Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

# Locating and prioritizing the suitable place to build a pond with analytic hierarchy process (Northern region of Gorgan)

**Seyed Hasan Ahmadi [1], Ali Heshmatpour [2*], Seyed Morteza Seyedian [3], Chooghi Bairam Komaki [4]**

1. M.Sc. Student, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: josephmohammaden@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. Email: heshmatpoura@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. Email: s.m.seyedian@gmail.com
4. Assistant Professor, Department of Arid Zone Management Department, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: komaki@gau.ac.ir

**ARTICLE INFO**

**Article type:**

Research Paper

**Article history**

**Received:** 24 November 2023

**Revised:** 15 January 2023

**Accepted:** 16 January 2023

**Published online:** 06 June 2024

**Keywords:**

Analytic Hierarchy Process, geographic information systems, multi-criteria decision making, sealing systems

**ABSTRACT**

The integration of a multi-criteria decision-making system and a geographic information system was utilized to select appropriate locations for the construction of ponds. These ponds were intended to facilitate the storage and supply of water for agricultural purposes, the breeding of warm water fish, and the artificial feeding of underground water. This initiative was implemented in the flatlands to the north of the city of Gorgan. Thus, the Boolean model was used to locate the ponds, and the Hierarchical and Copeland analysis process was used to prioritize them. Google Earth was used to determine seven suitable axes for the construction of ponds in potential areas. The Hierarchy and Copeland analysis process was used to prioritize these places based on their main and sub-criteria. The results indicated that in the comparison of criteria with a consistency coefficient (0.03), the hydrometeorological criterion with weight (0.315) and the weighted rainfall sub-criterion (0.485) is the best criterion of hydrometeorology with the consistency coefficient (0.03) and the weighted sub-criterion of the slope of the area (0.394) is the highest criterion of geomorphology with the consistency coefficient (0.03) and the loan resources sub-criterion with weight (0.410) is the highest economic and social criterion with compatibility coefficient (0.004) and the sub-criterion of plant water requirement volume with weight (0.710) is the highest agricultural criterion with compatibility coefficient (0.004) and the sub-criterion of the cost of making a water seal by weight (0.349) is the highest technical criterion of construction with the compatibility factor (0.007) has been recognized as the superior criterion. The result of this work is that by dividing the layers of information with the composition, suitable places for the construction of dams have been selected. The findings of this research showed that the use of geographic information systems and decision support systems and the use of hierarchical analysis method as a powerful and flexible tool to reduce the complexities in identifying suitable places along with field visits in increasing accuracy, reducing costs and Determination has a role Location They are the place of construction of dams.

Citation: Ahmadi, S. A., Heshmatpour, A., Seyedian, S. M., & Komaki, C. H. B. (2024). Locating and prioritizing the suitable place to build a pond with analytic hierarchy process (Northern region of Gorgan). *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 12(1), 113-128.

**DOR:** 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0

**Publisher:** Iranian Rainwater Catchment Systems Association



*__Corresponding author:__ Ali Heshmatpour

**Address:** Environmental Hydrology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

**Tel:** +989377556379

**Email:** Heshmatpoura@gmail.com

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

# Locating and prioritizing the suitable place to build a pond with analytic hierarchy process (Northern region of Gorgan)

**Seyed Hasan Ahmadi [1], Ali Heshmatpour[2*], Seyed Morteza Seyedian[3], Chooghi Bairam Komaki[4]**

1. M.Sc. Student, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: josephmohammaden@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. Email: heshmatpoura@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. Email: s.m.seyedian@gmail.com
4. Assistant Professor, Department of Arid Zone Management Department, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: komaki@gau.ac.ir

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** The world can experience both positive and negative changes due to dehydration, which is one of the biggest challenges of the current century. In Golestan province, the irregular distribution of time and place between agricultural product cultivation and plant growth results in the waste of available water. Farmers face a shortage of water sources for irrigation due to droughts in certain months of the year. As a result, they are forced to extract more than the capacity from the existing wells. There are several methods of harvesting rainwater, the existence of water dams that feed the underground aquifers compensates for the lost water prevents the salinization of fresh waters, and nourishes the vulnerable layers with low or no water, this issue is especially visible during drought. The goal of this research is to identify and prioritize an ideal location for building a pond that can be used to extract and collect surface water. The collected water will then be used to cater to the water needs of the area under study (15 villages north of Gorgan city).

**Methodology:** The study area (12479.7 ha) is located in the northwest of Gorgan city. The area is part of the Qarasu watershed, which is located in the northern part of the Mazandaran fault. In terms of geomorphology, it includes the lowlands of the Gorgan plain. By comparing the annual mean of the statistical period, it has passed the drought period (14 water years) and the drought period (16 water years). This research was conducted using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The points or winning options were calculated using the Copeland method, which is based on the number of wins, draws, and losses. The Expert Choice (Expert Choice) software was also used to design a hierarchical diagram of decision-making and questions, determine preferences and priorities, calculate the final weight, and analyze the sensitivity of decision-making to changes in the parameters of the problem.

**Results and Discussion:** Pairwise comparisons were conducted by experts after determining the criteria and relationships between them. Considering that experts have different opinions, first, The average results are obtained by counting the number of experts who chose one of the options 1 to 9 in the AHP model pairwise comparison, each option receives a code to identify each value because the values are identical in comparison.Then, the number of experts who chose a value through the completed questionnaires is counted and entered in the matrix of all 17 values with the code name of each of them in the row and column. As with the DEMATEL model, these values should be compared in pairs based on the number of experts who chose that value, the result of this time is not based on the degree of relationship, nor based on the degree of importance, but the scoring is based on the law of wins, draws and losses. One value competes with another. The criterion of judgment, or, a control criterion, is the number of experts who chose it. A questionnaire was used by experts to compare and weight different effective criteria and sub-criteria for the spatial prioritization of pond construction.

*Corresponding author: Ali Heshmatpour
Address: Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
Tel: +989377556379
Email: Heshmatpoura@gmail.com

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

**Conclusion:** The research findings indicate that employing a geographic information system and decision support system simultaneously with the use of a hierarchical analysis method is a powerful and flexible tool for reducing complexities in identifying suitable locations for the construction of a pond. The approach also helps increase accuracy, reduce costs, and determine the most appropriate place for pond construction by combining field visits with data analysis. To better manage surface water resources, it is recommended to collect and store any excess water during non-agricultural seasons. This water can then be used during times of low rainfall and reduced extraction of underground water sources, as well as decreased water consumption during the summer season. By adjusting the cultivation pattern and avoiding high-water consumption crops like rice, we can make better use of our water resources.

## Ethical Considerations

**Data availability statement:** The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

**Funding:** This research was conducted in the form of M.Sc. Thesis research and received financial support from Gonbad Kavous University.

**Authors' contribution:** All Authors conducted all parts of the research and wrote the whole manuscript.

**Conflicts of interest:** The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی:۲۴۲۳-۵۹۷۰

# مکان‌یابی و اولویت‌بندی محل مناسب احداث آب‌بندان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (منطقه شمال شهر گرگان)

**سید حسن احمدی[۱]، علی حشمت‌پور[۲]*، سید مرتضی سیدیان[۳]، چوقی بایرام کمکی[۴]**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. josephmohammaden@gmail.com

۲. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. heshmatpoura@gmail.com

۳. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. s.m.seyedian@gmail.com

۴. استادیار، گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. komaki@gau.ac.ir

**مشخصات مقاله**

**نوع مقاله:**
پژوهشی

**تاریخچه مقاله**
**دریافت:** ۰۳ آذر ۱۴۰۲
**بازنگری:** ۲۵ دی ۱۴۰۲
**پذیرش:** ۲۶ دی ۱۴۰۲
**انتشار برخط:** ۱۶ خرداد ۱۴۰۳

**واژه‌های کلیدی:**
آب‌بندان، تحلیل سلسله مراتبی، سامانه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی

**چکیده**

به‌منظور انتخاب مکان‌های مناسب جهت احداث آب‌بندان، برای ذخیره‌سازی و تأمین آب بخش کشاورزی، پرورش ماهیان گرم‌آبی و همچنین تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در دشت شمال شهر گرگان، از تلفیق سامانه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. بدین ترتیب که برای مکان‌یابی آب‌بندها از مدل بولین و جهت اولویت‌بندی از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و کپلند استفاده شد. در ادامه با استفاده از گوگل ارث هفت محور مناسب برای احداث آب‌بندان در مناطق پتانسیل‌دار تعیین شد. در نهایت این مکان‌ها با استفاده از روش‌فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و کپلند و بر اساس معیارهای اصلی و زیرمعیارها اولویت‌بندی شد، نتایج نشان داد که در مقایسه معیار ها با ضریب سازگاری (۰/۰۳)، معیار آب و هواشناسی در نتیجه با وزن (۰/۳۱۵) به‌عنوان معیار برتر و زیرمعیار بارندگی با وزن (۰/۴۸۵) معیار برتر آب و هواشناسی با ضریب سازگاری (۰/۰۳) و زیرمعیار شیب منطقه با وزن (۰/۳۹۴) بالاترین معیار زمین‌ریخت‌شناسی با ضریب سازگاری (۰/۰۳) و زیرمعیار منابع قرضه با وزن (۰/۴۱۰) بالاترین معیار اقتصادی و اجتماعی با ضریب سازگاری (۰/۰۰۴) و زیرمعیار حجم نیاز آبی گیاهان با وزن (۰/۷۱۰) بالاترین معیار کشاورزی با ضریب سازگاری (۰/۰۰۴) و زیرمعیار هزینه ساخت آب‌بندان با وزن (۰/۳۴۹) بالاترین معیار فنی ساخت با ضریب سازگاری (۰/۰۰۷) شناخته شده‌اند. با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی با یکدیگر، محدوده‌های مناسب به‌عنوان مکان احداث آب‌بندان انتخاب شده‌اند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری و به‌کارگیری همزمان روش تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان ابزاری توانمند و انعطاف پذیر برای کاستن از پیچیدگی‌های موجود در شناسایی محورهای مناسب به همراه بازدیدهای میدانی نقش موثری در افزایش دقت، کاهش هزینه و تعیین مکان مناسب احداث آب‌بندان برخوردار هستند.

**استناد:** احمدی، سید حسن، حشمت‌پور، علی، سیدیان، سید مرتضی و کمکی، چوقی بایرام. (۱۴۰۳). مکان‌یابی و اولویت‌بندی محل مناسب احداث آب‌بندان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (منطقه شمال شهر گرگان). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۲(۱)، ۱۱۳-۱۲۸.

**DOR:** 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران



* **نویسنده مسئول:** علی حشمت‌پور
**نشانی:** گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
**تلفن:** ۰۹۳۷۷۵۵۶۳۷۹
**پست الکترونیکی:** Heshmatpoura@gmail.com

## مقدمه

آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر است که می‌تواند سرمنشاء بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. ۹۷/۵ درصد آب کره زمین در دریاها و دریاچه‌هاست که آب شور را تشکیل می‌دهد، ۲/۵ درصد باقی‌مانده آب شیرینی است که در زمین وجود دارد که از آن ۰/۳ درصد آب رودخانه‌ها، ۳۰/۸ درصد آب‌های زیرزمینی و ۶۸/۹ درصد یخچال‌ها و پوشش دائمی برف کوه‌ها است. بنابراین امروزه با توجه به ضریب رشد جمعیت (۲/۱ درصدی طبق برآورد بانک جهانی در سال ۲۰۱۳ میلادی) در جهان بین شدت تقاضا و آب موجود خلائی اساسی وجود داشته و بحران‌آفرین شده است (خلیلی و احمدلو، ۱۳۹۳). در استان گلستان پراکنش نامنظم زمانی و مکانی با زمان کشت محصولات کشاورزی و دوره رشد گیاهان سبب هدررفت آب در دسترس می‌شود. از سویی دیگر به علت بروز پدیده خشک‌سالی در بعضی از ماه‌های سال، کشاورزان با کمبود منابع آب جهت آبیاری مواجه هستند و به همین دلیل به ناچار از چاه‌های موجود بیش از ظرفیت برداشت می‌کنند. لذا با توجه به عدم ذخیره‌سازی مطمئن در منطقه مورد مطالعه، دبی رودخانه بدون استفاده به دریا سرازیر می‌شود. با توجه به نسبت بین آب موجود و آب مورد نیاز استان، چنانچه بخواهیم از نظر تامین آب در بخش‌های شرب، صنعت و خدمات، محیط‌زیست و گردشگری، کشاورزی و آبزی‌پروری به میزان پیش‌بینی شده و توسعه دارای آب تامین شده مطمئن در افق دراز مدت باشد، آب مورد نیاز در بخش شرب ۲۰۱، صنعت و خدمات ۱۱۶، محیط زیست و گردشگری ۱۰۲، کشاورزی ۵۹۵۰، آبزی‌پروری ۱۱۲ میلیون مترمکعب است که در مجموع آب مورد نیاز استان ۶۴۸۱ میلیون مترمکعب است. که با توجه به سطح زیر کشت ۸۵۰ هزار هکتار در استان گلستان، آب مورد نیاز در استان در بخش کشاورزی ۵۹۵۰ میلیون مترمکعب است که با توجه به آب موجود سطحی ۹۱۴ میلیون مترمکعب و آب زیرزمینی ۱۰۴۰ میلیون مترمکعب و مجموع ۱۹۵۴ میلیون مترمکعب آب موجود، کسری آب در بخش کشاورزی ۳۹۹۶ میلیون مترمکعب است (حسینی، ۱۳۹۳).

هماهنگی آب‌بندان‌ها با بافت بومی و زیستی استان، سرمایه‌گذاری روستائیان در ساخت، بهره‌برداری سریع، اشتغال‌زایی مستقیم، قابلیت ساخت در همه مناطق استان و تبخیر کم آب آن‌ها، فقط گوشه‌ای از مزیت ساخت آب‌بندان‌ها در مقایسه با ساخت سد در استان گلستان است. به علت واقع شدن روستاهای مورد نظر در محدوده چاه‌های تامین آب شرب شهری، از سوی امور آب منطقه‌ای استان استفاده از چاه‌های آب جدید ممنوع شده و چاه‌های آب موجود نیز جواب‌گوی نیاز آبی نیست. همواره در ماه‌های گرم و خشکسالی احتمالی که در سال‌های اخیر نیز شاهد آن بوده‌ایم، به‌دلیل عدم تناسب سطح زیرکشت، نیاز آبی و منابع آب در دسترس، جهت آبیاری دچار مشکل هستند (واحد مرکزی خبر اقتصادی گرگان، ۱۳۹۲). روش‌های متعددی برای استحصال آب باران وجود دارد، وجود آب‌بندان‌ها موجب تغذیه سفره‌های زیرزمینی و جبران آب از دست‌رفته شده و موجب جلوگیری از شور شدن آب‌های شیرین و تغذیه لایه‌های کم آب و یا فاقد آب مستعد می‌شود، این موضوع مخصوصاً در زمان خشکسالی نمایان است (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۱).

در خصوص مکان‌یابی احداث آب‌بندان با روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعات مختلفی در ایران و جهان صورت گرفته است. برای نمونه، در تحقیقی که مفیدی‌خواجه و همکاران (۱۳۸۹) بر نقشه‌های حاصل از شاخص RAI[1] و میان‌یابی کریجینگ انجام دادند، نشان دادند که طی چهار دهه اخیر هشت دوره خشکسالی فراگیر در استان گلستان رخ داده است. شدیدترین آن‌ها طی سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۴۹ به وقوع پیوسته به گونه‌ای که خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید سراسر استان گلستان را در بر گرفته بود. در یک مطالعه موردی دیگر که توسط فرجی‌سبکبار و همکاران (۱۳۹۳) انجام شد، جهت انتخاب مکان‌های بهینه پخش سیلاب از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی[2] و نه پارامتر محیطی موثر کاربری اراضی، شیب، زمین‌شناسی، ضخامت آبرفت، زمین‌شناسی، قابلیت نفوذ، هدایت الکتریکی، ارتفاع، تراکم زهکشی استفاده نمودند. نتایج حاصل از به‌کارگیری هم‌زمان سامانه اطلاعات جغرافیایی و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری[3]، حاکی از توانایی و کارآیی بالای مدل‌های به‌کار رفته شده است. در مطالعه دیگری بنی‌حبیب و همکاران (۱۳۹۱) جهت مکان‌یابی چهار گزینه پیشنهادی سد کندول واقع در استان کرمانشاه با استفاده از نظرات کارشناسان و روش تصمیم‌گیری چندمعیاره[4] بر اساس معیارهای فنی، اقتصادی–اجتماعی، محیط زیستی و زیرمعیارهای مربوطه توسط سه مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی و روش تصمیم‌گیری چندشاخصه[5] مبتنی بر ماتریس تصمیم و ساختگاه برتر ۱۷ معیار مطرح رتبه‌بندی شدند. بر اساس نتایج اولویت‌بندی گزینه‌ها در هر سه روش یکسان است. Moges (۲۰۰۹) در رساله دکترای خود از سامانه اطلاعات جغرافیایی به همراه تحلیل چندمعیاره برای شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث سامانه‌های جمع‌آوری باران (آب‌بندان‌ها و سامانه‌های بسته) در کشور اتیوپی استفاده نمودند. نتایج مدل

[1] Rainfall Anomaly Index
[2] Geographic Information System
[3] Decision Support System
[4] Multiple Criteria Decision Making
[5] Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje

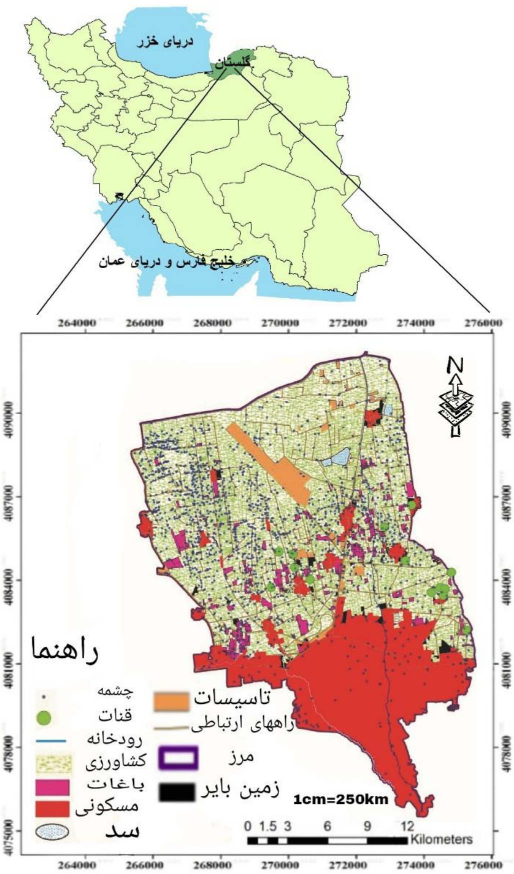

[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

برازندگی با استفاده از اطلاعات میدانی اعتبارسنجی شد و نتایج نشان داد که نقشه‌های تولید شده برای توزیع مکانی نواحی مناسب معتبر هستند. نقشه‌ها برازندگی منبع خوب و قابل قبولی برای شناسایی سریع نواحی مناسب‌تر هستند. Grum و همکاران (۲۰۱۶) به توسعه و اعتبارسنجی یک روش برای انتخاب تکنیک‌های جمع‌آوری آب باران پرداختند که برای کاربرد در شرایط بیوفیزیکی خاص و اجتماعی اقتصادی مناسب هستند. نتایج نشان داد ۹۰ درصد سدها و ۹۳ درصد آب‌بندان‌های تصفیه با این روش به‌درستی شناسایی شدند. طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعات ایشان این روش می‌تواند برای انتخاب مشارکتی تکنیک‌های جمع‌آوری آب و شناسایی مکان‌های مناسب احداث آن‌ها موفقیت‌آمیز باشد. هدف تحقیق حاضر مکان‌یابی و اولویت‌بندی محل مناسب احداث آب‌بندان جهت استحصال و جمع‌آوری آب‌های سطحی به‌منظور تامین بخشی از نیاز آبی منطقه مورد مطالعه (۱۵روستای شمال شهر گرگان) است.

## مواد و روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

شهرستان گرگان بین ۱۳ دقیقه ۵۴ درجه تا ۴۵ دقیقه ۵۴ درجه و ۳۱ دقیقه ۳۶ درجه تا ۵۹ دقیقه ۳۶ درجه عرض شمالی در بخش جنوبی استان واقع شده است (شکل ۱). میانگین دراز مدت بارندگی ۵۲۲/۲ است. با مقایسه میانگین سالانه دوره آماری، در کل دوره ترسالی (۱۴ سال آبی) و دوره خشک‌سالی (۱۶ سال آبی) را گذرانده است. اقلیم ناحیه به روش دومارتن از نوع نیمه‌خشک تعیین شده است (مفیدی‌خواجه و همکاران، ۱۳۸۹). این شهرستان از شمال به آق‌قلا و از جنوب به استان سمنان، از شرق به علی‌آباد و از غرب به کردکوی محدود می‌شود. وسعت شهرستان گرگان ۱۶۱۵/۸ کیلومترمربع (۷/۹ درصد) از مساحت استان است. منطقه مورد مطالعه در شمال‌غربی شهر گرگان قرار دارد. مساحت مرز محدوده طرح ۱۲۴۷۹/۷ هکتار محاسبه شد. منطقه از حوزه آبریز قره‌سو است که در ناحیه شمالی گسل مازندران واقع شده و به لحاظ زمین‌ریخت‌شناسی شامل مناطق پست دشت گرگان است (حسینیان، ۱۳۸۴).




**شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه**

**Figure 1- Map of the study area**

## روش تحقیق

برای انجام این تحقیق از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد بوده و انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ارزیابی چند معیاری، ابتدا در سال ۱۹۸۰به‌وسیله توماس ال‌ساعتی پیشنهاد شد و تا کنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است. روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به سادگی، انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری معیارهای کیفی و کمی به‌طور هم‌زمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها می‌تواند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی منابع آب کاربرد مطلوبی داشته باشد (زبردست، ۱۳۸۰).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود این عناصر شامل هدف، معیارها یا مشخصه‌ها، زیرمعیارها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به‌کار گرفته می‌شوند (قدسی‌پور، ۱۳۸۸). ارزیابی معیارها و زیرمعیارها به‌صورت زوجی می‌تواند به‌وسیله تصمیم‌گیرندگان و یا طراحان مسئله صورت گیرد. معیارها و زیرمعیارها هر کدام در ماتریس‌های مربعی به‌طور جداگانه تنظیم و در قالب پرسش‌نامه از نقطه نظرات ۱۰ نفر از کارشناسان خبره و مرتبط جهت تکمیل بهره گرفته شد. برای تعیین ضریب اهمیت (اوزان) معیارها و زیرمعیارها، دو به دو آن‌ها با هم طبق جدول (۱) مقایسه شد. برای انجام این کار ابتدا بعد از مقایسه معیارها و زیرمعیارها و امتیازدهی به روش ساعتی توسط کارشناسان خبره و تکمیل پرسش‌نامه‌ها، به‌منظور جمع‌بندی تمامی نقطه نظرات، امتیازات در قالب جدول طراحی و وارد برنامه اکسل شد تا محاسبات لازم صورت گیرد.

**جدول ۱- پرسش‌نامه مقایسه زوجی معیارهای اصلی**

**Table 1- Questionnaire for pairwise comparison of main criteria**

| امتیاز | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | امتیاز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجه اهمیت معیار | اهمیت مطلق | ترجیحات بینابین | اهمیت خیلی بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت اندکی بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت مساوی | ترجیحات بینابین | اهمیت اندکی بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت خیلی بیش‌تر | ترجیحات بینابین | اهمیت مطلق | درجه اهمیت معیار |
| G | | | | | | | | | | | | | | | * | | | H |
| M | | | | | | | | | | | | | | * | | | | H |
| A | | | | | | | | | | | | | | | * | | | H |
| EC | | * | | | | | | | | | | | | | | | | H |
| M | | | | | | | | | | | | * | | | | | | G |
| A | | | | * | | | | | | | | | | | | | | G |
| EC | | | | | | | | | | | | | * | | | | | G |
| A | | | | * | | | | | | | | | | | | | | M |
| EC | | | | | | * | | | | | | | | | | | | M |
| EC | | | | | * | | | | | | | | | | | | | A |

(H = آب و هواشناسی[1]؛ G = زمین‌ریخت‌شناسی[2]؛ M = فنی ساخت[3]؛ A = کشاورزی[4]؛ EC = اقتصادی–اجتماعی[5])

## تجزیه و تحلیل آماری

برای محاسبه امتیاز و یا گزینه برنده شده از روش کپلند استفاده شد که مبتنی بر تعداد بردها، مساوی‌ها و باخت‌ها است (Saari and Merlin, 1994). نرم‌افزار Expert Choice قابلیت طراحی نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری و سئوالات، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و

[1] Hydrometeorology
[2] Geomorphology
[3] Manufacturing
[4] Agriculture
[5] Economic-social



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

محاسبه وزن نهایی، تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مساله را دارد. مراحل مختلف اجرای نـرم‌افـزار در طـی چهار مرحله صورت می‌پذیرد.

۱- طراحی (ساخت) نمودار سلسله مراتبی ۲- مقایسه‌های زوجی ۳- ترکیب وزن‌ها ۴- تحلیل حساسیت برای تعیین اهمیت نسبی هر معیار و زیرمعیار در مکان‌یابی، بر اساس ساختار تعیین شده و ماتریس‌های زوجی هر سطح مشخص شد و طی پرسش‌نامه‌هـایی بـر اسـاس آرای ۱۰ کارشناس از دو گروه متخصصان دانشگاهی و کارشناسان منابع طبیعی تکمیل شـد. بـرای امتیـازدهی از مقیـاس نـه درجـه سـاعتی (طراحـی پرسشنامه جدول ۱) استفاده شد. در وزن‌دهی مقایسات، میانگین هندسی این پرسشنامه‌ها وارد نرم‌افزار اکسپرت چویس شد.

## نتایج و بحث

نتیجه نهایی مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها در جداول ۲ تا ۷ ارائه شده است. پس از تعیین معیارها و ارتباطات بین آن‌ها، مقایسـات زوجـی بین آن‌ها توسط کارشناس صورت گرفت. با توجه به این که کارشناسان نظرات متفاوت دارند. جهت به‌دست آوردن میانگین نتایج، ابتـدا تعـداد کارشناسانی که یکی از گزینه‌های ۱ تا ۹ مقایسه زوجی مدل سلسله مراتبی را انتخاب کردند، شمرده می‌شود. چـون ارزش‌هـا در یـک مقایسـه همسان بوده، برای شناخته شدن هر ارزش، به هر یک از گزینه‌ها یک کد داده می‌شود. سپس تعـداد کارشناسـانی کـه یـک ارزش را از طریـق پرسش‌نامه‌های تکمیل شده انتخاب کردند شمارش می‌شود. و در ماتریس هر ۱۷ ارزش که با نام کد هـر یـک از آن‌هـا در سـطر و سـتون وارد می‌شود. همانند مدل دیمتل[1]، باید به‌صورت زوجی این ارزش‌ها بر اساس تعداد کارشناسانی که آن ارزش را انتخاب کردند با هم مقایسـه شـوند، منتهی این بار نه بر اساس میزان رابطه و نه بر اساس میزان اهمیت، بلکه نمره‌دهی بر اساس قانون برد، مساوی و باخت است. یک ارزش با یک ارزش دیگر مسابقه می‌دهد. ملاک قضاوت یا در واقع به نوعی معیار کنترلی، تعداد کارشناسانی هست که آن را انتخاب کردند.

**جدول ۲- مقایسه زوجی نهائی معیارهای اصلی به روش کپلند**

**Table 2- The final pairwise comparison of the main criteria by the Copeland method**

| معیار1 | معیار2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | میانگین کدها | درجه اهمیت نهایی | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | G | 46 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر H به G | 14 | 6 | ترجیحات بینابین | آب و هواشناسی |
| | | 46 | 15 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر H به G | | | | |
| H | M | 46 | 11 | 3 | اهمیت اندکی بیش‌تر H به M | | 3 | اندکی بیش‌تر | آب و هواشناسی |
| H | A | 46 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر H به A | 14 | 6 | ترجیحات بینابین | آب و هواشناسی |
| | | 46 | 15 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر H به A | | | | |
| H | EC | 48 | 11 | 3 | اهمیت اندکی بیش‌تر H به EC | | 3 | اندکی بیش‌تر | آب و هواشناسی |
| G | M | 48 | 9 | 1 | مساوی | | 9 | مساوی | مساوی |
| G | A | 48 | 11 | 3 | اهمیت اندکی بیش‌تر G به A | | 3 | اندکی بیش‌تر | زمین‌ریخت‌شناسی |
| G | EC | 48 | 9 | 1 | مساوی | | 1 | مساوی | مساوی |
| M | A | 46 | 5 | 5 | اهمیت بیش‌تر A به M | 10 | 2 | ترجیحات بینابین | فنی ساخت |
| | | 46 | 15 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر M به A | | | | |
| M | EC | 48 | 6 | 4 | ترجیحات بینابین EC به M | | 4 | ترجیحات بینابین | اقتصادی- اجتماعی |
| A | EC | 46 | 3 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر EC به A | 6 | 4 | ترجیحات بینابین | اقتصادی- اجتماعی |
| | | **46** | **9** | **1** | **مساوی** | | | | |

H = هیدرومتئورولوژی؛ G = زمین‌ریخت‌شناسی؛ M = فنی ساخت؛ A= کشاورزی؛ EC= اقتصادی- اجتماعی

[1] DEMATEL



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

**جدول ۳- مقایسه زوجی نهائی زیرمعیارهای آب و هواشناسی به روش کپلند**

**Table 3- The final pairwise comparison of hydrometeorological subcriteria using the Copeland method**

| معیار1 | معیار2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | درجه اهمیت | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ra | Ev | 48 | 15 | 17 | اهمیت خیلی بیش‌تر Ra به Ev | 4 | خیلی بیش‌تر | بارندگی |
| Ri | Ra | 48 | 15 | 1 | اهمیت خیلی بیش‌تر Ri به Ra | 7 | خیلی بیش‌تر | دبی رودخانه |
| Ev | Ri | 48 | 3 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر Ri به Ev | 7 | خیلی بیش‌تر | دبی رودخانه |

معیار آب و هواشناسی شامل سه زیرمعیار: بارندگی= Ra؛ دبی‌رودخانه=Ri؛ تبخیروتعرق=Ev

**جدول ٤- مقایسه زوجی نهائی زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی به روش کپلند**

**Table 4- Final pairwise comparison of geomorphological subcriteria using Copeland's method**

| معیار1 | معیار2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | میانگین کدها | درجه اهمیت | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sl | So | 44 | 3 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر So به Si | 8 | 2 | ترجیحات بینابین | بافت خاک |
| | | 44 | 9 | 1 | مساوی | | | | |
| | | 44 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر Si به So | | | | |
| St | Sl | 48 | 3 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر Si به St | | 7 | خیلی بیش‌تر | شیب منطقه |
| So | St | 48 | 15 | 7 | اهمیت خیلی بیش‌تر So به St | | 7 | خیلی بیش‌تر | بافت خاک |

معیار زمین‌ریخت‌شناسی شامل سه زیرمعیار: شیب منطقه= Sl؛ فاصله از گسل= St؛ بافت خاک= So

**جدول ٥- مقایسه زوجی نهائی زیرمعیارهای فنی ساخت به روش کپلند**

**Table 5- The final pairwise comparison of the technical sub-criteria of construction by the Copeland method**

| معیار 1 | معیار 2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | میانگین کدها | درجه اهمیت | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lo | De | 44 | 5 | 5 | اهمیت بیش‌تر De به Lo | 11 | 3 | اندکی بیش‌تر | منابع قرضه |
| | | 44 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر Lo به De | | | | |
| | | ۴۴ | ۱۵ | ۷ | اهمیت خیلی بیش‌تر Lo به De | | | | |
| Ac | Lo | 48 | 9 | 1 | مساوی | | 1 | مساوی | مساوی |
| De | Ac | 46 | 9 | 1 | مساوی | 11 | 3 | اندکی بیش‌تر | عمق مخزن آب |
| | | 46 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر De به Ac | | | | |

معیار فنی ساخت شامل سه زیرمعیار: منابع قرضه= Lo؛ جاده دسترسی= Ac؛ عمق مخزن آب= De

**جدول ٦- مقایسه زوجی نهائی زیرمعیارهای کشاورزی به روش کپلند**

**Table 6- The final pairwise comparison of agricultural sub-criteria using the Copeland method**

| معیار 1 | معیار 2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | درجه اهمیت | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tw | Cu | 48 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر Tw به Cu | 5 | بیش‌تر | حجم نیاز آبی گیاهان |

معیار کشاورزی شامل دو زیرمعیار: حجم نیاز آبی گیاهان= Tw؛ سطح زیرکشت= Cu

**جدول ۷- مقایسه زوجی نهائی زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی به روش کپلند**

**Table 7- Final pairwise comparison of economic and social sub-criteria using the Copeland method**

| معیار 1 | معیار 2 | بالاترین امتیاز | کد | درجه اهمیت | عنوان اهمیت | درجه اهمیت | اهمیت نهایی | معیار برتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tc | Ce | 48 | 9 | 1 | مساوی | 1 | مساوی | مساوی |
| Ta | Tc | 48 | 11 | 3 | اهمیت اندکی بیش‌تر Ta به Tc | 3 | اندکی بیش‌تر | حجم مخزن |
| Ce | Ta | 48 | 13 | 5 | اهمیت بیش‌تر Ce به Ta | 5 | بیش‌تر | درآمد ساخت آب‌بندان |

معیار اقتصادی-اجتماعی شامل سه زیرمعیار: هزینه ساخت آب‌بندان= Tc؛ حجم مخزن= Ta؛ درآمد ساخت آب‌بندان= Ce

در مقایسه زوجی معیارهای اصلی، معیار آب و هواشناسی با چهار برد و کسب ۲ عنوان ترجیحات بینابین و ۲ عنوان اهمیت اندکی بیش‌تر و ۱۲ امتیاز رتبه اول و معیار اقتصادی–اجتماعی با دو برد و یک مساوی و یک باخت و کسب ۲ عنوان ترجیحات بینابین و ۷ امتیاز رتبه دوم و معیار زمین‌ریخت‌شناسی با یک برد و دو مساوی و یک باخت و کسب ۱ عنوان اهمیت اندکی بیش‌تر و ۵ امتیاز رتبه سوم و



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

معیار فنی ساخت با یک برد و یک مساوی و دو باخت و کسب ۱عنوان ترجیحات بینابین و ۴ امتیاز رتبه چهارم و معیار کشاورزی بدون کسب امتیاز رتبه آخر را دارد. در مقایسه زوجی ۱۴ زیرمعیار از معیارهای اصلی شامل دبی رودخانه، بافت خاک، منابع قرضه، درآمد ساخت آب‌بندان، حجم نیاز ابی گیاهان برتر شناخته شده‌اند (جدول ۸). نتایج حاصل از وزن‌دهی مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها در جدول (۹) و میزان سازگاری زیرمعیارها در جدول (۱۰) ارائه شده است. اگر ناسازگاری کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سامانه قابل قبول است و اگر بیش‌تر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند.

**جدول ۸- محاسبه مقایسه زوجی و تعیین معیار و زیرمعیارهای برتر به روش کپلند**

**Table 8- Calculating pairwise comparisons and determining the best criteria and sub-criteria using Copeland's method**

| روش کپلند | زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی | | | زیرمعیارهای کشاورزی | | زیرمعیارهای فنی ساخت | | | زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی | | | زیرمعیارهای آب و هواشناسی | | | معیارهای اصلی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درآمد ساخت آب‌بندان | حجم مخزن | هزینه ساخت آب‌بندان | سطح زیر کشت | حجم نیاز آبی گیاهان | عمق مخزن | جاده دسترسی | منابع قرضه | بافت خاک | فاصله از گسل | شیب منطقه | تبخیر و تعرق | دبی رودخانه | بارندگی | اقتصادی-اجتماعی | کشاورزی | فنی ساخت | زمین‌ریخت‌شناسی | آب و هواشناسی |
| **برد** | 1 | 1 | – | – | 1 | 1 | – | 1 | 2 | – | 1 | – | 2 | 1 | 2 | – | 1 | 1 | 4 |
| **مساوی** | 1 | – | 1 | – | – | – | 1 | 1 | – | – | – | – | – | – | 1 | – | 1 | 2 | – |
| **باخت** | – | 1 | 1 | 1 | – | 1 | 1 | – | – | 2 | 1 | 2 | – | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | – |
| **امتیاز** | 4 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 1 | 4 | 6 | 0 | 3 | 0 | 6 | 3 | 7 | 0 | 4 | 5 | 12 |
| **معیار برتر** | درآمد ساخت آب‌بندان | | | حجم نیاز آبی گیاهان | | منابع قرضه | | | بافت خاک | | | دبی رودخانه | | | آب و هواشناسی | | | | |

**جدول ۹- محاسبه وزن‌دهی مقایسه زوجی معیارها و زیرمعیارها به وسیله نرم‌افزار اکسپرت چویس**

**Table9- Calculating the weighting of pairwise comparison of criteria and sub-criteria by Expert Choice software**

| نرم‌افزار Expert Choice | زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی | | | زیرمعیارهای کشاورزی | | زیرمعیارهای فنی ساخت | | | زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی | | | زیرمعیارهای آب و هواشناسی | | | معیارهای اصلی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درآمد ساخت آب بندان | حجم مخزن (مترمکعب) | هزینه ساخت آب بندان | سطح زیر کشت (هکتار) | حجم نیاز آبی گیاهان (میلی‌متر در روز) | عمق مخزن (متر مکعب) | جاده دسترسی (متر) | منابع قرضه | بافت خاک | فاصله از گسل (متر) | شیب منطقه (درصد) | تبخیر و تعرق (میلی‌متر بر روز) | دبی رودخانه (مترمکعب بر ثانیه) | بارندگی (میلیمتر) | اقتصادی-اجتماعی | کشاورزی | فنی ساخت | زمین‌ریخت‌شناسی | آب و هواشناسی |
| **وزن** | 0.321 | 0.320 | 0.349 | 0.290 | 0.710 | 0.285 | 0.305 | 0.410 | 0.320 | 0.276 | 0.394 | 0.102 | 0.413 | 0.485 | 0.195 | 0.146 | 0.186 | 0.158 | 0.315 |
| **معیار برتر** | هزینه ساخت آب‌بندان | | | حجم نیاز آبی گیاهان | | منابع قرضه | | | شیب منطقه | | | بارندگی | | | آب و هواشناسی | | | | |



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

جدول ۱۰- میزان سازگاری زیرمعیارها

Table 10- The degree of compatibility of sub-criteria

| میزان سازگاری | زیرمعیارهای آب و هواشناسی | | | زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی | | | زیرمعیارهای فنی ساخت | | | زیرمعیارهای کشاورزی | | زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | بارندگی | دبی رودخانه | تبخیر و تعرق | شیب منطقه | فاصله از گسل | بافت خاک | منابع قرضه | جاده دسترسی | عمق مخزن | حجم نیاز آبی گیاهان | سطح زیر کشت | هزینه ساخت آب‌بندان | حجم مخزن | درآمد ساخت آب‌بندان |
| 0.020 | 0.153 | 0.130 | 0.032 | 0.062 | 0.044 | 0.052 | 0.076 | 0.057 | 0.052 | 0.103 | 0.042 | 0.068 | 0.064 | 0.063 |

توضیحات مربوط به موقعیت و شرایط محدوده طرح و ایستگاه‌های مطالعاتی، نحوه‌ی انجام جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها، تعیین عوامل موثر در احداث آب‌بندان و تنظیم پرسش‌نامه جهت مقایسه زوجی معیارها، زیرمعیارها و توضیح و شرح مدل سلسه مراتبی و هم‌چنین تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به محدوده طرح در نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی ارائه شد. در این فصل نتایج کلی وزن‌دهی عوامل موثر در مکان‌یابی و اولویت‌بندی مکانی با تلفیق لایه‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت. بعد از مشخص کردن معیارها و زیرمعیارهایی که روی اولویت مکانی محل احداث آب‌بندان تاثیر دارند، پرسش‌نامه‌ها طراحی و توسط کارشناسان امتیازدهی شد و میانگین هندسی مقایسات وارد نرم‌افزار اکسپرت چویس شد. مقایسات زوجی برای هر سطح درخت سلسله مراتبی انجام و اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها به‌دست آمد.

با توجه به نتایج وزن‌دهی معیارها، معیار آب و هواشناسی با وزن ۰/۳۱۵ مهم‌ترین عامل و معیار کشاورزی با وزن ۰/۱۴۶ کم اهمیت‌ترین عامل از عوامل انتخابی بر اولویت‌بندی مکان احداث آب‌بندان شناخته شدند (جدول ۱۱). از بین زیرمعیارهای آب و هواشناسی، بارندگی با وزن ۰/۴۸۵ بیانگر بیش‌ترین اهمیت نسبی و شیب منطقه با وزن ۰/۳۹۴ بالاترین وزن از بین زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی محاسبه شد. از بین زیرمعیارهای فنی ساخت، منابع قرضه با وزن ۰/۴۱۰ اهمیت بیش‌تری داشت. و از بین زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی، هزینه ساخت آب‌بندان با وزن ۰/۳۴۹ اهمیت بیش‌تری داشت. و در بین عوامل معیار کشاورزی، حجم نیاز آبی گیاهان با ۰/۷۱۰ بالاترین وزن را دارد. بنابراین، معیارهای آب و هواشناسی، اقتصادی-اجتماعی، فنی ساخت، زمین‌ریخت‌شناسی، کشاورزی اولویت (۵ تا ۱) را به‌دست آوردند. و به‌ترتیب زیرمعیارهای آب و هواشناسی (بارندگی، دبی رودخانه، تبخیر وتعرق)، اقتصادی-اجتماعی (هزینه ساخت آب‌بندان، حجم مخزن، درآمد ساخت آب‌بندان)، فنی ساخت (منابع قرضه، جاده دسترسی، عمق مخزن آب)، زمین‌ریخت‌شناسی (شیب منطقه، بافت خاک، دوری از گسل)، کشاورزی (حجم نیاز آبی گیاهان، سطح زیرکشت) اولویت‌بندی شدند. در مقایسه تمامی زیرمعیارها در نرم‌افزار اکسپرت‌چویس، بارندگی، دبی رودخانه، حجم نیاز آبی گیاهان، منابع قرضه، هزینه ساخت آب‌بندان، حجم مخزن، درآمد ساخت آب‌بندان، شیب منطقه، جاده دسترسی، عمق مخزن آب، بافت خاک، فاصله از گسل، سطح زیرکشت، تبخیر و تعرق رتبه‌های یک تا چهارده را کسب نموده و اولویت‌بندی شدند (جدول‌های ۱۲ تا ۱۶). نتایج این قسمت تحقیق نیز همانند تحقیقات فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۹۳)، ناصری و همکاران (۱۳۸۸)، خیرخواه زرکش و همکاران (۱۳۸۹)، چابک بلداجی (۱۳۸۹)، رمضانی مهریان و همکاران (۱۳۹۱)، بنی‌حبیب و همکاران (۱۳۹۱) که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و سامانه اطلاعات جغرافیایی را برای اولویت‌بندی معیارها و شناسایی مکان‌های مناسب سامانه‌های بخش سیلاب، تغذیه مصنوعی، سدهای زیرزمینی و سدهای خاکی مناسب و مفید می‌دانند در یک راستا است.

جدول ۱۱- وزن نسبی ماتریس سطح ۱

Table 11- Relative weight of level 1 matrix

| Cr=0.03 | هیدرومتئورولوژی | زمین‌ریخت‌شناسی | فنی ساخت | کشاورزی | اقتصادی اجتماعی | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| هیدرومتئورولوژی | 1 | 2.58 | 1.45 | 2.91 | 0.91 | 0.315 |
| زمین‌ریخت‌شناسی | 0.39 | 1 | 0.59 | 0.97 | 0.93 | 0.158 |
| فنی ساخت | 0.69 | 1.7 | 1 | 1.35 | 0.79 | 0.186 |
| کشاورزی | 0.34 | 1.03 | 0.74 | 1 | 0.67 | 0.146 |
| اقتصادی اجتماعی | 1.09 | 1.07 | 1.27 | 1.50 | 1 | 0.195 |



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

جدول ۱۲- ماتریس سطح ۲ (زیرمعیارهای هیدرومتئورولوژی)

Table 12- Level 2 matrix (sub-criteria of hydrometeorology)

| Cr=0.03 | بارندگی | دبی رودخانه | تبخیر و تعرق | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|---|
| بارندگی | 1 | 0.38 | 5.60 | 0.485 |
| دبی رودخانه | 2063 | 0.29 | 3.47 | 0.413 |
| تبخیر و تعرق | 0.18 | 0.29 | 1 | 0.102 |

جدول ۱۳- ماتریس سطح ۲ (زیرمعیارهای زمین‌ریخت‌شناسی)

Table 13- Level 2 matrix (sub-criteria of geomorphology)

| Cr=0.03 | شیب منطقه | دوری از گسل | بافت خاک | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|---|
| شیب منطقه | 1 | 1.70 | 0.94 | 0.394 |
| دوری از گسل | 0.59 | 1 | 0.34 | 0.276 |
| بافت خاک | 1.06 | 2.96 | 1 | 0.330 |

جدول ١٤- ماتریس سطح ٢ (زیرمعیارهای فنی ساخت)

Table 14- Level 2 matrix (construction technical sub-criteria)

| Cr=0.007 | هزینه ساخت آب‌بتدان | حجم مخزن | درآمد ساخت آب‌بندان | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|---|
| هزینه ساخت آب‌بتدان | 1 | 1.03 | 1.12 | 0.349 |
| حجم مخزن | 0.97 | 1 | 0.32 | 0.330 |
| درآمد ساخت آب‌بندان | 0.90 | 3.14 | 1 | 0.321 |

جدول ۱۵- ماتریس سطح ۲ (زیرمعیارهای کشاورزی)

Table 15- Level 2 matrix (agricultural sub-criteria)

| Cr=0.004 | حجم نیاز آبی گیاهان | سطح زیر کشت | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|
| حجم نیاز آبی گیاهان | 1 | 2.45 | 0.710 |
| سطح زیر کشت | 0.41 | 1 | 0.290 |

جدول ١٦- ماتریس سطح ٢ (زیرمعیارهای اقتصادی-اجتماعی)

Table 16- Level 2 matrix (economic and social subcriteria)

| Cr=0.004 | منابع قرضه | جاده دسترسی | عمق مخزن آب | ضریب نسبی |
|---|---|---|---|---|
| منابع قرضه | 1 | 1.26 | 1.54 | 0.410 |
| جاده دسترسی | 0.79 | 1 | 0.65 | 0.305 |
| عمق مخزن آب | 0.65 | 1.54 | 1 | 0.285 |

به‌منظور کاهش ریسک‌پذیری و شکستگی احتمالی دیواره‌های آب‌بندان و پیش‌گیری از خسارات جانی و مالی و دیگر پیامدهای ناشی از آن، رعایت بعضی از فواصل در تعیین مکان مناسب احداث آب‌بندان و کاهش هزینه‌ها تاثیرگذار است در همین راستا با استفاده از منطق بولین در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی مناطق نامناسب کد صفر و مناطق مناسب کد یک را دریافت کردند. در نتیجه فاصله از جاده به‌عنوان یک مقوله اقتصادی مورد توجه واقع است و هر جا که جاده وجود دارد به‌دلیل دسترسی آسان و سریع و عدم نیاز به احداث مسیر جدید به‌عنوان یک اولویت مهم مطرح بوده و هرچه این فاصله کم‌تر باشد اهمیت بیش‌تری از لحاظ اولویت احداث سازه خواهد داشت. فاصله مناسب از جاده و فاصله نامناسب از قنات به‌منظور پیش‌گیری از نفوذپذیری و عدم ذخیره‌سازی، با نظر کارشناسان فاصله ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد (شکل‌های ۳ و ۶). هم‌چنین فاصله از مراکز و تاسیسات اداری و تجاری، فاصله از مراکز جمعیتی شهری و روستاها، فاصله از گسل موجود در محدوده طرح به‌دلیل پیش‌بینی خطرات احتمالی زلزله و فاصله از رودخانه با توجه به سه حریم استاندارد که از سوی شرکت امور آب منطقه‌ای به فواصل ۲۰، ۵۰ و ۱۵۰ متر اعلام شده است، به میزان ۲۰۰ متر جزء مناطق نامناسب در نظر گرفته شدند (شکل‌های ۴ تا ۸). شیب منطقه جهت احداث آب‌بندان هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد باعث استحکام بیش‌تر دیواره‌ها شده و از فشار آب داخل مخزن به یک سمت جلوگیری نموده و فشار آب به‌صورت مساوی در سطح تقسیم می‌شود. با استفاده از نقشه هیپسومتری حوزه



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

شهرستان گرگان، نقشه شیب محدوده طرح تهیه شد (شکل ۹). مناسب‌ترین شیب بین ۷-۰ درصد است و شیب‌های بالای ۷ درصد نامناسب است. در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه شیب مناطق مناسب و نامناسب مشخص شد (شکل ۱۰).


شکل ۳- فاصله ازجاده ۱۰۰ متر

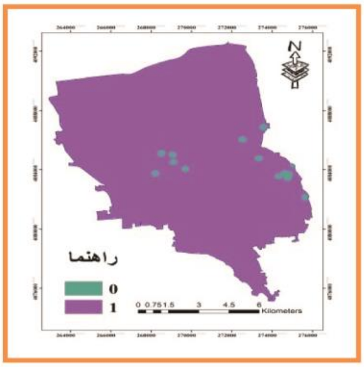
**Figure 3- Distance from the road is 100 m**


شکل ٤- فاصله از تاسیسات ۲۰۰ متر

**Figure 4- The distance from the facility is 200 m**

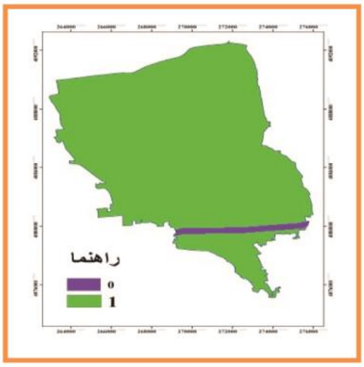

شکل۵- فاصله از مراکز جمعیتی ۲۰۰ متر

**Figure 5- Distance from population centers is 200 m**



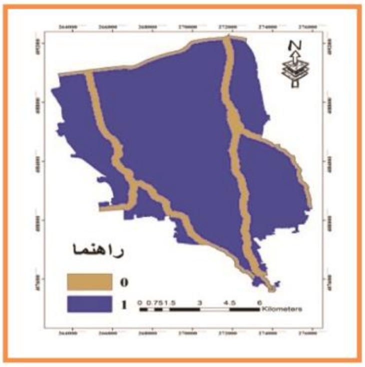

شکل ٦-فاصله از قنات ۱۰۰ متر

**Figure 6- The distance from the aqueduct is 100 m**



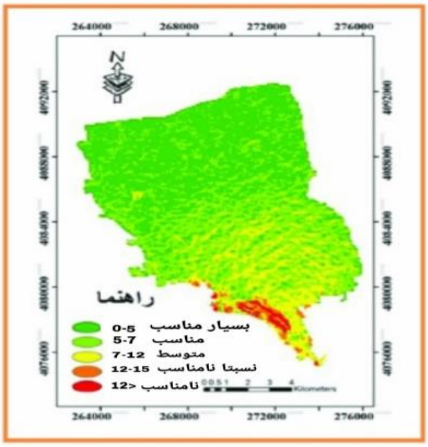

شکل ۷-فاصله از گسل ۲۰۰ متر

**Figure 7- The distance from the fault is 200 m**




شکل ۸-فاصله از رودخانه ۲۰۰ متر

**Figure 8- Distance from the river is 200 m**




شکل ۹- نقشه شیب محدوده طرح

**Figure 9- Slope map of the design area**


شکل ۱۰- نقشه شیب مناسب تا ۷ درصد

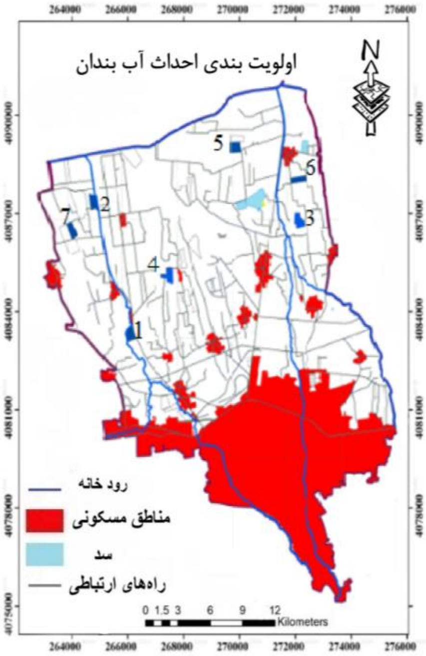
**Figure 10- Suitable slope map up to 7%**

بعد از تهیه تمام نقشه‌ها با استفاده از معیارهای حذفی به روش بولین، مناطق نامناسب حذف شده و محدوده‌های پتانسیل‌دار به‌منظور احداث آب‌بندان مشخص شد. با عملیات روی هم‌گذاری نقشه‌ها، محدوده‌های دارای توانایی بالقوه



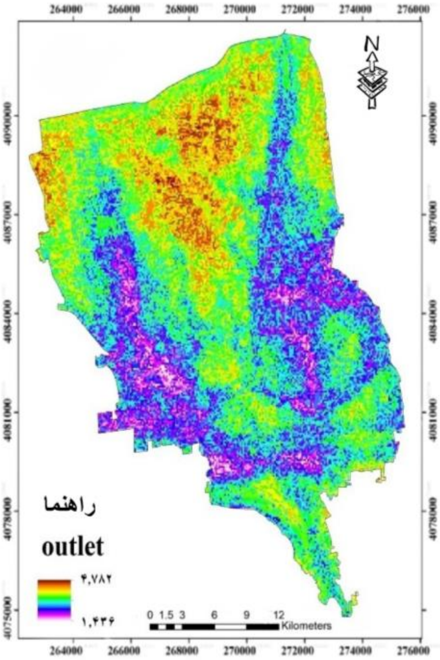
[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

احداث آب‌بندان شناسایی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب صورت گرفت (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).




**شکل ۱۲- اولویت‌بندی مکان آب‌بندان**

**Figure 12- prioritizing the location of the ponds**




**شکل ۱۱- نقشه خروجی نهایی**

**Figure 11- The final output map**

با توجه به نقشه خروجی نهایی که از روش بولیئن و هم‌پوشانی نقشه‌های تهیه شده از پارمترهای تاثیرگذار حاصل شده، از مساحت کل محدوده طرح ۱۲۴۷۹/۷ هکتار، مساحت محدوده مناسب ۴۰۵۱/۳ هکتار و نامناسب ۸۴۲۸/۴ هکتار برآورد شد. جهت ساخت یک واحد آب‌بندان به‌منظور تامین نیاز آبی محصولات زراعی حدود ۱۰۰هکتار، احتیاج به مساحتی حدود ۱۲ هکتار و به ارتفاع دیواره حداکثر ۵ متر است. با مساحت و ارتفاع مورد نظر، با توجه به رابطه سطح و مخزن هر واحد ظرفیت آبگیری حدود ۰/۵ میلیون‌مترمکعب جهت ذخیره‌سازی را خواهد داشت. در محدوده طرح با در نظر گرفتن دبی رودخانه‌های عبوری و نیاز آبی منطقه و میزان آب بدون استفاده، اراضی یکپارچه مناسب که بالاتر از ۱۲ هکتار وسعت داشتند، شناسایی شده و بر اساس نزدیکی یا دوری از فواصل مورد نظر (گسل، جاده، مراکز جمعیتی، تاسیسات، قنات و رودخانه)، هفت مکان بر روی نقشه به‌عنوان مکان‌های مناسب شناسایی و اولویت‌بندی شدند. نتایج این قسمت تحقیق نیز همانند تحقیقات (Adham et al., 2016; Al-Adamat et al., 2010; Krois & Schulte., 2014; Grum et al., 2016; Moges, 2009) که استفاده از تکنیک‌های وزنی خطی و روش بولین در محیط GIS و به‌کارگیری هم‌زمان روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP جهت ارزیابی مکان‌های بالقوه و تعیین مناطق مناسب و نامناسب و اجرای تکنیک‌های جمع‌آوری آب باران و احداث آب‌بندان و سامانه‌های بسته مناسب و مفید می‌دانند در یک راستاست.

## نتیجه‌گیری

معیارها و زیرمعیارهای تاثیرگذار متفاوتی جهت اولویت‌بندی مکانی احداث آب‌بندان پیشنهاد و تعیین شدند و در پرسش‌نامه‌ای توسط کارشناسان مقایسه زوجی و وزن‌دهی شدند. و برای هر کدام وزن‌های مختلفی به‌دست آمد و به‌ترتیب معیارهای آب و هواشناسی، اقتصادی–اجتماعی، فنی ساخت، زمین‌ریخت‌شناسی، کشاورزی اولویت (۵ تا ۱) را به‌دست آوردند. به‌ترتیب زیرمعیارهای آب و هواشناسی (بارندگی، دبی رودخانه، تبخیر وتعرق)، اقتصادی–اجتماعی (هزینه ساخت آب‌بندان، حجم مخزن، درآمد ساخت آب‌بندان)، فنی ساخت (منابع قرضه، جاده دسترسی، عمق مخزن آب)، زمین‌ریخت‌شناسی (شیب منطقه، بافت خاک، دوری از گسل) و کشاورزی (حجم نیاز آبی گیاهان، سطح زیرکشت) اولویت‌بندی شدند. در مقایسه تمامی زیرمعیارها در نرم‌افزار اکسپرت چویس، بارندگی، دبی رودخانه، حجم نیاز آبی گیاهان، منابع قرضه، هزینه ساخت آب‌بندان، حجم مخزن، درآمد ساخت آب‌بندان، شیب منطقه، جاده دسترسی، عمق مخزن آب، بافت خاک، فاصله از گسل، سطح زیرکشت و تبخیر و تعرق رتبه‌های یک تا چهارده را کسب نموده و اولویت‌بندی شدند.



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

یافته‌های این تحقیق نشان داد که با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری و به‌کارگیری هم‌زمان روش تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان ابزاری توانمند و منعطف برای کاستن از پیچیدگی‌های موجود در شناسایی محورهای مناسب به همراه بازدیدهای میدانی نقش موثری در افزایش دقت، کاهش هزینه و تعیین مکان مناسب احداث آب‌بندان برخوردار هستند. لذا پیشنهاد می‌شود با مدیریت منابع آب سطحی، آب‌های بدون استفاده در فصول غیرزراعی جمع‌آوری و ذخیره‌سازی کرده و در زمان و دوره بارش کم و کم آبی مصرف نموده و برداشت از منابع آب زیرزمینی را کاهش داد. علاوه بر این، با رعایت الگوی کشت و پرهیز از کشت محصولات پر مصرف (شالی) مصرف آب در فصل تابستان کاهش داده شود. با احداث سازه‌ها (تغذیه مصنوعی)، جریان ورودی آب به زمین را زیاد کرده و باعث تقویت سفره‌های آب زیرزمینی شد. هم‌چنین با احداث آب‌بندان‌های بزرگ، فرصت‌های زیادی جهت ایجاد محیط گردشگری و اشتغال‌زایی (پرورش ماهی) فراهم شود و به اقتصاد روستاهای مورد هدف کمک شود.

## ملاحظات اخلاقی

**دسترسی به داده‌ها:** داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

**حمایت مالی:** این پژوهش در قالب پژوهش پایان‌نامه کارشناسی ارشد انجام شده و از دانشگاه گنبد کاووس حمایت مالی دریافت نموده است.

**مشارکت نویسندگان:** کلیه نویسندگان، بخش‌های مختلف مقاله را انجام و نگاشته‌اند.

**تضاد منافع نویسندگان:** نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

## منابع


۱. بنی‌حبیب، محمد ابراهیم، وزیری، بهمن و هاشمی، سید رضا. (۱۳۹۱). مکان‌یابی سدهای مخزنی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. *سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، ساری*. **https://civilica.com/doc/335562**

۲. چابک بلداجی، محمد، حسن‌زاده نقوتی، محمد و ابراهیمی یوسفی، زهره. (۱۳۸۹). مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) مطالعه موردی حوضه آبخیز عشق‌آباد طبس. *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، ۴(۱۳)، ۳۱-۳۲. **https://www.sid.ir/paper/134910/fa**

۳. حسینی، سید محسن. (۱۳۹۳). آب و اقتصاد کشاورزی استان گلستان. چاپ اول، *انتشارات گلستان*، ۱- ۱۵۹.

۴. حسینیان، ع. (۱۳۸۴). مهندسین مشاور موج آب فن، گزارش فنی پروژه توسعه آب‌بندان محمدآباد گرگان، ۱-۴۰.

۵. خلیلی، عبدالرضا و احمدلو، اشرف. (۱۳۹۳). بررسی وضعیت بحران آب در ایران و جهان. *دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست)، شهرکرد*. **https://civilica.com/doc/305642**

۶. خیرخواه زرکش، میرمسعود، ناصری، حمیدرضا، داوودی، محمد هادی و سلامتی، همت. (۱۳۸۷). استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی (مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه کرکس- نطنز). *منابع طبیعی پژوهش و سازندگی*، ۱(۷۹)، ۱۰۱-۹۳. **https://www.sid.ir/paper/19299/fa**

۷. رمضانی، مجید، ملک‌محمدی، بهرام و رفیعی، یوسف. (۱۳۹۱). استفاده از منطق فازی در مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی آبخوان با تلفیق روش‌های AHP و FTOPSIS. *محیط‌شناسی*، ۳۸(۳)، ۹۹-۱۰۸. **doi:10.22059/jes.2012.29152**

۸. زبردست، اسفندیار. (۱۳۸۰). کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. *هنرهای زیبا*، (۱۰)، ۱۳-۲۱. **SID. https://sid.ir/paper/5649/fa**

۹. فرجی‌سبکبار، حسن علی، حسن‌پور، سیروس، ملکیان، آرش، و کیانی آلرد، هایده. (۱۳۹۳). مقایسه کارآیی مدل‌های MCDM در مکان‌یابی پخش سیلاب در محیط GIS مطالعه موردی: حوضه آبریز گربایگان. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۱۸(۴۹)، ۱۹۰-۱۶۷. **https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_2195_18.html**

۱۰. قدسی‌پور، حسن. (۱۳۸۸). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. *انتشارات دانشگاه امیر کبیر*، چاپ پنجم، ۱-۲۳۶.

۱۱. مصدق، راضیه، احمدیان، محمد علی، جعفری، حمید، و جهانی، مهدی. (۱۳۹۶). بررسی عوامل موثر بر تحولات کشت استراتژیک در شهرستان گرگان. *آمایش و فضا*، ۷(۱۶)، ۸۲-۶۹. **https://gps.gu.ac.ir/article_60540.html**

۱۲. مفیدی خواجه، آراز محمد. (۱۳۸۹). پایش و پهنه‌بندی خشکسالی‌های اقلیمی استان گلستان با استفاده از GIS. *بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان*، ۱-۱۱۷.

۱۳. ناصری، حمیدرضا، عزیزخانی، محمدجواد، و مکنونی، سعید. (۱۳۸۸). تلفیق سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری و اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی محل‌های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی (مطالعه موردی: دشت چاه دراز- سیرجان). *زمین‌شناسی ایران*،




[ DOI: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]

۳(۱۰)، ۹۷-۱۰۵. **https://www.sid.ir/paper/129258/fa**

۱۴. واحد مرکزی خبر اقتصادی گرگان. (۱۳۹۲). گزارش مکتوب آب‌بندان‌ها حلقه نجات کشاورزی از کم‌آبی. ۱-۲.

## References

1. Adham, A., Riksen, M., Ouessar, M. and Ritsema, C. 2016. Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi–arid regions :A review. *International Soil and Water Conservation Research*. 4:108-120. doi:10.1016/j.iswcr.2016.03.001
2. Al-Adamat, R., Diabat, A., & Shatnawi, G. (2010). Combining GIS with multicriteria decision making for siting water harvesting ponds in Northern Jordan. *Journal of Arid Environments*, *74*(11), 1471-1477. doi: 10.1016/j.jaridenv.2010.07.001
3. Bani Habib, M. A., Waziri, Y. & Hashemi, S. R. (2011). Locating reservoir dams using multi-criteria decision making models. *The Third National Conference on Comprehensive Management of Water Resources*, *Sari*. https://civilica.com/doc/335562 [In Persian]
4. Chabok Baldaji, M., Hassanzadeh Naghutim, M., & Ebrahimi Yousefi, Z. (2010). Locating flood spreading area using Analysis Hierarchy Method (AHP) case study of Ashgabat Tabas watershed. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 4(13), 31-32. https://www.sid.ir/paper/134910/en [In Persian]
5. Faraji Sabokbar, H. A., Hasanpour, S., Malkian, A., & Kiani Alrod, H. (2014). The Comparison of the Efficieny of MCDM Models in site Selection of Flood Spread in GIS Environment (Case Studey: Garabaygan Catchment). *Journal of Geography and Planning*, 18(49), 167-190. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_2195_18.html [In Persian]
6. Gorgan Economic News Central Unit. (2012). The written report of the seals of the agricultural rescue ring from water shortage: 1-2. [In Persian]
7. Grum, B., Hessel, R., Kessler, A., Woldearegay, K., Yazew, E., Ritsema, C., & Geissen, V. (2016). A decision support approach for the selection and implementation of water harvesting techniques in arid and semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, *173*, 35-47. doi:10.1016/j.agwat.2016.04.018
8. Hosseini, S. M. (2013). Water and agricultural economy of Golestan province. First edition, *Golestan Publications*: 159-1. [In Persian]
9. Hosseinian, A. (2004). Moj Ab Fan Consulting Engineers, technical report of Mohammadabad dam development project, *Gorgan*: 1-40. [In Persian]
10. Kheirkhah Zarkesh, M. M., Naseri, H., Davoudi, M. E., & Health, H. (2007). The use of hierarchical analysis method in prioritizing suitable places for the construction of underground dam (case study: the northern slope of Karax-Natanz mountain), *Journal of Natural Resources Research and Construction*, 1(79), 101-93. https://www.sid.ir/paper/19299/fa [In Persian]
11. Khalili, A., & Ahmadlou, A. (2013). Investigating the situation of water crisis in Iran and the world. The Second National Conference on Water Crisis (Climate Change, Water and Environment), *Shahrekord*, https://civilica.com/doc/305642 [In Persian]
12. Krois, J., & Schulte, A. (2014). GIS-based multi-criteria evaluation to identify potential sites for soil and water conservation techniques in the Ronquillo watershed, northern Peru. *Applied Geography*, *51*, 131-142. doi: 10.1016/j.apgeog.2014.04.006
13. Mofidi Khajeh, A. M. (2010). Monitoring and Zoning of Climate Droughts in Golestan Province using GIS, Soil and Watershed Protection Research Department of Golestan Province Agriculture and Natural Resources Research Center: 117 p. [In Persian]
14. Moges, G. (2009). Identification of potential rain water harvesting areas in the Central Rift Valley of Ethiopia using a GIS based approach. *Wageningen University*. *Netherlands*.
15. Mosaddegh, R., Ahmadian, M. A., Jafari, H., & Jahani, M. (2018). To study effective factors on the development of strategic cultivation in Gorgan county. *Geographical Planning of Space*, 7(26), 69-82. https://gps.gu.ac.ir/article_60540.html [In Persian]
16. Naseri, H. R., Aziz Khani, M. J., & Maknoni, S. (2009). Integration of multi-criteria decision making systems and geographic information in locating suitable places for flood spreading for artificial feeding (Case study: Chah Daraz plain-Sirjan), Iranian Geology Quarterly, 3(10), 105-97. https://www.sid.ir/paper/129258/fa [In Persian]
17. Qodsipour, S. H. (2009). Analytical Hierarchy Process, *Amir Kabir University Publications*, Fifth edition: 1-236. [In Persian]
18. Ramezani Mehrian, M., Malekmohammadi, B., & Rariee, Y. (2012). Application of fuzzy logic in site selection of artificial groundwater recharge using integrated method of AHP and FTOPSIS. *Journal of Environmental Studies*, 38(3), 99-108. doi: 10.22059/jes.2012.29152 [In Persian]
19. Saari, D. G., Merlin, .R. (1994). The Copeland method I: Relationships and the dictionary.
20. Zabal, A. (2001). Application of hierarchical analysis process in urban and regional planning. *Fine Arts*, (10), 13-21. https://sid.ir/paper/5649/fa [In Persian]



[ DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.1.7.0 ]