The Relevance of the River Pattern and its Effect on the Groundwater Parameters (Case study: the plains of the southern Hillside of Alborz center)

Ali Rajabi Eslami [a], Manijeh Ghahroudi Tali [b*], Alireza Salehipour Milani [c]
[a] *PhD student in Geomorphology, Physical Geography Department, Earth Sciences Faculty, Tehran Shahid Beheshti University*
[b] *Professor of Geomorphology, Physical Geography Department, Earth Sciences Faculty, Tehran, Shahid Beheshti University*
[c] *Assistant Professor of Geomorphology, Physical Geography Department, Earth Sciences Faculty, Tehran, Shahid Beheshti University*

Research Full Paper
Article History (Received: 2023/12/26 Accepted: 2024/07/30)

Extended abstract

1- Introduction

Landforms show different patterns over time and in different spatial scales and climates, knowing the temporal and spatial patterns of landforms in each region can provide the possibility of predicting and detecting the potential of Groundwater in a similar spatial situation. Due to Iran being among the dry and semi-arid countries of the world and the existence of inherent limitations of Groundwater water resources, proper location for exploring and maintaining the sustainable potential of Groundwater is of particular importance. The importance of these resources in the southern plains of Alborz is twofold due to the population density and location in a dry and semi-arid climate, which requires the exploration of Groundwater. A complete understanding of the system, forecasting the current and future conditions, as well as presenting the environmental indicators considered by geomorphologists by providing geostatistical methods, in addition to saving money and time, can determine the places where there is a higher probability of having desirable aquifers. Rivers represent to a great extent the geomorphic nature of any region. The appearance patterns of the river can be classified into four main groups, which are straight channels, sinuous meandering and severe meandering. The channel pattern is derived from a set of characteristics that can create a direct relationship with the state of Groundwater infiltration and, as a result, changes in the level of water stagnation. Factors such as changes in river flow, sediment conditions, land surface slope, river strength, vegetation cover, etc. cause changes in the pattern of the river along its path. These factors are considered to be the most important factors of Groundwater penetration in the plain and downstream areas of the mountain fault line (Kennik line). Therefore, it can be concluded that with the change in the river pattern, the status of the groundwater level should also change. In the field of investigating the real or actual potential of Groundwater, there have been scattered studies that based on the environmental changes during a certain period, it is possible to find out the probability of the existence of Groundwater in that area. The purpose of the current research is to find the potential of Groundwater resources according to the changes of river platforms in the western plains of Tehran, Alborz and Qazvin. In this present research, after identifying and mapping the river channels in the western and southern plains of Tehran, Alborz and Qazvin provinces, the sinuosity characteristics of each of the rivers were determined and the studied area was divided into 67 intervals according to the river patterns and calculated independently. Also, this article has tried to determine the influence of river parameters on the changes of Groundwater parameters by identifying the border of river pattern changes and its relationship with the clustering of Groundwater parameters according to statistical classification

2- Methodology

In order to evaluate the role of river platforms on water table changes, information on well discharge rate, electrical conductivity and water table depth of 23559 observation wells from Iran Water Resources Organization was prepared. Also, the morphometric characteristics of the rivers and the resulting patterns were identified and

* **Corresponding Author:** m-ghahroudi@sbu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

their relationship with the average, maximum and minimum depth of the water table, discharge and electrical conductivity were calculated. 26 rivers were used as the main rivers of the western regions of Tehran, Karaj and Qazvin provinces. Then, each river was divided into two or more parts by means of morphometric changes along the river course and according to the separated sinuosity. According to the pattern of rivers, the studied area was divided into 67 intervals and drawn. Arc Gis 10.5 software was used for digitization and data processing. The sinuosity coefficient of each river was calculated in terms of the ratio of the length of the main course of the river to the length of the valley or the linear length of the river. By determining the river's sinuosity coefficient (Figure 2), each river was divided into four straight, sinusoidal, meandering, and severe meandering patterns according to the average of the determined coefficient. Using SPSS version 23 software, hierarchical cluster analysis (HCA) was used to classify the characteristics of groundwater in 26 rivers and its tree diagram was drawn. Considering the non-parametric nature of the data of each cluster, the significant difference of the parameters was determined by the one-way variance and Kruskal-Wallis tests. Also, in order to determine the effect of river parameters on changes in the depth of Groundwater in each model, hierarchical cluster classification was done and its significance level according to the number of variables and parametric or non-parametric data using one-way variance, independent t, Kruskal-Wallis and Man- Whitney and Pearson correlation test were calculated. The coefficient of explanation and the graph of changes in Groundwater parameters were also estimated by Excel software.

3- Results

The results showed that all three groundwater parameters have a strong correlation and a significant difference of 95% in straight, sinusoidal and Pichanrodi patterns. Also, the river sections that have a sinusoidal pattern with a sinuosity coefficient of 1.14 and an average flow rate of 12.6 liters per second have the highest amount of water flow compared to the other two patterns. The relationship between the sinuosity coefficient of the river and the amount of electrical conductivity and the depth of the sedimentation surface is linear and non-random, and moving from the straight pattern to the winding pattern, the amount of electrical conductivity and the depth of the sedimentation surface increases

4- Discussion & Conclusions

The results showed that each of the rivers, in addition to having an independent pattern, also had pattern changes along its course, which can be identified and separated. In addition, the areas under the influence of rivers can be separated into two classes or clusters in terms of the status of Groundwater parameters. In fact, the significant difference in the sinuosity coefficient of rivers in areas that have significant differences in terms of Groundwater changes can indicate the influence of both parameters on changes in environmental conditions such as the morphogenic state, topography, hydrology, lithology and morphology of the region. Therefore, the changes in the sinuosity coefficient can be considered as evidence of the changes in the Groundwater, and the results of the verification show the influence of the platform of each river section on the changes in the Groundwater. Also, the degree of correlation and significance of the twisting coefficient of the river with the changes in flow parameters, depth of water table and electrical conductivity also shows that all three Groundwater parameters have a strong correlation and a significant difference of 95% in straight, sinusoidal and meandering river patterns. In general, the results of this research showed that due to the great relationship between patterns or river platforms on Groundwater, this index can be used in large and small intervals to evaluate the quantitative and qualitative changes of Groundwater and it can be used for Other similar areas also extended. Also, the results of this study show that river geomorphic studies before carrying out implementation plans can be the basis for reducing the error in determining the appropriate place to feed the aquifer or dig an Groundwater well.

Key Words: river pattern, Groundwater; Sinuosity coefficient, plains of the southern Hillside of Alborz center

Cite this article: Rajabi Eslami, A., Ghahroudi Tali, M., & Salehipour Milani, A. (2024). The Relevance of the River Pattern and its Effect on the Groundwater Parameters (Case study: the plains of the southern Hillside of Alborz center). *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2024; 14 (3) :1-27*. http//doi.org/

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

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

ارتباط الگوی رودخانه‌ای و تأثیر آن بر پارامترهای آب زیرزمینی

(منطقه مطالعاتی: دشت های دامنه های جنوبی البرزمرکزی)

علی رجبی اسلامی: *دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.*
منیژه قهرودی تالی *: *استاد ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی*
علیرضا صالحی پور میلانی: *استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۹)
DOI: http//doi.org/

چکیده

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از عوامل شکل زا همواره نقش برجسته‌ای در مطالعات ژئومورفولوژی داشته‌اند و تا حدود بسیار زیادی ماهیت ژئومورفیک هر منطقه را نشان می‌دهند. ازآنجایی‌که الگوی کلنال رودخلنه برگرفته از مجموعه خصوصیاتی رسوب‌شناسی و مورفومتری رودخانه است، می‌تواند تأثیر زیادی در شناسایی مناطق نفوذپذیر جهت تغذیه آب‌های زیرزمینی داشته باشد. در این پژوهش سعی شده تا نقش الگوهای رودخانه‌ای را بر پارامترهای آب زیرزمینی دشت‌های غربی تهران، کرج و قزوین در دامنه های جنوبی البرز مرکزی بررسی کرده و نتایج آن را به‌عنوان راهبردی جدید در راستای شناسایی پتانسیل آب‌های زیرزمینی در اختیار برنامه ریزان سرزمین قرارداد. نوع روش استفاده‌شده در این پژوهش به‌صورت توصیفی-همبستگی و توصیفی-مقایسه ای است. بر این اساس۲۶رودخانه در منطقه موردمطالعه انتخاب و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و سنتینل ۲ کانال رودخانه‌های منطقه موردمطالعه استخراج گردید. سپس در نرم‌افزار ArcGis 10.8 مقاطع رودخانه‌ها تفکیک و ضریب سینوسیته هر رودخانه محاسبه شد و رودخانه‌ها به سه الگوی مستقیم، سینوسی، پیچان‌رودی طبقه‌بندی گردید. همچنین نقشه‌های پهنه‌بندی با استفاده از داده‌های عمق سطح ایستابی، دبی چاه و میزان هدایت الکتریکی در ۵۸۷ حلقه چاه آب شرکت مدیریت منابع آب کشور ترسیم گردید. در ادامه با استفاده از روش‌های آماری ارتباط الگوی رودخانه‌ای و ضریب سینوسیته رودخانه‌ها با پارامترهای عمق سطح ایستابی، دبی چاه و میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر سه پارامتر آب زیرزمینی دارای همبستگی قوی و اختلاف معنادار ۹۵٪ با الگوهای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی دارد. همچنین پهنه‌های رودخانه‌ای که دارای الگوی سینوسی هستند بیشترین میزان آبدهی را نسبت به دو الگوی دیگر دارد. رابطه ضریب سینوسیته رودخانه با میزان هدایت الکتریکی و عمق سطح ایستابی به‌صورت خطی و غیر تصادفی بوده و با حرکت از الگوی مستقیم به سمت الگوی پیچان‌رودی میزان هدایت الکتریکی و عمق سطح ایستابی افزایش پیدا می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با بهره‌گیری از الگوهای رودخانه‌ای می‌توان مرز تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی را مشخص نمود و میانگین عددی آن را به‌عنوان الگویی در ارزیابی تغییرات ویژگی‌های هیدرولوژیکی آب‌های زیرزمینی در منطقه موردمطالعه و سایر مناطق مشابه مورداستفاده قرارداد.

واژگان کلیدی: الگوی رودخانه‌ای، آب زیرزمینی؛ ضریب سینوسیته، دشت‌های دامنه جنوبی البرز مرکزی

* نویسندهٔ مسئول: m-ghahroudi@sbu.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

۱ـ مقدمه

ازنظر کاربردی تعیین قواعد و قوانین به‌دست‌آمده در تبیین پدیده‌ها، عاملی در جهت شناخت و پیش‌بینی رفتار آن پدیده است(Wilcock and Iverson., 2003). در پژوهش‌های ژئومورفیک پیش از انتخاب نوع آنالیز و روش کار در پدیده‌ها، نیاز به تبیین فرم‌ها و لند فرم‌ها برحسب هدف تحقیق است(Adeli et al.,2021). این امر سبب می‌شود تا برحسب یک نگاه علمی ساختارمند، پدیده‌ها و فضای پیرامون آن‌ها موردبررسی قرار گیرد(Khoshraftar., 2021). مباحثی که در تبیین ژئومورفیک از آن‌ها صحبت می‌شود می‌تواند بخش وسیعی از لند فرم‌ها و فرایندهای ایجادکننده پدیده‌های ژئومورفیک باشد(Hengl and Reuter., 2009). لند فرم‌ها در طول زمان و در مقیاس‌های مکانی و اقلیم‌های مختلف، الگوهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند که شناخت الگوهای زمانی و مکانی لند فرم‌ها در هر منطقه می‌تواند امکان پیش‌بینی و تشخیص پتانسیل آب زیرزمینی را در وضعیت فضایی مشابه فراهم نماید(Berwon.,1995). با توجه به قرارگیری ایران در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان و وجود محدودیت‌های ذاتی منابع آب همچون نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارش‌ها (Kardavani., 2013) و همچنین آلودگی منابع آب سطحی، مکان‌یابی مناسب جهت اکتشاف و حفظ پتانسیل پایدار آب‌های زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(Nosrati.,2019). اهمیت این منابع در دشت‌های جنوبی البرز به دلیل تراکم جمعت و قرارگیری در اقلیم خشک و نیمه‌خشک دوچندان است که نیازمند اکتشاف آب زیرزمینی می‌باشد. دشتهای غربی تهران، البرز و قزوین که در دامنه های جنوبی البرزمرکزی قرار گرفته به دلیل گسترش روزافزون جمعیت، عدم مدیریت آبخیزداری مناسب، عدم پهنه‌بندی و پتانسیل‌یابی مناسب منابع آب زیرزمینی بر مبنای آمایش سرزمین در دهه‌های اخیر همواره با بحران شدید منابع آب زیرزمینی روبرو بوده است. لذا شناسایی میزان پتانسیل قابل بهره‌برداری و مدیریت این منابع از اولویت‌های مهندسان و نهادهای اجرایی ذی‌ربط است. به‌طورکلی اکتشاف منابع آب زیرزمینی نیازمند شناخت مناطق مستعد بوده که به سه روش ژئوفیزیک، زمین‌آمار، گمانه‌زنی صورت می‌گیرد (KhaliliNaftchali., 2016). هرچند این تکنیک‌ها ممکن است برآورد دقیقی از آبخوان‌ها به دست دهد، اما اکثر این روش‌ها زمان‌بر، دارای پوشش مکانی محدود، هزینه‌بر و نیازمند عملیات صحرایی در منطقه است (Sadaqat., 2013). به‌طورکلی شناخت کامل سیستم و پیش‌بینی شرایط و همچنین ارائه شاخص‌های محیطی موردتوجه ژئومورفولوژیست ها به‌وسیله تکنیک های زمین‌آمار علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه و زمان می‌تولند محل‌هایی را که احتمال وجود آبخوان‌های مطلوب بیشتر است مشخص نماید(Asghari Moghadam., 2009).به عقیده Verstappen (1998) مهم‌ترین نقش ژئومورفولوژی در ارزیابی منابع آب زیرزمینی تقسیم یک ناحیه به واحدهای هیدرومورفولوژیک است. یکی از پارامترهای تأثیرگذار در تقسیم‌بندی واحدهای هیدرومورفولوژیک و تغذیه آب‌های زیرزمینی، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی سطح زمین به‌خصوص ژئومورفولوژی رودخانه‌ها است. رودخانه‌ها تا حدود بسیار زیادی به‌وسیله الگوی کانال ماهیت ژئومورفیک هر منطقه را نشان می‌دهد (Charlton., 2007). در حقیقت اصطلاح الگوی رود شکل پلانیمتری(دوبعدی) رودها را تشریح می‌کند. مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در الگوی کانال عبارت‌اند از: دبی، شیب، قدرت، جریان، تدارک رسوب، پوشش گیاهی، ترکیب رسوبات کرانه و اندازه رسوبات(بدین معنی که بازه رودخانه به‌عنوان یک سیستمی با بار مخلوط و بار بستری عمل می‌کند تا یک سیستم با بار معلق). به‌طورکلی کانال رودهای آبرفتی می‌توانند انواع مختلفی از الگوها را داشته

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

باشند که شامل الگوی مستقیم، پیچان‌رودی، شریانی، آناستوموسینگ[1] و آنابرنچینگ[2] است. رودهای دارای الگوی مستقیم تا سینوسی که در این پژوهش به آن پرداخته‌شده است جزء رودخانه‌های تک مجرایی بوده و تنها یک مسیر جریان دارد با توجه به موارد بیان‌شده و برحسب ضریب سینوسیته الگوهای ظاهری رودخانه‌های تک مجرایی را می‌توان به چهار گروه اصلی طبقه‌بندی نمود که عبارت‌اند از کانال‌های مستقیم، سینوسی پیچان‌رودی(مئاندری) و پیچان‌رودی شدید .الگوی کانال برگرفته از مجموعه خصوصیاتی است که می‌تواند رابطه مستقیمی با وضعیت نفوذ آب زیرزمینی و به طبع آن تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی ایجاد کند. عواملی نظیر تغییر در دبی رودخانه وضعیت رسوب، شیب سطح زمین، قدرت رودخانه، پوشش گیاهی و... از جمله عوامل موثری است که سبب تغییر فاکتورهای نفوذ آب زیرزمین در مناطق دشتی می‌شود که این عوامل همانطور که بیان شد از مهم‌ترین عوامل موثر در تغییر الگوی رودخانه در امتداد مسیر آن نیز محسوب می‌شود(Hosseinzadeh and Esmaili.,2014) بنابراین می‌شود این‌گونه استنباط کرد که با تغییر در الگوی رودخانه وضعیت سطح ایستابی آب زیرزمینی نیز باید تغییر یابد. درزمینهٔ بررسی پتانسیل واقعی یا بالفعل آب زیرزمینی مطالعات پراکنده‌ای صورت گرفته است که بر اساس تغییرات محیطی در طی یک بازه مشخص می‌توان به‌احتمال وجود آب زیرزمینی در آن منطقه پی برد. در سال‌های اخیر نقش شاخص‌های ژئومورفیک در اکتشاف و مدیریت منابع آب زیرزمینی به‌عنوان یک روش بهینه و کارآمد موردتوجه بسیاری از محققین داخلی و خارجی قرارگرفته است. Zongjun و همکاران(2022) به وسیله روش شبیه سازی آزمایشگاهی به بررسی رابطه بین آب رودخانه و سفره های آب زیرزمینی در محیط‌های مختلف آبخوان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ضخامت ناحیه اشباع معکوس در محدوده اتصال رودخانه تا آبخوان مهمترین عامل در تغذیه آبخوان بوده و این ضخامت بستگی به وضعیت تخلخل بستر روخانه نظیر اندازه ذرات، گردی و دسته بندی ماسه دارد. Ebrahimi و همکاران(2018)ارتباط میان تغییرات سطح ایستابی آب زیرزمینی و جریان هیدرولیکی رودخانه زاینده رود را بر حسب اطلاعات ایستگاه های آب سنجی و نقشه های ایزوپتانسیل، هم عمق و افت تجمعی آبخوان مورد بررسی قرار گرفت. همچنین بر اساس آزمون های آماری ناپارامتریک و آزمون همبستگی ارتباط تغییران آب زیرزمینی با آبدهی رودخانه سنجیده شد که نتایج نشان داد که همبستگی بسیار قوی میان افت سطح ایستابی آب زیرزمینی با روند کاهشی آبدهی رودخانه و آب توزیع در منطقه دارد. Verma و Patel (2021) با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[3] پهنه‌های بالقوه آب زیرزمینی در حوضه رودخانه ریهند را ترسیم نمودند. نتایج نشان داد که در محدوده دشت سیلابی این رودخانه عواملی نظیر نوع خاک، تراکم زهکشی، شیب و ژئومورفولوژی بیشترین تاثیر را بر آبدهی بالای چاه های این منطقه داشته است.همچنین در پژوهشی مشابه Gahroudi Tali و همکاران(2023) به این نتیجه رسیدند که دشت‌های سیلابی مرتفع نسبت به سایر دشت های سیلابی در مقابل تغییرات افت آب زیرزمینی آسیب‌پذیرترند. بنابر این در تحقیق حاضر پس از شناسایی و ترسیم کانال رودها، خصوصیات سینوسیته هر یک از رودخانه‌ها تعیین و منطقه موردمطالعه با توجه به الگوهای رودخانه‌ای به ۶۷ بازه تقسیم‌بندی و به‌صورت مستقل محاسبه گردید. همچنین در این مقاله سعی شده است با شناسایی مرز تغییرات

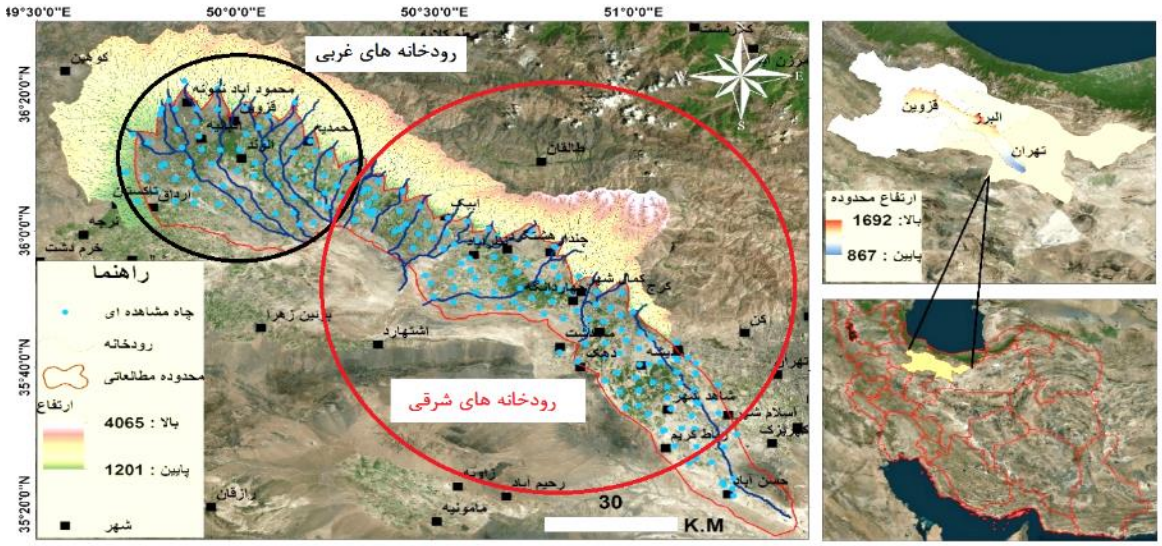
[1] Anastomosing
[2] Anabranch
[3] AHP

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

الگوی رودخانه‌ها و ارتباط آن با خوشـــه‌بندی پارامترهای آب زیرزمینی برحســـب طبقه‌بندی آماری، تأثیر پارامترهای رودخانه‌ای بر تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی تعیین گردد.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی شـــامل نواحی دشـــتی حوضـــه‌های آبریز رودخانه کرج و دشـــت‌های جنوبی اســـتان البرز و قزوین است(شکل۱). این منطقه با قرارگیری در محدوده جغرافیایی ۳۰. ºº۵۰ تا ´ ۲۰ ºº۵۱ طول شرقی و ´ ۲۰. ºº۳۵ تا ´ ۳۰ ºº۳۶ عرض شـــمالی و با وســـعت ۷۴۵۰ کیلومترمربع از نظر تقســـیم بندی وزارت نیرو جز حوضـــه آبریز دریاچه نمک محسـوب می شـود(معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی نهاد ریاسـت جمهوری، ۱۳۹۱) برحسـب اطلاعات بارش و دما سـال های ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۰ در ۴ ایسـتگاه سـینوپتیک اسـتان های تهران، قزوین، کرج و هشـتگرد و با توجه به مدل اقلیم نمای آمبرژه ، مشـــخص گردید که نوع اقلیم منطقه مطالعاتی در محدوده مناطق اقلیم خشـــک قرار دارد (Iran Meteorological Organization,2021-2010). این مناطق ازنظر حاکمیت فرایندهای ژئومورفیک، تحت تأثیر ویژگی‌های زمین‌شناختی البرز جنوبی است و تمام منطقه با حجم عظیمی از رسوبات آبرفت پوشیده شده است که مربوط به دوره های مرطوب کواترنری اسـت. شـیب کلی منطقه مورد مطالعه از سـمت شـمال به جنوب می باشـد و از نظر دانه بندی سطحی، اندازه دانه ها در پایکوه ها و مقاطع نزدیک به آن ها عموما درشت و به سمت حوضه انتهایی به تدریج ریزتر می گردد (Alaei Taleghani., 2008). لند فرم‌های غالب مناطق غربی اســـتان تهران مخروط افکنه ها، آبرفت‌ها و دشـت‌های سـیلابی اسـت که تحت تأثیر فرایندهای دائمی و فصـلی رودخانه‌ای قرار دارند(Khamisabadi.,2012). اکثر رودخانه‌های محدوده مطالعاتی به‌صورت فصلی بوده و از مهم‌ترین رودخانه‌های موجود در این منطقه می‌توان به رودهای کرج، قزوین، کردان، زیاران، رودخانه هشـتگرد و ... اشـاره نمود. مناطق شـرقی منطقه موردمطالعه تحت تأثیر رودخانه کرج بوده اما رودخانه‌های دشت قزوین، دارای حوضـه‌های آبریز نسـبتاً کوچکی هسـتند که در شـمال، غرب و جنوب دشت قزوین جریان دارند و هرکدام به‌صورت جداگانه پس از طی مسافتی وارد دشت قزوین می‌شوند. این رودخانه‌ها دارای جریان‌های دائمی و فصلی می‌باشند(Regional Water Company of Qazvin., 2014).



شکل ۱: موقعیت رودخانه‌ها و محدوده مطالعاتی در دشت های دامنه های جنوبی البرزمرکزی(دشت غربی تهران، کرج و قزوین)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

رودخانه‌های موجود در غرب محدوده مطالعاتی(رودخانه‌های چهررود تا کبیر) در انتهای دشت به دلیل دشت‌های انتهایی و پست دشت قزوین و کرج تشکیل پلایا داده و درنهایت به رودخانه شور می‌پیوندد و رودخانه کرج، چهاردانگه و کهریز در شرق منطقه نیز در انتها به دریاچه نمک می‌ریزد. با توجه به این که در محدوده حوضه آبریز رو دخانه کرج ، مناطق مسکونی و صنعتی بسیاری وجود دارد، پایین بودن میزان بارش مفید و افت سطح آب زیرزمینی در سال‌های اخیر سبب مشکلات متعددی گردیده که نیازمند مدیریت و پتانسیل‌یابی مناسب آب زیرزمینی در این نواحی می‌باشد(Rajabi Eslami., 2018). به طور کلی ۸۰ درصد آب شرب محدوده مطالعاتی از طریق منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود.

۳ـ مواد و روش

۳ـ۱ـ داده‌ها و مراحل اجرای پژوهش

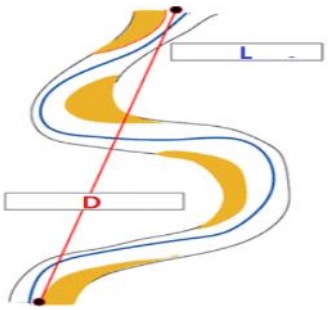
با توجه به این که هدف اصلی این پژوهش ارتباط شاخص های رودخانه ای با پارامترهای آب زیرزمینی و تعیین شناسایی پتانسیل مناسب این منابع می باشد، روش استفاده شده در این تحقیق نیز بر حسب هدف از نوع کاربردی می باشد. همچنین بر مبنای نحوه جمع آوری اطلاعات، نوع روش تعیین شده در این مقاله به صورت توصیفی و غیر آزمایشگاهی می باشد. با توجه به این که روش های توصیفی از انواع مختلفی برخوردار است و در این پژوهش نیز رابطه میان مغییر ها به صورت مقایسه ای و بر حسب هدف پژوهش تحلیل شده است، لذا نوع روش اسفاده شده به صورت توصیفی همبستگی[1] و توصیفی مقایسه ای(پس رویدادی)[2] است. به منظور تهیه اطلاعات موردنیاز در ارزیابی نقش الگوهای رودخانه‌ای بر تغییرات سطح ایستابی آب‌های دشت های دامنه های جنوبی البرزمرکزی، آمار و اطلاعات میزان دبی قابل برداشت از چاه، هدایت الکتریکی و عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی۵۸۷ حلقه چاه مشاهده‌ای از شرکت منابع آب ایران بر اساس آخرین دوره آمار برداری سراسری چاه های آب ایران(دور دوم) از سال۱۳۸۷تا ۱۳۹۷ تهیه گردید. در مرحله بعد ویژگی‌های مورفومتری رودخانه‌ها و الگوها حاصل از آن نیز شناسایی و ارتباط آن با میانگین، بیشینه و کمینه عمق سطح ایستابی، دبی و هدایت الکتریکی محاسبه شد. به‌منظور ترسیم کانال رودها از تصاویر ماهواره‌ای لند ست ۸ و سنتینل ۲ استفاده شد. ۲۶رودخانه به‌عنوان رودخانه‌های اصلی نواحی غربی استان تهران، کرج و قزوین مورداستفاده قرار گرفت. سپس به‌وسیله تغییرات مورفومتری در طول مسیر رودخانه و با توجه به سینوسیته تفکیک شده، هر رودخانه به دو یا چند بخش تقسیم گردید. با توجه به الگوی رودخانه‌ها، منطقه موردمطالعه به ۷۷ بازه تفکیک و ترسیم گردید. برای رقومی ساز و پردازش داده‌ها از نرم‌افزار Arc GIS 10.5 استفاده شد. ضریب سینوسیته هر رودخانه برحسب نسبت طول مسیر اصلی رودخانه بر طول دره یا طول خطی رودخانه محاسبه شد.

رابطه ۱:

$$\frac{L}{d} = S$$

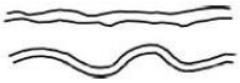
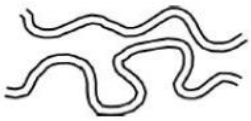
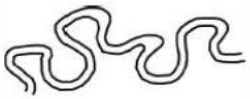
[1] Correlational Research
[2] Ex-Post Facto

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]



شکل۲: نسبت طول رودخانه به طول خطی رودخانه (Nimnate et al., 2017).

جدول ۱: تقسیم‌بندی رودخانه‌ها بر اساس ضریب پیچشی یا سینوسیته (Ministry of Energy of Iran, 2007: 88).

ضریب پیچشی	۱ – ۱/۰۵	۱/۰۶ – ۱/۲۵	۱/۲۵ – ۲	> ۲
شمای رودخانه				
نوع رودخانه	مستقیم	سینوسی	پیچانرودی	پیچانرودی شدید

با تعیین ضریب سینوسیته یا پیچش رودخانه (شکل ۲)، هر رودخانه برحسب میانگین ضریب تعیین‌شده به چهار الگوی مستقیم، سینوسی، پیچان‌رودی و پیچان‌رودی شدید تقسیم شد (جدول، ۱). الگوی مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی الگوهای غالب در منطقه بوده است و الگوی پیچان‌رودی شدید در این مناطق مشاهده نمی شود. همچنین طول مسیر رودخانه‌ها، مساحت و ارتفاع هر بازه از رودخانه به‌صورت مستقل به‌عنوان یک پارامتر اثرگذار در تحلیل‌ها مورداستفاده قرار گرفت و به‌وسیله تصاویر مدل ارتفاعیALOS PALSAR میانگین ارتفاعی پهنه‌های موردمطالعه محاسبه گردید. در پژوهش حاضر پس از تعیین ضریب سینوسیته رودخانه‌ها، نقشه‌های هم ارزش داده‌های دبی، سطح ایستابی و هدایت الکتریکی تهیه و برای هر یک از پهنه‌های مطالعاتی رودخانه‌ای ترسیم گردید. سپس به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ جهت طبقه‌بندی ویژگی های آب های زیر زمینی در ۲۶رودخانه از تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی[1] استفاده و نمودار درختی آن ترسیم گردید. تحلیل خوشه‌ای از روش‌های کارآمد جهت تخمین شباهت بین عناصر در یک گروه است. با استفاده از خوشه‌بندی مناسب امکان جست‌وجوی ساده‌تر و دسترسی دقیق‌تری برای استفاده از اطلاعات امکان‌پذیر است(Parvez and Bonyadi, 2018). در تحلیل خوشه‌ای مشاهدات هر خوشه بیشترین شباهت و مشاهدات خوشه‌های مختلف کمترین شباهت رادارند. درروش یادشده گروه‌بندی مشاهدات بر اساس فاصله بین آن‌ها انجام می‌شود. معادله ۲ نحوه محاسبه فاصله اقلیدسی در خوشه‌بندی سلسه‌مراتبی را نشان می‌دهد.

رابطه ۲:

$$(x.y) = \sqrt{\sum_{\Sigma=1}^{n} (xi - yi)^2}$$

با توجه‌به‌ناپارامتریک بودن داده‌های هر خوشه‌به‌وسیله آزمون معناداری من-ویتنی میزان اختلاف معنادارپارامترها

[1] HCA

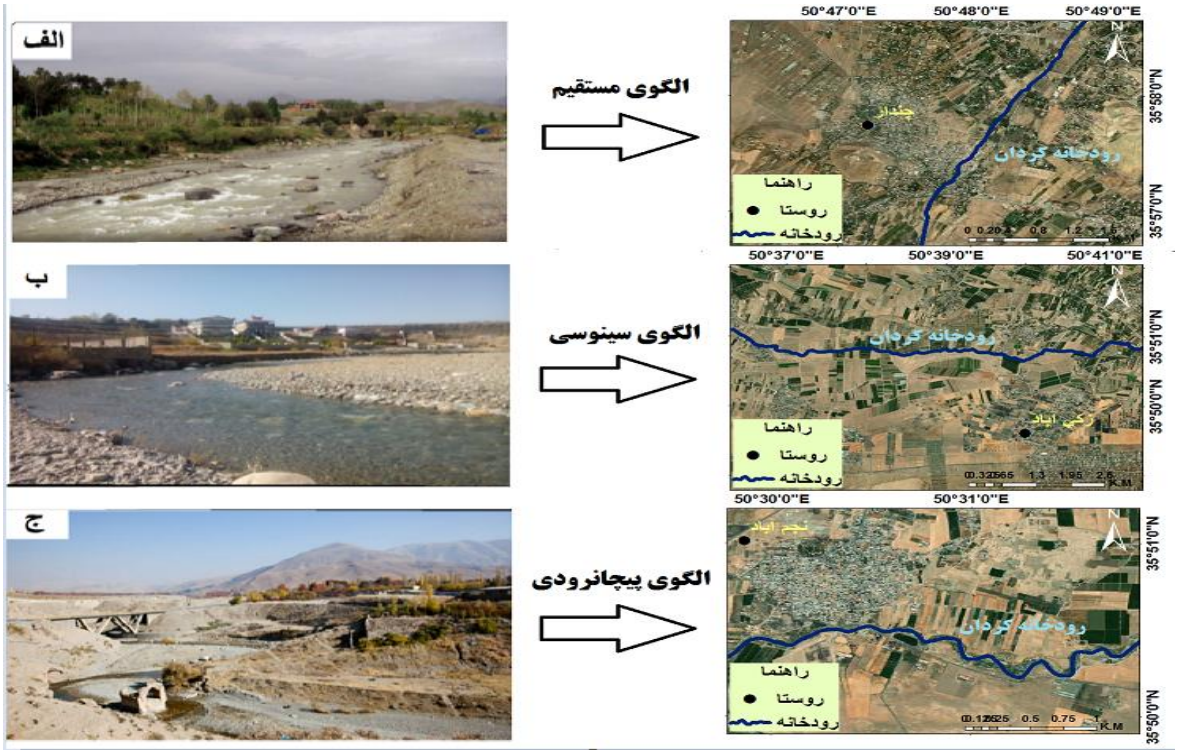
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

به‌وسیله آزمون‌های واریانس یک‌طرفه و کروسکال والیس مشخص گردید. همچنین به دلیل تعیین میزان اثرگذاری پارامترهای رودخانه‌ای بر تغییرات عمق آب زیرزمینی در هر الگو نیز طبقه‌بندی خوشه‌ای سلسه‌مراتبی انجام شد و میزان معناداری آن برحسب تعداد متغیرها و پارامتریک یا نا پارامتریک بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون‌های واریانس یک‌طرفه، تی مستقل، کروسکال-والیس و من-ویتنی و همچنین آزمون همبستگی پیرسون محاسبه شد. ضریب تبیین و نمودار روند تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی نیز به‌وسیله نرم‌افزار اکسل برآورد گردید.

۴-یافته‌ها

۴-۱- الگوی های رودخانه‌ای

در محدوده مطالعاتی تعداد ۲۶ رودخانه اصلی قرارگرفته است که هر یک از رودها بر اساس خصوصیات سینوسیته خود دارای الگوهای رودخانه‌ای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی است. لازم به توضیح است که الگوی پیچان‌رودی شدید جزئی از الگوهای رودخلنه‌ای در مناطق مرطوب محسوب می‌شود لما در مناطق خشک و نیمه‌خشک این الگو قابل‌مشاهده نیست



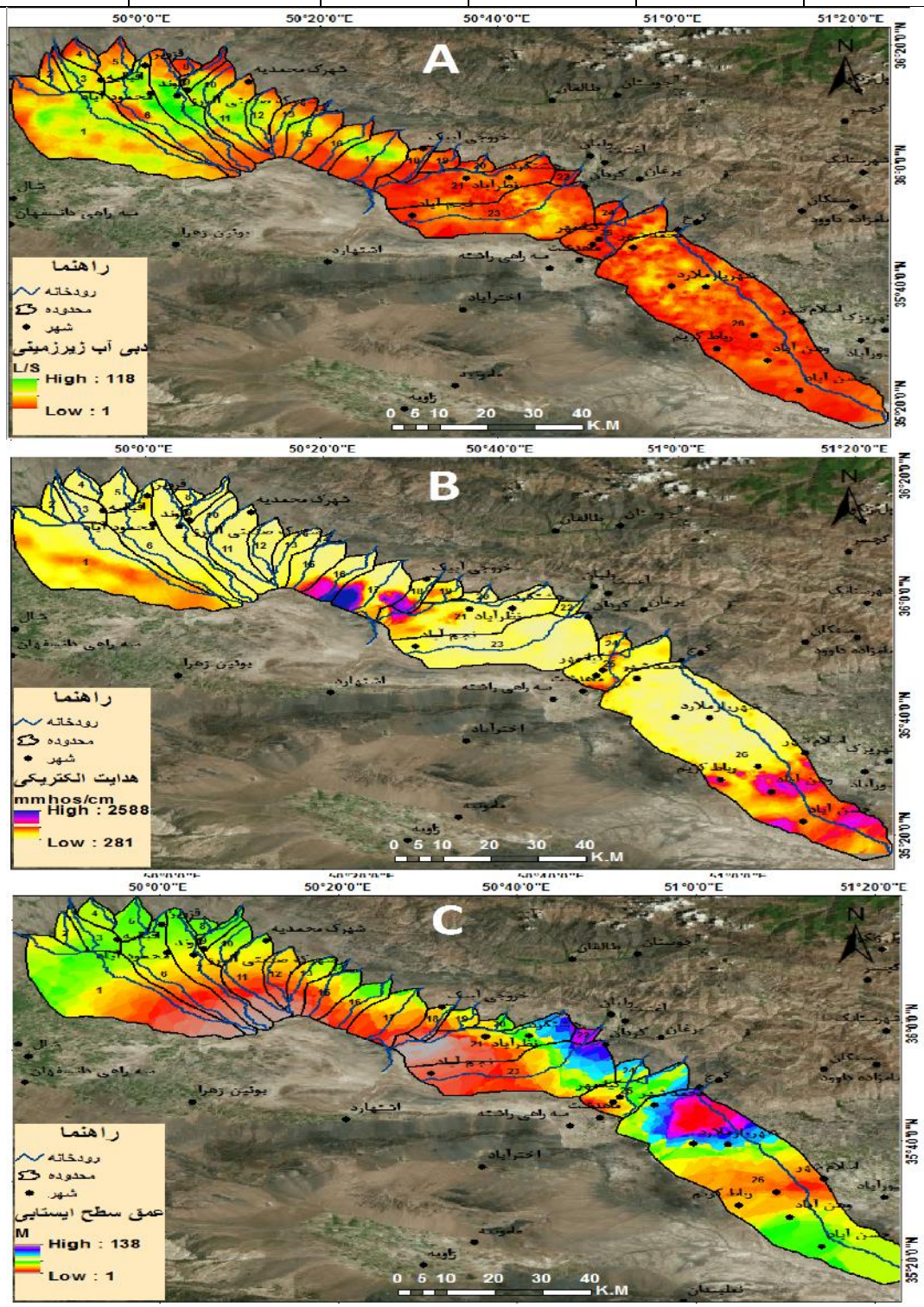
شکل۳: تغییر الگوی در امتداد رودخانه کردان (الف): الگوی مستقیم (ب): الگوی سینوسی (ج): الگوی پیچان‌رودی

. در برخی از رودخانه تنها دو یا یک الگو رودخانه مشاهده می‌شود. همچنین لازم است یادآوری شود که امکان دارد با توجه به الگوی رودخانه در یک مخروط به ترتیب الگوی سینوسی، مستقیم و مجدداً سینوسی مشاهده شود و ازاین‌رو با توجه به تغییرات مورفولوژی رودخانه، این مخروط افکنه به سه بازه تقسیم‌بندی شده است. رودخانه‌هایی که بیش از ۳بازه دارند عموماً رودخلنه‌هایی‌با وسعت زیاد بوده و الگوی رودخلنه‌ای تکامل‌یافته‌تری نسبت‌به سایر رودخانه‌ها دارد. درمجموع بر اساس تغییرات ظاهری در میزان ضریب سینوسیته، رودخانه‌ها به ۶۷ پهنه تقسیم‌بندی شد، که از این تعداد ۹ پهنه در محدوده رودخلنه‌های مستقیم قرار داشته و به ترتیب ۴۹ و ۹ پهنه دیگر در محدوده رودخانه‌های سینوسی، پیچان‌رودی قرارگرفته‌اند(جدول،۲)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۲: وضعیت الگوی رودخانه‌ای

الگو	تعداد بازه	درصد	طول- کیلومتر	مساحت- کیلومتر مربع	ارتفاع- متر
مستقیم	۹	۱۳/۴	۴/۹	۱۹/۷	۱۲۸۹
سینوسی	۴۹	۷۳/۲	۹/۷	۶۳/۲	۱۲۶۹
پیچان‌رودی	۹	۱۳/۴	۱۵/۷	۷۴	۱۱۷۲



شکل۴: پهنه بندی وضعیت پارامترهای آب زیرزمینی در محدوده

(A: دبی قابل برداشت، B: هدایت لکتریکی، C: عمق سطح ایستابی)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۳:خصوصیات رودخانه‌ها و پارامترهای کمی و کیفی برحسب الگوی رودخانه‌ای غرب محدوده مطالعاتی تهران

خصوصیات پهنه رودخانه‌ای									میانگین پارامترهای کمی و کیفی					
شماره رود	نام رود	کد بازه	ضریب سینوسیته	طول کل (Km)	الگوی رودخانه	مساحت (km2)	ارتفاع (m)	عمق سطح ایستابی(M)	بیشینه سطح ایستابی(M)	کمینه سطح ایستابی(M)	دبی چاه(L/S)	EC (mmhos/cm)
۱	چهررود	11	۱/۳۱	۷/۹	پیچان‌رودی	۱۲	۱۲۸۴	۴۲	۵۸/۸	۱۷/۴	۸/۹	۱۰۷۵
		۱۲	۱/۲۷	۱۹/۹	پیچان‌رودی	۲۰۹	۱۲۳۹	۶۱	۷۳/۶	۲۴۴	۲۴/۱	۹۹۹
		۱۳	۱/۱۵	۲۹/۳	سینوسی	۳۱۵	۱۱۹۴	۲۵	۷۲/۵	۳/۹	۲۰	۱۲۹۸
۲	چپقلو	۲۱	۱/۱۱	۸/۳	سینوسی	۱۹	۱۳۰۹	۴۹	۶۲/۶	۱۵/۶	۱۰/۵	۹۸۳
		۲۲	۱/۰۹	۶/۲	سینوسی	۱۸	۱۲۷۰	۶۵	۶۸/۲	۵۶/۹	۲۳	۷۶۲
۳	میانه	۳۱	۱/۱۰	۱۰/۵	سینوسی	۱۲	۱۳۲۹	۵۳	۶۹	۳۰/۳	۱۳	۶۳۶
		۳۲	۱/۱۰	۹/۲	سینوسی	۴۸	۱۲۶۷	۵۹	۶۴	۴۸/۷	۲۶/۹	۵۴۳
۴	نمونه	۴۱	۱/۲۴	۶/۹	سینوسی	۱۹	۱۳۶۲	۶۹	۷۴	۵۳/۸	۶	۶۶۴
		۴۲	۱/۰۸	۳/۹	سینوسی	۱۸	۱۳۱۱	۵۵	۶۳/۵	۴۸	۲۰/۷	۶۷۱
۵	اروس آباد	۵۱	۱/۰۷	۲/۵	سینوسی	۳	۱۳۹۶	۵۸	۶۰/۸	۵۶/۴	۱/۷	۶۴۳
		۵۲	۱/۰۸	۷/۴	سینوسی	۳۲	۱۳۲۳	۵۳	۶۰	۴۸/۵	۱۲/۲	۶۷۷
		۵۳	۱/۲	۳/۴	سینوسی	۲۴	۱۲۷۷	۶۱	۶۸/۳	۴۹/۶	۲۳/۸	۶۸۵
۶	قزوین	۶۱	۱/۰۷	۷/۲	سینوسی	۱۳	۱۳۰۶	۶۲	۶۶/۵	۵۸/۲	۲۳/۲	۱۰۶۰
		۶۲	۱/۲۷	۳۷	پیچان‌رودی	۱۸۷	۱۲۱۱	۴۲	۶۸/۳	۳/۰۴	۹۲۵	۷۷۸
		۶۳	۱/۱	۷/۷	سینوسی	۱۸	۱۱۵۴	۵	۱۶/۶	۱/۲	۹	۱۱۲۵
۷	ارجنک	۷۱	۱/۱	۵/۸	سینوسی	۱۸	۱۳۲۴	۶۶	۷۱/۶	۶۱/۳	۱۰/۴	۷۰۰
		۷۲	۱/۱۳	۲۵	سینوسی	۱۰۸	۱۲۲۷	۴۹	۶۳	۲۶/۲	۳۶	۷۱۸
		۷۳	۱/۳۲	۱۶/۲	پیچان‌رودی	۴۰	۱۱۶۰	۱۶	۳۴/۳	-۰/۵	۱۰/۴	۸۶۶
۸	عشرکار	۸۱	۱/۰۶	۱/۷	مستقیم	۵	۱۳۲۶	۶۲	۶۶/۱	۵۸/۳	۳	۸۰۳
		۸۲	۱/۲۵	۳/۷	سینوسی	۱۳	۱۲۹۶	۵۹	۶۳/۳	۵۵/۵	۶/۴	۷۹۴
۹	هفت چشمه	۹۱	۱/۲	۴/۵	سینوسی	۵	۱۴۵۷	۷۲	۷۸/۱	۶۵/۹	۱	۸۷۰
		۹۲	۱/۰۷	۶/۲	سینوسی	۱۳	۱۳۴۵	۵۸	۶۶/۴	۵۳/۶	۵/۸	۷۴۸
		۹۳	۱/۱۲	۴/۵	سینوسی	۱۶	۱۲۷۲	۵۵	۵۶/۶	۵۲/۸	۲۵/۴	۷۷۵
۱۰	اشنستان	۱۰۱	۱/۰۲	۴/۹	مستقیم	۲۴	۱۳۲۹	۵۷	۶۵/۹	۵۲/۵	۱۰/۴	۶۴۴
		۱۰۲	۱/۱۵	۹	سینوسی	۳۴	۱۲۵۶	۵۱	۵۳/۸	۴۴/۲	۳۳/۳	۶۲۰
۱۱	محمدیه	۱۱۱	۱/۱۰	۵	سینوسی	۱۸	۱۳۱۵	۶۳	۶۹/۳	۵۴/۷	۱۴/۲	۶۸۷
		۱۱۲	۱/۲۳	۱۳/۴	سینوسی	۶۴	۱۲۲۹	۴۳	۵۶/۹	۳۱/۳	۳۰/۶	۶۱۸
		۱۱۳	۱/۱۳	۱۵/۷	سینوسی	۶۴	۱۱۷۰	۲۲	۴۰	۱/۸	۱۸/۱	۶۶۹
۱۲	آب مدام	۱۲۱	۱/۱۱	۱۳/۳	سینوسی	۴۹	۱۲۴۸	۴۹	۷۵/۲	۱۸/۷	۲۵/۸	۶۴۹
		۱۲۲	۱/۲۰	۷/۸	سینوسی	۲۲	۱۱۷۶	۲۱	31	۰/۸	۲۰/۷	۵۹۴
۱۳	کبیر	۱۳۱	۱/۰۹	۶	سینوسی	۱۹	۱۳۰۰	۵۸	۶۸/۴	۵۲/۳	۷/۹	۶۸۰
		۱۳۲	۱/۰۵	۸/۸	مستقیم	۳۵	۱۲۲۰	۳۶	۶۳/۹	۶/۵	۲۲/۸	۷۵۹
		۱۳۳	۱/۲۳	۷/۶	سینوسی	۱۷	۱۱۶۱	۷	۱۸/۱	-۰/۶	۹/۱	۸۷۱

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۴: خصوصیات رودخانه ها و پارامترهای کمی و کیفی بر حسب الگوی رودخانه ای شرق محدوده مطالعاتی تهران

خصوصیات پهنه رودخانه ای								میانگین پارامترهای کمی و کیفی				
شماره رود	نام رود	کد بازه	ضریب سینوسیته	طول کل (Km)	الگوی رودخانه	مساحت (km2)	ارتفاع (m)	عمق سطح ایستابی(M	بیشینه سطح ایستابی(M)	کمینه سطح ایستابی(M)	دبی چاه(L/S)	EC (mmhos/cm)
۱۴	فالیزان	۱۴۱	۱/۱	۳/۸	سینوسی	۲	۱۳۴۵	۸۵	۹۸	۶۸/۵	۲/۵	۷۳۴
		۱۴۲	۱/۱	۳/۱	سینوسی	۴	۱۲۸۸	۷۷	۹۸/۶	۶۲/۶	۹/۵	۵۲۹
۱۵	بهجت آباد	۱۵۱	۱/۱۶	۶/۲	سینوسی	۱۶	۱۲۹۰	۱۱۴	۱۳۹/۲	۶۹/۷	۱۰/۱	۵۷۹
		۱۵۲	۱/۱۲	۱۵/۲	سینوسی	۷۷	۱۱۹۰	۳۳	۹۴/۱	۲/۲	۱۸/۹	۸۹۸
۱۶	جزمه	۱۶۱	۱/۱	۳/۲	سینوسی	۸	۱۳۵۶	۱۲۴/۳	۵/۲	۱۳۲/۵	۱۶/۱	۶۳۸
		۱۶۲	۱/۲	۱۲/۹	سینوسی	۴۹	۱۲۲۶	۶۴	۱۸/۵	۱۲۲/۷	۱۰/۹	۷۲۲
		۱۶۳	۱/۲	۶/۵	سینوسی	۲۹	۱۱۵۰	۶	۴	۱۵/۴	۱/۹	۲۵۷۵
۱۷	زیاران	۱۷۱	۱/۰۸	۱۱/۱	سینوسی	۶۶	۱۲۳۱	۷۶/۵	۲۴/۳	۱۱۹/۱	۱۴/۵	۷۷۰
		۱۷۲	۱/۰۳	۵/۷	مستقیم	۵۳	۱۱۶۵	۱۳	۹/۵	۴۳/۲	۱	۲۸۱
		۱۷۳	۱/۴	۱۶/۶	پیچان‌رودی	25	۱۱۳۸	۱	۳/۲	۴/۷	۴/۳	۲۵۸۸
۱۸	آبیک	۱۸۱	۱/۱۱	۸/۴	سینوسی	۱۱	۱۲۴۴	۵۵	۱۰/۸	۸۳/۱	۲۶/۲	۸۵۳
		۱۸۲	۱/۰۲	۳/۷	مستقیم	۱۲	۱۱۸۷	۲۲/۷	۷/۲	۶۲/۶	۵/۸	۱۱۲۸
		۱۸۳	۱/۱۷	۵/۵	سینوسی	۱۶	۱۱۶۰	۹/۲	۲/۵	۱۹/۹	۶/۸	۲۵۰۹
۱۹	چمبور	۱۹۱	۱/۱۴	۳/۹	سینوسی	۳	۱۳۰۶	۱۰۵/۸	۲/۱	۱۱۸	۸۶/۱	۹۱۸
		۱۹۲	۱/۲۸	۷/۷	پیچان‌رودی	۳۲	۱۲۱۳	۳۷	۵/۷	۱۰۱/۵	۴/۸	۱۲۵۸
۲۰	هیو	۲۰۱	۱/۰۴	۴/۴	مستقیم	۹	۱۳۲۶	۱۲۱/۶	۶/۲	۱۵۰/۶	۹۰/۹	۶۱۲
		۲۰۲	۱/۱۳	۲/۵	سینوسی	۱۱	۱۲۴۶	۶۴/۵	۷/۲	۹۷/۷	۲۳/۲	۷۳۴
۲۱	هشتگر	۲۱۱	۱/۱۴	۷	سینوسی	۳۹	۱۴۹۶	۱۲۶	۴/۴	۱۴۸/۷	۹۸/۷	۷۳۴
		۲۱۲	۱/۱۸	۲۴/۲	سینوسی	۱۹۲	۱۲۱۳	۳۴/۴	۶/۳	۱۴۱/۴	۲/۲	۸۸۵
		۲۱۳	۱/۲۳	۷/۸	سینوسی	۴۵	۱۱۴۴	۴/۹	۲/۶	۱۳/۷	۱/۴	۱۶۵۸
۲۲	چندار	۲۲۱	۱/۱	۵/۷	سینوسی	۱۰	۱۴۸۱	۱۳۷/۹	۱/۳	۱۴۹/۴	۱۱۸	۹۷۰
		۲۲۲	۱/۰۴	۲/۳	مستقیم	۹	۱۴۰۳	۱۱/۶	۲/۷	۱۳۰/۹	۹۵/۸	۹۷۵
۲۳	کردان	۲۳۱	۱/۲۱	۱۳	سینوسی	۱۱۶	۱۳۱۵	۹۴/۷	۸/۸	۱۵۶	۳۱/۸	۵۵۲
		۲۳۲	۱/۱۹	۱۰/۲	سینوسی	۱۲۸	۱۲۴۲	۳۲/۸	۱۰/۹	۶۹/۵	۸/۷	۶۰۹
		۲۳۲	۱/۱۶	۱۳/۹	سینوسی	۱۱۶	۱۱۹۳	۲۳/۹	۷/۸	۳۶/۳	۱۱/۷	۵۷۱
		۲۳۴	۱/۳۴	۴/۹	پیچان‌رودی	۳۳	۱۱۵۷	۱۳/۸	۳/۳	۱۹/۴	۴/۴	۹۰۵
۲۴	کهریز	۲۴۱	۱/۰۵	۸/۴	مستقیم	۲۶	۱۳۰۳	۸۲/۲	۴/۴	۱۱۹/۵	۲۸/۶	۱۱۳۲
		۲۴۲	۱/۱۶	۱/۴	سینوسی	۵	۱۲۵۴	۴۰/۸	۲/۶	۷۵/۳	۲۳/۸	۹۹۵
۲۵	چهار دانگه	۲۵۱	۱/۱۲	۹/۱	سینوسی	۳۹	۱۳۶۱	۶۸/۷	۹/۳	۱۲۱/۶	۴۲/۸	۱۰۱۹
		۲۵۲	۱/۵۱	۲۰/۱	پیچان‌رودی	۱۰۹	۱۲۵۰	۳۲/۶	۴/۲	۹۱/۵	۷/۰۹	۱۱۷۱
۲۶	کرج- تهران	۲۶۱	۱/۰۳	۴/۴	مستقیم	۴	۱۳۴۸	۱۲۵	۱۱/۷	۱۳۵	۸۹/۶	۷۸۶
		۲۶۲	۱/۰۷	۱۸/۱	سینوسی	۳۸۴	۱۱۹۳	۹۰/۲	۸/۹	۱۷۸	۱۷/۶	۶۷۵
		۲۶۳	۱/۱۸	۵۵/۳	سینوسی	۷۴۴	۱۰۳۲	۴۷	۵	۱۱۳	۴/۵	۱۳۹۱
		۲۶۴	۱/۳۲	۱۱	پیچان‌رودی	۲۰	۹۰۰	۴۴	۸/۶	۵۲	۳۷/۹	۱۶۰۴

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

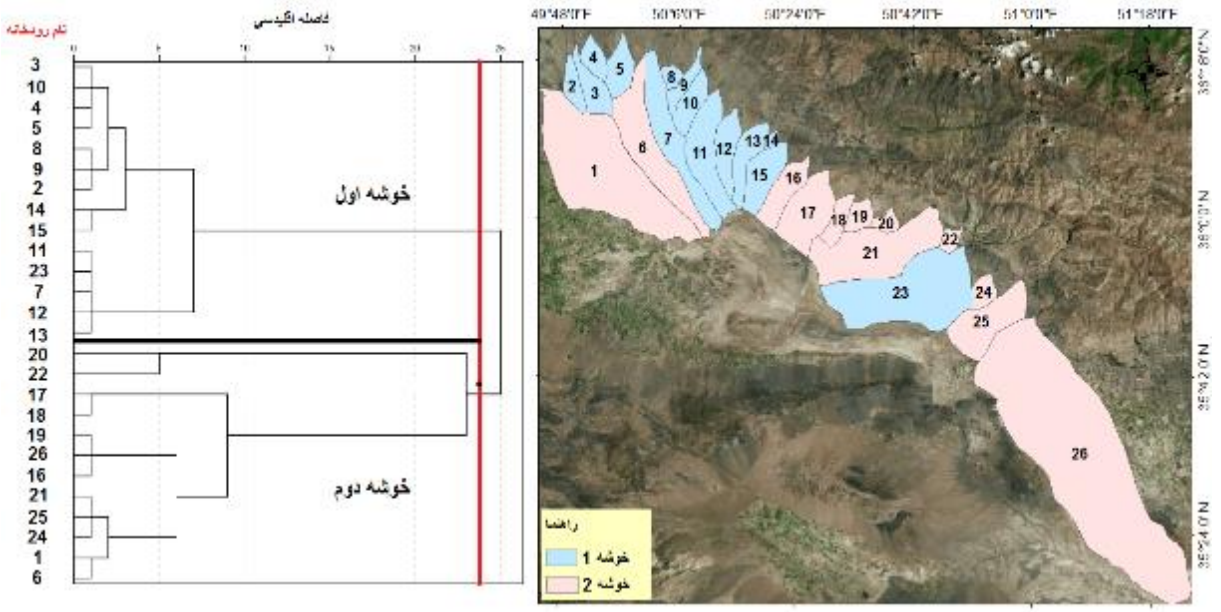
وضعیت و روند دبی آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی در دو بخش غربی و شرقی آن متفاوت است به صورتی که در غرب تا مرکز محدوده مطالعاتی(رودخانه چهرود تا زیاران) وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی ازنظر دبی قابل‌برداشت مناسب‌تر از دبی چاه‌های موجود در شرق منطقه است. بنابراین روند تغییرات دبی قابل‌برداشت آب زیرزمینی با حرکت از شرق به سمت غرب منطقه تغییر می‌یابد. اما روند تغییرات عمق سطح ایستابی به‌صورت شمالی جنوبی بوده و با حرکت از شمال به سمت جنوب منطقه تغییریافته و عمق سطح ایستابی کاهش می‌یابد تا جایی که در محدوده چاله انتهایی دشت عمق سطح ایستابی تا سطح زمین به یک متر هم می‌رسد. وضعیت هدایت الکتریکی نیز در شمال محدوده مطالعاتی مناسب بوده اما در بخش‌های جنوبی به دلیل نزدیکی به حوضچه انتهایی و شوری آب میزان هدایت الکتریکی آب افزایش می‌یابد. بیشترین میزان افزایش هدایت الکتریکی با میزان ۲۵۸۸ میکروموهس بر سانتی‌متر مربوط به جنوب رودخانه زیاران قزوین و جنوب شهر اسلام شهر در استان تهران است(شکل،۴) همچنین با توجه به جدول۳و ۴ بیشترین الگو رودخانه‌ای مربوط به الگوهای سینوسی است. میانگین ضریب سینوسیته در کل منطقه برابر با ۱/۱۵ است که نشان‌دهنده حاکمیت الگوی سینوسی در منطقه است. میانگین مساحت پهنه‌هایی که ازلحاظ ویژگی مورفولوژیکی در طبقه رودخلنه‌های مستقیم و سینوسی قرارگرفته‌لند به ترتیب ۱۹/۷ و ۶۴ کیلومترمربع بوده و در رودخلنه‌های پیچان‌رودی ۷۴ کیلومتر است. میانگین طول رودخانه‌ها در منطقه موردمطالعه با الگوی مستقیم در حدود ۴ کیلومتر بوده و میانگین طول رودخانه‌های سینوسی و پیچان‌رودی به ترتیب ۹ و ۱۵ کیلومتر است(جدول ۳و ۴).مشاهدات نشان می‌دهد که عموماً رودخانه‌های محدوده مطالعاتی از ابتدای مخروط افکنه یا ابتدای ورود رودخانه به دشت به‌صورت مستقیم و سینوسی بوده و در مرکز دشت حالت پیچان‌رودی پیدا می‌کند. درواقع در مناطق غربی به دلیل طول بیشتر رودخانه‌ها و گسترش آن تا محدوده پلایا، الگوی انتهایی آن‌ها می‌تواند به‌صورت پیچان‌رود نیز باشد. شکل ۳ نمونه سه الگوی رودخانه‌ای را در امتداد رودخانه کردان نشان می‌دهد.

در حقیقت یکی از اصلی‌ترین شاخص‌ها جهت شناسایی پتانسیل آب زیرزمینی میزان دبی قابل‌برداشت از چاه‌ها است. این پارامتر در کنار عمق سطح ایستابی و هدایت الکتریکی تا حدود بسیار زیادی مطلوب یا نامطلوب بودن آب زیرزمینی در هر منطقه را نشان می‌دهند. میانگین دبی آب قابل بهره‌برداری از چاه‌ها ۱۱/۷ لیتر بر ثانیه بوده و بیشترین دبی قابل‌برداشت در محدوده مطالعاتی مربوط به دشت‌های غربی منطقه (محدوده دشت قزوین) است. میانگین عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی در کل محدوده مطالعاتی حدود ۵۴ متر می‌باشد بیشترین عمق سطح ایستابی با میانگین ۱۳۷ متر عمق در محدوده رأس مخروط افکنه رودخانه چندار در غرب کردان قابل‌مشاهده است و کمترین میزان عمق سطح ایستابی با عمق ۵ متر در جنوب رودخانه قزوین(نواحی انتهایی دشت و متصل به پلایا) قابل‌مشاهده می‌باشد. همچنین میانگین میزان هدایت الکتریکی آب نیز ۹۰۴ میکروموهس بر سانتی‌متر است. روند سطح ایستابی و هدایت الکتریکی از شمال به سمت جنوب افزایش پیدا می‌کند(جدول ۳و ۴).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

۲-۴-رابطه تغییرات مورفومتری و سینوسیته با تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی در محدوده رودخانه‌ها

در این بخش از مطالعه، الگوی هر یک از رودخانه‌ها به‌صورت مستقل از دیدگاه سینوسیته موردبررسی قرار گرفت و ارتباط الگوی هر رودخانه با ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی ارزیابی شـــد. بر این اســـاس رودخانه‌های موردمطالعه و نواحی تحت تأثیر آن به‌وسیله آزمون خوشه‌بندی سلسه‌مراتبی و برحسب وضعیت پارامترهای آب زیرزمینی(دبی، عمق سـطح ایسـتابی و هدایت الکتریکی) به دو خوشـه مجزا طبقه‌بندی و ارتباط آن‌ها با تغییرات سـینوسـیته و پارامترهای مورفومتری نواحی تحت تأثیر رودخانه‌ها(مساحت، ارتفاع و طول رودخانه) سنجیده شد. شکل۵ وضعیت قرارگیری هر یک از خوشـه‌ها را در منطقه موردمطالعه نشـان می‌دهد. در محدوده مطالعاتی ۱۴رودخانه در خوشـه اول قرار دارد که ۵۳ درصـد از کل رودخانه‌های این منطقه را شـامل می‌شـود. خوشـه دوم نیز شـامل۱۲ رودخانه و نواحی تحت تأثیر آن اسـت که برابر با ۴۷ درصـد از کل منطقه می‌باشـد. همچنین با توجه به شکل۵ مشخص گردیدکه از نظر موقعیت مکانی خوشـه ها دارای پراکندگی می باشـند برحسـب آزمون معناداری، خوشـه اول با میانگین دبی ۱۵ لیتر بر ثانیه و خوشـه دوم با میانگین ۳۶/۶ لیتر بر ثانیه دارای اختلاف معنادار با یکدیگر هسـتند. بنابراین بیشـترین میزان دبی قابل‌برداشـت مربوط به رودخانه‌های موجود در خوشـه دوم اسـت. میانگین دبی چاه‌ها در خوشـه اول و دوم بیانگر عدم برابری واریانس‌ها و رد فرض صفر است(جدول۵).



شکل۵: نقشه پهنه‌بندی و نمودار درختی طبقه‌بندی نواحی تحت تاثیر رودخانه‌ها بر اساس پارامترهای آب زیرزمینی

همچنین نتایج آزمون معناداری نشـــان می‌دهد که میانگین عمق ســـطح ایســـتابی و هدایت الکتریکی بیانگر برابری واریانس داده‌ها بوده و معنادار نیست. در حقیقت میانگین هدایت الکتریکی و عمق سطح ایستابی در هر دو خوشه شبیه به هم بوده و دارای اختلاف محسـوسـی نمی‌باشـند. علت این موضـوع تأثیرپذیری پارامترهای هدایت الکتریکی و سـطح ایستابی از سایر عوامل محیطی نظیر عمق سنگ کف، نزدیکی به آب‌ها شور و پلایا های انتهای دشت، تغییرات کاربری مســـکونی و کشـــاورزی و... اســـت. در حقیقت این دو پارامتر علاوه بر این‌که از تغییرات الگوی رودخلنه‌ای تأثیر می‌پذیرند از سایر عوامل نیز تأثیر می‌گیرند که سبب برابری میانگین واریانس‌ها در دو خوشه گردیده است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۵: نتایج آزمون معناداری پارامترهای آب زیرزمینی برحسب خوشه‌های تفکیکی

نوع پارامتر	آماره	سطح معنی‌داری	نوع خوشه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
میانگین عمق سطح ایستابی- متر	۲/۵۷	۰/۱۲۲	خوشه اول	۱۴	۵۴/۲	۱۳/۷	۳۳	۸۱
			خوشه دوم	۱۲	۵۷/۱	۲۰/۲	۱	۱۳۸
میانگین دبی چاه لیتر بر ثانیه	۷/۴۸	۰/۰۱۲	خوشه اول	۱۴	۱۵	۵/۶	۴/۷	۲۳
			خوشه دوم	۱۲	۳۶/۶	۲۶/۹	۱	۱۱۸
هدایت الکتریکی میکروموهس بر سانتی متر	۱/۵۸	۰/۲۲	خوشه اول	۱۴	۷۰۴	۸۴/۱	۲۸۱	۸۷۲
			خوشه دوم	۱۲	۱۱۰۲	۱۹۷/۳	۶۷۳	۲۵۸۸

۱-۲-۴-ارتباط طبقه‌بندی آب زیرزمینی با سینوسیته رودخانه ها

در خوشه‌بندی که بر اساس ویژگی‌های آب‌های زیرزمین صورت گرفته است، میانگین ضریب سینوسیته در خوشه اول برابر با۱/۱۳ بوده و میانگین بیشینه آن ۱/۲۳ و میانگین کمینه ۱/۰۹ است. همچنین میانگین ضریب سینوسیته در خوشه دوم برابر با۱/۱۶ است و میانگین بیشینه و کمینه آن برابر ۱/۳۲ و ۱/۰۷ است. نتایج آزمون معناداری نشان‌دهنده اختلاف معنادار الگوی رودخانه‌ای در دو خوشه مختلف و ارتباط ضریب سینوسیته با ویژگی آب‌های زیرزمینی است(جدول،۶). اگرچه اختلاف میانگین در هر دو خوشه کم است و هر دو خوشه در محدوده الگوی سینوسی قرار دارند، اما این تغییرات در هر خوشه با انحراف معیار کم به میانگین نزدیک بوده و دارا انسجام می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد که در محدوده رودخانه‌های خوشه دوم با افزایش ضریب سینوسیته، میزان دبی قابل‌برداشت از آب زیرزمینی نیز بیشتر است. در حقیقت تغییر در الگوی رودخانه را می‌توان به‌عنوان شواهد تغییر در مرز تغییرات آب زیرزمینی در نظر گرفت. این امر در مبحث اکتشاف و پتانسیل‌یابی آب زیرزمینی بسیار حائز اهمیت است.همچنین طول رودخانه در کنار ضریب سینوسیته یک عامل مهم در تأثیرپذیری بیشتر و تدام تغییرات آب زیرزمینی در محدوده رودخانه‌ها می‌باشد. نتایج آزمون معناداری نشان داد که طول رودخانه با میانگین ۱۰/۷ کیلومتر در خوشه دوم نسبت به خوشه اول با میانگین ۷/۹ کیلومتر بیشتر بوده و این اختلاف به‌صورت معنادار در حد ۹۹ درصد می‌باشد(جدول،۶). بنابراین می‌توان گفت افزایش طول رودخانه در کنار افزایش ضریب سینوسیته، شاهدی برافزایش میزان دبی آب زیرزمینی در آن منطقه است. همچنین مساحت مناطق تحت تأثیر هر یک از الگوهای رودخانه‌ای با توجه به شکل مخروط افکنه ها و مرز زهکش رودخانه‌ها در هر یک از رودخانه‌ها تعیین گردید. این پارامتر در هر دو خوشه به‌صورت معنادار و در حد ۹۹ درصد دارای اختلاف بوده به صورتی که بیشترین میزان مساحت با وسعت ۷۰/۴ کیلومترمربع مربوط به خوشه دوم و کمترین میزان مساحت با ۳۱/۹ کیلومتر مربوط به خوشه اول می‌باشد. این پارامتر نیز همانند طول رودخانه در کنار ضریب سینوسیته می‌تواند شاهدی بر تشخیص نواحی با دبی مناسب‌تر باشد، زیرا با افزایش مساحت محدوده تحت تأثیر رودخانه، میزان دبی قابل‌برداشت از چاه‌ها نیز به‌صورت معنادار افزایش پیدا می‌کند.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

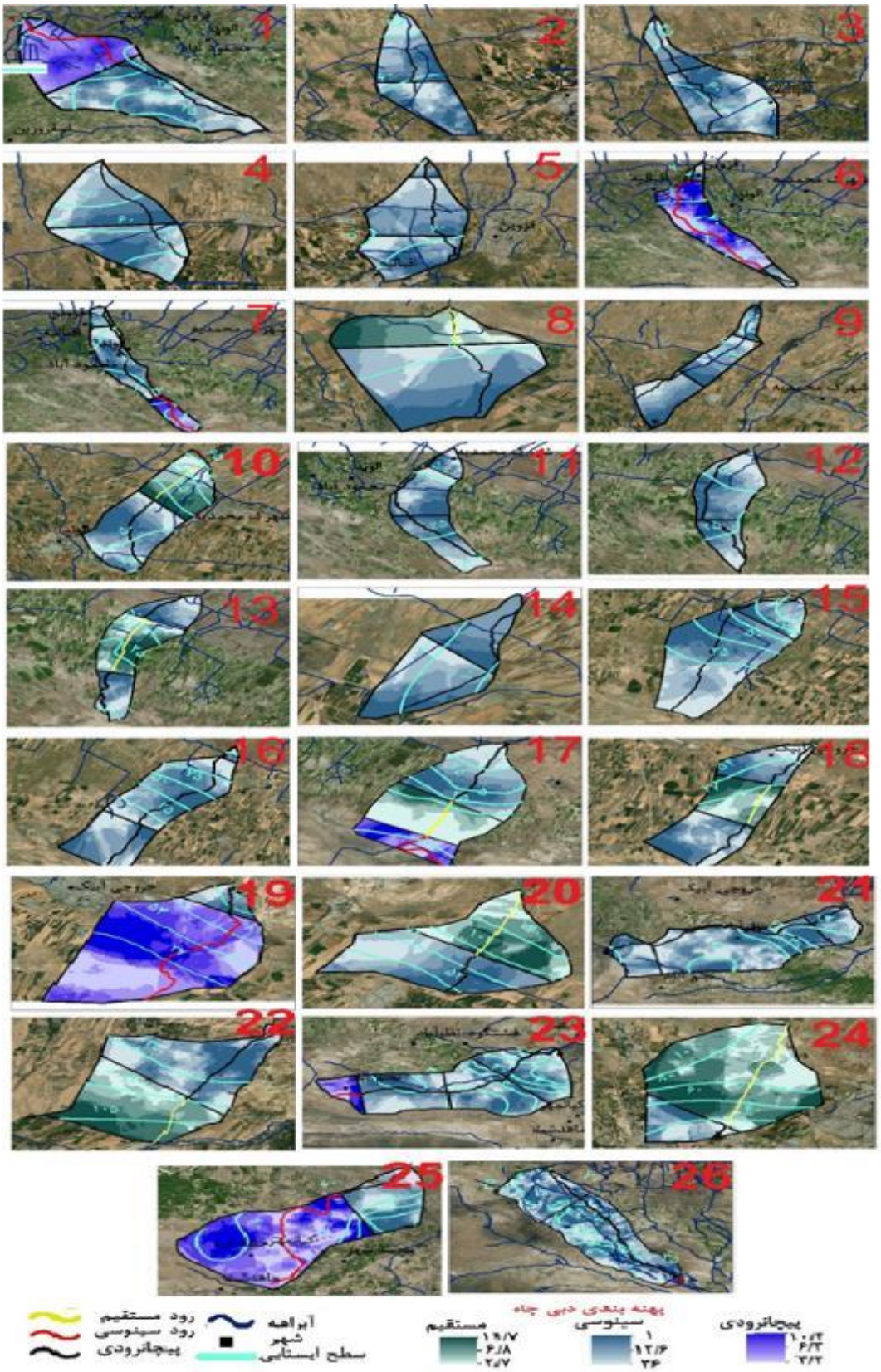
جدول۶ : نتایج آزمون معناداری پارامترهای محیطی و ضریب سینوسیته رودخانه‌ها با پارمترهای آب زیرزمینی

نوع پارامتر	آماره	سطح معنی‌داری	نوع خوشه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
ضریب سینوسیته	۳/۷۶	۰/۰۵۶	خوشه اول	۱۴	۱/۱۳	۰/۰۳	۱/۲۳	۱/۰۹
			خوشه دوم	۱۲	۱/۱۶	۰/۰۷	۱/۳۲	۱/۰۷
طول رودخانه-متر	۶/۵۸	۰/۰۱۷	خوشه اول	۱۴	۷/۹	۳/۶	۱۵/۹	۲/۷
			خوشه دوم	۱۲	۱۰/۷	۶/۴	۲۲/۲	۳/۴
مساحت کیلومتر مربع	۶/۴۸	۰/۰۱۸	خوشه اول	۱۴	۳۱/۹	۲۴/۵	۹۸/۲	۳
			خوشه دوم	۱۲	۷۰/۴	۸۴/۴	۲۸۸	۹
ارتفاع-متر	۰/۶۱۲	۰/۴۴	خوشه اول	۱۴	۱۲۷۹	۴۸/۲	۱۳۵۸	۱۲۱۲
			خوشه دوم	۱۲	۱۲۵۴	۷۹/۳	۱۴۴۲	۱۴۴۲

۳-۴-رابطه تغییرات مورفومتری و سینوسیته در بازه های رودخانه ای با تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی

همان‌طور که بیان شد نوع الگوی هر یک از رودخانه‌ها بر اساس پارامترهای محیطی آن رودخانه با رودخانه‌های دیگر متفاوت است که این موضوع در شناسایی پتانسیل آب زیرزمینی و پهنه‌بندی مکانی هر یک از رودخانه‌ها نسبت به سایرین مؤثر است. اما رودخانه‌ها علاوه بر این‌که دارای یک الگوی مستقل می‌باشند، در مسیر جریان خود (از ابتدا خروجی از کوهستان تا حوضه انتهایی دشت) نیز دارای تغییر الگوی رودخانه‌ای هستند. این تغییرات برحسب مجموعه عوامل محیطی اثرگذار در مقاطع مختلف رودخانه ایجاد می‌شوند و می‌توانند شواهدی برای تعیین مرز تغییرات آب زیرزمینی محسوب شوند. به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر تأثیر سینوسیته بر آب‌های زیرزمینی هر رودخانه با توجه به الگوی سینوسی موجود در آن به پهنه‌های کوچک‌تری تقسیم شد و ارتباط هر یک از آن‌ها با آب‌های زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این بخش ۲۶ رودخانه موجود ازلحاظ الگوی سینوسیته به ۶۷ بازه تقسیم‌بندی شد. در این تقسیم‌بندی تعداد ۴۹ بازه به‌صورت سینوسی و ۹ بازه رودخانه مئاندری و ۹ بازه رودخانه مستقیم هستند. شکل ۶ پهنه‌بندی تغییرات کمی آب زیرزمینی را بر مبنای نوع الگوی حاکم در مقاطع رودخانه‌ها نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است مقاطعی که دارای الگوی پیچان‌رودی هستند(رودخانه‌های شماره۶، ۷، ۱۷، ۱۹، ۲۳ و ۲۵) عموماً در انتهای رودخانه قابل‌مشاهده می‌باشند. لازم به توضیح است که در مقطع اول و دوم رودخانه شماره ۱ الگوی رودخانه به‌صورت پیچان‌رودی بوده که در این مناطق دبی قابل‌برداشت از چاه‌ها با ۲۴ لیتر بر ثانیه از مقطع انتهایی رودخانه با الگوی سینوسی دارای آبدهی بیشتری است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

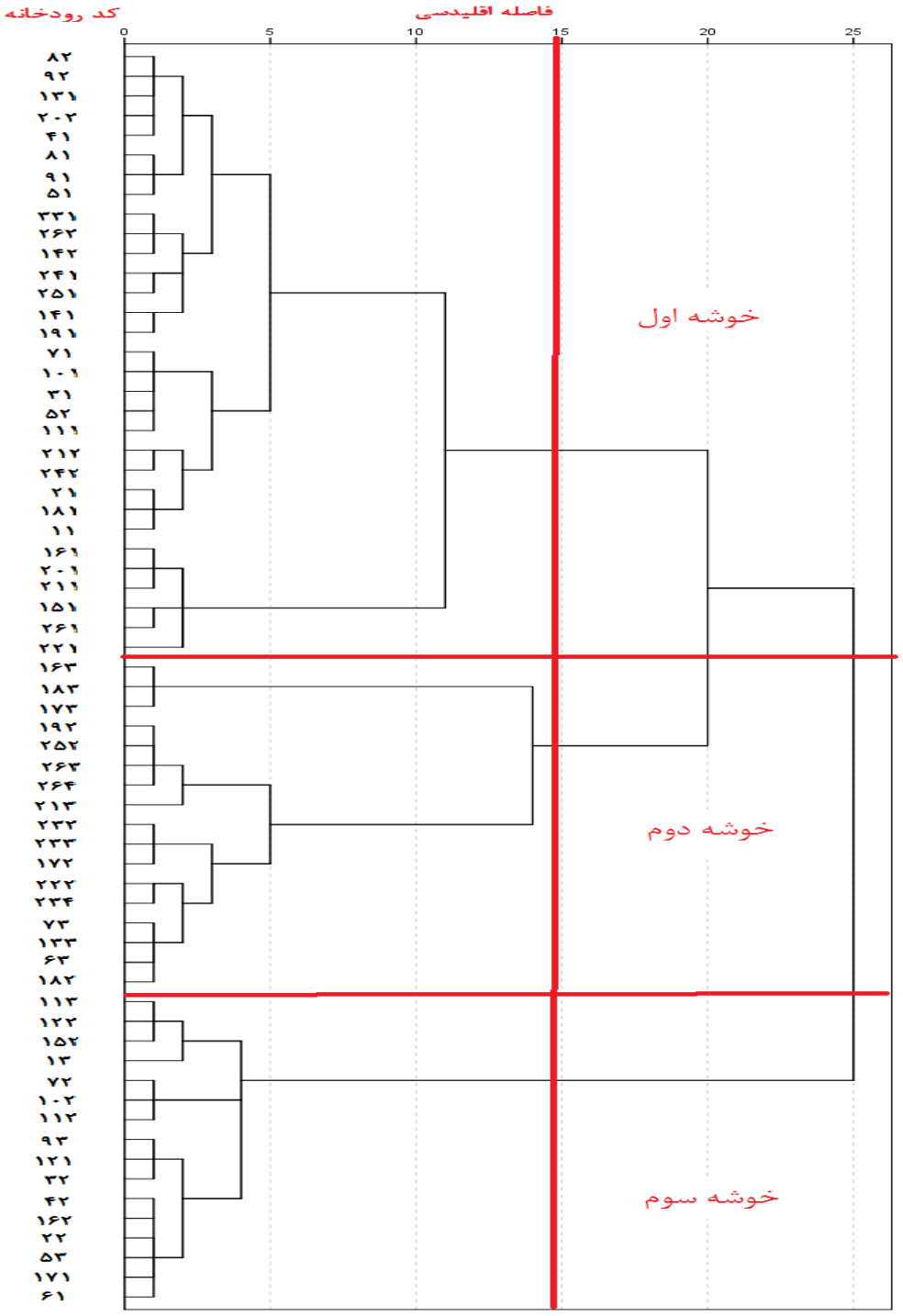


شکل۶: وضعیت دبی چاه و سطح ایستابی رودخانه‌ها بر اساس الگوهای رودخانه‌ای

(نام رودخانه بر اساس تصویر شامل: ۱- چهر رود ۲- چپقلو ۳- میانه ۴- نمونه ۵- اروس آباد ۶- قزوین ۷- ارجنک ۸- عشرکار ۹- دهفت چشمه ۱۰- اشنستان ۱۱- محمدیه ۱۲- آب مدام ۱۳- کبیر ۱۴- فالیزان ۱۵- بهجت آباد ۱۶- جزمه ۱۷- زیاران ۱۸- آبیک۱۹- چمبورک ۲۰- هیو ۲۱-هشتگرد ۲۲-چندار ۲۳- کردان۲۴-کهریز ۲۵- چهاردانگه ۲۶-کرج-تهران)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

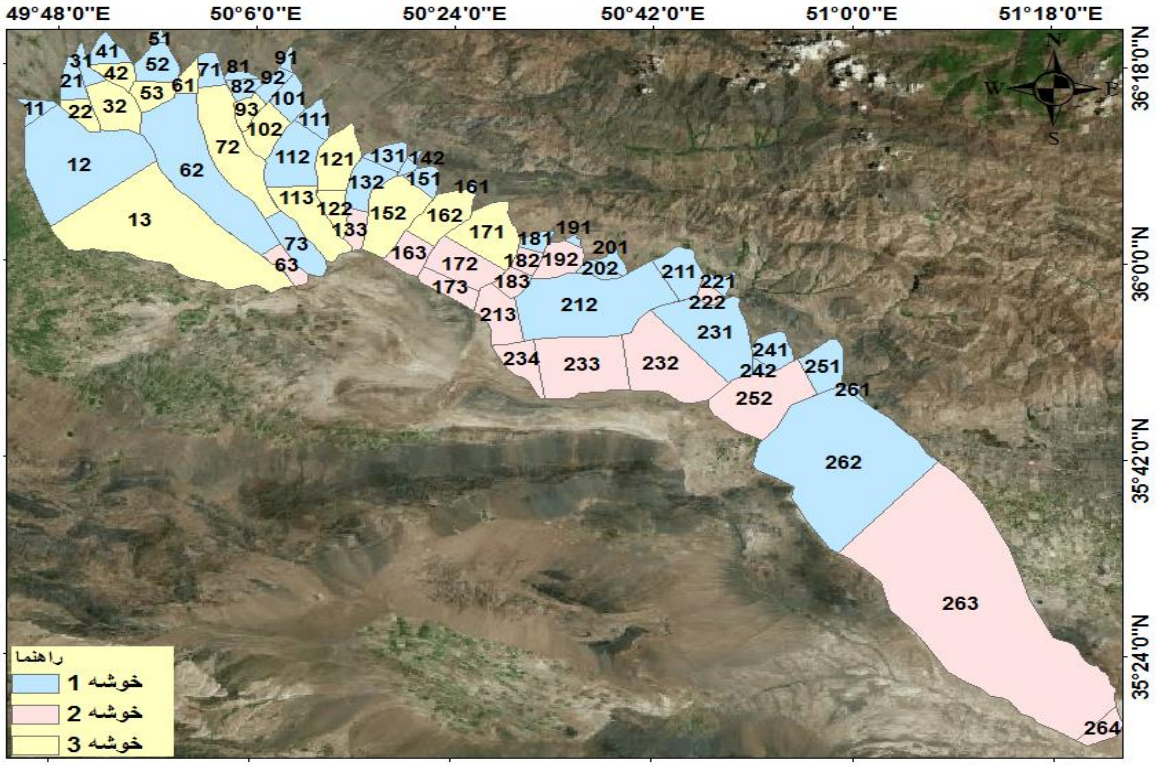
به‌منظور پهنه‌بندی تغییرات آب زیرزمینی هر یک از مقاطع تفکیک‌شده در رودخانه‌ها، وضعیت دبی، عمق سطح ایستابی و هدایت الکتریکی آب زیرزمینی به‌وسیله آزمون خوشه‌بندی سلسه‌مراتبی از یکدیگر تفکیک گردید و ارتباط آن‌ها با تغییرات سینوسیته رودخانه‌ها و پارامترهای مورفومتری نواحی تحت تأثیر رودخانه(مساحت، ارتفاع و طول رودخانه) در هر خوشه موردسنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد که پارامترهای عمق سطح ایستابی، دبی قابل‌برداشت از چاه و میزان هدایت الکتریکی ۶۷ بازه رودخانه به ۳ گروه یا خوشه طبقه‌بندی شد. گروه اول شامل ۳۸ بازه، گروه دوم دارای ۱۴ بازه و گروه سوم شامل ۱۶ بازه است(شکل،۷)



شکل ۷: نمودار درختی طبقه‌بندی نواحی تحت تأثیر رودخانه‌ها بر اساس پارامترهای آب زیرزمینی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

با توجه به شـکل۸ مناطقی که در طبقه‌بندی خوشـه اول قرارگرفته‌اند عموماً در مقاطع ابتدای رودخانه‌های شـرقی و غربی واقع‌شده‌اند. همچنین بازه های رودخانه‌ای در خوشه دوم ازنظر مکانی در نیمه غربی منطقه(غرب رودخانه فالیزان) واقع‌شده و بازه های رودخانه در خوشه سوم ازنظر مکانی در نیمه شرقی منطقه(شرق رودخانه کبیر) واقع‌شده‌اند



شکل۸: پهنه‌بندی مقاطع رودخانه‌ای بر اساس پارامترهای آب زیرزمینی

بر طبق جدول ۷ میانگین ضـریب سـینوسـیته رودخانه‌ها به اختلاف معنادار ۹۵ درصـد در هر خوشـه متفاوت اسـت. در خوشـه دوم میانگین عمق سـطح ایسـتابی ۲۰ متر بوده و ضـریب سـینوسـیته رودخانه در این مناطق ۱/۲۲ اسـت که نشان‌دهنده سینوسیته بیشتر رودخانه نسبت به دو خوشه دیگر است(جدول،۷) ریزدانه بودن خاک، شیب کم منطقه و نزدیکی به منطقه اشباع حوضه انتهایی موجب بالا بودن سطح ایستابی به خصوص در الگوی پیچان رودی می گردد. در خوشه دوم با ضریب سینوسیته ۱/۲۲ میانگین هدایت الکتریکی با اختلاف معنادار از دو خوشه دیگر ۱۴۳۳ میکروموهس بر سـانتی‌متر اسـت که بیشـترین میزان هدایت الکتریکی بوده و با توجه به اسـتاندارد ملی(۱۰۰۰ میکروموهس بر سـانتی‌متر) جهت مصـارف انسـانی نامطلوب اسـت. میزان دبی قابل‌برداشـت در خوشـه دوم ۶/۱ لیتر بر ثانیه بوده که با اختلاف معنادار ۹۹ درصـدی نسبت به دو خوشـه دیگر دارای کمترین میزان آبدهی اسـت. همچنین بیشـترین میزان دبی آب زیرزمینی با میانگین ۲۴/۵ لیتر بر ثانیه مربوط به خوشـه سـوم با ضـریب سـینوسـیته ۱/۱۴ اسـت. بیشـینه دبی قابل‌برداشـت از چاه‌های خوشـه سـوم برابر با ۳۶ لیتر بر ثانیه بوده و کمینه آن برابر با ۱۸/۱لیتر بر ثانیه است که بر این اساس خوشه سوم را می‌توان مناطق دارای پتانسیل مناسب آب زیرزمینی در نظر گرفت. میانگین سطح ایستابی در خوشه سـوم برابر با ۴۹/۲ متر عمق از سـطح زمین بوده که به دلیل ضـخامت مناسـب آبرفت و خاصـیت پالایندگی خاک و همچنین محدوده ارتفاعی، آبدهی مناسـبی دارد. میانگین هدایت الکتریکی در این مناطق برابر با ۷۵۳ میکروموهس بر سانتی‌متر است که بر اساس استاندارد ملی ۱۰۵۳ در اکثر این مناطق(نواحی موجود در خوشه سوم) آب زیرزمینی برای

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

شرب مطلوب است. میانگین ضریب سینوسیته در این مناطق۱/۱۴ بوده که در محدوده رودخانه‌های سینوسی قرار دارند. بنابراین می‌توان محدوده‌هایی که رودخانه‌های آن دارای ضریب سینوسیته میان ۱/۰۷ تا ۱/۲ می‌باشند را مناطق مستعد ازنظر ذخیره آب زیرزمینی در نظر گرفت. لازم به توضیح است که خوشه اول ازنظر ضریب سینوسیته دارای کمترین میزان پیچش رودخانه‌ای است که عموماً منطبق بر نواحی ابتدایی مخروط افکنه ها می‌باشد این مناطق به دلیل حجم زیاد رسوبات و قرارگیری در ابتدای ورودی رودخانه به دشت دارای بیشترین عمق سطح ایستابی(۶۷/۶ متر) و کمترین میزان هدایت الکتریکی (۸۷۸ میکروموهس بر سانتی‌متر) است. خوشه اول با ضریب سینوسیته ۱/۱۲ ازنظر وضعیت دبی آب زیرزمینی همانند خوشه دوم نسبت به خوشه سوم دارای وضعیت مطلوبی نبوده و دبی آن برابر با ۷/۱ لیتر بر ثانیه است.

جدول۷: نتایج آزمون معناداری ضریب سینوسیته رودخانه‌ها با پارامترهای آب زیرزمینی

نوع پارامتر	Chi	سطح معنی‌داری	نوع خوشه	تعداد	میانگین	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	خطای استاندارد
ضریب سینوسیته کل	۵/۳	۰/۰۵	اول	۳۸	۱/۱۲	۱/۳	۱/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۸
			دوم	۱۳	۱/۲۲	۱/۵	۱/۰۲	۰/۱۳	۰/۰۱
			سوم	۱۶	۱/۱۴	۱/۲	۱/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۱
میانگین عمق سطح ایستابی-متر	۲۳/۷	۰/۰۰۱>	اول	۳۸	۶۷/۶	۱۳۷	۹۰۰	۳۲	۵/۳
			دوم	۱۳	۲۰/۱	۴۷	۴/۹	۱۵	۴/۳
			سوم	۱۶	۴۹/۲	۷۶	۱/۴	۱۶	۴/۱
میانگین دبی چاه لیتر بر ثانیه	۳۵/۹	۰/۰۰۱>	اول	۳۸	۷/۱	۱۴	۱	۳/۷	۰/۶
			دوم	۱۳	۶/۱	۱۰	۲/۵	۲/۷	۰/۷
			سوم	۱۶	۲۴/۵	۳۶	۱۸/۱	۵/۱	۱/۲
هدایت الکتریکی میکروموهس بر سانتی‌متر	۱۶/۳	۰/۰۰۱>	اول	۳۸	۷۸/۸	۱۶۵۸	۲۸۱	۲۲۵	۳۶
			دوم	۱۳	۱۴۳۳	۱۵۸۸	۵۷۱	۶۸۹	۱۹۱
			سوم	۱۶	۷۵۳	۱۲۹۸	۵۴۳	۱۹۱	۴۷

نتایج آزمون همبستگی داده‌های مورفومتریک رودخانه‌ای و محیطی با عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی نشان می‌دهد که تغییرات ضرایب سینوسیته رودخانه در هر۳ الگو دارای همبستگی قوی (در حد ۹۹ درصد) است. به صورتی که ضرایب سینوسیته رودخانه با عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی همبستگی مثبت با دبی آب چاه دارد. درواقع با افزایش ضریب سینوسیته به سمت پیچان‌رودی میزان عمق سطح ایستابی تا سطح زمین کاهش پیدا می کند. ضریب سینوسیته رودخانه نیز با هدایت الکتریکی آب زیرزمینی همبستگی قوی مثبت دارد به صورتی که با افزایش ضریب سینوسیته به سمت پیچان‌رودی میزان هدلیت الکتریکی افزایش پیدا می‌کند. همچنین میانگین عمق سطح ایستابی نیز دارای همبستگی قوی و معکوس با ضریب سینوسیته است. در حقیقت با افزایش ضریب سینوسیته و پیچش رودخانه ها عمق سطح ایستابی تا سطح زمین کاهش پیدا می کند(جدول،۸).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۸: نتایج آزمون همبستگی میان ضریب سینوسیته و پارامترهای محیطی رودخانه با پارامترهای آب زیرزمینی

نوع پارامتر		عمق سطح ایستابی-M	بیشینه عمق سطح ایستابی-M	کمینه عمق سطح ایستابی-M	دبی چاه (L/S)	هدایت الکتریکی (m/c) EC
ضریب سینوسیته	ضریب همبستگی	-۰/۳۲۹	-۰/۲۷۰	-۰/۳۷۳	۰/۲۵۴	۰/۳۸
	معنی‌داری	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۱
	تعداد	۶۷				
طول رودخانه	ضریب همبستگی	-۰/۲۰۳	۰/۰۶۸	-۰/۴۴۰	۰/۲۴	۰/۱۵
	معنی‌داری	۰/۰۵۰	۰/۲۹۱	۰/۰۰۱>	۰/۰۴	۰/۱۹
	تعداد	۶۷				
مساحت محدوده	ضریب همبستگی	-۰/۰۷۹	۰/۲۲۳	-۰/۳۱۴	-۰/۰۰۸	۰/۰۸
	معنی‌داری	۰/۲۶۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۵	۰/۹۵	۰/۴۹
	تعداد	۶۷				
میانگین ارتفاع	ضریب همبستگی	۰/۶۳۰	۰/۴۵۷	۰/۷۴۱	۰/۰۱	۰/۴۱
	معنی‌داری	۰/۰۰۱>	۰/۰۰۱>	۰/۰۰۱>	۰/۸۹	۰/۰۰۱>
	تعداد	۶۷				

تغییرات طول و مساحت رودخانه‌ها در۶۷ الگوی مختلف نیز نشانگر همبستگی این عوامل با میانگین پارامترهای آب زیرزمینی است، درواقع هرچقدر طول و مساحت مقاطعی از رودخانه که الگوهای مختص به خود را دارد بزرگ‌تر باشد عمق آب زیرزمینی تا سطح کمتر بوده و میزان دبی آب زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد. این موضوع در نواحی پیچانرودی کاملا مشهود است. لازم به ذکر است که میانگین ارتفاع در نواحی تحت تأثیر رودخانه با دبی آب زیرزمینی همبستگی قوی نداشته و علت آن بالا بودن آب در هر دو بخش انتهایی و وسطی مخروط افکنه است. درصورتی‌که عمق سطح ایستابی دارای همبستگی منفی و قوی با ارتفاع نواحی تحت تاثیر رودخانه بوده و با افزایش ارتفاع عمق سطح ایستابی کاهش پیدا می‌کند. میزان هدایت الکتریکی نیز با همبستگی قوی با افزایش ارتفاع در منطقه کاهش پیدا می‌کند. -رابطه تغییرات الگوهای رودخانه‌ای با تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی

۴-۴-رابطه تغییرات الگوهای رودخانه‌ای با تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی

جدول۹ و نمودار ۹ تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی را بر مبنای ۳ الگوی مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی نشان می‌دهد. نتایج آزمون معناداری داده‌ها نشان داد که ضریب سینوسیته در سه الگوی رودخانه ای منطقه به‌صورت معنادار در حد ۹۹ درصد با یکدیگر اختلاف دارد. میانگین ضریب سینوسی در الگوی مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی به ترتیب ۱/۰۳ ، ۱/۱۴ و ۱/۳۳ است و انحراف معیار ضریب سینوسیته در هر یک از الگوهای رودخانه‌ای نشانگر اختلاف کم داده‌ها از میانگین است.(جدول ۸)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۹: آزمون معناداری پارامترهای رودخانه‌ای و آب زیرزمینی برحسب سه الگوی اصلی

نوع پارامتر	chi	سطح معنی‌داری	نوع الگوی رودخانه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد
ضریب سینوسیته کل	۳۹/۸	۰/۰۰۱>	مستقیم	۹	۱/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۴
			سینوسی	۴۹	۱/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۰۷
			پیچان‌رودی	۹	۱/۳۳	۰/۰۷	۰/۰۲
طول رودخانه کیلومتر	۱۱/۳	۰/۰۳	مستقیم	۹	۴/۹	۲/۴	۰/۸
			سینوسی	۴۹	۹/۷	۸/۹	۱/۲
			پیچان‌رودی	۹	۱۵/۷	۹/۸	۳/۲
مساحت کل کیلومتر	۴/۵۹	۰/۱	مستقیم	۹	۱۹/۷	۱۶	۵/۴
			سینوسی	۴۹	۶۳/۲	۱۲۳	۱۷/۶
			پیچان‌رودی	۹	۷۴	۷۵	۲۵/۲
میانگین ارتفاع کل متر	۸/۲۸	۰/۰۱	مستقیم	۹	۱۲۸۹	۸۰	۲۶/۷
			سینوسی	۴۹	۱۲۶۹	۸۹	۱۲
			پیچان‌رودی	۹	۱۱۷۲	۱۱۲	۳۷
میانگین عمق سطح ایستابی-متر	۵/۸	۰/۰۵	مستقیم	۹	۶۹/۰۸	۹۶	۱۴
			سینوسی	۴۹	۵۷/۱	۴۳/۳	۴
			پیچان‌رودی	۹	۳۱/۸	۳۱	۶/۳
بیشینه عمق سطح ایستابی-متر	۳/۰۹	۰/۲۱	مستقیم	۹	۹۳/۰۷	۱۹	۱۳
			سینوسی	۴۹	۷۹/۵	۳۲/۴	۵
			پیچان‌رودی	۹	۵۶	۳۹	۱۰
کمینه عمق سطح ایستابی-متر	۶/۶۲	۰/۰۳	مستقیم	۹	۴۷/۵	۳۰/۷	۱۳
			سینوسی	۴۹	۳۷/۳	۱۷	۴/۳
			پیچان‌رودی	۹	۱۲/۶	۳۱/۶	۵/۷
میانگین دبی چاه (L/S)	۵/۲	۰/۰۵	مستقیم	۹	۶/۸	۳/۴	۱/۲
			سینوسی	۴۹	۱۲/۶	۹/۳	۱/۳
			پیچان‌رودی	۹	۶/۳	۲/۹	۱/۱
هدایت الکتریکی (m/c) EC	۱۰/۲	۰/۰۰۶	مستقیم	۹	۷۹۱	۲۶۸	۸۹
			سینوسی	۴۹	۸۶۲	۴۱۵	۵۹
			پیچان‌رودی	۹	۱۲۴۹	۵۵۹	۱۸۶

با بررسی میانگین دبی آب قابل‌برداشت از چاه‌ها در هر یک از الگوهای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی مشخص گردید که میانگین دبی در هر الگو دارای اختلاف معنادار در حد ۹۵ درصد است به صورتی که میانگین دبی آب قابل‌برداشت از چاه‌ها در رودخانه‌های با الگوی مستقیم ۶/۸لیتر بر ثانیه و در رودخانه‌های پیچان‌رودی ۶/۳ لیتر بر ثانیه است. همچنین بیشترین میزان دبی آب قابل‌برداشت با میانگین ۱۲/۶لیتر بر ثانیه مربوط به مقاطعی از رودخانه‌ها است که دارای الگوی سینوسی می‌باشند. بنابراین هرچقدر میانگین ضریب سینوسیته رودخانه‌ها به عدد ۱/۱۴ نزدیک‌تر باشد و الگوی رودخانه به‌صورت سینوسی باشد میزان دبی قابل‌برداشت نیز بیشتر است(شکل،۹). نکته مهم در مورد تأثیر ضریب سینوسیته بر دبی آب زیرزمینی این است که در الگوی سینوسی (که دارای بیشترین میزان آبدهی است) نیز با کاهش ضریب

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

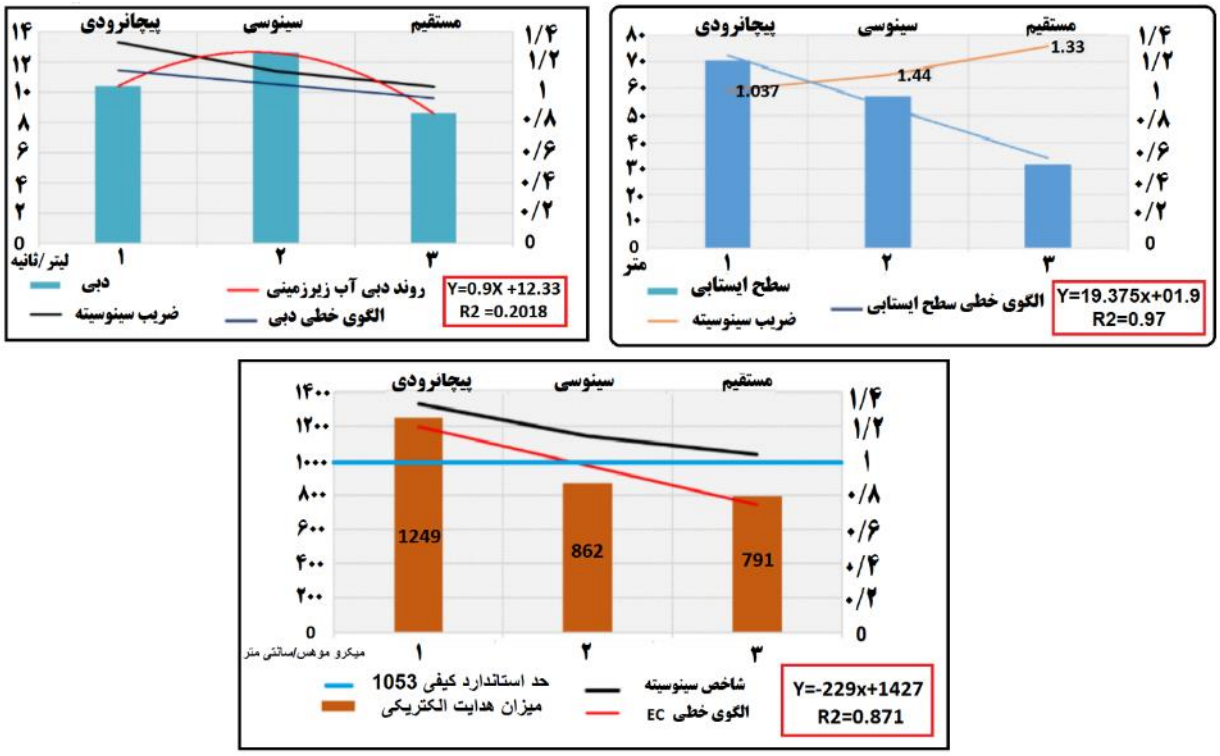
سینوسیته رودخانه‌ها سینوسی، میزان دبی در نواحی تحت تاثیرکاهش پیدا می‌کند و با حرکت به سمت ضریب سینوسی بیشتر میزان دبی قابل‌برداشت در نواحی تحت تأثیر رودخانه افزایش می‌یابد. اگرچه رودخانه‌های سینوسی با تعداد ۴۹ مورد دارای بیشترین پراکندگی در منطقه بوده اما باید توجه داشت که رودخانه‌های سینوسی در یک محدوده مشخص متمرکز نبوده و در بازه‌های مختلف رودخانه‌ها قابل‌رؤیت است. به‌طور مثال در برخی رودخانه‌ها مثل رودخانه زیاران الگوی سینوسی در بازه ابتدایی رودخانه وجود دارد و در برخی رودخانه‌ها مثل رودخانه قزوین الگوی سینوسی در بازه انتهایی وجود دارد. بنابراین می‌توان استنباط نمود که سینوسی بودن رودخانه‌ها نشانگر و شاهدی برای شرایط مناسب منطقه ازنظر نوع رسوب، میزان جریان آب رودخانه، میزان نفوذپذیری خاک، نوع شیب منطقه و... بوده که می‌تواند سبب آبدهی مناسب چاه‌های آب آن محدوده شود.

همچنین با بررسی میانگین هدایت الکتریکی آب در هر یک از الگوهای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی مشخص گردید که میانگین هدایت الکتریکی در هر الگو دارای اختلاف معنادار در حد ۹۹ درصد است. همان‌طور که از نمودار شکل ۹ مشخص است چاه‌هایی که در محدوده رودخانه پیچان‌رودی قرار دارند دارای بیشترین میزان هدایت الکتریکی با میانگین ۱۲۴۹ میکرو موهس بر سانتی‌متر بوده و غلظت املاح محلول در آب بسیار زیاد و نامطلوب است(بر مبنای استاندارد ملی کیفیت آب، میزان هدایت الکتریکی مطلوب برای شرب و استفاده انسانی ۱۰۰۰ میکرو موهس بر سانتی‌متر است). با توجه به جدول۹ کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به رودخانه‌های مستقیم با میزان ۷۹۱ میکروموهس بر سانتی‌متر است. همچنین در نواحی با الگوی سینوسی، میزان هدایت الکتریکی ۸۶۲ میکروموهس بر سانتی‌متر است که نشان‌دهنده هدایت الکتریکی مطلوب در این الگو است. ضریب تبیین داده‌های هدایت الکتریکی در هر سه الگوی مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی بیانگر روند و همبستگی خطی آن‌ها است(شکل ۹) لازم به توضیح است که اگرچه الگوی سینوسی دارای پراکندگی کمی در منطقه مطالعاتی بوده(۹ پهنه) اما تعداد کم داده‌ها نسبت الگوی سینوسی بر واقعیت مطالعه تأثیر نگذاشته و نتایج آزمون همبستگی نشان می‌دهد که میزان هدایت الکتریکی در الگوهای پیچان‌رودی بیشتر از دو الگوی موجود در منطقه است.

به‌طورکلی عمق سطح ایستابی زمانی جهت بهره‌برداری آب زیرزمینی مناسب است که ستبرای خاک دارای عمق مناسبی باشد. همچنین نتایج نشان داد که عمق سطح ایستابی در بازه‌های سینوسی رودخانه نسبت به رودخانه‌هایی که دارای الگوی مستقیم است به سطح زمین نزدیک‌تر بوده، به‌گونه‌ای که میانگین آن برابر با ۵۷/۱ متر است. همچنین عمق سطح ایستابی در رودخانه‌های پیچان‌رودی با کمترین میزان نسبت به دو الگوی دیگر ۳۱/۸ متر بوده و سطح ایستابی در این مناطق نسبت به دو منطقه قبلی به سطح زمین نزدیک‌تر است. شکل نمودار ۹ نشان می‌دهد که ضریب تبیین داده‌ها با ۹۷ درصد توجیه‌پذیری به‌صورت غیر تصادفی و خطی است. به‌طورکلی هر سه الگوی رودخانه‌ای ازنظر میانگین سطح ایستابی در حد۹۹درصد معنادار بوده و الگوی هر منطقه بیانگر یک وضعیت مستقل از الگوی دیگر است. میانگین طول رودخانه نیز به‌صورت معنادار و در حد ۹۵ درصد دارای اختلاف در سه الگوی سینوسی، مستقیم و پیچان‌رودی است. طول رودخانه در الگوی سینوسی که دارای بیشترین آبدهی است برابر ۹/۷ کیلومتر بوده که نسبت به رودخانه‌های مستقیم طول بیشتری داشته و نسبت به رودخانه‌های پیچان‌رودی از طول کمتری برخوردار است. بیشترین میانگین طول رودخانه مربوط به الگوی سینوسی بوده که آب زیرزمینی این منطقه ازنظر میزان هدایت الکتریکی دارای بیشترین میزان است.همچنین عمق

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

سطح ایستابی نیز در محدوده الگوی سینوسی بسیار بالا است ارتفاع به‌عنوان یک شاخص محیطی اثرگذار بر وضعیت آب‌های زیرزمینی ارتباط مستقیم و قوی با الگوی رودخانه‌ای دارد. به صورتی که در مناطقی که رودخانه دارای الگو سینوسیته است میانگین ارتفاع منطقه ۱۱۷۲ متر است که نسبت به دو محدوده سینوسی و مستقیم دارای کمترین ارتفاع است



شکل ۹: نمودار سمت چپ بالا: روند تغییرات دبی آب چاه‌ها بر مبنای الگوی رودخانه ۲- نمودار سمت راست‌بالا روند تغییرات سطح ایستابی بر مبنای الگوی رودخانه ۳- نمودار پایین: روند تغییرات میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بر مبنای الگوی رودخانه

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

امروزه منابع آبی به‌عنوان یکی از شاخصه‌های مهم در توسعه و پایداری محیط به شمار می‌آید و برنامه ریزان سرزمین توجه زیادی به شناسایی، کشف و پتانسیل‌یابی آب‌های زیرزمینی نموده‌اند، به‌گونه‌ای که در دهه اخیر میزان مقالات علمی در رابطه با شناسایی منابع آبی افزایش چشم‌گیری یافته است. عموم تحقیقات مرتبط شامل بررسی پارامترهای اصلی اثرگذار بر آب‌های زیرزمینی(نظیر زمین‌شناسی، اقلیم، بافت خاک و...) بوده که به‌وسیله روش‌های مختلف ارزش‌گذاری، یک نقشه پتانسیل بالقوه از منطقه ارائه می‌دهد اما این تحقیقات اگرچه تا حدودی بر اساس پارامترهای اصلی به پیش‌بینی مناطق دارای پتانسیل پرداخته ولی به نقش پارامترهای ژئومورفیک به‌خصوص الگوی رودخانه (که می‌تواند بر نفوذپذیری و ذخیره آب‌های زیرزمین تأثیرگذار باشد) توجه چندانی نشده است. در این پژوهش نقش الگوهای رودخانه‌ای بر پارامترهای آب زیرزمینی در دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی موردبررسی قرارگرفته تا نتایج حاصل از آن به‌عنوان راهبردی جدید در پتانسیل‌یابی و بررسی بهتر ویژگی‌های آب زیرزمینی مورداستفاده قرار گیرد. بنابراین پژوهش حاضر به شیوه‌ی توصیفی-همبستگی و توصیفی-مقایسه‌ای و با یک رویکرد کاربردی، ویژگی‌های مورفومتری رودخانه‌های اصلی موجود در منطقه را موردبررسی قرار داده و میزان تأثیرگذاری ضریب سینوسیته رودخانه‌ها را بر پارامترهای آب زیرزمینی(دبی قابل‌برداشت از چاه، میزان هدایت الکتریکی، تغییرات

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

و عمق سطح ایستابی) ارزیابی نموده است. نتایج نشان داد اگرچه الگوی قلب رودخلنه‌های منطقه در محدوده تعریف‌شده برای الگوی سینوسی قرارداد،اما ضریب سینوسیته رودخانه‌ها متفاوت است به صورتی که با افزایش ضریب سینوسیته، میزان دبی قابل‌برداشت از آب زیرزمینی افزایش‌یافته و با کاهش ضریب سینوسیته میزان دبی آب زیرزمینی کاهش می‌یابد. در حقیقت تغییر در ضریب سینوسیته رودخانه را می‌توان به‌عنوان شواهد تغییر در مرز تغییرات دبی آب زیرزمینی در نظر گرفت. درواقع با توجه به همبستگی تغییرات سینوسیته با تغییرات مساحت و طول رودخانه می‌توان بیان نمود که تغییرات سینوسیته رودخانه شاهدی بر شناسایی مرز تغییرات توپوگرافی، لیتولوژی و هیدرولوژی رودخانه‌ای بوده که بر وضعیت آب زیرزمینی تأثیرگذار است. در بخش دیگری از مطالعات مشخص شد که رودخانه‌ها علاوه بر این‌که دارای یک الگوی مستقل می‌باشند، در مسیر جریان خود نیز دارای تغییر الگوی رودخانه‌ای هستند. این تغییرات برحسب مجموعه عوامل محیطی اثرگذار در مقاطع مختلف رودخانه ایجاد می‌شوند و در ارتباط مستقیم با تغییرات دبی، عمق سطح ایستابی و میزان هدایت الکتریکی هستند. بنابراین نتایج آزمون همبستگی ضریب سینوسیته با عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی در مسیر جریان هر یک از رودخانه‌ها نشان می‌دهد که تغییر در ضریب سینوسیته رودخانه با تغییر در وضعیت آب زیرزمینی منطقه دارای همبستگی قوی است. به صورتی که با افزایش ضریب سینوسیته میزان دبی قابل‌برداشت آب زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش ضریب سینوسیته میزان هدایت الکتریکی افزایش‌یافته و با افزایش ضریب سینوسیته و پیچش رودخانه‌ها میزان عمق سطح ایستابی تا سطح زمین کاهش پیدا می‌کند. همچنین با قرارگیری میانگین ضرایب سینوسیته در قالب سه الگوی مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی رابطه این الگوها با تغییرات پارامترهای آب زیرزمینی سنجیده شد و مشخص گردید که هر سه پارامتر آب زیرزمینی دارای همبستگی قوی و اختلاف معنادار ۹۵٪ در الگوهای رودخانه‌ای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی است. بیشترین میزان دبی آب چاه مربوط به مقاطعی از رودخانه‌ها است که دارای الگوی سینوسی است. همچنین با بررسی میانگین هدایت الکتریکی آب در هر یک از الگوهای مستقیم، سینوسی و پیچان‌رودی مشخص گردید که چاه‌هایی که در محدوده رودخانه پیچان‌رودی قرار دارند دارای بیشترین میزان هدایت الکتریکی است. به‌طورکلی وضعیت سطح ایستابی، هدایت الکتریکی و دبی قابل‌برداشت آب زیرزمینی در نواحی که الگوی رودخانه به‌صورت سینوسی است نشان‌دهنده پتانسیل مناسب آب زیرزمینی در این الگو است. با بررسی میانگین ارتفاع و طول رودخانه در الگوهای رودخانه‌ای مشخص گردید که طول و ارتفاع رودخانه در الگوی سینوسی نسبت به رودخانه‌های مستقیم میزان بیشتری داشته و نسبت به رودخانه‌های پیچان‌رودی از طول و ارتفاع کمتری برخوردار است.

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با توجه به ارتباط بسیار زیاد الگوها های رودخانه‌ای بر آب‌های زیرزمینی از این شاخص می‌توان در رودخانه‌های مختلف جهت ارزیابی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی استفاده نمود و آن را برای سایر مناطق مشابه نیز تعمیم داد. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مطالعات ژئومورفیک رودخانه‌ای پیش از انجام طرح‌های اجرایی می‌تواند زمینه‌ساز کاهش خطا در تعیین مکان مناسب جهت تغذیه آبخوان یا حفر چاه آب زیرزمینی باشد. اکثر تحقیقات انجام‌شده، در رابطه با پتانسیل‌یابی آب‌های زیرزمینی پارامتر ژئومورفولوژی رابه‌عنوان یک عامل وزنی در کنار سایر عوامل اثرگذار در نظر گرفته وبه فرم و فرایندهای مورفولوژیکی به‌عنوان یک شاهد مجزا نگاه نمی‌کند. به‌طور مثال Godfray and Tembo (2022) معتقدند که مطالعه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

مناطق تغذیه آب زیرزمینی کلید کاوش در دسترس بودن آب زیرزمینی است و ادغام اطلاعات ژئومورفولوژیکی، زمین‌شناسی و ژئوفیزیک در شناسایی بهترین مکان برای حفر چاه بسیار حائز اهمیت است. همچنین برخی از مطالعات داخلی و خارجی بر نقش شاخص‌ها و پارامترهای ژئومورفیک در تشخیص بهترین پتانسیل آب زیرزمینی تأکیددارند به‌طور مثال Dongare and Deota (2023) نقش شاخص‌های ژئومورفیک در شناسایی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در حوزه آبخیز خاپری استان دکن را موردبررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که منطقه موردمطالعه بر اساس شاخص شکل زمین، ویژگی‌های زهکش، شیب به سه پهنه مورفومتری قابل‌تفکیک بوده و پارامترهای مورفومتری با تغییرات آب زیرزمینی دارای همبستگی مثبت می‌باشند.بنابراین هرچند تاکنون نقش عوامل ژئومورفیک بر آب‌های زیرزمینی در مطالعات متعددی اشاره و موردتأکید قرارگرفته است، ولی مطالعه جامعی در رابطه‌با ارتباط مستقیم‌پارامترهای ژئومورفیک و آب‌های زیرزمینی انجام نگرفته است و تحقیق حاضر توانسته با رویکردی جدید و همچنین مطالعات آماری این ارتباط قوی را موردبررسی قرار داده و رهیافتی کارآمد را در راستای پتانسیل یابی آب های زیزمینی فراهم آورد.

منابع

1. Asghari Moghadam, A., 2009, *principles of groundwater knowledge*, Journals of Tabriz University Publications (*in Persian*).
2. Adeli, Z., Ghahroudi Tali, M. Sadough, H., 2021, *Application of Geomorphons method in identifying landform elements (Casestudy: Hablehroud Basin)*, Published by Quantitative Geomorphological Research, Volume 10, Issue 2, Pages 106-119
3. Brwon, A.G., 1995, *Geomorphology and Groundwater*, Publishers OF Wiley
4. Chorley, R.J., Schumm, S.A., Sugden, D.E.,1984, *Geomorphology*, Publishers OF Routledge.
5. Charlton, R., 2007, *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*, Publishers OF Routledge.
6. Dongare, C. U., Deota, B., 2023, *Significance of geomorphic indicators for identification of groundwater recharge potential in the Khapri watershed of Deccan Volcanic Province (DVP)*, district Dangs, western India,
7. Ebrahimi, Mirmohammad Sadeghi, Pasandi, 2018, *Groundwater Depletion and Stream-Aquifer Interaction (Case Study: The Najafabad Aquifer in Zayandehroud River Basin)*, Journal of Water and Soil Science, Volume 22, Issue:2, pages:107-125(*in Persian*).
8. Ghahroudi Tali, M., Khodamoradi, F., Alinori, K, 2023, *The effect of groundwater loss on land subsidence risks in Dehgolan plain of Kurdistan province*, Journal of Environmental Risk Management of Tehran University, Volume 10, Number 1, Pages 59-70 (*in Persian*) .
9. Gregory, K.J., Davis, R.J., Downs, P.W., 1992, *Identification of river channel change due to urbanization, Applied Geography*, Volume 12, Pages 299-318.
10. Godfray, G., Tembo, M., 2022, *Assessment of ground water potentiality in semi-arid area of central Tanzania. implication from geology and geomorphology of the dodoman supergroup, Journal of Geology*, Ecology, and Landscapes, vol 6.
11. Hengl, T., Reuter, H., 2009, *Geomorphometry Concepts, Software, Applications*, Publishers OF Developments in Soil Science, Volume 33.
12. Hosseinzade, M .M., Esmaeili, R., 2014, *Fluvial concepts, forms and processes Geomorphology*, Publications of Shahid Beheshti University (*in Persian*).
13. Iran Meteorological Organization, 2010-2021, *Statistical report of synoptic stations* (*in Persian*) .

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]

14. Khamisabadi, S., Manshori, M., Sayadi, M., Salari, M., 2012, *Valuation potential of water quality in occurrence of sedimentation and corrosion in drinking water facilities in Goybolagh village, Malard city*, Journal of environment Geology, Volume 6, Issue 21, Pages 83-102.
15. Koshraftar, R., 2021, *Geomorphologists and overlooking the philosophy of science in geomorphology*, Physical Geography Research Quaterly, Volume 55, Issue 2, Pages 133-150 (*in Persian*).
16. Khalili Naftchali, A., Khashai, A, 2016, *familiarization with water finding methods*, second national congress of drainage irrigation of Iran, Isfahan University of Technology (*in Persian*).
17. Kardavani, P., 2013, *The Problems of Waters in Iran*, Publishers OF university of Tehran Press (*in Persian*).
18. Movahed Danesh, A.A., 2013, *The Hydrology of the Surface Waters of Iran*, The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Islamic Sciences and the Humanities (SAMT) (*in Persian*) .
19. Mollard, H. D. (1968), *"The role of photo–interpretation in finding groundwarter sources in Western Canada"*, proc, 2nd Seminar on air photo interpretation in the development of Canada, The Queen's Printer, Ottawa, Pages. 57-75.
20. Ministry of Energy of Iran 2016, *draft guide for morphological studies of rivers*, publication number 314.
21. Nimnate, P., Montri, C., Thitimakorn, T., Hisada, K., 2017, *Geomorphic criteria for distinguishing and locating abandoned channels from upstream part of Mun River, Khorat Plateau, northeastern Thailand*, Environmental Earth Sciences, Volume 76, Issue 9.
22. Nosrati, K., Rajabi Eslami, A., 2019 Sayadi, M., *Spatiotemporal Assessment of Groundwater Quality and Quantity Variation in Mallard County Tehran*, Publishers OF Iranian Journal of Watershed Maneagement Science and Engineering, Volume 13, Issue 46 , Pages 121–123 (*in Persian*).
23. Office of the Vice President of Strategic Planning and Control of Iran, 2012, *Guidelines for the classification and coding of watersheds and study areas in the country*, Publication No. 310.
24. Parvez, Laleh., Bonyadi, Hussain., 2018, *Wheat yield modeling using climatic indicators and clustering, Journal of Ecohydrology*, Volume 6, Number 2, Pages 479-491 (*in Persian*).
25. *Regional Water Company of Qazvin*. 2014. Available from https://www.qzrw.ir/st/51. Accessed 14th April 2014(*in Persian*).
26. Sadaqi, M., 2013, *Earth and Water Resources (Groundwater)*, Journals of Payame Noor University (*in Persian*).
27. Verma, N., Patel, R. K., 2021, *Delineation of groundwater potential zones in lower Rihand River Basin, India using geospatial techniques and AHP*, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, Volume 24, Issue 3, Pages 559-570
28. Verstappn, H. Th (1998), *"Applied geomorphology"*, Elsevier.
29. Wilcock, P. R., Iverson, R. M., 2003, *Prediction in Geomorphology* (Geophysical Monograph), Published by Geophysical Monograph Series.
30. Zongiun, G., Wenyue, L., Jiutan, L., Zhenyn, W., Shu, W., 22, *Study on the Relationship between River Water and Groundwater under Different Aquifer Mediums*, Journal Description Water, 14(7):1134.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-16]