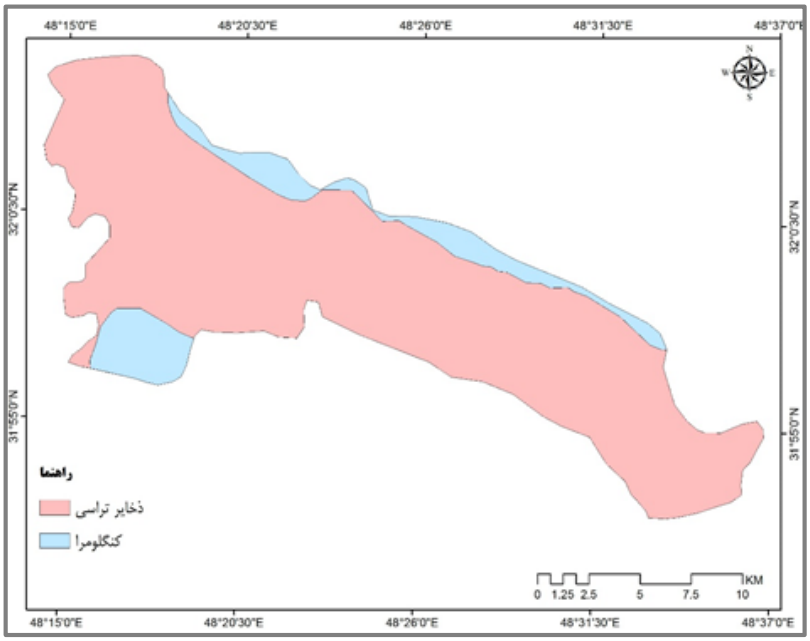
محدوده	رتبه
۰-۲	۱۰
۲-۴	۹
۴-۶	۸
۶-۱۰	۵
۱۰-۲۰	۲
>۲۰	۱

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



شکل ۱۰: نقشه کلاسه بندی شیب زمین بر حسب درصد، نویسندگان

-لایه منطقه غیراشباع (I): این لایه مربوط به جنس خاک می‌باشد که از زون خاک سطحی شروع و تا سطح ایستابی ادامه می‌یابد و از نظر دارا بودن آب، غیراشباع یا به صورت ناپیوسته اشباع می‌باشد. در مدل دراستیک فرض بر این است که محیط و شرایط منطقه غیراشباع اثر زیادی بر مواد آلاینده دارد، زیرا در این منطقه (تا قبل از رسیدن به سطح ایستابی) فرصت جذب و یا رقیق‌شدگی پیدا می‌کند (آلر و همکاران، ۱۹۸۷). برای تولید لایه محیط غیراشباع از لوگ چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری استفاده و روش مشابه با پارامتر محیط آبخوان به‌کاربرده شد. با این تفاوت که ضخامت و جنس لایه‌های بالا عمیق برخورد به آب مورداستفاده قرار گرفت (شکل۱۱). ارزش‌گذاری این لایه در جدول ۷ آمده است.



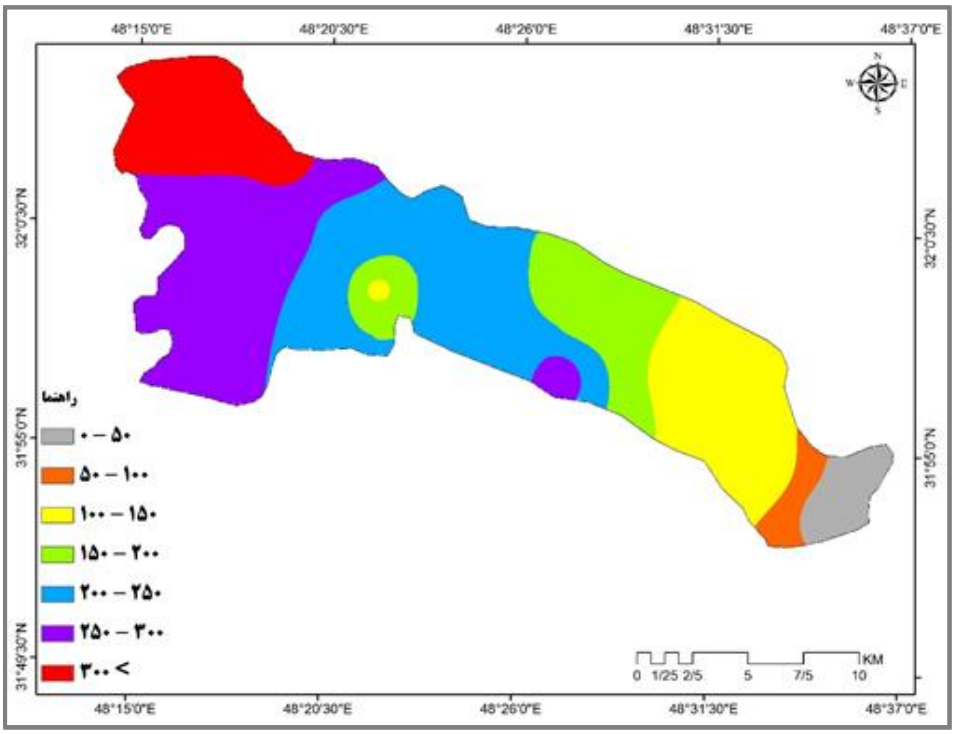
شکل۱۱: اثر منطقه غیراشباع دشت خویش، نویسندگان

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

جدول ۷: رتبه‌بندی و وزن دهی منطقه غیراشباع،آلر و همکاران ۱۹۸۷

محدوده	رتبه
ذخایر تراسی	۹
کنگلومرا	۲

-لایه هدایت هیدرولیکی (C): هدایت هیدرولیکی توسط حفره‌ها، شکستگی‌ها و سطح لایه‌بندی تعیین می‌شود و میزان آب نفوذ یافته را از طریق محیط آبخوان مشخص می‌سازد (اصغری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). این لایه مربوط به نفوذپذیری سفره یا توانایی مواد سفره به منظور انتقال آب یا مواد محلول است. در مسائل هیدرولوژی هدایت هیدرولیکی با حرف بزرگ K نشان می‌دهند و دیمانسیون آن از نوع سرعت می‌باشد. درواقع شدتی است که آب زیرزمینی تحت شیب هیدرولیکی محیط جریان پیدا می‌کند (تود، ۱۹۸۰). هدایت هیدرولیکی عامل کنترل‌کننده حرکت و زمان ماندگاری مواد آلاینده است از نقطه‌ای که وارد سطح خاک می‌شود تا درون سفره قرار می‌گیرد. به همین خاطر افزایش K باعث پتانسیل آلودگی بیشتر یا بالاتر می‌باشد. اطلاعات مربوط به هدایت هیدرولیکی از محاسبات آزمایش پمپاژ حاصل می‌گردد. در مناطقی که آزمایش پمپاژ انجام نگردیده است، بر اساس مقادیر نمونه و ساختارهای مشابه، نوع و بافت رسوبات تشکیل‌دهنده آبخوان هدایت هیدرولیکی تخمین زده می‌شود. در این مطالعه از نقشه هدایت هیدرولیکی چیت سازان و همکاران استفاده شد (چیت سازان و همکاران، ۱۳۹۰) درنهایت با توجه به رتبه بندی محدوده‌های هدایت هیدرولیکی (جدول ۸)، نقشه رتبه‌بندی هدایت هیدرولیکی به دست آمد (شکل۱۲).



شکل ۱۲: نقشه کلاسه بندی هدایت هیدرولیکی بر حسب متر بر روز

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

جدول ۸: رتبه‌بندی و وزن دهی هدایت هیدرولیکی، آلر و همکاران ۱۹۸۷

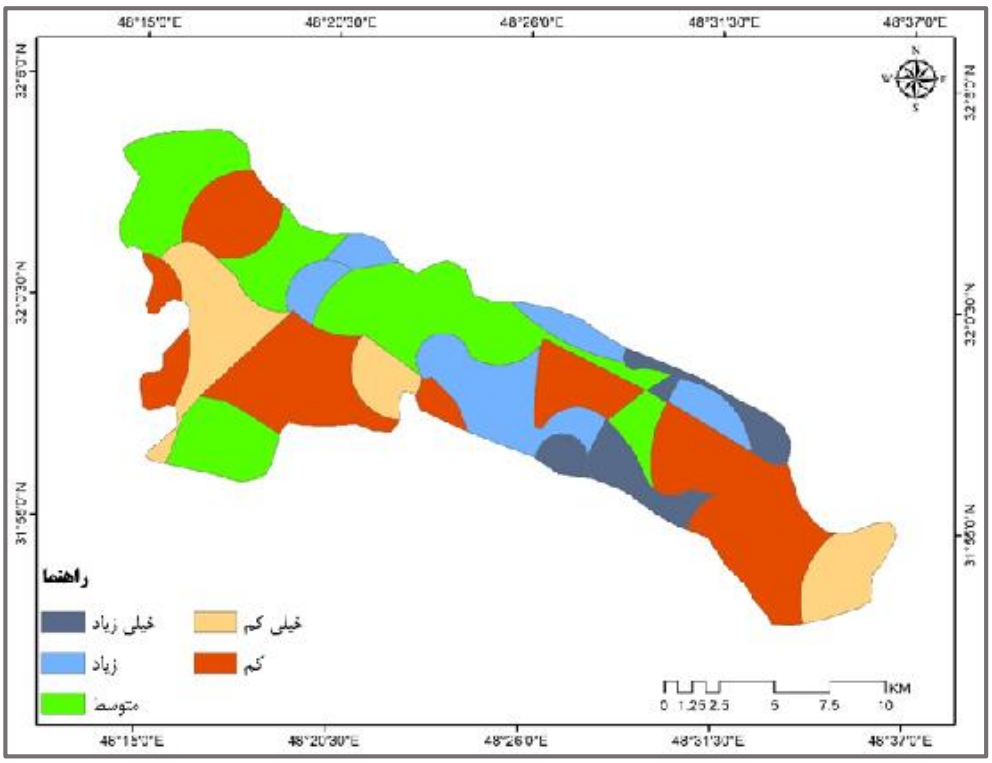
محدوده	رتبه
۰-۵۰	۱
۵۰ – ۱۰۰	۲
۱۰۰ – ۱۵۰	۳
۱۵۰ – ۲۰۰	۵
۲۰۰ – ۲۵۰	۷
۲۵۰ – ۳۰۰	۹
> ۳۰۰	

تحلیل همپوشانی

ازآنجاکه داده‌های مورداستفاده همگی به فرمت رستری تبدیل‌شده بودند، بنابراین تابع همپوشانی برای این هدف استفاده شد. این تابع به دو صورت ریاضی و وزنی عمل ترکیب داده‌ها را انجام می‌دهد. با توجه به این‌که لایه‌های موردنظر در مدل دراستیک هر یک دارای وزن خاصی بودند، برای ترکیب و تلفیق داده‌ها از تابع همپوشانی وزنی از طریق منوی (Raster calculator) در نرم‌افزار ArcGIS برای تلفیق لایه‌ها استفاده شد. برای این کار تمام لایه‌ها همراه با ضرایب به صورت درصد برای مدل تعریف شد و سپس عمل تلفیق لایه‌های موردنظر صورت پذیرفت. نقشه نهایی آسیب‌پذیری آبخوان نسبت به آلودگی، با تقسیم‌بندی به پنج محدوده آسیب‌پذیری خیلی کم، آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط، آسیب‌پذیری زیاد، آسیب‌پذیری خیلی زیاد در شکل ۱۳ نشان داده‌شده است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



شکل ۱۳: نقشه پهنه بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت خویش، نویسندگان

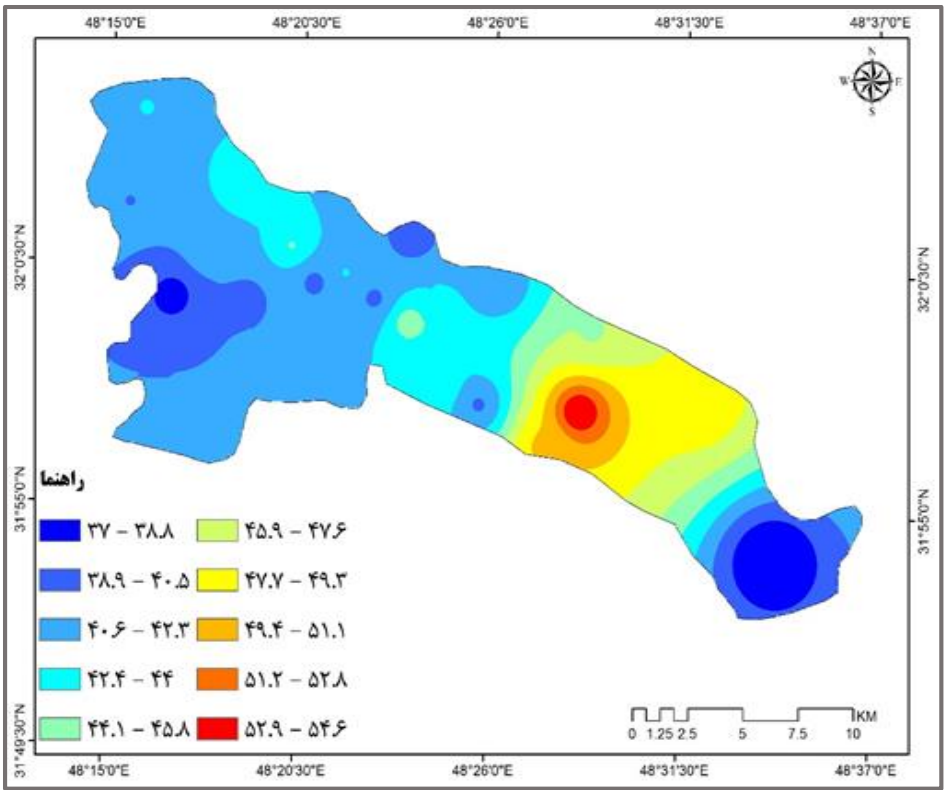
بررسی صحت‌سنجی مدل دراستیک با توجه به غلظت نیترات

یکی از معایب روش دراستیک این است که کلاسه بندی و ارزش‌گذاری پارامترها تا حدودی کارشناسی بوده و به شرایط آبخوان بستگی دارد که به نوبه خود باعث بروز عدم قطعیت در نتایج می شود؛ بنابراین باید مدل دراستیک را با استفاده از پراکندگی غلظت آلاینده‌های طبیعی مانند نیترات، آفت‌کش‌ها و غیره که منجر به آسیب‌پذیری ویژه آبخوان می‌شود، گالیبره گردد. با توجه به این‌که در منطقه موردمطالعه کشاورزی از رونق خاصی برخوردار است و غالباً از کودهای حیوانی و کودهای شیمیایی نیتراتی استفاده می‌شود، جهت صحت‌سنجی مدل از یون نیترات (NA) و شوری (EC) استفاده گردید، لذا انتظار می‌رود غلظت نیترات و میزان شوری در آب‌های زیرزمینی به دلیل فرونشست این کودها از سطح خاک و انتقال آن‌ها به آبخوان زیاد باشد، علاوه بر این به سبب قابلیت تحرک و زمان ماندگاری بالای نیترات در آب زیرزمینی و با توجه به اینکه نیترات و میزان شوری از شاخص‌های مهم برای نشان دادن کیفیت آب آشامیدنی و کشاورزی است، در این تحقیق از داده‌های غلظت نیترات ۲۳ نمونه آب چاه سال ۱۳۹۸ جهت واسنجی مدل دراستیک استفاده‌شده است. شکل ۱۳ نقشه پهنه بندی آلودگی نیترات را در آبخوان دشت خویش نشان می‌دهد. با انطباق غلظت نیترات بر روی نقشه نهایی آسیب‌پذیری مشخص شد که کلیه نقاطی که دارای نیترات بالا هستند، در محدوده‌ای با نیروی آلودگی زیاد قرارگرفته‌اند که این می‌تواند دقت و صحت مدل را تأیید کند. همان‌طور که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود بیش‌ترین غلظت آلودگی نیترات در محدوده جنوب و غرب دشت دیده می‌شود که با نواحی دارای پتانسیل آسیب‌پذیری زیاد (شکل ۱۳) همپوشانی دارد. به‌طورکلی می‌توان گفت رابطه بسیار نزدیکی بین وسعت و شدت توزیع میزان غلظت نیترات در آبخوان و پتانسیل آسیب‌پذیری دشت وجود دارد.

* نویسندهٔ مسئول: Pourzare@iamu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]



شکل ۱۴: نقشه وضعیت نیترات بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در دشت خویش، نویسندگان

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، پهنه بندی آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان دشت خویش در مقابل آلودگی با استفاده از مدل دراستیک در محل سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه‌شده است. با توجه به اینکه دشت خویش یکی از دشت‌های مهم استان خوزستان از دیدگاه کشاورزی محسوب می‌شود، این دشت جهت انجام مطالعه انتخاب گردید. نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری به‌دست‌آمده، آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان را نشان می‌دهد و فقط می‌تواند به عنوان ابزار اولیه برای توسعه آتی منطقه به کار رود. ضمن اینکه این ابزار جایگزین برخی مطالعات خاص در محل نمی‌شود و همچنین هیچ‌گونه اطلاعاتی از نوع آلاینده و میزان آن در اختیار قرار نمی‌دهد. پهنه بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت خویش که از تلفیق نقشه‌های رستری هفت‌گانه پارامترهای مدل دراستیک با لحاظ کردن وزن هر پارامتر در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به دست آمد، نشان می‌دهد که در منطقه دشت خویش پارامترهای عمق آب زیرزمینی و محیط غیراشباع بیش‌ترین و پارامترهای شیب زمین کمترین تأثیر را در تعیین میزان آسیب‌پذیری آبخوان دارد. برای صحت‌سنجی نقشه نهایی آسیب‌پذیری از یون نیترات (به عنوان آلاینده طبیعی در منطقه) استفاده گردید. با انطباق یون نیترات بر روی نقشه نهایی دراستیک مشخص شد که کلیه نقاطی که دارای یون نیترات بالا هستند در محدوده‌ای با نیروی آلودگی زیاد قرارگرفته‌اند که این می‌تواند دقت و صحت مدل را مورد تأیید قرار دهد. از نظر وسعت می‌توان گفت که حدود ۱۷/۱۶ درصد از منطقه موردمطالعه در محدوده آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۳/۵۵ درصد آسیب‌پذیری کم، ۱۹/۲۱ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۲۸/۷۲ درصد آسیب‌پذیری زیاد و ۱۱/۳۶ درصد در محدوده آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار می‌گیرد. قسمت‌های شمالی و جنوبی آبخوان دشت خویش از آسیب‌پذیری زیادی برخوردار است. افروزی و محمدزاده (۱۳۹۱) آسیب‌پذیری آبخوان دشت بروجن – فرادنبه به آلودگی را با استفاده از روش دراستیک بررسی کردند.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

خسروی و همکاران (۱۳۹۱) در دشت دهگلان در استان کردستان آسیب‌پذیری آبخوان را به کمک این مدل بررسی کردند. امیر احمدی و همکاران (۱۳۹۱) مدل دراستیک را برای بررسی آسیب‌پذیری آبخوان دشت داورزن به کاربردند. لذا نتایج این پژوهش با توجه به مطالعات قبلی تأیید می‌شود.

ازاین‌رو، کنترل این ناحیه در مقابل آلودگی باید مدنظر قرار گیرد. آلودگی نیترات این منطقه نیز بالا است، لذا این ناحیه نیاز مراقبت بیشتر و همچنین اعمال محدودیت‌های خاصی دارد. مناطق مرکزی دشت از پتانسیل آسیب‌پذیری متوسط و نواحی شمال غربی و جنوب شرقی دشت از پتانسیل آسیب‌پذیری کمتری برخوردار هستند. به علت اینکه حذف آلودگی از منابع آب زیرزمینی پرهزینه است، پهنه بندی آسیب‌پذیری آبخوان دشت خویش می‌تواند به عنوان ابزار ارزشمندی در اختیار مسئولان و متولیان قرار گیرد تا به کمک آن بتوانند تصمیمات لازم را جهت کاربری اراضی و مدیریت آبخوان دشت خویش اتخاذ کنند. این تصمیمات می‌تواند شامل اعمال مدیریت در مصرف کودهای کشاورزی و فاضلاب شهری به نقاط مطمئن‌تر و تغییر کاربری اراضی باشد.

منابع

1. Ahmadi, J. Akhund, L. Abbasi, H. Khashaei-Siouki, A. Alimaddadi, M. (2013). Determining the vulnerability of aquifers using the Drust-1 model and applying single-parameter and elimination sensitivity analysis (case study: Salafchegan-Nizar plain), *Journal of Soil and Water Conservation Research*, 20(3),(in Persian).
2. Arya, S., Subramani, T., Vennila, G., Roy, P.D., (2020). Groundwater vulnerability to pollution in the semi-arid Vattamalaikarai River Basin of south India thorough DRASTIC index evaluation. Geochemistry, DOI:10.1016/j.chemer.2020.125635.
3. Asfaw, D., Ayalew, D. (2020). Modeling Megech watershed aquifer vulnerability to pollution using a modified DRASTIC model for sustainable groundwater management, Northwestern Ethiopia. Groundwater for Sustainable Development, DOI:10.1016/ j.gsd.2020.100375.

4- Pourshahidi Saeed, Majid Khayat-Khalqi, Kourosh Mohammadi, Homay Rasouli.(2008). Determining the vulnerability of the Qazvin plain aquifer using the Drastic and SI methods and comparing them, 7th Iranian Hydraulic Conference.(in persian).

1. Azizi Farahnaz, Hossein Mohammadzadeh. (2012). Vulnerability zoning and assessment of spatial changes in the quality of the Imamzadeh Jafar Gachsaran plain aquifer using the Drastic model and the GWQI quality index, Journal of Water Resources Engineering, Year 5,(in persian).
2. Fathi Hafeshjani E, Habibollah Beigi, Hi. (2012). Zoning of the vulnerability potential of Shahrekord aquifer using the DRAST-1 model and its validation using seasonal changes in the concentration of nitrate and phosphate pollutants, Journal of Water Resources Engineering, Year 5,(in persian).
3. 8- Marouf Safar, Samereh Soleimani, Mohammad Hossein Ghobadi, Ghasem Rahimi, Hossein Marouf. (2012). Vulnerability assessment of Malayer Plain aquifer using DRAST-1, SI and SINTANCS models, Journal of Soil and Water Conservation Research, 19(3), (in persian).
4. Mirzaei, S., Mehdi Naderi Kh., Habibollah Beigi, Jahangard Mohammadi (2012). Vulnerability assessment of Shahrekord plain aquifer using the Drastic model, Iranian Water Research Journal, 6(11),(in Persian).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

5. Naseri, H.R, Sareminejad, F. (2011). Comparison of aquifer vulnerability assessment using the methods of 1-step and fuzzy logic, case study: Masjed Soleyman mudflat, Quarterly Journal of Physical Geography, Year 4, (in persian).
6. Naseri, H.R, Saremi-nejad,F. (2011),. Comparison of aquifer vulnerability assessment using the DRAST-1 and Fuzzy Zone methods (Case study: Masjed Soleyman mudflat), Quarterly Journal of Physical Geography, 4(11),(in persian).
7. Nadiri, A., Akbari, E., Esfandiar, Novinpour,A., Gharekhani,M. (2019). Vulnerability assessment of the Khoy Plain aquifer using a hybrid method, Water and Irrigation Management, 9(2), 251-262.(in Persian).
8. Al-Adamat ,R.A.N, I.D.L.,Foster, S.M.J.,Babon. (2003). Groundwater vulnerability and risk mapping for the basic aquifer of the Azraq basin of Jordan using GIS, remote sensing and DRASTIC. Applied geography 23,303-324.
9. Aller, L., Bennet, T., Leher, J. H., Petty, R. J., and Hackett, G., (1987). DRASTIC A Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potential Using Hydro geologic Setting. EPA – 600 /2 – 87 – 035. Ada, Oklahoma: U. S. Environmental Protection Agency.
10. Aller, L., Bennet, T., Leher, J.H., Petty, R.J. and Hackett, G. (1987). DRASTIC: AStandardized system for evaluating groundwater pollution potential usinghydro-geological settings. Kerr Environmental Research Laboratory, U.S.Environmental Protection Agency Report (EPA/600/2-87/035).
11. Anonymous, P., (1993). A Methodology and Decision Support System for Evaluating The Leaching Potential of Pesticides, U.S. Environmental Protection Agency, EPA, 600/S – 93/010.
12. Babiker, I.S., Mohamed, A.A.A., Hiyama, T., and Kato, K. (2004). "A GIS-based DRASTIC model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara heights, Gifu prefecture, central Japan."J. Science of the Total Environment, 345, 127–140.
13. Evans, B.M. (1990). A GIS-based approach to evaluating regional groundwaterpollution potential with DRASTIC. Soil and Water Conservation. 45: 45-242.
14. Krishnamurthy, (1996). An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and geographic information system, international journal of remote sensing, vol: 10, pp: 1876-18.
15. Krishnomurthy J. Kumar V. Jayaraman M. Manivel, (1996). An Approach to Demarcate Ground Water Potential Zones Thorough Remote Sensing and a Geographical Information System, INT. J. Remote Sensing, 17 (10):1867-1884.
16. Saraf A.K. Choudhury P.R, (1998). Integrated Remote Sensing and GIS for Ground Water Exploration and Identification of Artificial Recharge Sites, INT.J. Remote Sensing, 19 (10): 1825-1841.
17. Lasagna. M., Domenico, D., Franchino, E. (2018). Intrinsic groundwater vulnerability assessment: issues, comparison of different methodologies and correlation with nitrate concentrations in NW Italy. Environmental Earth Sciences. 77. DOI:10.1007/s12665-018-7452-0.
18. Vias J. M. Andreo B. Perles M. J. and Carrasco. (2005). A comparative study of four schemes for groundwater vulnerability mapping in a diffuse flow carbonate aquifer under Mediterranean climatic conditions. Environmental Geology Journal. 47:586-595.
19. Vrba, J., Zoporozec, A., 1994. Guidebook on mapping groundwater vulnerability, IAH
20. International contribution for Hydrogeology, Hannover7 Heise, 16: PP. 131.
21. Saeed Amanpour, Mahmoud Ebiat, Mohammad Ebiat.(2021) . Assessment of groundwater vulnerability with DRASTIC and SYNTAX models in GIS environment

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]

(Case study: Karun County), Natural Environment Hazards, Volume 10, Issue 30, pp. 50-34.(in persin).

22. -Rana Akab Aghdam, Ataollah Nadiri, Esfandyar Abbas Novinpour.(2017). Vulnerability assessment of the Bilvardi Plain aquifer based on a combination of DRASTIC and SINTACS methods, Quantitative Geomorphology Research, Year 6, Issue 3. pp. 135-150.(in persin).
23. Salimeh Eshaghi Elbeigi, Zahra Ganji Norouzi, Vajihe Darsatkar, Mohammad Hadi Movahednejad, Majid Atari. (2022). Vulnerability assessment of Sabzevar aquifer using the DRASTIC model, Iranian Journal of Irrigation and Drainage, No. 1, Volume 16, pp. 255-266.(in persin).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/jeer.15.4.22]