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

Determining the Importance of Effective Factors in selection Rainwater harvesting site in the Tajerre Kashan Basin

Maryam Aghaie [1] | Siamak Dokhani[2]✉ | Ebrahim Omidwar[3]

1.Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Kashan, Iran.
E-mail: aghaiem348@gmail.com
2. Watershed, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Kashan, Iran.
✉ **E-mail:** Siamakdokhani@kashanu.ac.ir
3. Watershed, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Kashan, Iran.
E-mail: ebrahimomidvar@kashanu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2021/02/06
Received in revised
2021/05/25
Accepted
2021/06/08
Published
2021/06/14
Published online
2023/10/01

Keywords:
Stepwise Regression,
Soil depth CN,
GIS,
Information layers.

ABSTRACT

Rainwater harvesting is an appropriate option for storing surface runoff for subsequent use during periods with limited access to water. The most important step in the application of rainwater harvesting systems (RWH) is the selection of suitable areas. By identifying suitable sites for this purpose, time and cost can be saved. In this research, a multivariate regression model and GIS were used to select suitable sites for rainwater harvesting in the Tajarre watershed. The layers considered for this purpose included crown cover, litter, rock and stones, soil, curve number, rainfall, slope, and depth of field as independent variables, and infiltration as the dependent variable. The values of these variables were calculated in average for each of the 27 sub-basins, based on the maps. Additionally, the stepwise method was used to investigate the relationship between these variables and assign weights to each of the effective layers of the multivariate regression. The results showed that the linear multivariate regression model, with an explanation coefficient of 0.993, was able to estimate the penetration factor values accurately. In terms of importance, the curve number variable had a coefficient of -2.433, the depth of soil had a coefficient of 0.3488, and the rubble and gravel percentage had a coefficient of 0.057. These factors were found to be the most significant, while other factors were deemed insignificant. A comparison of the map resulting from the multivariate regression site selection in this research with some recommended criteria from various other studies showed that the predicted classes fit well with the recommended areas in the central and upstream parts of the basin. In the eastern and southeastern part of the basin, the predicted classes overlapped well with the recommended areas based on these criteria.

Cite this article: Aghaie, Maryam., Dokhani, Siamak., & Omidwar, Ebrahim. (2024) Determining the Importance of Effective Factors in selection Rainwater harvesting site in the Tajerre Kashan Basin. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 74 (24), 234-251. DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.12

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.12

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

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

Extended Abstract

Introduction

Due to various reasons such as population increase, droughts, and decrease in rainfall, the progress of industry and its adverse effects on water resources, today's man is seriously facing the problem of water shortage. One of the major causes of water wastage in Iran is runoff. Additionally, the lack of rainfall and subsequent water scarcity pose significant challenges in arid and semi-arid areas, where intense rainfall quickly becomes inaccessible. Moreover, high temperatures and evaporation rates during the hot season contribute to a serious water shortage for most plants. Therefore, it is necessary to optimize the use of uncontrolled runoff and surface water sources instead of indiscriminate withdrawals from underground water sources. This can be achieved by identifying suitable locations for collecting rainwater.

Methods and Material

This research was conducted in three stages. In the first stage, information layers were prepared to be entered into the geographic information system. The information layers used included maps of soil hydrological groups, slope, soil depth, rainfall, land cover, and infiltration factor. The map of soil hydrological groups was created using soil map information, which included soil texture and soil type, following the guidelines set by the American Soil Protection Organization (1988). The map of soil depth layers was derived from the map of land unit components, which provided information on soil depth. To prepare the rainfall map, the relationship between rainfall and the elevation of neighboring stations (Abyaneh, Badroud Forestry, Natanz, Kashan, Rabat Turk, Aran, Natanz, and Mimeh) was investigated. A linear relationship between them was established, which was found to be statistically significant (R2=0.85). Subsequently, using the rainfall gradient and the digital elevation model of the study area, the annual rainfall changes in this area were calculated. Other maps were also created according to the relevant instructions in the Elvis software environment for the entire basin, and then the values of all layers in each of the sub-basins were calculated as a weighted average .In the second stage, information analysis was carried out using a regression model, and in the third stage, the importance coefficients of each layer were entered to prioritize the information layers and determine the location for rainwater collection .In the regression analysis, an analysis of variance table, detection coefficients, relationship coefficients, and the significance of coefficients were determined. In this section, the data obtained from the information layers were entered into a multivariable linear regression model to determine the importance of the layers and sub-layers based on the model's coefficients. The independent variables included crown cover, litter, stones and gravel, bare soil, curve number, rainfall, slope, and soil depth, while the dependent variable was infiltration factor. Quality control and validation of the model were conducted through a goodness of fit test based on the standard deviation and the method of running the regression model. Multivariable regression models have tests and conditions to determine the quality and capability of the model, and the corresponding tests were applied to validate the model based on its specific use.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

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

Results and Discussion

Layers such as crown cover, litter, rocks and stones, soil, curve number, rainfall, slope, and depth of field were considered as independent variables, while infiltration was considered as the dependent variable. Then, based on the maps, the average values for each of the 27 sub-basins were calculated. Additionally, to investigate the relationship between these variables and their weighting, the stepwise method was used with the effective layers in a multi-variable regression. The results showed that the linear multivariate regression model, with an explanatory coefficient of 0.993, was able to estimate penetration factor values well. In terms of importance, the curve number variables had a coefficient of -2.433, depth of soil had a coefficient of 0.3488, and rubble and gravel percentage had a coefficient of 0.057, making them the most significant factors, while other factors were not significant.

Conclusion

In general, the results of this research show that the multivariate linear regression method can be effectively used to identify areas prone to collecting rainwater in situ. Additionally, within the watershed area, the curve number layers, soil depth, and the percentage of rock and gravel are found to be highly important compared to other information layers. Furthermore, a significant portion of the Tejareh watershed is classified as having high or very high suitability for collecting rainwater in situ. This indicates that the mentioned basin is susceptible to implementing such plans .For future research, it is recommended to include additional layers such as the percentage of different plant covers (e.g., canopy cover, collar cover, and foliage cover), as well as temperature and evaporation and transpiration information, in order to locate suitable areas for rainwater collection in situ. These layers can be obtained from the digital model of the area's elevation, along with other cover parameters like canopy percentage, cover height, and root depth, as well as various morphological characteristics of the sub-basins and soil properties like organic matter percentage and soil hydraulic conductivity. Moreover, it is suggested to employ modern data mining methods and algorithms like support vector machine, decision tree, random forest, etc., to weigh the layers and compare the results with multivariate linear regression. One of the challenges faced during this research was the lack of statistical data in the Tejara watershed, thus it would be beneficial to conduct similar research in larger watersheds that have measuring stations with sufficient statistical data.

Keywords: Stepwise Regression, Soil depth CN , GIS ,Information layers

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

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

تعیین اهمیت عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل‌های جمع‌آوری آب باران درجا در حوزه آبخیز تجره کاشان

مریم آقائی [۱]، سیامک دخانی [۲] ✉، ابراهیم امیدوار [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
رایانامه: aghaiem348@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
رایانامه: Siamakdokhani@ kashanu.ac.ir
۳. استادیار آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
رایانامه: ebrahimomidvar@kashanu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۱۱/۱۸
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۰۳/۰۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۰۳/۱۸
تاریخ انتشار:
۱۴۰۰/۰۳/۲۴
تاریخ انتشارآنلاین:
۱۴۰۲/۸/۰۱

کلیدواژه‌ها:
رگرسیون گام‌به‌گام،
عمق خاک،
شماره منحنی،
سامانه اطلاعات جغرافیایی،
لایه‌های اطلاعاتی.

چکیده

جمع‌آوری آب باران گزینه‌ای مناسب برای ذخیره رواناب سطحی جهت کاربردهای بعدی طی دوره‌های با محدودیت دسترسی به آب است. مهم‌ترین مرحله در به‌کارگیری سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، مکان‌یابی عرصه‌های مناسب است. لذا با شناسایی محل‌های مناسب برای این منظور، در زمان و هزینه صرفه‌جویی می‌شود. در این پژوهش، برای مکان‌یابی روش جمع‌آوری آب باران درجا در حوزه آبخیز تجره از مدل رگرسیون چندمتغیره و همچنین سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. بدین‌منظور لایه‌های تاج‌پوشش، لاشبرگ، سنگ و سنگ‌ریزه، خاک‌لخت، شماره منحنی، بارش، شیب و عمق خاک به‌عنوان متغیر مستقل و عامل نفوذ نیز به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. سپس با توجه به نقشه‌های تهیه‌شده، مقادیر آن‌ها به‌صورت متوسط برای هر یک از زیرحوضه‌های ۲۷ گانه محاسبه شد. همچنین برای بررسی ارتباط بین این متغیرها و وزن دهی به هر یک، عوامل مؤثر از رگرسیون چندمتغیره به روش گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل رگرسیون چند متغیره خطی با ضریب تبیین ۰/۹۹۳ به‌خوبی توانسته است مقادیر عامل نفوذ را برآورد نماید. از لحاظ درجه اهمیت نیز متغیرهای شماره منحنی با ضریب ۲/۴۳۳-، عمق خاک با ضریب ۰/۳۴۸ و درصد سنگ و سنگ‌ریزه با ضریب ۰/۰۵۷ به ترتیب دارای بیشترین اهمیت بوده و سایر عوامل دارای اهمیت معنی‌داری نبودند. مقایسه نقشه حاصل از مکان‌یابی رگرسیون چند متغیره در این تحقیق با برخی معیارهای توصیه‌شده سوابق پژوهشی مختلف نشان داد که کلاس‌های پیش‌بینی‌شده با تناسب خوب در بخش‌های مرکزی حوضه و بسیار خوب مناطق بالادست حوضه که در قسمت شرقی و جنوب شرقی حوضه دارای هم‌پوشانی با مناطق توصیه‌شده با این معیارها است.

استناد: آقائی، مریم؛ دخانی، سیامک؛ و امیدوار، ابراهیم (۱۴۰۳). تعیین اهمیت عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل‌های جمع‌آوری آب باران درجا در حوزه آبخیز تجره کاشان. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی* ، ۷۴ (۲۴)، ۲۵۱-۲۳۴.
http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.12

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

© نویسندگان.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

مقدمه

انسان امروزی بنا به دلایل مختلفی ازجمله افزایش جمعیت، خشک‌سالی‌ها و کاهش میزان بارندگی، پیشرفت صنعت و اثر سوء آن بر منابع آب به‌طورجدی با مشکل کمبود آب مواجه است. یکی از بخش‌های عمده هدررفت آب در ایران، به‌صورت رواناب است. همچنین، کمبود بارش و به دنبال آن کمبود آب، یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک است، شدید بودن بارش در این مناطق نیز باعث می‌شود که آب حاصل از باران به‌سرعت از دسترس خارج شود. علاوه بر آن، درجه حرارت بالا و تبخیر زیاد در فصل گرم باعث می‌شود که اغلب گیاهان در این فصل با کم‌آبی جدی مواجه شوند.(طهماسبی و رجبی ثانی،۱۳۸۵) از سویی، میزان هدررفت رواناب حاصل از بارندگی بسیار زیاد و قابل‌توجه است؛ بنابراین ضروری است که به‌جای برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، از رواناب‌ها و منابع آب سطحی کنترل نشده استفاده بهینه شود که البته این مهم با تعیین مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران، امکان‌پذیر است (خاشعی سیوکی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۶-۸۷) (خاشعی سیوکی و همکاران،۱۳۹۲).

در هزاره جدید با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیک فراوان و همچنین افزایش تقاضا برای آب شرب و کشاورزی، فشار به منابع آبی افزایش پیدا کرده است. تاکنون آب حاصل از روش‌های جمع‌آوری آب باران برای نوشیدن، کشاورزی و فضای سبز استفاده شده است ((آمار و همکاران[1]،۲۰۱۶ ، کادام[2] و همکاران ۲۰۱۲ ، ناپولی[3] و همکاران ۲۰۱۴ نقل از واترفال[4]، ۲۰۰۶) و جمع‌آوری آب باران گزینه‌ای مناسب برای ذخیره رواناب سطحی برای کاربردهای بعدی به‌ویژه طی دوره‌هایی است که محدودیت دسترسی به آب وجود دارد (وینرار و همکاران[5]، ۲۰۰۷) و چندین مزیت دیگر برداشت آب باران عبارت‌اند از: کاهش جریان آب سطحی ، کاهش فرسایش خاک، جوان‌سازی آبخوان و کنترل سیل در حوضه آبریز پایین‌دست است آداموسکی[6]،۲۳۲، باسینگر[7] و همکاران،۲۰۱۰، الآوار[8] و همکاران،۲۰۰۰، جاسروتیا[9] و همکاران ، ۲۰۰۹، میشل[10]،۲۰۰۷، محمود[11] و آلازبا، ۲۰۱۶ ، نقل از وینار[12] و همکاران (۲۰۰۷).

در تجزیه‌وتحلیل مکانی جمع‌آوری آب باران درجا با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش رگرسیون چند متغیره عامل فیزیوگرافی مهم‌ترین معیار برای پیاده‌سازی شیوه‌های مختلف است (دبیری[13] و همکاران، ۲۰۱۶) با توجه به مسائل مطرح شده، مهم‌ترین مرحله در به‌کارگیری سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، مکان‌یابی عرصه‌های مناسب است. لذا با شناسایی محل‌های مناسب برای این منظور، صرفه‌جویی فراوانی در زمان و هزینه صورت می‌گیرد (اخضری و همکاران، ۱۳۹۴) از نظر عوامل مؤثر بر مکان‌یابیِ محل‌های مناسب جمع‌آوری آب باران (RWH14) دو گروه اصلی عوامل زیست طبیعی و عوامل اقتصادی اجتماعی طبقه‌بندی شده است (آدهام[15] و همکاران، ۲۰۱۶). برای استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان یک ابزار در راستای تجزیه‌وتحلیل مکانی شیوه‌های جمع‌آوری آب باران از لایه‌های خاک، کاربری اراضی، بارندگی و شیب استفاده می‌شود (دبیری و همکاران، ۲۰۱۶) البته قابلیت اراضی مختلف به‌صورت کیفی برای انجام این شیوه‌ها در حوزه‌های آبخیز از سطوح ضعیف تا بسیار خوب طبقه‌بندی می‌شود (نامی،۱۳۹۲، پالا[16] و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین در مطالعات

[1] Ammar,et al
[2] kadam
[3] Napoli
[4] waterfall
[5] Winnaar et al
[6] Adamowski
[7] Basinger
[8] El-Awar
[9] Jasrotia
[10] Mitchell
[11] Mahmoud& Alazba
[12] Winnaar
[13] Dabiri et al
[14] Rain Water Harvest
[15] Adham
[16] Palla

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

تجزیه‌وتحلیل تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران برای سازه‌های جمع‌آوری آب باران از فرآیند هم‌پوشانی وزنی عوامل مشترکی شامل کاربری اراضی پوشش، شیب، عمق رواناب ، باران مازاد، عمق خاک، سنگ‌شناسی و ژئومورفولوژی استفاده نمودند. (محمود و تانگ[17]، ۲۰۱۵، نکتیا[18] و همکاران،۲۰۱۳، پاراساد[19] و همکاران، ۲۰۱۴، جها[20] و همکاران،۲۰۱۴).

یکی از روش‌های مناسب برای تجزیه‌وتحلیل عوامل مؤثر بر مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران استفاده از روش رگرسیون چند متغیره می‌باشد. روش‌های مختلف رگرسیون چندمتغیره، می‌توانند نتایج کاملاً متفاوت و یا نتایج مشابهی داشته باشند، همچنین با وجود تغییرات در اندازه و میزان متغیرهای وابسته و مستقل نتایج حاصل می‌توانند کاملاً متفاوت باشند اسلامی و ثقفیان (۱۳۸۷)؛ صادقی و همکاران (۱۳۹۰) در زمینه استفاده از این روش در موضوعات مرتبط با منابع آب و همچنین روش‌های جمع‌آوری آب باران تاکنون تحقیقاتی در دنیا انجام شده است. از جمله: در ایران صادقی و همکاران (۱۳۸۴)، در بررسی مقایسه روش‌های مختلف تجزیه‌وتحلیل آماری و انتخاب بهترین روش برای دست‌یابی به مدل بارش رواناب از رگرسیون چندمتغیره به سه روش گام‌به‌گام، پیش‌رو و پس‌رو استفاده نمودند. بررسی نتایج مربوط به رگرسیون چندمتغیره در پژوهش آن‌ها نشان داد که از میان سه روش در بعضی از موارد، روش گام‌به‌گام و در برخی دیگر روش پس‌رو بهتر عمل کرده؛ ولی نتایج روش گام‌به‌گام و پیش‌رو عیناً مشابه بوده‌اند. کاشی زنوزی (۱۳۹۰)، به‌منظور اولویت‌بندی زیر حوضه‌ها در جمع‌آوری آب باران ابتدا نقشه‌های زمین‌شناسی، بافت خاک، عمق خاک، نفوذپذیری خاک، کاربری اراضی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی و ژئومرفولوژی را تهیه و پس از وزن دهی کارشناسی، ضرایب تأثیر هر یک از عوامل را به نرم‌افزار SPSS انتقال داد. وی در این پژوهش از رگرسیون چندمتغیره و از روش گام‌به‌گام برای تحلیل پارامترها استفاده نموده و در نهایت نتیجه گرفت که شیوه رگرسیون چندمتغیره می‌تواند ابزاری مؤثر برای اولویت‌بندی زیر حوضه‌ها در حوزه آبخیز باشد.

خاشعی سیوکی و همکاران(۱۳۹۲)، طی تحقیقی با کاربرد تحلیل سلسله مراتبی فازی در تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران با استفاده از روش لامبدای ماکزیمم، وزن‌های فازی معیارها را محاسبه نموده و نشان دادند که به ترتیب از غرب دشت به سمت شرق آن بر استعداد دشت در جمع‌آوری آب باران افزوده می‌شود. ، صادقی سودجانی و قضاوی (۱۳۹۳)، با استفاده از RS، GIS و AHP برای شناسایی مکان‌های دارای پتانسیل ذخیره بارش-رواناب در حوضه آبخیز میهه به این نتیجه رسیدند که منطقه مناسب برای ساخت سدهای اصلاحی، کنتور فارو و پیتینگ به ترتیب ۱۹/۵۶، ۱/۹، ۹/۴ کیلومترمربع را شامل شده است. سایر نتایج این پژوهش بیان‌گر آن بود که AHP و تلفیق آن باGIS امکان شناسایی دقیق مکان‌های مستعد ذخیره بارش را فراهم می‌سازد. نظریان و همکاران (۱۳۹۴)، در ارزیابی مکانی پتانسیل جمع‌آوری آب های سطحی در حوزه آبخیز آق امام در شرق استان گلستان، ابتدا با استفاده از مدل شماره منحنی مقادیر رواناب را محاسبه و سپس نقشه پتانسیل رواناب با سه کلاس، پتانسیل کم، متوسط و زیاد را تهیه نمودند. در نهایت برای تعیین عرصه‌های مستعد جمع‌آوری آب باران، نقشه‌های بارش، بافت خاک، شیب و کاربری اراضی را براساس میزان اهمیتشان در تعیین عرصه‌های مناسب جمع‌آوری رواناب، وزن دهی و در هم ضرب نمودند. نتایج ایشان نشان داد که ارزیابی مکانی و شناسایی عرصه‌های مناسب جمع‌آوری رواناب، یک گام مهم و ضروری در به‌کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری آب باران می‌باشد. کردوانی و همکاران (۱۳۹۹)، در بررسی مکان‌یابی مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی زیرزمینی آب‌های دشت شهریار با استفاده از هفت عامل شیب ، نفوذپذیری ، ضخامت آبرفت ، قابلیت انتقال ، آماده‌سازی ، نواحی هم افت ، کاربری اراضی و هدایت الکتریکی منطقه موردمطالعه، در سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه هرکدام از عوامل را تهیه نمودند سپس با استفاده از وزن‌های اکتسابی هر لایه نقشه‌های وزن دهی شده و عوامل مؤثر در مکان‌یابی با همدیگر تلفیق و با استفاده از روش منطق بولین نقشه نهایی در دو کلاس مناسب و نامناسب تهیه کردند. در نهایت بهترین مکان برای اجرای تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در منطقه شناسایی شد نتایج تحقیق آنان نشان داد که عرصه‌های با تناسب بالا جهت اجرای طرح های تغذیه مصنوعی اغلب در شیب کمتر از ۳ درصد و نزدیک رودخانه چیتگر قرار دارند.

[17] Mahmoud and Tang
[18] Nketiaa
[19] Prasad
[20] Jha

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

ضیاییان فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۹)، برای سنجش و شناسایی مناطق مستعد پخش سیلاب از منظر سازندهای زمین‌شناسی در حوضه آبخیز بیرجند در محیط GIS به کمک سه روشAHP وsaw و منطق بولین برای وزن‌دار کردن و تلفیق لایه‌هایی همچون (شیب، فرسایش، کاربری اراضی، شبکه آبراهه، خاک، پراکنش گسل، واحد زمین‌شناسی، سطح آب‌های زیرزمینی، تصاویر ماهواره‌ای استفاده نمودند. نتایج پژوهش آنان نشان داد بهترین روشی که توانست، ارزیابی و نتیجه‌گیری بهتری را ارائه دهد، روش منطق بولین در مکان‌یابی پخش سیلاب بود.

همچنین سنا۲۱ و همکاران (۲۰۰۲)، نیز در بررسی اثرات مدیریت بر پارامترهای خاک با استفاده از تجزیه‌وتحلیل چند متغیره نشان دادند این روش برای تشخیص پارامترهای اصلی برای خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک، ارزیابی کلی و دقیق‌تری نسبت به روش آنالیز خوشه‌ای سلسله مراتبی دارد. ، وینرار۲۲ و همکاران (۲۰۰۷)، در حوضه آبخیز پوتاشی در آفریقای جنوبی به‌منظور مکان‌یابی ذخیره رواناب، از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و همچنین داده‌های خاک، کاربری اراضی، بارندگی و شیب استفاده نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد ۱۷ درصد از حوزه آبخیز پوتاشی دارای پتانسیل بالایی جهت تولید رواناب سطحی است. ، سینگ۲۳ و همکاران (۲۰۰۹)، در بررسی مکان‌یابی مناطق مناسب ذخیره رواناب در پنجاب هند از GIS و RS و همچنین نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، کاربری اراضی، شیب و مدل رقومی ارتفاع۲۴ استفاده نمودند. آن‌ها به خاطر شیب زیاد و ضخامت کم خاک منطقه، مکان‌های مناسبی برای سازه‌های استخرهای کشاورزی به‌دست نیاوردند و چهارده سد اصلاحی و شش مخزن نفوذ را برای منطقه موردمطالعه پیشنهاد نمودند. (اجیگو و یگیزا۲۵ و (۲۰۲۰)، در بررسی مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران با استفاده از روش سیستم اطلاعات جغرافیایی۲۶ و تصمیم‌گیری چند معیاره۲۷ برای شناسایی و سایت مناسب جمع‌آوری آب باران۲۸ از هفت پارامتر شامل کاربری اراضی / پوشش زمین، بافت خاک، بارندگی، خطوط ارتفاعی، شیب، حجم رواناب و شماره منحنی، فاصله از محل استقرار و جاده استفاده نمودند و برای برآورد مقدار وزن هر معیار از روش تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که سایت بالقوه مناسب جهت جمع‌آوری باران به ترتیب در چهار سطح طبقه‌بندی شده است که به ترتیب با مساحت ۳،۶۲۰ ۳/۶۲۰ هکتار و ۱۶،۰۶۱۸ ۱۶/۰۶۱۸، هکتار و ۶۹،۸۶۷ ۶۹/۸۶۷ هکتار و ۱۴،۰۱۰ ۱۴/۰۱۰ هکتار از سطح مساحت کل ۲۴۸،۱۱۵ ۲۴۸/۱۱۵ هکتار به ترتیب بسیار مناسب ، متوسط مناسب ، کمتر مناسب و نامناسب است.

بررسی سوابق پژوهشی نشان می‌دهد اگرچه در مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران، برای آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و یا آمار هواشناسی و اقلیم‌شناسی از روش‌های رگرسیون چند متغیره استفاده شده است اما تاکنون به‌طور مستقیم از مدل رگرسیون چند متغیره برای مکان‌یابی جمع‌آوری باران بهره زیادی برده نشده است. همچنین طی پژوهش‌های گذشته، در مکان‌یابی سامانه‌های جمع‌آوری آب‌باران، لایه‌های متعددی در نظر گرفته شده که شامل عامل نفوذ، رواناب، بارش، مشخصه-های فیزیکی خاک و پوشش گیاهی و کاربری اراضی است. در اکثر این پژوهش‌ها تعداد لایه‌ها، نوع آن‌ها و همچنین اثر آن‌ها بر عامل‌های مؤثر بر رواناب و نفوذ بررسی شده و کمتر به اهمیت نسبی هر یک از لایه‌ها در مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران توجه شده است. افزون بر این در تعیین اهمیت لایه‌ها نیز در این پژوهش‌ها کمتر از شیوه‌های مختلف رگرسیون چند متغیره بهره گرفته شده است. (محمود و تانگ۲۹، ۲۰۱۵، نکتیا۳۰ و همکاران،۲۰۱۳، پاراساد۳۱ و همکاران، ۲۰۱۴، جها۳۲ و همکاران،۲۰۱۴).

---

[21] .Sena
[22] .Winnaar
[23]. Singh
[24].digital elevation model
[25]. Ejegu & Yegizaw
[26].Geographic information system GIS
[27]. multi-criteria decision aking MCDA
[28].Rainwater harvesting RWH
[29] Mahmoud and Tang
[30] Nketiaa
[31] Prasad
[32] Jha

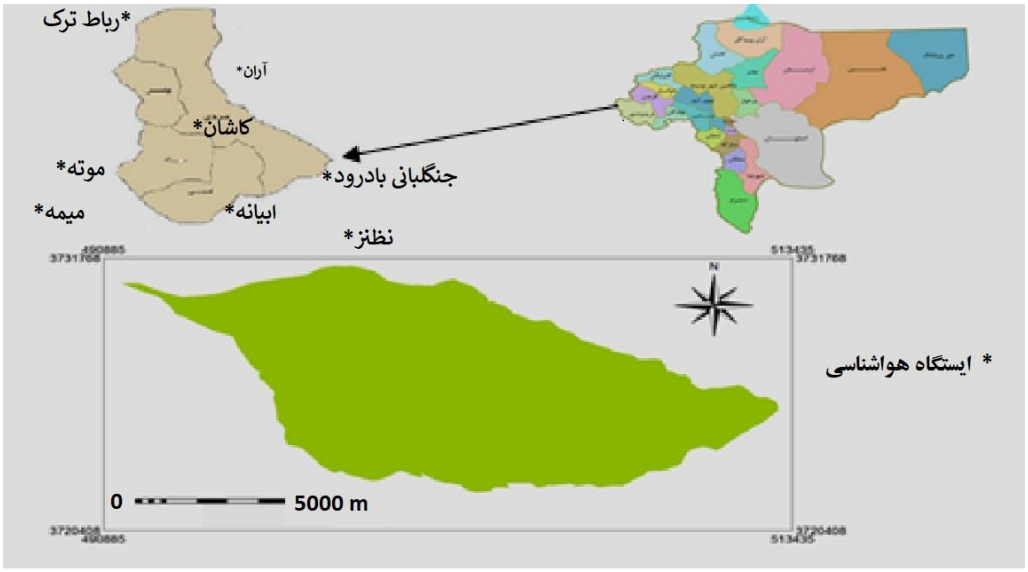
[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

هدف اصلی این پژوهش مکان‌یابی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران درجا در حوزه آبخیز تجره به‌عنوان یکی از حوضه‌های نیمه‌خشک در شمال استان اصفهان است. بدین منظور عامل‌های شیب، بارش، مشخصه‌های فیزیکی خاک (بافت و عمق)، پوشش اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در نظرگرفته شد. همچنین، به‌منظور وزن‌دهی به هرکدام از این فاکتورها از مدل رگرسیون چند متغیره بهره گرفته شد. هدف فرعی پژوهش حاضر نیز تعیین مؤثرترین لایه‌ها در مکان‌یابی روش‌های جمع‌آوری آب باران درجا است.

روش‌شناسی

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

در این پژوهش، حوزه آبخیز تجره در استان اصفهان به‌عنوان منطقه موردمطالعه انتخاب شده است. این حوضه در فاصله حدود ۱۷۰ کیلومتری اصفهان و در محدوده جغرافیایی "۲۴ و′۳۷ و°۳۳ تا "۳۱ و′۴۳ و°۳۳ عرض شمالی و "۶ و′۵۴ و°۵۰ تا "۳۷ و′۸ و°۵۱ طول شرقی قرار دارد. این حوضه، دارای سه روستا با نام‌های تجره، پنداس و آرنجن است که بزرگ‌ترین روستای حوضه، تجره است و در کنار جاده اصفهان - تهران قرار دارد که خروجی آن به جاده یادشده می‌رسد. شکل (۱) موقعیت حوزه آبخیز تجره را در استان اصفهان نشان می‌دهد. بر اساس نقشه هم باران، میزان متوسط بارندگی سالانه حوضه ۲۷۰ میلی‌متر بوده که حداکثر بارندگی در ارتفاعات شرقی حوضه ۳۱۸ میلی‌متر و حداقل آن در قسمت خروجی حوضه ۲۲۰ میلی‌متر است. از کل مقدار بارش‌های سالانه، به ترتیب ۴۹/۲، ۲۵/۲، ۲۳/۸ و ۱/۸ درصد به فصول زمستان، پاییز، بهار و تابستان است. پرباران‌ترین ماه سال اسفند و کم‌باران‌ترین آن شهریور ماه می‌باشد. همچنین اقلیم حوضه تجره نیز با توجه به روش‌های آمبرژه و دومارتن نیمه‌خشک است.



شکل (۱). موقعیت حوزه آبخیز تجره در استان اصفهان

روش انجام پژوهش

در سال‌های اخیر کاهش بارش و به دنبال آن کمبود آب، یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، علاوه بر آن، درجه حرارت بالا و تبخیر زیاد در فصل گرم باعث می‌شود که اغلب گیاهان در این فصل با کم‌آبی جدی مواجه شوند از سویی، میزان هدررفت رواناب حاصل از بارندگی بسیار زیاد و قابل‌توجه است؛ بنابراین ضروری است که به‌جای برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، از رواناب‌ها و منابع آب سطحی کنترل نشده استفاده بهینه شود که

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

البته این مهم با تعیین مکان‌های مستعد جمع‌آوری آب باران، امکان‌پذیر است و در این خصوص شناسایی عوامل مؤثر در مکان‌یابی آن امری لازم و ضروری است.

این پژوهش در سه مرحله انجام گرفت. در مرحله اول، تهیه لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شد. لایه‌های اطلاعاتی مورداستفاده شامل نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، شیب، عمق خاک، نقشه هم باران، پوشش اراضی و همچنین نقشه عامل نفوذ بود. نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک با استفاده از اطلاعات نقشه خاک شامل بافت و نوع خاک مطابق با دستورالعمل تعیین‌شده توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا[۳۳] (۱۹۸۸) و نقشه لایه‌های عمق خاک از نقشه اجزاء واحد اراضی برای امتیازدهی عمق خاک به‌دست آمد. برای تهیه نقشه هم باران ابتدا رابطه بارندگی و ارتفاع ایستگاه‌های هم‌جوار (ابیانه، جنگلبانی بادرود، نطنز، کاشان، رباط ترک، آران، نطنز و میمه) بررسی و رابطه خطی بین آن‌ها تعیین گردید که از سطح معنی‌داری قابل قبولی (R^2=0.85) برخوردار است. سپس با توجه به گرادیان بارندگی و استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع[۳۴] محدوده موردمطالعه، تغییرات بارندگی سالانه در این محدوده محاسبه گردید. سایر نقشه‌ها نیز با توجه به دستورالعمل‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار الویس[۳۵] برای کل حوضه تهیه و سپس مقادیر تمامی لایه‌ها در هر یک از زیرحوضه‌ها به‌صورت متوسط وزنی محاسبه شد.

در مرحله دوم، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در مدل رگرسیون صورت گرفت و در مرحله سوم، با واردکردن ضرایب اهمیت هر یک از لایه‌ها، لایه‌های اطلاعاتی نیز اولویت‌بندی شده و مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران انجام شد.

در تحلیل رگرسیون، جدول تجزیه واریانس، ضرایب تشخیص و همچنین ضرایب رابطه و معنی‌دار بودن ضرایب مشخص شد (زارع چاهوکی و بی‌همتا، ۱۳۸۷). در این بخش، داده‌های حاصل از لایه‌های اطلاعاتی وارد مدل رگرسیون خطی چند-متغیره شد تا اهمیت لایه‌ها و زیرلایه‌ها با توجه به ضرایب مدل تعیین شد. متغیرهای تاج‌پوشش، لاشبرگ، سنگ و سنگ‌ریزه، خاک‌لخت، شماره منحنی، بارش، شیب و عمق خاک به‌عنوان متغیر مستقل و عامل نفوذ نیز به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل رگرسیون چند متغیره شد. تعیین کنترل کیفیت و اعتبار مدل، از طریق آزمون نکویی برازش بر اساس انحراف استاندارد و شیوه اجرای مدل رگرسیون انجام شد. مدل‌های رگرسیون چندمتغیره، دارای آزمون‌ها و شروطی برای تعیین کیفیت و قابلیت مدل هستند که با توجه به استفاده از هر یک از این مدل‌ها از آزمون‌های مربوط به آن برای صحت‌سنجی مدل استفاده شد. مدل رگرسیون چندمتغیره در حالت کلی به‌صورت رابطه (۱) است (زارع چاهوکی و بی‌همتا، ۱۳۸۷)

رابطه (۱) $Yi = \beta0 + \beta1Xi1 + \beta2Xi2 + \ldots + \beta pXip + \varepsilon i$ که در آن:

n مشاهده از یک متغیر وابسته و p متغیر مستقل است. این فرمول شامل بیش از یک متغیر مستقل است و عبارت خطی نشان می‌دهد که پارامترهای β0، β1، β2، ... و βp در مدل خطی هستند.

در این پژوهش معادله حاصل از این مدل با مؤثر شناختن و ورود متغیرهای CN، عمق خاک، درصد سنگ و سنگ‌ریزه، به‌صورت رابطه (۲) است.

رابطه (۲)
$$Y = ۰/۰۵۷\ RF + ۰/۳۴۸\ D - ۴۳۳\ CN + ۲۰۱/۹۵۲$$
$$Y = ۰/۰57\ RF + ۰/\ 348D - 433\ CN + 201/952$$

که در آن RF: درصد سنگ و سنگ‌ریزه، D: عمق خاک، CN: شماره منحنی و I، عامل نفوذ است.

پس از تعیین وزن معیارهای مختلف با توجه به رابطه ۲، درنهایت نقشه‌های مختلف با استفاده از ابزار محاسبات نقشه‌ی نرم‌افزار[36] الویس با یکدیگر ترکیب و نقشه نهایی روش جمع‌آوری آب باران درجا در چهار کلاس تناسب ضعیف، تناسب

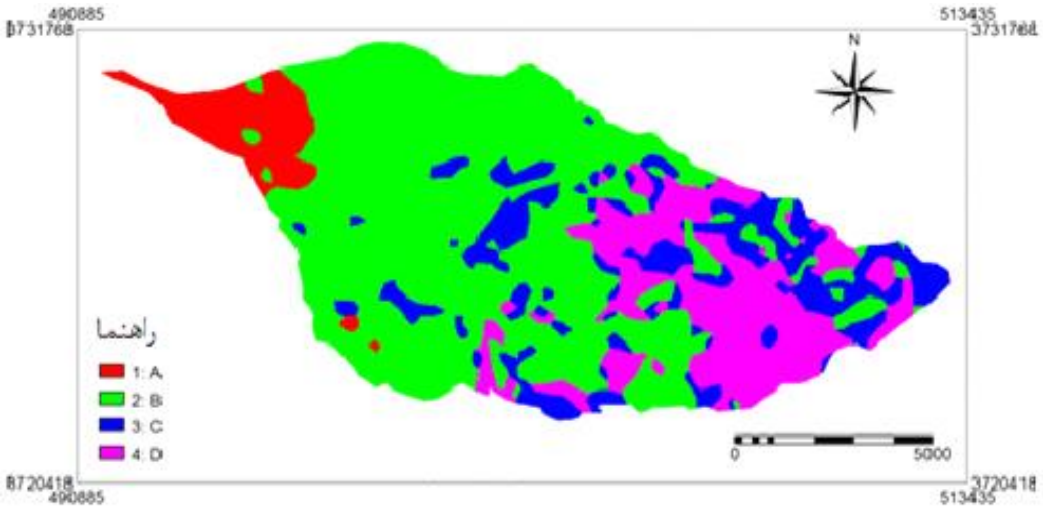
33. USDA-SCS
34. DEM
35. ILWIS
36. Map Calculation ILWIS

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

متوسط، تناسب خوب و تناسب بسیار خوب تهیه شد. این طبقه‌بندی با استفاده از تقسیم‌بندی دامنه امتیاز در نرم‌افزار الویس و تقسیم‌بندی مجموعه امتیازات هر پیکسل حاصل شد. به‌منظور بررسی صحت نقشه مکان‌یابی تهیه‌شده، ابتدا با توجه به استانداردهای توصیه‌شده توسط محققین (دبیری و همکاران، ۲۰۱۶؛ ماخامره و همکاران، ۲۰۱۱؛ جها و همکاران ۲۰۱۴؛ وینرار و همکاران ۲۰۰۷؛ قضاوی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کولکارانی و همکاران، ۲۰۰۴). برای انتخاب عملیات جمع‌آوری آب باران مناطقی در حوضه شناسایی شده و سپس نقشه نهایی مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا (روش درجا در جمع‌آوری آب باران به‌طورکلی به مجموعه روش‌هایی مانند پیتینگ، کنتور فاروئینگ، تراس‌های کنتوری و ... گفته می‌شود که آب باران را در محل جمع‌آوری نفوذ داده و در محل جمع‌آوری، آب باران مصرف می‌شود و به مکان دیگری برای استفاده منتقل نمی‌شود.) که از مدل رگرسیون چندمتغیره به‌دست آمد با مناطق شناسایی شده قطع داده شد. انطباق بالای این مکان‌ها با کلاس‌های با تناسب خوب و خیلی خوب نشان‌گر این خواهد بود که مکان‌یابی به‌درستی انجام شده است.

نتایج و بحث

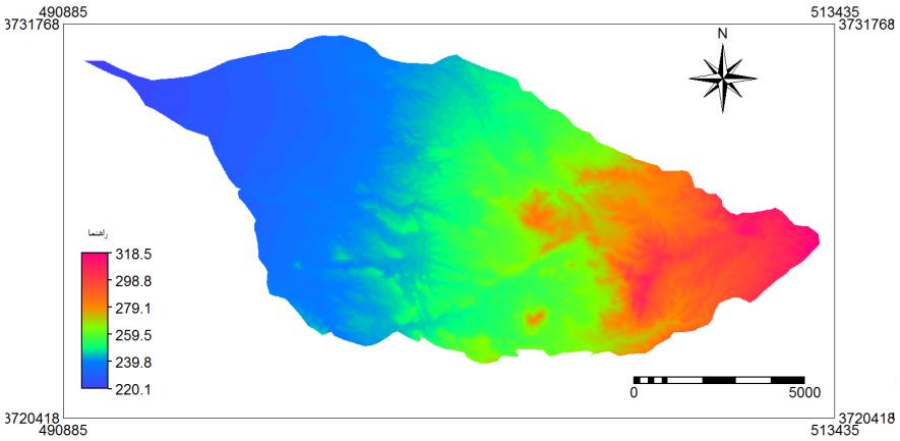
لایه‌های اطلاعاتی اولیه شامل پنج نقشه مربوط به حوزه آبخیز تجره است که در اشکال (۲ تا ۵) نشان داده شده است. نتایج حاصل از تهیه نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی نشان داد که خاک با گروه هیدرولوژیکی B بیشترین مساحت (۱۶۶۵.۱۸ ۱۶۶۵/۱۸ هکتار) را به خود اختصاص داده و مناطق میانی حوضه را پوشش داده است. همچنین گروه هیدرولوژیکی A در مناطق پایین‌دست حوضه بوده و خاک‌های با گروه‌های C و D نیز مناطق بالادست و کوهستانی حوضه را پوشش داده بودند.



شکل (۲). نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک حوزه آبخیز تجره

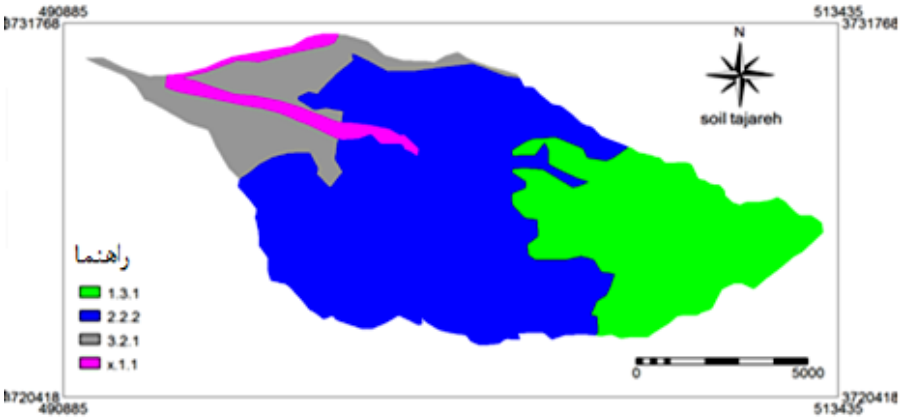
نتایج حاصل از محاسبه بارندگی در قسمت‌های مختلف حوزه آبخیز تجره در شکل (۳) نشان داده شده است.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]



شکل (۳). نقشه هم‌باران حوزه آبخیز تجره

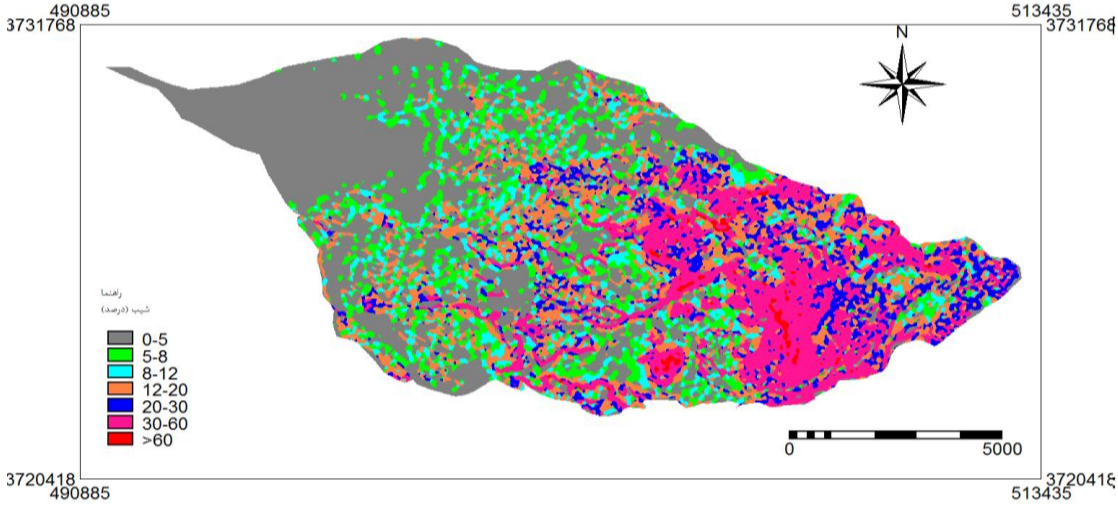
نتایج حاصل از نقشه تیپ خاک نشان داد که کل حوضه دارای چهار تیپ مختلف خاک بوده که در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴). نقشه تیپ‌ها و عمق خاک حوزه آبخیز تجره

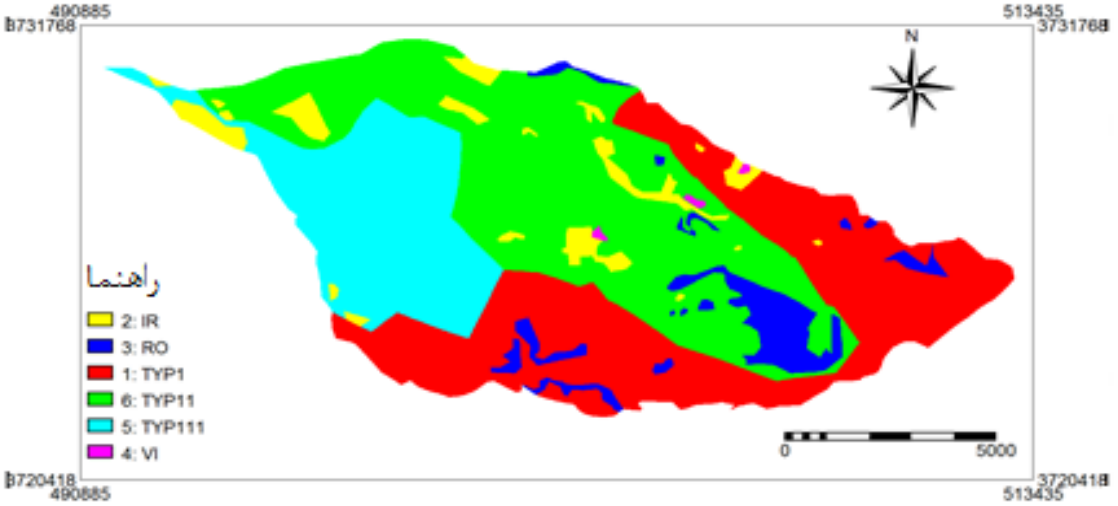
بررسی نقشه شیب نیز حاکی از آن است که مناطق پایین‌دست حوضه دارای کم‌ترین درصد شیب بوده و با افزایش ارتفاع و مناطق بالادست شیب حوضه زیاد افزایش پیدا کرده است شکل (۵).

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]



شکل (۵). نقشه طبقات شیب حوزه آبخیز تجره

نتایج حاصل از تهیه نقشه پوشش اراضی در حوضه نشان داد که به‌طورکلی شش تیپ پوشش گیاهی در حوزه آبخیز تجره وجود دارد. تیپ‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب شامل تیپ‌های گیاهی آستراگالوس پاروویونوس[۳۷]، آرتمیزیا اوشری[۳۸]، اسکاریولا اورینتالیس[۳۹]، آرتمیزیا سیبری[۴۰]، کیوسینیا سیلاندریکا[۴۱] است. همچنین تیپ ۲ شامل اراضی زراعی و تیپ ۴ نیز شامل اراضی مسکونی روستایی است شکل (۶).



شکل (۶). نقشه کاربری اراضی حوضه حوزه آبخیز تجره

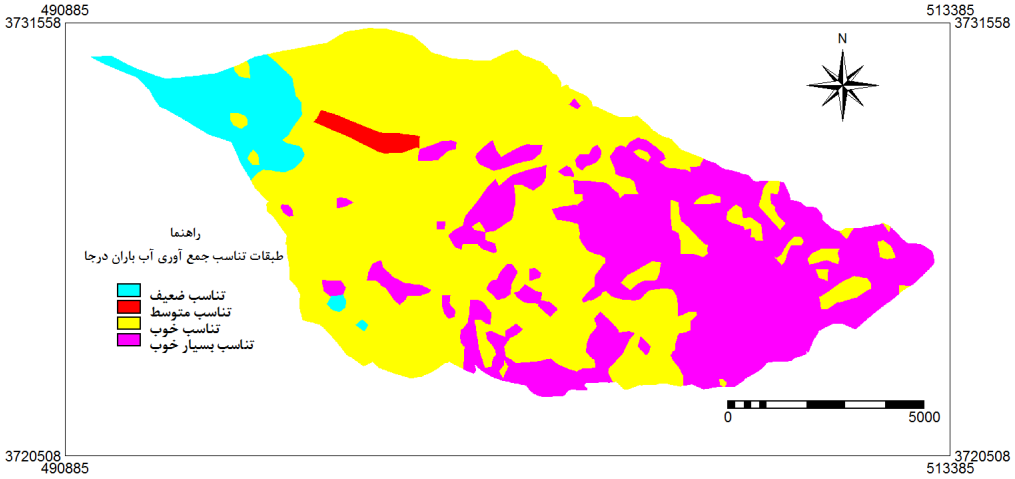
مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا

بر اساس خلاصه مدل رگرسیون در روش گام‌به‌گام برای معیارهای مؤثر در جمع‌آوری آب باران درجا، مجذور ضریب همبستگی چندگانه ۰/۹۹۳، ضریب همبستگی چندگانه ۰/۹۸۶ و میزان ضریب تشخیص ۰/۰۴۳ برآورد شد. در نهایت پس از اعمال معادله رگرسیون چندمتغیره به‌دست آمده رابطه (۲) روی لایه‌های مؤثر، نقشه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا

37. Astragalus Parrowinus
38. Artemisia aucher i
39. Scariola orientalis
40. Artemisia Siberia
41. Cousinia Cylanderica

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

برای حوزه آبخیز تجره تهیه و در شکل (۷) ارائه شد. با توجه به این شکل، مناطق بالادست حوضه که در قسمت شرقی و جنوب شرقی حوضه است، در طبقه بسیار خوب قرار گرفتند. همچنین، بخش‌های مرکزی حوضه در طبقه تناسب خوب و مناطق پایین‌دست در نزدیکی خروجی که در قسمت‌های غربی حوضه واقع شده‌اند، در طبقه تناسب ضعیف قرار گرفتند. تناسب متوسط در قسمت‌های محدودی از حوضه مشاهده شد.



شکل (۷). نقشه مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا روش گام‌به‌گام

نتایج حاصل از محاسبه مساحت و درصد سطح پوشش داده شده با هر طبقه از تناسب در جدول (۱) ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد کلاس تناسب خوب با میزان ۶۲/۴ کیلومترمربع و ۵۷/۶۰ درصد، بیش‌ترین سطح را دارا است که این به دلیل شیب متوسط تا زیاد در حوزه آبخیز است. همچنین ۱/۳ کیلومترمربع (۱/۱۶ درصد) مناطق با تناسب متوسط، کم‌ترین سطح را اشغال نموده است.

جدول (۱). تناسب جمع‌آوری آب باران درجا در مدل رگرسیون روش گام‌به‌گام

وضعیت مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران	مساحت (کیلومترمربع)	درصد مساحت
تناسب ضعیف	۷/۳	۶/۷۳
تناسب متوسط	۱/۳	۱/۱۶
تناسب خوب	۶۲/۴	۵۷/۶۰
تناسب بسیار خوب	۳۷/۴	۳۴/۵۱
کل	۱۰۸/۴	۱۰۰

صحت‌سنجی نقشه مکان‌یابی

برای صحت‌سنجی و مکان‌یابی و تطبیق با مطالعات و پژوهش‌های گذشته بر اساس جدول مربوط به روش‌های موجود مکان‌یابی جدول (۲) میزان شیب متناسب با مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا ۲۰-۰ درصد است.

جدول (۲). فاکتورهای مناسب مورداستفاده برای شناسایی سامانه‌های جمع‌آوری باران

RWHفن	شیب	کاربری اراضی	بافت خاک
درجا روش‌های	۲۰-۰	مراتع متوسط	بافت متوسط

(جها و همکاران، ۲۰۱۴؛ دخانی، ۱۳۹۲؛ قضاوی و همکاران، ۱۳۹۴)

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

نتایج مدل رگرسیون در روش گام‌به‌گام (جدول ۳) نشان می‌دهد که (۳۴/۵۱ درصد) از مساحت کل حوضه در کلاس بسیار خوب جمع‌آوری آب باران درجا مناطق بالادست حوضه که در قسمت شرقی و جنوب شرقی حوضه است که (۳۶ درصد) از مساحت کلاس بسیار خوب، در شیب ۲۰-۰ درصد است. سایر نتایج این قسمت نشان داد که (۵۷/۶۰ درصد) از مساحت کل حوضه، در کلاس تناسب خوب جمع‌آوری آب باران به روش درجا در بخش‌های مرکزی حوضه است که (۹۲/۹۳ درصد) از مساحت کلاس تناسب خوب جمع‌آوری آب باران درجا، در شیب ۲۰-۰ درصد قرار دارد. کم‌ترین مساحت حوضه شامل ۱/۳ کیلومترمربع (۱/۱۶ درصد) از مساحت کل حوضه برای جمع‌آوری آب باران درجا با کلاس تناسب متوسط در قسمت‌های محدودی از حوضه است که کل مساحت کلاس تناسب ضعیف جمع‌آوری آب باران درجا در شیب ۲۰-۰ درصد در نزدیکی خروجی که در قسمت‌های غربی حوضه قرار دارد.

همچنین بر اساس جدول مربوط به روش‌های موجود مکان‌یابی جدول (۳)، میزان بافت خاک متناسب با مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا، خاک با بافت متوسط است. نتایج مدل رگرسیون در روش گام‌به‌گام نشان می‌دهد که (۲۹/۱۲ درصد) از مساحت کلاس بسیار خوب، دارای بافت خاک متوسط است. (۷۸/۴۴ درصد) از مساحت کلاس تناسب خوب دارای بافت خاک متوسط است. کل مساحت کلاس تناسب متوسط جمع‌آوری آب باران درجا دارای بافت خاک سنگین است. بر اساس جدول مربوط به روش‌های موجود مکان‌یابی در جدول (۳)، میزان پوشش مرتعی متناسب با مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران درجا، پوشش مراتع متوسط است. نتایج مدل رگرسیون در روش گام‌به‌گام (جدول ۴) نشان می‌دهد که (۳۲/۷۸ درصد) از مساحت کلاس بسیار خوب، دارای پوشش متوسط مرتعی و (۴۰/۳۸ درصد) از مساحت کلاس تناسب خوب، دارای پوشش متوسط مرتعی و ۱/۱۹ کیلومترمربع از مساحت حوضه در کلاس تناسب متوسط است که کل مساحت آن دارای پوشش مرتعی ضعیف است.

جدول (۳). تناسب جمع‌آوری باران درجا در روش گام‌به‌گام در تطابق با شیوه‌های موجود

عوامل تأثیرگذار		کلاس‌های تناسب جمع‌آوری باران درجا (مساحت برحسب کیلومترمربع)							
		تناسب ضعیف		تناسب متوسط		تناسب خوب		تناسب بسیار خوب	
		درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت
شیب	۰-۲۰	۹۹	۷/۲۶	۱۰۰	۱/۲۴	۹۲/۹۳	۵۸/۰۳	۳۶	۱۳/۶۱
	۲۰-۳۰	۰/۳۴	۰/۰۲	۰	۰	۳/۰۸	۱/۹۲	۱۹/۲۹	۷/۲۱
	۳۰-۶۰	۰	۰	۰	۰	۳/۹۵	۲/۴۷	۴۲/۳۳	۱۵/۸۳
	۶۰<	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۲	۰/۷۵
بافت خاک	سبک تا متوسط	۷۸/۸۸	۵/۷۶	۰	۰	۱۳/۶۹	۸/۵۵	۰	۰
	متوسط	۳/۲۹	۰/۲۴	۰	۰	۷۸/۴۴	۴۹	۲۹/۱۲	۱۰/۹۰
	سنگین	۱۷/۸۳	۱/۳	۱۰۰	۱/۲	۲/۰۴	۱/۲۸	۰/۶۷	۰/۲۵
کاربری اراضی	متوسط تا سبک	۰	۰	۰	۰	۵/۸۳	۳/۶۴	۷۰/۲۱	۲۶/۲۷
	مرتعی	۱/۰۲	۰/۰۷	۰	۰	۲۶/۸۷	۱۶/۷۸	۴۸/۵۵	۱۸/۱۸
	مرتعی متوسط	۳۸/۶۴	۲/۸۲	۰	۰	۴۰/۳۸	۲۵/۲۲	۳۲/۷۸	۱۲/۲۸
	مرتعی ضعیف	۳۵/۹۱	۲/۶۲	۱۰۰	۱/۱۹	۲۶/۴۲	۱۶/۵	۲/۶۹	۱/۰۰
	کشاورزی	۲۴/۴۳	۱/۷۸	۰	۰	۴/۹۴	۳/۱	۱/۰۴	۰/۴
	رخنمون سنگی	۰	۰	۰	۰	۱/۱۰	۰/۷	۱۴/۷۴	۵/۵۱
	روستایی	۰	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۲	۰/۲	۰/۰۸

با توجه به پژوهش‌های (جها و همکاران ۲۰۱۴) و همچنین (قضاوی و همکاران ۱۳۹۲ و ۱۳۹۴)، در مورد روش‌های پیتینگ و فاروئینگ، نقشه حاصل از روش رگرسیون گام‌به‌گام دارای هم‌پوشانی خوبی از نظر لایه‌های مورداستفاده و همچنین درصد مساحت‌ها در نقشه نهایی است. این معیارها همچنین با معیارهای مؤثر استفاده شده توسط (کولکارانی و همکاران ۲۰۰۴)، که از ترکیب نقشه‌های خاک، شیب، مدل رقومی ارتفاع[42] ، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، رطوبت پیشین خاک و

[42] digital elevation model

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

داده‌های هواشناسی، استفاده نمودند، نیز مطابقت دارد. از مقایسه با معیارهای استفاده شده توسط (وینرار و همکاران ۲۰۰۷)، می‌توان نتیجه گرفت که نتایج حاصل از این پژوهش در مورد معیارهای خاک، کاربری اراضی، بارندگی و شیب با نتایج این پژوهشگران هم‌خوانی دارد. همچنین نقشه نهایی استخراج شده با نتایج (سینگ و همکاران ۲۰۰۹) که در بررسی مکان‌یابی مناطق مناسب ذخیره رواناب از نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، کاربری اراضی، شیب و مدل رقومی ارتفاع استفاده نمودند، مطابقت دارد.

نتایج حاصل از این پژوهش در مورد عوامل مؤثر در مکان‌یابی جمع‌آوری درجای آب باران در مدل رگرسیون روش گام‌به‌گام نشان داد که متغیرهای شماره منحنی با ضریب ۲/۴۳۳-، عمق خاک با ضریب ۰/۳۴۸ و درصد سنگ و سنگ‌ریزه با ضریب ۰/۰۵۷ مؤثرترین لایه بوده و تأثیر سایر عوامل معنی‌دار نبوده است. نتایج این روش نشان داد (۵۷/۶۰ درصد) از مساحت کل حوضه در کلاس تناسب خوب جمع‌آوری آب باران به روش درجا است که (۹۲/۹۳ درصد) از مساحت کلاس تناسب خوب جمع‌آوری آب باران درجا در شیب ۲۰-۰ درصد. در بخش‌های مرکزی حوضه قرار دارد.

همچنین دیگر نتایج این قسمت نشان داد که ۳۲/۷۸ درصد از کلاس بسیار خوب و ۴۰/۳۸ درصد از مساحت کلاس تناسب خوب دارای پوشش متوسط مرتعی است. نتایج مدل رگرسیون در روش گام‌به‌گام نشان داد که (۲۹/۱۲ درصد) از مساحت کلاس بسیار خوب، دارای بافت خاک متوسط است و (۷۸/۴۴ درصد) از مساحت کلاس تناسب خوب، دارای بافت خاک متوسط است. با مقایسه این نتایج با توصیه‌های مورداشاره توسط جها و همکاران (۲۰۱۴) و همچنین (قضاوی و همکاران ۱۳۹۴) در مورد پوشش، بافت خاک و شیب مناسب برای جمع‌آوری آب باران در شیوه درجا (پوشش متوسط مرتعی، شیب ۰-۲۰ درصد و بافت خاک متوسط) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران که توسط روش گام‌به‌گام مکان‌یابی شده‌اند، مناطق مناسبی هستند. نتایج مقایسه نقشه نهایی نشان می‌دهد با مدل رگرسیون و ترکیب لایه‌ها با ضرایب اهمیتشان، نقشه نهایی مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران به شیوه درجا در این حوضه با صحت بالایی تهیه‌شده است.

نتایج این پژوهش با نتایج (صادقی و همکاران ۱۳۸۴)، در خصوص رگرسیون چندمتغیره که از میان سه روش دیگر در بعضی از موارد، روش گام‌به‌گام بهتر عمل کرده، مطابقت دارد. پژوهش حاضر همچنین با نتایج حاصل از پژوهش (اخضری و همکاران ۱۳۹۴) که به‌منظور ارزیابی مکانی پتانسیل تولید رواناب است، از نظر اهمیت لایه بارندگی مشابهت دارد. نتایج این پژوهش با نتایج (اجیگو ویگیزاو ۲۰۲۰)، در خصوص مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران با استفاده از روش سیستم اطلاعات جغرافیایی[43] و تصمیم‌گیری چند معیاره[44] برای شناسایی و سایت مناسب[45] جمع‌آوری آب باران با استفاده از هفت پارامتر شامل کاربری اراضی / پوشش زمین ، بافت خاک ، بارندگی ، شیب ، حجم رواناب و شماره منحنی ، فاصله از محل استقرار و جاده استفاده نمودند ، مشابهت دارد.

پژوهش حاضر همچنین با نتایج پژوهش (دنیل دبیری و همکاران ۲۰۱۶)، در تجزیه‌وتحلیل مکانی جمع‌آوری آب باران درجا با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و روش رگرسیون چند متغیره مشابهت دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد روش رگرسیون چندمتغیره می‌تواند ابزاری مؤثر برای اولویت‌بندی لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی باشد. همان‌گونه که (کاشی زنوزی ۱۳۹۰) این روش را در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها مؤثر نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در یک جمع‌بندی کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که روش رگرسیون خطی چند متغیره می‌تواند به‌عنوان یک روش کارا برای مکان‌یابی مناطق مستعد جمع‌آوری آب باران درجا استفاده شود. همچنین در حوزه آبخیز تجره لایه‌های شماره منحنی، عمق خاک و درصد سنگ و سنگ‌ریزه به ترتیب دارای اهمیت و ارزش بالایی نسبت به سایر لایه‌های اطلاعاتی است. همچنین

[43] .Geographic information system
[44] .multi-criteria decision aking
[45] .Rainwater harvesting

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

درصد بسیار بالایی از مساحت حوزه آبخیز تجره در کلاس‌های با تناسب زیاد و خیلی زیاد برای جمع‌آوری آب باران به روش درجا قرار گرفته است. این امر نشان می‌دهد حوضه مذکور مستعد اجرای چنین طرح‌هایی است.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از تعداد لایه‌های بیش‌تر نظیر درصد پوشش‌های مختلف گیاهی مانند تاج پوشش، پوشش یقه و پوشش شاخ و برگ و همچنین لایه اطلاعاتی دما و تبخیر و تعرق در مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران در شیوه درجا در منطقه موردمطالعه استفاده شود. این لایه‌ها می‌تواند شامل لایه‌های مستخرج از مدل رقومی ارتفاع، سایر پارامترهای پوشش مانند درصد تاج پوشش، ارتفاع پوشش و عمق ریشه، سایر خصوصیات ریخت‌شناسی زیرحوضه‌ها و همچنین برخی دیگر از خصوصیات خاک مانند درصد ماده آلی، هدایت هیدرولیکی خاک و ... باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود از روش‌ها و الگوریتم‌های نوین داده‌کاوی مانند ماشین-بردارپشتیبان، درخت تصمیم، جنگل تصادفی و ... برای وزن‌دهی لایه‌ها استفاده و نتایج آن با رگرسیون خطی چند متغیره مقایسه گردند. یکی از مشکلات اجرای تحقیق حاضر کمبود داده‌های آماری در حوزه آبخیز تجره بود که بهتر است چنین پژوهش‌هایی در حوزه‌های آبخیز بزرگ که دارای ایستگاه‌های اندازه‌گیری با طول دوره آماری کافی باشند اجرا شود.

منابع

اخضری، داوود، افتخاری، سمانه، بردی شیخ، واحد (۱۳۹۴). ارزیابی مکانی مناطق مناسب جمع‌آوری رواناب پتانسیل در سامانه حوزه آبخیز (مطالعه موردی حوزه آبخیز گل‌بهار خراسان رضوی). پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۲ (۶): ۲۹۵-۳۰۵.

اسلامی، علیرضا، ثقفیان، بهرام. (۱۳۸۷). نقش عوامل مورفومتری و اقلیمی حوزه در تولید جریان‌های سیلابی (مطالعه موردی حوزه‌های آبخیز غربی خزر). نشریه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۸(۱): ۱۴۹-۱۵۷.

خاشعی سیوکی، عباس، اکبرپور، ابوالفضل، کشاورز، اکبر، فروغی‌فر ، حامد. (۱۳۹۲). کاربرد تحلیل سلسله مراتبی فازی در تعیین مکان‌های مناسب جمع‌آوری آب باران (مطالعه موردی: دشت بیرجند). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۰ (۶): ۱۰۶-۸۷.

دخانی، سیامک. (۱۳۹۲). مکان‌یابی جمع‌آوری آب باران بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی در مناطق نیمه‌خشک و نیمه مرطوب ایران مرکزی (مطالعه موردی حوضه‌های آبخیز استان اصفهان)، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده منابع طبیعی، تز دکتری تخصصی.۱۵۹.

زارع چاهوکی، محمدعلی؛ و محمدرضا. بی‌همتا. (۱۳۸۷). اصول آمار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۲۶۹.

صادقی، سید حمیدرضا، مرادی، حمیدرضا، مزین، ملیحه، وفاخواه، مهدی. (۱۳۸۴). کارایی روش‌های مختلف تجزیه‌وتحلیل آماری در مدل‌سازی بارش رواناب (مطالعه موردی حوزه کسیلیان). نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۳): ۸۹-۸۱.

صادقی، سید حمیدرضا، نور ، حمزه، فضلی، سمیه، رئیسی، محمدباقر (۱۳۹۰). تخمین رسوب رگبار بر اساس متغیرهای بارش و روان آب در حوضه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس. مجله دانش آب‌وخاک، ۲۱(۲):۱۴۹-۱۵۸. ۲۰۱۱

صادقی سودجانی، علیرضا، قضاوی، رضا، (۱۳۹۳). تعیین پتانسیل مکان‌های ذخیره نزولات آسمانی با استفاده از GIS و AHP (مطالعه موردی حوضه آبخیز میهه) دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. طهماسبی، رمضان، رجبی ثانی، رضا. (۱۳۸۵). جمع‌آوری آب باران در عرصه‌های طبیعی راه‌حلی برای رفع کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک. نشریه جغرافیا و توسعه،۴ (۷): ۴۲-۲۳.

ضیائیان فیروزآبادی پرویز، بدراق نژاد ایوب، سارلی رضا، بابایی محبوب. سنجش و شناسایی مناطق مستعد پخش سیلاب از منظر سازندهای زمین‌شناسی در حوزه آبخیز بیرجند با استفاده از .RS/GIS نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۹; ۲۰ (۵۷) : ۱-۲۴

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

قضاوی، رضا، یزدانی‌مقدم، یعقوب، ولی عباسعلی، ساداتی‌نژاد، سیدجواد (۱۳۹۴). مکان‌یابی عرصه‌های مناسب ذخیره بارش آسمانی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دشت کاشان). مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۵۸(۲):۸۵-۹۶.

کاشی زنوزی، لیلا (۱۳۹۰). تهیه نقشه اولویت‌های آبخیزداری با استفاده از GIS. مجموعه مقالات هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، انجمن آبخیزداری ایران. اصفهان.

کردوانی پرویز، اسدیان فریده، فلاح محمدرضا. مکان‌یابی مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی دشت شهریار با رویکرد بهبود وضعیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل منطق بولین. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۳۹۹; ۲۰ (۵۹): ۱-۱۷

نامی، محمدحسن (۱۳۹۲). شناسایی مکان‌های طبیعی مناسب جمع‌آوری نزولات آسمانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی، دشت بیرجند). نشریه جغرافیای سرزمین، ۱۰(۳۹): ۵۵-۶۶.

نظریان، سجاد، نجفی نژاد، علی، نورا، نادر (۱۳۹۴). ارزیابی مکانی پتانسیل جمع‌آوری آب‌های سطحی در سیستم آبخیز آق امام استان گلستان. نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، (۱):۱۱-۱

Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M., Ritsema, C., Ammar, A., Riksen, M., Ouessar, M. & Ritsema, C., (2016). Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions&58; A review. Int. Soil Water Conserv. Res. 4(2):108–120.

Ammar, A., Riksen, M., Ouessar, M., Ritsema, C., 2016. Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: a review. Int. Soil Water Conserv. Res. 4 (2), 108–120.

Adamowski, J. (2015). Rainwater harvesting for the management of agricultural droughts in arid and semiarid regions. Paddy and Water Environment, 14(1), 231–246.

Basinger, M., Montalto, F., Lall, U., 2010. A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator. J. Hydrol. 392: 105–118.

Dabiri, D., Alipor, A., Azad, B. & Fatahi, A., (2016). Site Selection of In-situ and Ex-Situ Methods of Rain Water Harvesting in the Arid Regions of Iran. Int. Res. J. Eng. Technol. 3:270–276.

El-Awar, F. A., Makke, M. K., Zurayk, R. A., & Mohtar, R. H. (2000). A spatial hierarchical methodology for water harvesting in dry lands. Applied Engineering in Agriculture, 16(4), 395–404

Ejegu, M. A., & Yegizaw, E. S. (2020). Potential rainwater harvesting suitable land selection and management by using GIS with MCDA in Ebenat District, Northwestern Ethiopia. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 8(1), 2537–2549.

Jha, M.K., Chowdary, V.M., Kulkarni, Y. & Mal, B.C., (2014). Rainwater harvesting planning using geospatial techniques and multicriteria decision analysis. Resource. Conserv. Recycl. 83:96–111.

Jasrotia, A. S., Majhi, A., & Singh, S. (2009). Water balance approach for rainwater harvesting using remote sensing and GIS techniques, Jammu Himalaya, India. Water Resources Management, 23(14), 3035–3055

Kadam, A. K., Kale, S. S., Pande, N. N., et al. (2012). Identifying potential rainwater harvesting sites of a semi-arid, basaltic region of Western India, using SCS-CN method. Water Resources Management, 26(9), 2537–2554.

Kulkarni, A.A., Aggarwal, S.P., & Das, K.K., (2004). Estimation of surface runoff using rainfall-runoff modeling of warasgaon dam catchment a geospatial approach. Map India Conference. International Conference on Geospatial, pp 1-13.

Makhamreh, Z. (2011). Using remote sensing approach and surface landscape conditions for optimization of watershed management in Mediterranean regions. Phys. Chem. Earth, Parts A/B/C , 36(5-6), 213-220.

Mitchell, V.G., 2007. How important is the selection of computational analysis method to the accuracy of rainwater tank behaviour modelling? Hydrol. Process. 21, 2850–2861.

Mahmoud, S. H., & Alazba, A. A. (2016). Delineation of potential sites for rainwater harvesting structures using a GIS-based decision support system. Hydrology Research, 46(4), 591–606.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]

Mahmoud, S.H., Tang, X., (2015). Monitoring prospective sites for rainwater harvesting and storm-water management in the United Kingdom using a GISbased decision support system. Environ. Earth Sci. 73, 8621–8638.

Napoli, M., Cecchi, S., Orlandini, S., & Zanchi, C. A. (2014). Determining potential rainwater harvesting sites using a continuous runoff potential accounting procedure and GIS techniques in central Italy. Agricultural Water Management, 141, 55–65.

Nketiaa, A.K., Forkuob, E.K., Asamoaha, E.A., Senayaa, J.K., (2013). Using a GIS-based model as a decision support framework for identifying suitable rainwater harvesting sites. Int. J. Adv. Technol. Eng. Res. 3 (4), 25–33.

Palla, A., Gnecco, I., Lanza, L.G., & La Barbera, P. (2012). Performance analysis of domestic rainwater harvesting systems under various European climate zones. Resour. Conserv. Recycl. 62: 71–80.

Prasad, H.C., Bhalla, P., Palria, S., (2014). Site suitability analysis of water harvesting structures using remote sensing and GIS – a case study of Pisangan watershed, Ajmer District, Rajasthan. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-8: 1471–1482, 2014 ISPRS Technical Commission VIII Symposium, 9 – 12 December 2014, Hyderabad, India.

Sena, M.M., Frighetto, R.T.S., Valarini, P.J., Tokeshi, H., & Poppi R.J., (2002). Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study. Soil & Tillage Research, 67(2), 171-181.

Singh, J.P., Singh, D., & Litoria, P.K., (2009). Selection of Suitable Sites for Water Harvesting Structures in soankhad Watershed, Punjab using Remote Sensing and Geographical information system (RS&GIS) approach-A Case Study, j. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 37 (1): 21-35.

USDA, soil conservation service USDA-SCS, (1988). Engineering field manual, estimating runoff and peak discharge, chap. 2.

Waterfall, Patricia. (2006). Harvesting Rainwater for Landscape Use. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ).

Winnaar, G.D., Jewitt, G.P.W., & Horan, M., (2007). A GIS-based approach for identifying Potential runoff harvesting site in the Thukela River basin South Africa. Journal of Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 32(15-18), 1058-1067.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.233.6]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.12]