



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Vol. 38, Issue 1, No. 86, Spring 2022, pp 99-114
Received: 10.01.2022 Accepted: 17.05.2022

Research Paper

Textural and origin of Cheshmeh Khorzan conglomerate (Arak Mighan Playa watershed) by multivariate statistical method

Feridon Ghadimi* 

Associate Professor in Sedimentology and Sedimentary Rocks, Department of Mining, Faculty of Earth Science Engineering, Arak University of Technology, Arak, Iran
ghadimi@arakut.ac.ir

Farzaneh Esmali

MSc Graduated in Sedimentology and Sedimentary rocks, Basic Science, Department of Geology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
F-esmaeli@yahoo.com

Abstract

Cheshmeh Khorzan conglomerate is located in the Arak Mighan Playa watershed. Determining the texture characteristics and origin of conglomerates is one of the objectives of this study. In the Pliocene loose conglomerate, the particle diameters of the conglomerates varied in a wide range of granule, pebble, cobble and boulders in 51 areas. In addition, the components of conglomerates are mostly good rounded and poorly sorted. Regression analysis and probability level tests such as Student and Fisher test at 95% confidence level showed no significant relationship between roundness and particle diameter with transporting distance. The conglomerate is re-transported in the river and alluvial fan environment. They are close to their source, and their secondary components result from erosion of compact and old conglomerates. Multivariate statistical analyzes showed that the conglomerate components were rich in sandstone (45%), andesite (37%), limestone (7%), tuff (5%), rhyolite (3%), chert and basalt (3%). They have been obtained from the erosion of older formations in Central Iran. Good roundness shows high groundwater potential and high abundance of volcanic fragments indicate the good potential of the placer in the area.

Keywords: Texture of conglomerate, Factor analysis, conglomerate source, Cheshmeh Khorzan, Arak Mighan Playa watershed.

Introduction

The composition and texture of conglomerates indicate the source rock, their origin and the processes that shape them, and their potential as aquifers, as well as the presence of placers such as gold, uranium and iron in the form of minerals such as ilmenite and magnetite. Geochronological, petrographic, geochemical and isotopic studies are very effective in determining the source rock and diagnosing different types of conglomerate composition (Gangwang et al. 2010). Components of conglomerates play a significant role in determining tectonic processes and their type of activity (Zhang et al. 2020). Analysis of the location and geographical transport conditions of the region can be determined with the help of conglomerate components (Minghuai et al. 2010). The composition, structural features and fabric of conglomerates

can determine the type of conglomerate and their origin (Bayet-Goll et al. 2015). Evaluation of components of a loose Pliocene conglomerate of Cheshmeh Khorzan in terms of particle diameter, roundness and their relationship with distance is one of the obvious aims of this research. Determination of constituent particles' origin by multivariate statistical methods such as correlation coefficient, regression, factor and cluster analysis are other aims. This research provides a suitable subject for studying and evaluating the water potential of other areas around the Ashtian city and especially for investigating the origin of magnetite and ilmenite placers in the Cheshmeh Khorzan area.

Material & Methods

*Corresponding author

Ghadimi, F., and Esmali, F. (2022). Textural and origin of Cheshmeh Khorzan conglomerate (Arak Mighan Playa watershed) by multivariate statistical method. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 38(1), 99-114.

2423-8007 / © 2022

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<http://dx.doi.org/10.22108/jssr.2022.132222.1222>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1401.38.1.5.8>

In this study, 51 samples were analyzed. Due to vegetation and debris cover on the conglomerates, sampling was performed in areas where the conglomerate was exposed. In the field operations, particle diameter variables (maximum, minimum and average diameter), roundness and composition of gravels in loose conglomerate were determined. In one square meter to four square meters of each area, it determined the number of gravels and different compounds. Their roundness of gravels was determined using tables and different equations. Univariate, bivariate and multivariate statistical parameters such as factor analysis and cluster analysis were determined by Statistical software version 12. In bivariate statistics, a regression equation was established between gravel diameters, roundness and distance, and the equations were evaluated by Fisher, Student t-test and probability level test (p-value). The Student's t-test of each variable was compared with the critical value at a 95% confidence level (5% error). In multivariate statistics, step-by-step factor analysis was performed by reducing the dimensions of data and cluster analysis based on intra-group similarity and inter-group differences.

Discussion of Results & Conclusion


This study showed the minimum diameter of the gravel particles is 4 mm and the maximum is 1500 mm, and the average particle diameter is 5 mm is 51 areas of the conglomerate outcrops. Rock grains account for about 44% boulder, 27% cobble, 15% pebbles and 14% granule volume. Characteristics of Cheshmeh Khorzan conglomerate are textural evidence such as good roundness, poor sorting and a wide range of different particles. In the regression equation, it was found that there is no significant relationship between grain diameter and roundness at the 95% confidence level. The high roundness of the gravels indicates the second cycle of grain transport in the conglomerate. Factor analysis and cluster analysis were used to differentiate the origin of conglomerate composition. In the first stage of stepwise factor analysis, three factors were identified. In the first factor, it determined limestone gravel with a positive factor has a 0.88 factor load and sandstone gravel with a negative

sign has 0.83 factor load. The share of this factor is 26.84% of the population. The role of other components is low in the first factor due to the less than 0.7 factor load. Also, due to the opposite sign of sandstone and limestone factor load, it is evident that the first factor has two origins. In the second factor, the combination of tuff with 0.81 factor load and rhyolite with 0.79 factor load had the largest share and its share is 23.14%. Andesitic composition in the third factor with a negative load of 0.88 with a 17.33% share has the most population. Three factors account for about 67.31 percent of the conglomerate population. In the first stage of factor analysis, the combination of basalt and chert had the lowest factor load, so it was removed from the conglomerate community. In the second stage of factor analysis, three factors were obtained by removing the basalt and chert composition. The diversity of the composition of gravels indicates multiple origins and from erosion of the formations in the Central Iran zone. Therefore, the loose conglomerate of Cheshmeh Khorzan in the Upper Pliocene is a secondary cycle and its components were the result of primary conglomerate erosion such as the consolidated Lower Pliocene conglomerates from the east or conglomerates from older formations such as the Upper Red Formation in the north (Ashtian basin). The Miocene–Pliocene orogenic phase of the Cheshmeh Khorzan region is tensile and have caused the replacement of volcanic material. Erosion and transport of older volcanic material and rocks during the tectonic phase has led to the formation of conglomerates in the area. In order to determine the environmental conditions and characteristics of the Cheshmeh Khorzan conglomerate, it is suggested to prepare different types of rock facies in different sequences and sedimentary models. The good roundness of conglomerates can be one of the reasons for the high potential of groundwater for wells drilled in the conglomerates of the region and water exploration in other areas of Ashtian city. The high abundance of volcanic fragments, especially andesitic fragments in conglomerates containing placer magnetite and ilmenite can be a good guide for the region of origin and route of transport and re-cycle to the Cheshmeh Khorzan region.



مقاله پژوهشی

ویژگی‌های بافتی و منشأ کنگلومرای چشمه خورزن (حوزه آبخیز پلایای میقان اراک) به روش آمار چندمتغیره

فریدون قدیمی* ، دانشیار رسوب‌شناسی - سنگ رسوبی، گروه مهندسی معدن، دانشکده مهندسی علوم زمین، دانشگاه صنعتی

اراک، اراک، ایران
ghadimi@arakut.ac.ir

فرزانه اسماعیلی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رسوب‌شناسی - سنگ رسوبی دانشکده علوم، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد

اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
f-esmaeli@yahoo.com

چکیده

کنگلومرای چشمه خورزن در پهنه ایران مرکزی و در حوزه آبخیز بسته پلایای میقان اراک واقع شده است. تعیین خصوصیات بافتی و منشأ کنگلومراها با توجه به اهمیت زیاد پتانسیل آب زیرزمینی و پلاسرهای مگنتیت از اهداف این بررسی است. با مطالعه میدانی گراول‌ها در ۵۱ نقطه از کنگلومرای سست پلیوسن و تعیین قطر ذرات با کولیس، مشخص شد قطر ذرات تشکیل‌دهنده کنگلومراها در طیف وسیعی از شن (۱۴درصد)، ریگ (۱۵درصد)، قله‌سنگ (۲۷درصد) و قطعه‌سنگ (۴۴درصد) متغیر است. درضمن، اجزا عمدتاً دارای گردشگی خوب‌اند (۰/۸-۰/۶) و با قرارگیری در ماتریکس ماسه‌ای، جورشدگی ضعیف (۲-۱ فی) دارند و رنگ آنها قرمز است. تحلیل رگرسیونی و آزمون‌های سطح احتمال، † استیودنت و فیشر در سطح ۹۵درصد اطمینان نشان داد ارتباط معنی‌داری بین گردشگی و قطر ذرات (ضرب تبیین ۵/۷۶درصد) و قطر ذرات با فاصله حمل (ضرب تبیین ۰/۰۱درصد) وجود ندارد. کنگلومرا در محیط مخروط افکنه‌ای-رودخانه‌ای نزدیک به منشأ و اجزای تشکیل‌دهنده آن ثانویه حمل مجدد می‌یابد و حاصل فرسایش رخنمون کنگلومراهای فشرده و قدیمی است. تحلیل‌های آماری چندمتغیره عاملی و خوشه‌ای نشان داد اجزای کنگلومراها به ترتیب فراوانی ماسه‌سنگ (۴۵درصد)، آندزیت (۳۷درصد)، آهک (۷درصد)، توف (۵درصد)، ریولیت (۳درصد) و قطعات چرت و بازالت (۳درصد) بوده است که از فرسایش سازندهای قدیمی‌تر در پهنه ایران مرکزی حاصل شده‌اند. کنگلومرای سخت پلیوسن زیرین، کنگلومرا و ماسه‌سنگ سازند قرمز فوقانی، آهک‌های سازند قم و سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی، ریولیتی و آذرآواری ائوسن از پهنه ایران مرکزی، مهم‌ترین منشأ کنگلومرای پلیوسن فوقانی چشمه خورزن‌اند. گردشگی خوب، پتانسیل بالای آب زیرزمینی و فراوانی زیاد قطعات آتشفشانی، پتانسیل خوب پلاسرهای موجود را در منطقه بیان می‌کند. **واژه‌های کلیدی:** بافت کنگلومرا، تحلیل عاملی، منشأ کنگلومرا، چشمه خورزن، حوزه آبخیز پلایای میقان اراک.

* نویسنده مسئول

قدیمی، ف. و اسماعیلی، ف. (۱۴۰۱). ویژگی‌های بافتی و منشأ کنگلومرای چشمه خورزن (حوزه آبخیز پلایای میقان اراک) به روش آمار چندمتغیره. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۸(۱)، ۹۹-۱۱۴.



مقدمه

ترکیب و بافت کنگلومراها نشان‌دهنده سنگ منشأ، برخاستگاه و فرایندهای شکل‌دهنده آنهاست و پتانسیل آنها را به‌عنوان آبخوان و همچنین وجود انواع پلاسرا از قبیل طلا، اورانیم و آهن به شکل کانی‌هایی چون ایلمنیت، مگنتیت، رتیل و غیره بیان می‌کند. بررسی‌های ژئوکرونولوژی، پتروگرافی، ژئوشیمی و ایزوتوپی در تعیین سنگ منشأ و تشخیص انواع کنگلومراها بسیار مؤثرند (Wandres et al. 2004). اجزای کنگلومراها در تعیین فرایندهای تکتونیکی و نوع فعالیت آنها نقش بسیار مهمی دارند (Zhang et al. 2020; Wander et al. 2004). تحلیل موقعیت و شرایط جغرافیای دیرینه منطقه به کمک اجزای کنگلومرا تعیین می‌شود (Ghazi and Mounthey 2010; Surplless 2010; Minghui et al. 2010; Augsburger 2009). ترکیب، ویژگی‌های ساختاری و فابریک کنگلومراها، نوع کنگلومرا و منشأ آنها را مشخص می‌کند (Bayet-Goll et al. 2015). برای مثال زانگ و همکاران (Zhang et al. 2020) با مطالعه پتروگرافی کنگلومراها، منشأ را در منطقه داکینگ شان چین بازسازی کردند و نشان دادند منشأ ذرات در کنگلومراها گرانیت، آندزیت و سنگ‌های آهکی پرکامبرین است و این سنگ‌ها در پهنه‌های تکتونیکی حاشیه قاره‌ای فعال قرار دارد. اعتماد و همکاران (Etemad et al. 2020) نیز با مطالعه پتروگرافی، ژئوشیمی و جریان‌های قدیمی کنگلومراهای سازند بختیاری در پهنه زاگرس، نشان دادند کنگلومرا از سه منشأ ماسه سنگ اهواز و اجزای آهکی و چرتی، به ترتیب از بخش فوقانی و تحتانی سازند آغاچاری است. تعیین شرایط زهکش و وجود جریان‌های آبی و آبخوان‌های مناسب، از ویژگی خاص پتروگرافی نظیر گردشگی و جورشدگی کنگلومراها حاصل می‌شود (Lindsey et al. 2007; Miao et al. 2010). با بررسی ویژگی‌های بافتی (قطر ذرات، گردشگی، جورشدگی و بلوغ بافتی)، ساخت‌های رسوبی (نوع لایه‌بندی) و همچنین ترکیب کنگلومراها (جنس قطعات سنگی، نوع کانی‌ها، فراوانی و درجه تجزیه کانی‌ها)، محیط‌های رسوبی و

هوازگی زمان گذشته تعیین می‌شود (Baiyegunhi et al. 2021). محققان مختلف تعیین رخساره‌های کنگلومرا را در تفسیر شرایط محیط رسوبی از نظر رسوب‌شناسی بررسی کرده‌اند (Mikheeva et al. 2021). کنگلومراها به‌عنوان سنگ، میزبان ذخایر بزرگ مواد معدنی نظیر اورانیم بسیار ارزشمندند (Fayek et al. 2021). ذخایر بزرگی از پلاسرها از جمله پلاسرای طلا و الماس در کنگلومراها یافت شده است (Mamedov 2011; Spinks et al. 2021).

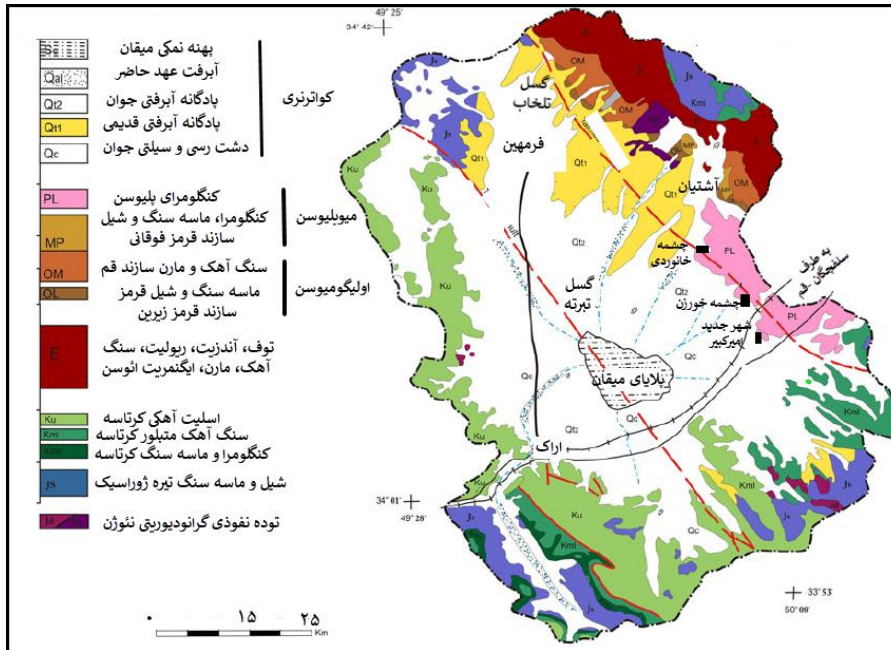
در کنگلومرای آتشفشانی منطقه چشمه خورزن چندین حلقه چاه با عمق بیش از ۱۰۰ متر و آبدهی بالای ۳۰ لیتر بر ثانیه برای تأمین آب شرب شهر آشتیان و روستاهای مجاور حفر شده است که اهمیت پتانسیل آبی و نفوذپذیری کنگلومراها را نشان می‌دهد. ثمری و همکاران (Samari et al. 2014) نیز پلاسرای مگنتیت، ایلمنیت و وانادیم را در کنگلومرای چشمه خورزن بررسی و اهمیت اکتشافی پلاسرها را تأکید کرده‌اند. ارزیابی اجزای تشکیل‌دهنده کنگلومرای سست پلیوسن چشمه خورزن از نظر قطر ذرات، گردشگی، رابطه آنها با فاصله و تعیین جنس ذرات تشکیل‌دهنده و مشخص کردن منشأ به روش آمار تک، دو و چندمتغیره نظیر میانگین، ضریب همبستگی، رگرسیون، تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای از اهداف بارز این تحقیق است. این تحقیق بستر مناسبی را برای بررسی و ارزیابی پتانسیل آبی دیگر مناطق در اطراف آشتیان و به‌خصوص بررسی منشأ پلاسرای مگنتیت و ایلمنیت در محدوده چشمه خورزن فراهم می‌آورد.

منطقه مطالعه شده

برونزدهای کنگلومرای بررسی شده به سن پلیوسن، در حوزه آبخیز پلایای میقان اراک و در مسیر ۴۵ کیلومتری اراک به سلفچگان واقع شده است که از شهرک امیرکبیر تا روستای سیاوشان در جنوب شهرستان آشتیان به عرض ۶ و طول ۲۵ کیلومتر گسترش دارد. حوزه تأمین‌کننده اجزای کنگلومراهای سخت و سست در آبخیز پلایای میقان

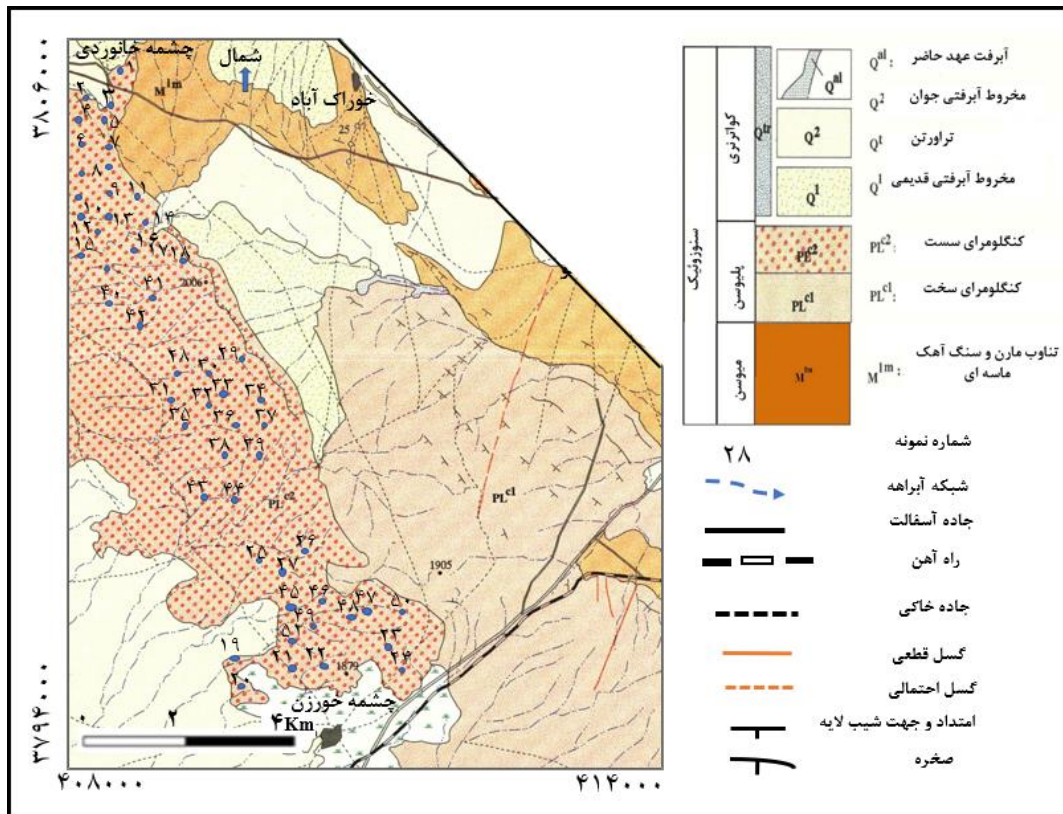
از نظر زمین‌شناسی در آغاز ترشیاری، جنبش‌های فاز لارامید سبب چین خوردگی و بالآمدگی سازندهای قدیمی‌تر و نیز ماگماتیسم شدیدی در زون ایران مرکزی شده است که در ائوسن میانی، فعالیت‌های آتشفشانی برای نخستین بار در منطقه آغاز شد که نتیجه آن گسترش سنگ‌های آندزیتی-بازالتی است. پس از ائوسن، اثر جنبش‌های بعد از فاز لارامید یعنی فاز پیرنه (الیگو-میوسن) بیشتر به صورت خشکی‌زایی بوده است. جنبش‌های قائم، وضعیت هورست و گرابنی را در منطقه به وجود آورده و فرآیند الیگوسن در منطقه نسبت به مناطق شمالی‌تر (مثل ساوه) ضعیف‌تر بوده و تا اوایل میوسن ادامه داشته است. از این به بعد شدت فرآیند در منطقه افزایش یافته و در طی نئوژن به بیشترین مقدار خود رسیده است. نیروهای وابسته به فاز رودین (میوسن - پلیوسن) به صورت جنبش‌های برش راستگرد در منطقه نمایان‌اند. رسوبات سازند قرمز بالایی (میوسن) و رسوبات قبل از آن چین خوردند. رژیم تکتونیکی مدنظر سبب جایگزینی مواد آتشفشانی در شکستگی‌های کثشی شده است؛ به این ترتیب منطقه با فرآیند آتشفشانی جدیدی (متفاوت با فرآیند آتشفشانی ائوسن) روبه‌رو بوده است. فرسایش بعدی وابسته به این فاز تکتونیکی (میوسن - پلیوسن)، سبب جابه‌جاشدن مواد آتشفشانی نئوژن و سنگ‌های قدیمی‌تر شده است که به صورت مجموعه سنگ‌های ناهماهنگ و اساساً کنگلومرایی به سن پلیوسن در منطقه نمایان است (شکل ۲) (Emami 1980).

شهرستان اراک، در بین دو پهنه ایران مرکزی و سنندج - سیرجان واقع شده است. پهنه سنندج - سیرجان در جنوب حوزه، شامل سنگ‌های اسلیتی - ماسه‌سنگی ژوراسیک زیرین به همراه سنگ‌های آهکی متبلور کرتاسه بوده است که متحمل دگرگونی با درجه ضعیف شده‌اند، پهنه ایران مرکزی در شمال حوزه از سنگ‌های ژوراسیک تا کواترنر تشکیل می‌شود و در کمربند آتشفشانی سهند - بزمان یا ارومیه - دختر حاوی توده‌های نفوذی و آتشفشانی متفاوت با سن ترشیاری است (شکل ۱). پهنه ایران مرکزی در حوزه آبخیز پلایای میقان اراک توسط دو گسل تلخاب در شمال و تبرته در جنوب، با راستای شمال غربی و جنوب شرقی به دو زیر پهنه جنوب غربی به نام بلوک هفتاد قله و زیر پهنه شمال شرقی به نام بلوک آشتیان - نراق تقسیم شده است که کنگلومرای چشمه خورزن در زیر پهنه اخیر قرار دارد (Pedrami 1982). منطقه مطالعه‌شده در زیر پهنه آشتیان - نراق، سنگ‌های آتشفشانی نئوژن با ترکیب آندزیتی و بازالتی دارد (Emami 1980). رسوبات پلیوسن منطقه عمدتاً کنگلومراها و در تناوب با ماسه‌سنگ و با زمینه ماسه‌ای و گلی است. مواد تشکیل‌دهنده کنگلومراها، سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری است و از دو قسمت مجزا با زمینه فشرده (قدیمی) و سست تشکیل می‌شود (شکل ۲). قسمت بالایی این کنگلومراها هم‌زمان با پلیوسن و معادل هزار دره و حاصل فاز بالایی کوهزایی آلپی (پاسادین) است. این سازند شیب ملایم یا تقریباً مسطح دارد. اجزای کنگلومراهای منطقه درشت و ذرات دارای گردشگری خوب‌اند (Emami, 1980).



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه بررسی شده (برگرفته از Rahimpour-Bonab and Abdi 2012)

Fig 1- Geographical and Geological map of the study area (After Rahimpour-Bonab and Abdi 2012)



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه چشمه خورزن اراک و موقعیت نمونه‌ها (مختصات براساس UTM) (Alaee Mahabadi 2000)

Fig 2- Geological map of Cheshmeh Khorzan area of Arak and sample location (Alaee Mahabadi 2000)

روش کار و شیوه انجام مطالعه

در این بررسی از ۵۵ نمونه برداشت شده، به دلیل خطای انسانی در ۴ نمونه، ۵۱ نمونه تحلیل شد. به دلیل پوشش گیاهی و واریزه‌ای مستقر بر کنگلومراها، نمونه‌برداری در نقاطی انجام گرفت که کنگلومرا برونزد داشته است (شکل ۲). در عملیات میدانی، متغیرهای قطر ذرات (قطر حداکثر، حداقل و متوسط ذرات گراول با کولیس و خط کش) (Tucker 2001)، گردشگری (Krumbein 1941) و ترکیب گراول‌ها در کنگلومرای سست تعیین شد. در یک متر مربع تا چهار متر مربع از هر منطقه در کنگلومرا، تعداد گراول‌های با ترکیبات مختلف تعیین و درصد ترکیبات مختلف برآورد شد. برداشت دو کیلوگرم نمونه در آزمایشگاه، ترکیب نمونه‌های مشکوک در زیر میکروسکوپ بیناکولار تعیین شد. با در اختیار داشتن ابعاد گراول‌ها، گردشگری آنها با استفاده از جداول و روابط تعیین شد. تمامی داده‌های قطر، گردشگری و ترکیب گراول‌ها وارد نرم‌افزار اکسل شد. پارامترهای آماری تک‌متغیره، دو متغیره (رگرسیون) و چندمتغیره از قبیل تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، در نرم‌افزار آماری Statistica نسخه ۱۲ انجام شد. مطابق روش Ghadimi and Ghomi (2016)، مراحل آزمون نرمال و استانداردسازی داده‌ها صورت گرفت (رابطه ۱).

$$Z_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

که در آن Z_i مقدار نرمال و

استاندارد شده، X_i مقدار هریک از داده‌ها، X_{\min} حداقل مقدار داده‌ها و X_{\max} حداکثر مقدار داده‌هاست.

در آمار دو متغیره، رابطه رگرسیونی بین قطر گراول‌ها و گردشگری و فاصله برقرار شد و ارزیابی معادلات به روش‌های فیشر، t استیودنت و همچنین آزمون سطح احتمال (p-value) صورت گرفت. در آزمون‌های فیشر و t استیودنت، مقدار محاسباتی هر متغیر در سطح اطمینان ۹۵ درصد (خطای ۵ درصد) با مقدار جدول و یا مقدار بحرانی مقایسه شد. در صورت کمتر بودن مقدار فیشر و t استیودنت محاسباتی از مقدار بحرانی، بدیهی است اختلافی بین میانگین دو متغیر

وجود ندارد و هر دو از یک جامعه‌اند. در آزمون سطح احتمال نیز چنانچه مقدار آن بیش از ۰/۰۵ باشد، اختلافی بین میانگین دو جامعه متغیرها وجود ندارد (Ghadimi and Ghomi 2016). در آمار چندمتغیره، تحلیل عاملی مرحله‌ای^۱ با کاهش ابعاد داده‌ها صورت گرفت. فرض اساسی در به‌کارگیری این روش، وجود الگویی زی بنایی یا مدلی خطی در تعیین مفاهیم پیچیده ارتباطی بین متغیرهاست. این ارتباط در قالب یک عامل در این مدل فرضی ظاهر می‌شود. براساس روش‌های آزموده‌شده (Kim et al. 2005; Ghadimi and Ghomi 2016)، مشخص شد با اعمال تحلیل عاملی، ابعاد داده‌ها از تعداد زیادی عنصر به تعداد کمتری عامل کاهش پیدا می‌کند. یوسفی و همکاران (Yousefi et al. 2012) اعتقاد دارند تحلیل عاملی مرحله‌ای، روش تعدیل یافته تحلیل عاملی است که برای ایجاد نقشه‌های ژئوشیمیایی استفاده می‌شود. در این پژوهش پس از بررسی روش‌های مستند و آزموده‌شده، تحلیل عاملی، روش مرحله‌ای (Yousefi et al. 2012) انتخاب و بر داده‌های درصد ترکیب سنگ‌شناسی کنگلومراها انجام شد. تحلیل خوشه‌ای^۲ یکی از روش‌های چندمتغیره بوده است که هدف از آن، طبقه‌بندی متغیرها و نمونه‌ها براساس تشابه درون‌گروهی و اختلاف بین‌گروهی است. در اینجا، ملاک شباهت ضریب همبستگی و الگوریتم خوشه‌بندی، روش وارد^۳ و فاصله پیرسون^۴ بوده است (Ghadimi and Ghomi 2016).

بحث و تحلیل

خصوصیات بافتی

در توالی برداشت شده از منطقه چشمه خورزن، کنگلومرای سست در تناوب با لایه‌های ماسه‌سنگ خاکستری است. بخش زیرین این توالی، کنگلومرای درشت‌دانه به ضخامت ۴۰ سانتی‌متر، با لایه‌بندی موازی دارد. لایه ماسه‌سنگی با لایه‌بندی مورب و متوسط لایه به ضخامت ۲۰ سانتی‌متر در بالای کنگلومرای درشت‌دانه به ضخامت ۲۰۰ سانتی‌متر قرار

¹ Stepwise Factor Analysis

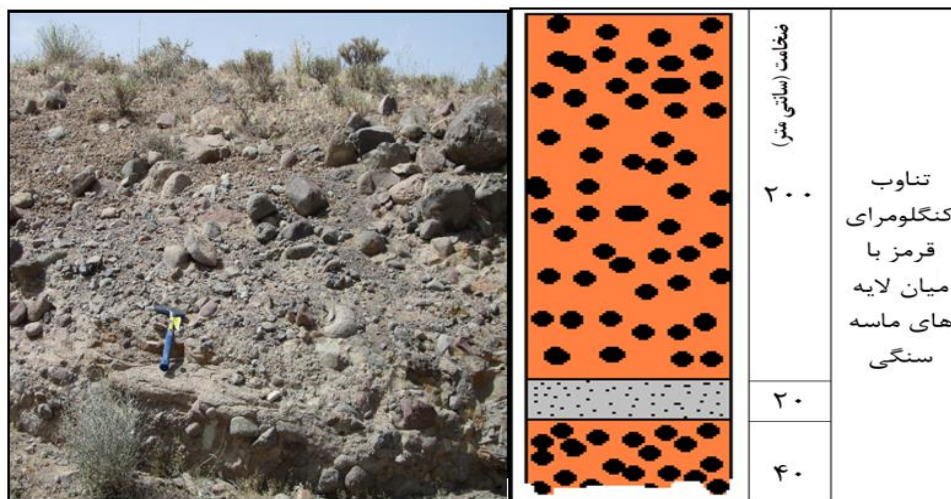
² Cluster Analysis

³ Ward method

⁴ Pearson r

وجود ماتریکس رسی در بین گراول‌ها، جورشدگی ضعیف (۱-۲ فی) است.

گرفته است (شکل ۳). حداکثر قطر ذرات ۴۰۰ میلی‌متر و قطر متوسط ذرات ۱۰۰ میلی‌متر و گردشدگی ذرات ۰/۸ و به دلیل



شکل ۳- تناوب کنگلومرا و ماسه‌سنگ پلیوسن

Fig 3- Sequence of Pliocene conglomerate and sandstone

حداقل گردشدگی ذرات ۰/۴ در گروه نیمه گرد شده و حداکثر گردشدگی ۰/۹ در گردشدگی خوب و متوسط گردشدگی ۰/۶ در گروه گردشده قرار دارند. این بررسی نشان داد ۴۵ درصد از گراول در گروه گردشدگی خوب (۱-۰/۷) قرار دارند. ذرات با گردشدگی نیمه زاویه دار (گروه ۰/۳۵-۰/۲۵)، زاویه‌دار (گروه ۰/۲۵-۰/۱۷) و خیلی زاویه‌دار (گروه ۰/۱۷-۰) در بین گراول‌ها دیده نمی‌شود.

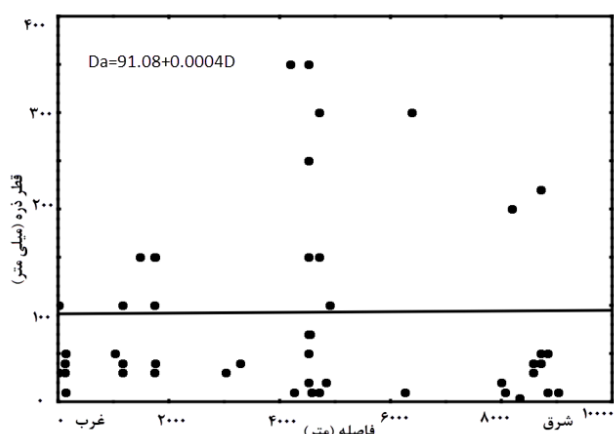
این بررسی در ۵۱ نقطه از کنگلومرا، نشان داد حداقل قطر ذرات گراول‌ها ۴ میلی‌متر و حداکثر آن ۱۵۰۰ میلی‌متر و قطر متوسط ذرات ۵ میلی‌متر است. ذرات قطعه‌سنگ (قطر ۲۵۶-۴۰۹۶ میلی‌متر) حدود ۴۴ درصد، ذرات قلوه‌سنگ (۲۵۶-۶۴ میلی‌متر) حدود ۲۷ درصد، ذرات ریگ (۴-۶۴ میلی‌متر) حدود ۱۵ درصد و ذرات شن (قطر ۲-۴ میلی‌متر) حدود ۱۴ درصد از حجم گراول‌ها را شامل می‌شوند (شکل ۴).



شکل ۴- اجزای در اندازه گراول در کنگلومرای منطقه چشمه خورزن

Fig 4- Gravel particles in the conglomerate of Cheshmeh Khorzan region

رابطه رگرسیونی فاصله با قطر متوسط گراول، نشان داد ضریب همبستگی بین آنها $0/01$ است که در گروه همبستگی خیلی ضعیف قرار می‌گیرند (شکل ۶). سطح احتمال محاسباتی برابر $0/94$ ، مقدار t استیودنت محاسباتی $0/08$ و فیشر محاسباتی نیز $0/01$ است. با توجه به اینکه سطح احتمال بیش از $0/05$ و t استیودنت محاسباتی کمتر از t جدول (جدول ۱/۶۴) و فیشر محاسباتی کمتر از فیشر جدول (فیشر جدول برابر $4/08$) بوده است، بنابراین بین قطر ذره و فاصله رابطه رگرسیونی برقرار نیست. بنابراین، کنگلومراهای چشمه خورزن چرخه دوم را طی می‌کنند و ذرات گردشده و با اندازه متفاوت، به کنگلومرای چرخه اول مربوطاند.

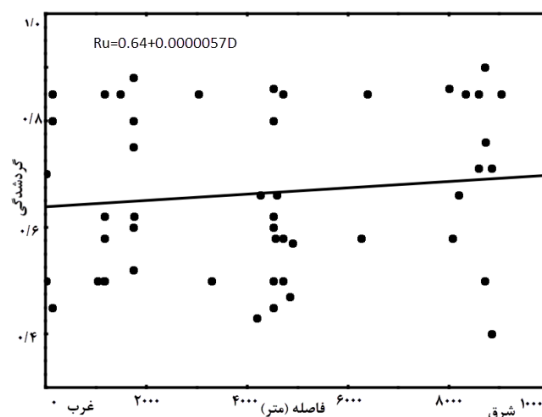


شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین فاصله (D) و قطر متوسط گراولها (Da)

Fig 6- Regression relationship between distance (D) and gravel average diameter (Da)

رابطه رگرسیونی بین قطر متوسط گراولها و گردشدگی نشان داد مقدار ضریب همبستگی $0/24$ و یا در گروه ضعیف است (شکل ۷). در شکل ۷ با افزایش قطر متوسط ذرات، مقدار گردشدگی کاهش می‌یابد. ارزیابی این رابطه نشان داد سطح احتمال محاسباتی برابر $0/09$ و t محاسباتی $1/7$ و مقدار فیشر محاسباتی $2/9$ است. نظر به اینکه سطح احتمال محاسباتی بیش از $0/05$ و مقدار فیشر محاسباتی کمتر از فیشر جدول (فیشر جدول برابر $4/08$) بوده است، بنابراین رابطه

برای ارزیابی تغییرات گردشدگی و اندازه ذرات نسبت به فاصله در مسیر ده کیلومتری از روستای چشمه خورزن در شمال غرب تا روستای چشمه خورزن در جنوب شرق، روابط رگرسیونی بین گردشدگی، اندازه ذرات با فاصله و رابطه گردشدگی با قطر ذرات برقرار شد. گردشدگی از سمت غرب (روستای خاوردی) به سمت شرق (روستای چشمه خورزن) افزایش می‌یابد (شکل ۵). در رابطه رگرسیونی، ضریب همبستگی حدود $0/12$ و مثبت است و در گروه همبستگی خیلی ضعیف ($0-0/2$) قرار دارد (گروه با همبستگی زیاد در طیف $0/8-0/6$ و خیلی زیاد $1/0-0/8$ قرار می‌گیرد). مقدار t استیودنت^۵ حاصل $0/82$ و مقدار سطح احتمال (P-value) در سطح خطای $0/05$ (یا 95% اطمینان) برابر $0/42$ است. از طرفی با درجه آزادی (۴۹-۱)، فیشر محاسباتی $0/66$ است. همچنین t استیودنت جدول و یا بحرانی در سطح $0/05$ و درجه آزادی 50 برابر $1/64$ و فیشر جدول در سطح آزادی (۴۹-۱) برابر $4/08$ است. نظر به اینکه سطح احتمال محاسباتی بیش از $0/05$ و t محاسباتی و فیشر محاسباتی کمتر از مقدار جدول و یا مقدار بحرانی است، می‌توان گفت رابطه رگرسیونی بین فاصله و گردشدگی وجود ندارد و مفهوم افزایش گردشدگی با فاصله در منطقه بررسی معنی‌دار نیست. به عبارتی متغیر گردشدگی و فاصله از یک جامعه بوده و افزایش فاصله سبب افزایش گردشدگی در منطقه نشده است.



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین فاصله (D) و گردشدگی (Ru)

Fig 5- Regression relationship between distance (D) and roundness (Ru)

⁵ t-student

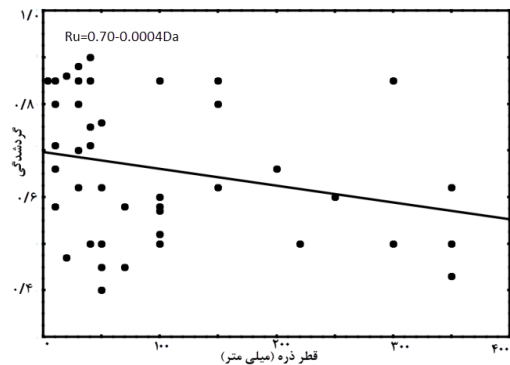
خرده‌سنگ‌های ماسه‌سنگی (S)، آندزیتی (A)، آهکی (L)، ریولیتی (R)، توفی (T)، بازالتی (B) و چرتی (C) به ترتیب فراوان‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده کنگلومرا محسوب می‌شوند. از تحلیل چندمتغیره عاملی و تحلیل خوشه‌ای در تفکیک منشأ کنگلومراها استفاده شد. در مرحله اول از تحلیل عاملی مرحله‌ای، سه عامل مشخص شد. در عامل اول، خرده‌سنگ آهکی با بار عاملی مثبت ۰/۸۸ و خرده‌سنگ ماسه‌سنگی با بار عاملی منفی ۰/۸۳ بیشترین مقدار را شامل می‌شوند (جدول ۱). سهم این عامل ۲۶/۸۴ درصد از جامعه کنگلومراست. نقش دیگر اجزا به دلیل بار عاملی کمتر از ۰/۷ در عامل اول کم است. همچنین با توجه به عدم همسویی دو جزء ماسه‌سنگی و آهکی از نظر نوع علامت، بدیهی است عامل اول، دو منشأ دارد. در عامل دوم، ترکیب توفی با بار عاملی ۰/۸۱ و ریولیتی با بار ۰/۷۹ بیشترین سهم را دارد و سهم آن ۲۳/۱۴ درصد است. ترکیب آندزیتی در عامل سوم با بار منفی ۰/۸۸ بیشترین سهم و ۱۷/۳۳ درصد از سهم را در جامعه کنگلومرا دارد (جدول ۱). سه عامل حدود ۶۷/۳۱ درصد از سهم جامعه کنگلومرا را شامل می‌شوند. در مرحله اول از تحلیل عاملی، ترکیب بازالتی (B) و چرتی (C) کمترین بار عاملی را داشته‌اند، بنابراین از جامعه کنگلومرا حذف شدند. در مرحله دوم از تحلیل عاملی، با حذف ترکیب بازالتی و چرتی نیز سه عامل حاصل شد (جدول ۲).

جدول ۱- مرحله اول بار عاملی اجزای تشکیل‌دهنده کنگلومرا

Table 1- The first stage of factor analysis conglomerate components

متغیر	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
L	۰/۸۸	-۰/۰۶	۰/۰۲
S	-۰/۸۳	-۰/۳۱	۰/۴۲
R	۰/۰۱	۰/۷۹	۰/۰۹
A	۰/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۸۸
T	-۰/۰۵	۰/۸۱	۰/۱۳
B	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۵۴
C	۰/۵۷	-۰/۰۳	۰/۳۱
واریانس کل	۲۶/۸۴	۲۳/۱۴	۱۷/۳۳
واریانس تجمعی	۲۶/۸۴	۴۹/۹۸	۶۷/۳۱

رگرسیون بین قطر گراول‌ها و گردشگری مفهوم ندارد. اما استیودنت محاسباتی بیش از t استیودنت جدول t (جدول برابر ۱/۶۴) بوده است که این امر حاکی از وجود رابطه رگرسیونی بین قطر ذره و گردشگری و معنی‌دار بودن این رابطه است.



شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین قطر متوسط ذرات متوسط (Da) و گردشگری (Ru)

Fig 7- Regression relationship between particle average diameter (Da) and roundness (Ru)

تعیین منشأ کنگلومرا

این پژوهش نشان داد کنگلومرای سست پلیوسن، منطقه چند منشأیی است. با تفکیک جنس گراول‌ها، فراوانی و درصد آنها در ۵۱ منطقه تعیین شد. گراول‌ها از جنس آهکی، ماسه‌سنگی، ریولیتی، آندزیتی، توفی، بازالتی و چرتی است. بیش از ۴۵ درصد قطعات سنگی کنگلومراها را ماسه‌سنگ‌ها شامل می‌شوند. بعد از اجزای ماسه‌سنگی، قطعات آندزیتی (۳۷ درصد)، آهکی (۷ درصد)، توفی (۵ درصد)، ریولیتی (۳ درصد)، چرتی (۲ درصد) و بازالتی (۱ درصد) به ترتیب کمترین درصد فراوانی را تشکیل می‌دهند. چولگی کمتر از یک مربوط به قطعات ماسه‌سنگی، آندزیتی، آهکی و توفی و چولگی در قطعات چرتی و بازالتی بیش از ۵ است. از طرفی کشیدگی در قطعات چرتی و بازالتی بیش از ۲۴ و در دیگر اجزا کمتر از ۲ است. بنابراین جامعه قطعات ماسه‌سنگی، آندزیتی، آهکی، توفی و ریولیتی نرمال و جامعه چرت و بازالت غیرنرمال است.

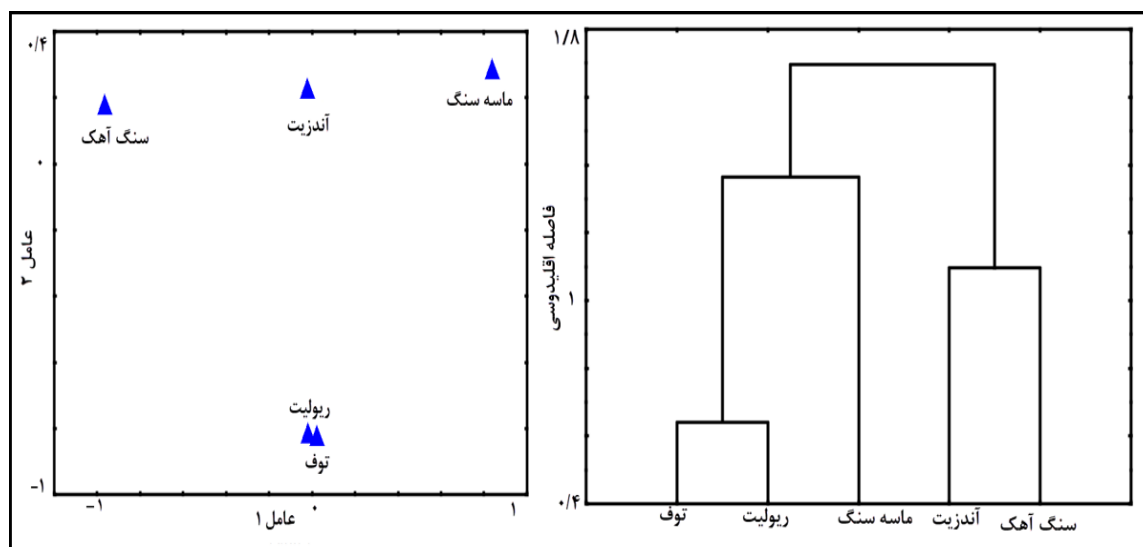
(شکل ۸). در صورت فاصله اقلیدوسی یک، چهار خوشه (منشأ) به دست آمد که در آن خرده‌سنگ‌های ریولیتی-توفی از یک منشأ و دیگر اجزا هر یک منشأ جداگانه دارند.

جدول ۲- مرحله دوم بار عاملی اجزای تشکیل دهنده کنگلومرا

Table 2- The second stage of factor load in the conglomerate component

متغیر	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
L	-۰/۹۶	۰/۱۸	۰/۱۷
S	۰/۸۴	۰/۲۹	۰/۴۵
R	-۰/۰۲	-۰/۸۱	۰/۰۷
A	-۰/۰۲	۰/۲۳	-۰/۹۷
T	۰/۰۲	-۰/۸۲	۰/۱۳
واریانس کل	۳۵/۰۰	۳۲/۰۳	۱۹/۷۴
واریانس جمعی	۳۵/۰۰	۶۷/۰۴	۸۶/۷۹

عامل اول از مرحله دوم تحلیل عاملی نظیر مرحله اول، شامل خرده‌سنگ آهکی (L) و ماسه‌سنگی (S) است. این عامل ۳۵ درصد از سهم جامعه کنگلومرا را تشکیل داد. در این عامل نظیر مرحله اول، دو خرده‌سنگ آهکی و ماسه‌سنگی همسو نبوده است، بنابراین از دو منشأند. عامل دوم با ترکیب ریولیت (R) و توف (T)، بیشترین بار را شامل شده است که سهم آن ۳۲/۰۳ درصد است. در عامل سوم، خرده‌سنگ‌های آندزیتی (A) بیشترین بار عاملی و سهم آن ۱۹/۷۴ درصد است. با مقایسه دو جدول ۱ و ۲، بدیهی است سهم سه عامل از ۶۷/۳۱ به ۸۶/۷۹ افزایش یافته است. بنابراین با توجه به بار عاملی خرده‌سنگ‌ها و سهم عاملی آنها، چهار منشأ برای کنگلومراهای منطقه تعیین شد (عامل اول دارای دو منشأ و عوامل دو و سه نیز دو منشأ دیگر) (شکل ۸). برای تأیید منشأ به روش تحلیل عاملی، از تحلیل خوشه‌ای استفاده شد



شکل ۸- تأثیر دو عامل یک و دو در تحلیل عاملی و تأیید آن در نمودار خوشه‌ای

Fig 8- The effect of first and second factor in factor analysis and its confirmation in cluster diagram

خاص محیط بیابانی است (Surpless and Augsburger 2009). کنگلومراهایی که محیط‌های رودخانه‌ای را با مسیر طولانی طی می‌کنند، گردشگری و جورشدگی نسبتاً خوب دارند و به دلیل واقع شدن در محیط اکسیدان، رنگ آنها قرمز است (Wang et al. 2010). این بررسی نشان داد بیش از ۴۵ درصد

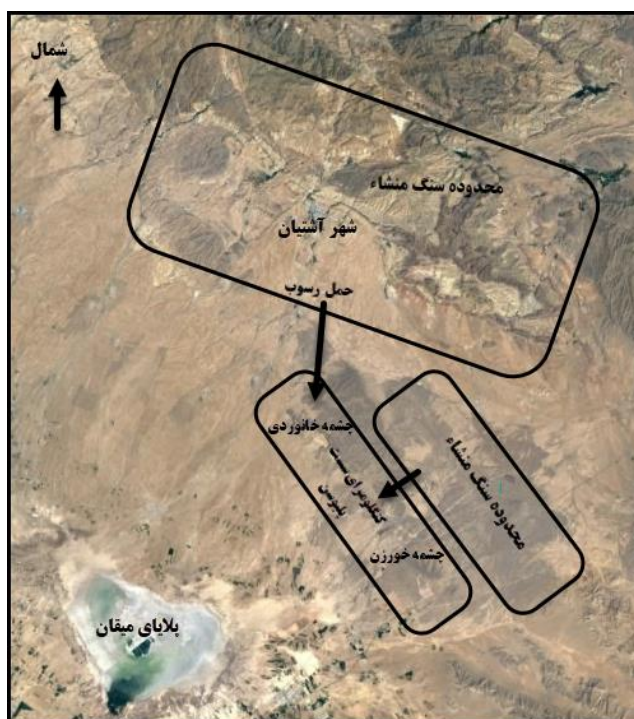
بافت، یکی از ویژگی‌های مهم رسوب‌شناسی بوده است که با توجه به گردشگری ذرات، جورشدگی و رنگ رسوبات می‌توان به محیط رسوبی و شرایط آن پی برد (Miao et al. 2010). کنگلومراهایی با اجزای گردشده، جورشدگی خوب و خاکستری، خاص محیط ساحلی دریا و اجزای به رنگ قرمز،

گراول‌های تشکیل‌دهنده کنگلومراهای منطقه چشمه خورزن، گردش‌دگی خوب دارند. در مقابل، طیف قطر ذرات گراول‌ها متغیر و به عبارتی از شن، ریگ، قلوه‌سنگ و قطعه‌سنگ تغییر می‌کند و گراول‌ها در زمینه ماسه‌ای قرار می‌گیرد و جورشدگی آنها ضعیف است؛ بنابراین بین گردش‌دگی و جورشدگی مغایرت وجود دارد. با توجه به مغایرت‌های بافتی و رنگ قرمز، محیط رسوبی کنگلومرای بررسی شده می‌تواند مخروط افکنه رودخانه‌ای با چرخه مجدد اجزای کنگلومرا باشد. از طرفی به نظر می‌رسد سازندهای کنگلومرای قدیمی‌تر نظیر کنگلومرای سخت‌شده پلیوسن و کنگلومرای سازند قرمز فوقانی، می‌توانند منشأ اجزای کنگلومراهای سست چشمه خورزن باشند. توضیح این مطلب لازم است که در محیط مخروط افکنه رودخانه‌ای، اجزای گردش‌شده سازندهای قدیمی‌تر فرسایش یافته و ضمن حمل، در مسافت کوتاه‌تری با زمینه ماسه‌ای مخلوط شده است. همبستگی ضعیف گردش‌دگی گراول‌ها با فاصله و همچنین گردش‌دگی با قطر ذرات نیز حاکی از حمل کم کنگلومراهای سست چشمه خورزن است.

شایان ذکر است که پهنه ایران مرکزی در حوزه آبخیز پلایای میقان، حاوی سازندهای آذرآواری - آتشفشانی، کنگلومرا، ماسه‌سنگ و شیل سازند قرمز زیرین و فوقانی، سازند آهکی قم (شکل ۱) و کنگلومرای سخت پلیوسن زیرین (شکل ۲) است. آمار چندمتغیره در این بررسی نشان داد کنگلومرای چشمه خورزن چهار منشأ دارد. خرده‌سنگ‌های

ماسه‌سنگی در کنگلومراها از سازند قرمز زیرین و فوقانی، خرده‌سنگ‌های آهکی از سازند قم، خرده‌سنگ‌های آندزیتی، توفی-ریولیتی از واحد ائوسن در و از پهنه ایران مرکزی در حوزه شمال منطقه (حوزه آشتیان) و از کنگلومرای سخت شرق منطقه حاصل شده‌اند (شکل ۹). تحقیقات مشابهی را نیز زانگ و همکاران (Zhang et al. 2020) در چین و سورپلس و آکسبرگر (Surpless and Augsburg 2009) در کالیفرنیا شمالی برای تعیین منشأ کنگلومراها براساس ترکیب گراول‌ها انجام داده‌اند. غلامی‌زاده و همکاران (Gholami Zadeh et al. 2016) با مطالعه سنگ‌نگاری سیلیسی آواری کنگلومرای بختیاری میوسن، نشان دادند خرده‌سنگ‌ها بلوغ بافتی ضعیف (زاویه‌دار، جورشدگی بد) داشته‌اند که نشان از نهشت نزدیک به منشأ دارند. مطالعه سنگ‌نگاری خرده‌سنگ‌ها نشان داد منشأ رسوبات چندگانه و از پهنه سندج-سیرجان (سنگ‌آهک‌های کرتاسه- سنگ‌های دگرگونی- سنگ‌های آتشفشانی ائوسن) و پهنه زاگرس (توالی افیولیتی، رادیولاریت و سنگ‌آهک‌های ائوسن) تأمین شده است.

گراول‌ها در کنگلومرای چند منشأیی منطقه چشمه خورزن، از فرسایش سازندهای پهنه ایران مرکزی و از نیمه شمالی حوزه آبخیز پلایای میقان سرچشمه گرفته است. قطعات تشکیل‌دهنده کنگلومرا در چرخه دوم و حاصل فرسایش کنگلومرای اولیه با قطعات گردش‌شده نظیر کنگلومرای سخت پلیوسن زیرین و یا کنگلومرای سازندهای قدیمی‌تر، نظیر سازند قرمز فوقانی و غیره‌اند.



شکل ۹- موقعیت مفهومی سنگ منشأ، مسیر حمل و موقعیت رسوب اجزای

تشکیل دهنده کنگلومرای چشمه خورزن

Fig 9 - Conceptual position of source rock, transport route and sedimentation of the components of Cheshmeh Khorzan conglomerate

میوسن - پلیوسن، سبب حمل مواد آتشفشانی نئوژن و سنگ‌های قدیمی تر شده و با تشکیل کنگلومرای پلیوسن همراه بوده است.

نتیجه

از ویژگی‌های کنگلومرای چشمه خورزن شواهد بافتی نظیر گردشگی خوب، جورشدگی ضعیف، رنگ قرمز و طیف وسیع قطر خرده‌سنگ‌های گراولی است. از طرفی به طریق رگرسیونی مشخص شد بین قطر ذرات و گردشگی با فاصله برداشت نمونه، ارتباط معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد وجود ندارد. گردشگی بالای گراول‌ها، چرخه دوم از حمل ذرات را در کنگلومرا نشان می‌دهد. تنوع ترکیب گراول‌های حاکی از چند منشأیی و انطباق قطعات با سازندهای پهنه ایران مرکزی، معرف فرسایش سازندهای این پهنه و نزدیکی به

Pedrami (1982) با تحقیق بر کنگلومرای چشمه خورزن، مشخص کرد که در پلیوسن زیرین منطقه شاهد فوران‌های آتشفشانی آندزیتی و ریولیتی توأم با خاکسترهای آتشفشانی بوده است که عمدتاً در محل راهجرد، به بسته‌شدن حوضه میقان اراک منجر شده است. با بالا آمدن ترکیبات آتشفشانی در محل راهجرد، مسیر رودخانه بزرگ پلیوسن حوزه میقان به حوزه قمرود بسته شد. بنابراین، کنگلومرای سست چشمه خورزن حاصل فرسایش شدید ارتفاعات حاوی کنگلومرای سخت پلیوسن زیرین و سازندهای قدیمی‌تر در محل خانوردی و چشمه خورزن است. تحقیقات Emami (1980) نیز نشان داد فاز کوهزایی رودین در میوسن - پلیوسن منطقه چشمه خورزن به صورت کششی بوده و رژیم تکتونیکی مدنظر سبب جایگزینی مواد آتشفشانی در شکستگی‌های کششی شده است. فرسایش وابسته به این فاز تکتونیکی در

- central Alborz, northern Iran. *Geosciences*. 25(100): 79-90 (in Persian).
- Etemad Saeed. N. Najafi M. and Verges J. 2020. Provenance evolution of Oligocene-Pliocene forland deposits in the Dezful embayment to constrain central Zagros, *Journal of the Geological Society*. 177(4): 799.
- Emami H. 1980. Quarterly Geological Report of Qom in the scale of 1:250000. Publications of the Geological Survey of Iran (in Persian).
- Fayek M. Cuney M. and Mercadier J. 2021. Introduction to the thematic issue on exploration for global uranium deposits. *Mineralium Deposita*. 56:1239-1244.
- Ghadimi F. and Ghomi M. 2016. Statistical analysis of geochemical exploratory data, Arak University of Technology. P.270/ (in Persian).
- Ghazi S. and Moutney N.P. 2010. Petrography and provenance of the Early Permian Fluvial Warchha Sandstone, Salt Range, Pakistan. *Sedimentary Geology*. 233(1-4): 88-110.
- Gholami Zadeh P. Hosseini-Barzi M. Sadeghi A., and Ghassemi M. R. 2016. Petrography and geochemistry of the Neyriz Miocene sediments (Roshan Kuh and Kuh-e Asaki sections): implication for provenance. *Scientific Quarterly Journal, Geosciences*. 25(100): 3-18 (in Persian).
- Kim J. Kim R. Lee J. Cheong T. Yum B. and Chang H. 2005. Multivariate statistical analysis to identify the major factors governing groundwater quality in the coastal area of Kimje, South Korea. *Hydrology Process*. 19: 1261-1276.
- Krumbein W.C. 1941. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*. 11(2): 64-72.
- Krzyszowska E. 2019. Geochemistry of the Lubline Formation from the Lubline coal basin: Implications for weathering intensity, palaeoclimate and provenance. *International Journal Coal Geology*. 216: 103-306.
- Lindsey D. Langer W. and Van Gosen B. 2007. Using pebble lithology and roundness to interpret gravel provenance in piedmont fluvial systems of the Rocky Mountains, USA. *Sedimentary Geology*. 199(3-4): 223-232.
- Mamedov E.A. 2011. Gold bearing conglomerates in some molasse basins of Iran. *Iranian Journal of Earth Sciences*. 3: 47-58.
- Miao X. Lindsey D. Lai Z. and Liu X. 2010. Contingency table analysis of pebble lithology and roundness: A Case study of Huangshui River, China and comparison to rivers in the Rocky Mountains, USA. *Sedimentary Geology*. 224(1-4): 49-53.
- Mikheeva E.A. Deminterova E.I. and Ivanov A. 2021. سنگ منشأ است. بنابراین کنگلومرای سست چشمه خورزن در پلیوسن فوقانی از نوع ثانویه است و قطعات تشکیل دهنده آن حاصل فرسایش کنگلومرای اولیه، نظیر کنگلومرای سخت پلیوسن زیرین از شرق منطقه و یا کنگلومرا از سازندهای قدیمی تر نظیر سازند قرمز فوقانی در شمال منطقه (حوزه آشتیان) است. فاز کوهزایی میوسن - پلیوسن منطقه چشمه خورزن به صورت کشتی بوده و سبب جایگزینی مواد آتشفشانی شده است. فرسایش و حمل مواد آتشفشانی و سنگ‌های قدیمی تر در طی فاز تکتونیکی زمان مدنظر، به تشکیل کنگلومرای منطقه منجر شده است. برای تعیین شرایط و ویژگی‌های محیطی حاکم بر کنگلومرای چشمه خورزن، پیشنهاد می‌شود انواع رخساره‌های سنگی آن در توالی و مناطق مختلف برداشت، تحلیل و مدل رسوبی آن تهیه شود. گردشگری خوب کنگلومراها یکی از دلایل پتانسیل بالای آب زیرزمینی برای چاه‌های حفر شده در کنگلومرهای منطقه و اکتشاف آب در دیگر مناطق آشتیان است. فراوانی زیاد قطعات آتشفشانی، به خصوص قطعات آندزیتی در کنگلومراهای حاوی پلاسرمتیت و ایلمنیت، راهنمای خوبی درباره منطقه منشأ و مسیر حمل آنها و چرخه مجدد به منطقه چشمه خورزن است.

References

- Akulov N.I. Melnikov A.I. Shtelmakh SI. Akulova V.V. and Hearn P.P. 2021. A geochemical and lithological correlation of lower Jurassic conglomerates in the area surrounding the lake Baikal rift zone: an improved reconstruction of the regions palaeogeographic and tectonic evolution. *International Geology Reviews*: 1-16.
- Alaee Mahabadi S. 2000. Geological map of one hundred thousandth of Salafchegan-Khoreh square. Geological Survey of Iran/ (in Persian).
- Baiyegunhi T.L. Liu K. Gwavava O. and Rapholo M. 2021. Geochemistry of the mudrocks and sandstones from the Bredasdorp basin, offshore south Africa: Implications for tectonic provenance and paleoweathering. *Open Geosciences*. 13: 1187-1225.
- Bayet-Goll A. Moussavi Harami R. and Mahboubi A. 2015. Origin of limestone conglomerates in the Unit 2 of Deh-Sufiyan Formation, Mila group,

- Research. 30(5): 1181-1192.
- Tucker M.E. 2001. *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, 3rd Edition. Wiley-Blackwell. 272p.
- Wandres A. Bradshaw J. Weaver S. Maas R. Ireland T. and Eby N. 2004. Provenance analysis using conglomerate clast lithologies: a case study from the Pahau terrane of New Zealand. *Sedimentary Geology*. 167(1-2): 57-89.
- Wang J.G. Hu X. Wu F.Y. and Jansa L. 2010. Provenance of Liuqu Conglomerate in southern Tibet: A Paleogene erosional record of the Himalayan – Tibetan orogen. *Sedimentary Geology*. 231(3-4):74-84.
- Yousefi M. Kamkar-Rouhani A. and Carranza E.J. M. 2012. Geochemical mineralization probability index (GMPI): a new approach to generate enhanced stream sediment geochemical 366 evidential map for increasing probability of success in mineral potential mapping. *Journal of Geochemical Exploration*. 115: 24-35.
- Zhang M. Yu Y. Choi J. Cai K. and Shi M. 2020. Petrography and geochemistry of clastic sedimentary rocks as evidence for the provenance of the Jurassic stratum in the Daqingshn area. *Open Geosciences*. 12: 1350-1368.
- Geochemistry of Chermkhovo and lower Prisayan formations from the Jurassic Irkutsk coal-bearing basins: evidence for provenance and climate change in Pliensachian-torcion. *Minerals*. 11(357): 1-17.
- Minghui L. Xiaomin F. Chaolu Y. Shaopeng G. Weilin Z. and Albert G. 2010. Evaporite minerals and geochemistry of the upper 400 m sediments in a core from western Qaidam Basin. *Quaternary International*. 218(1-2): 176-189.
- Pedrami M. 1982. Quaternary and Paleolithic report of Arak region, Qom Kavir. Geological Survey of Iran (in Persian).
- Rahimpour-Bonab H. and Abdi L. 2012. Sedimentology and origin of Meyghan lake/playa deposits in Sanandaj-Sirjan zone, Iran. *Carbonate and Evaporites*. 27: 375-393.
- Samari H. Tavakoli A.R. Jalali M. and Asadi A.H. 2014. Petrological, petrographic and geochemical studies to determine the origin of Mahura iron ore placer deposit, Arak city, 8th National Conference on Geology. Payame Noor University. (in Persian).
- Spinks S.C. Pearee M.A. Vaillant M.L. and Fox D. 2021. The neoproterozoic conglomerate hosted gold of the west Pilbara craton, western Australia. *Economic Geology*. 116(3): 629-650.
- Surpluss K. and Augsburger G. 2009. Provenance of the Pythian Cave conglomerate, northern California: implications for mid-Cretaceous paleogeography of the U.S. Cordillera. *Cretaceous*



<http://dx.doi.org/10.22108/jssr.2022.132222.1222>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1401.38.1.5.8>