Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Investigating the condition and distribution of soluble formations in Iran

Mohsen Farzin [*1]

[1] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, Iran, M.farzin@yu.ac.ir

ARTICLE INFO.

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 13 February 2026
Revised: 04 March 2026
Accepted: 09 March 2026
Published online: 20 May 2026

Keywords:
Diapire, Karst Watershed, Soluble Formation, Zagros

ABSTRACT

The present study was conducted in a descriptive-analytical and library manner to determine the different levels of soluble formations and their distribution in Iran using quantitative content analysis and measurement methods. The results showed that 13.3 % of the land surface of Iran, are covered by soluble formations. Of this amount, 11.8, 1.33, and 0.18 % are related to carbonate, gypsum, and salt formations, respectively. Also, 55 %of the total soluble formations in the country are located in the Zagros structural zone; this amount for the structural zones of Central Iran, Sanandaj-Sirjan, Kopeh Dagh, Alborz and East-Southeast Iran is respectively lowest to highest. The highest share of carbonate formations (50.8%), the highest share of gypsum formations (94.7 %) and the highest share of salt formations (70.54%) is allocated to the Zagros zone. Among the main basins, the Oman Sea and Persian Gulf basins with 49 % of the country's soluble formations have the highest share, followed by the Central Plateau basin with 29 %. The eastern border basin also has the lowest amount of karst formations in Iran. Karun watershed has the highest share with 12.4 % of the country's total soluble formations. Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Ilam, Chaharmahal and Bakhtiari, Kermanshah and Hamedan provinces have the highest ratio of the total surface area of soluble formations to the provincial surface area with 65, 49, 48, 46 and 40 %, respectively. In general, with knowledge of the status and distribution of soluble and karst formations, the necessity of presenting a different program for provinces based on the amount of karst surfaces compared to non-karst areas or with lower karst surfaces can be one of the guarantees of sustainable development and implementation of the principles of comprehensive watershed management in different provinces of Iran.

Citation: Farzin, M. (2026). Investigating the condition and distribution of soluble formations in Iran. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 14(1), 89-104.

DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Mohsen Farzin
Address: Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, Iran.
Tel: +989173416791
Email: M.farzin@yu.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Investigating the condition and distribution of soluble formations in Iran

Mohsen Farzin [*1]

[1] Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, Iran, M.farzin@yu.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Today, karst and karstology have great importance in various sciences worldwide. The word karst, with Slovenian roots, refers to a special type of landscape that water creates in soluble rocks. Limestone, dolomite, and marble are among the most important carbonate rocks, and anhydrite, gypsum, and salt are among the most important evaporite rocks that are prone to karstification. The environmental hazards and issues of karst have had a disturbing effect in many regions of the world and have been studied and evaluated as a serious issue in many areas. Soluble formations in Iran are also of considerable importance; available resources are mostly focused on the level of carbonate formations (lime and dolomite), and less research has been done on the level of evaporate formations, including gypsum and salt. This study was conducted to determine the different levels of soluble formations and their distribution in Iran.

Methodology: This study is a descriptive-analytical and library study that uses the quantitative content analysis method to investigate and determine the levels of outcrop formations on the surface of Iran. For this purpose, after a library study, using the map of geological formations of Iran with a scale of 1:1,000,000, a classification including matching and combining the formations based on their dominant lithology was carried out into three groups: carbonate, gypsum, and salt, and a map of their distribution in Iran was created in the ArcGIS 10.5.1 software. In order to improve the extracted maps, Google Earth images were used. Then, the share of karst formations in the country was separated and determined based on the boundaries of Iran's structural zones, watersheds, and provincial borders.

Results and Discussion: The results show that 21,909,051 ha (13.3 % of the land surface of Iran) are covered by soluble formations. Of this amount, 19,432,753 ha (11.8 %), 2,186,726 ha (1.33 %), and 289,573 ha (0.18 %) are related to carbonate, gypsum, and salt formations, respectively. Karst formations are more or less exposed in almost all regions of the country except the Khuzestan Plain and the central areas of the Lut Plain. About 55 % of the total soluble formations in Iran are located in the Zagros zone; this amount is 16.5, 8.5, 8, 7.9, and 3.6 % for the structural zones of Central Iran, Sanandaj-Sirjan, Kopeh Dagh, Alborz, and East-Southeast Iran, respectively. The concentration of Iranian soluble formations is in the Zagros zone, with 55% of the total soluble formations; so that the largest portion of carbonate formations is 50.8%, the largest portion of gypsum formations is 94.7%, and the largest portion of salt formations is 70.54%. 129 diapirs were identified in the Zagros structural zone. The portion of Iranian karst formations in the central Iranian structural-sedimentary zone is 17.17% carbonate, 4.5% gypsum, and about 24% salt. The soluble formations of the Kopeh Dagh zone only include carbonate formations, with a portion of 9% of the carbonate formations of Iran. The soluble formations of the eastern and southeastern zone in Iran have the lowest portion and are only allocated to carbonate formations, with a portion of 4%. The Oman Sea and Persian Gulf basins have the largest portion, with 49% of the country's soluble formations, followed by the Central Plateau basin, with 29.1%. The eastern border basin also has the least amount of Iranian karst formations. The Great Karun watershed has the largest portion, with 12.4% of the country's total soluble formations. The results also showed that the largest area of carbonate and gypsum formations is seen in Fars province, with 3,590,661 and 480,276 ha, respectively. Hormozgan province, with 107,521 ha of salt formations, is at the top of the row of outcrops of evaporate-saline formations, followed by Fars and Semnan provinces with outcrop areas of 75,223 and 67,665 ha, respectively. The outcrops of carbonate formations in Isfahan, Khorasan Razavi, Kermanshah, and Yazd provinces with areas of 1,456,409, 1,209,484, 1,061,473, and 1,036,036 ha, respectively, are also impressive; this situation is also significant for gypsum formations in Ilam, Khuzestan, Hormozgan, and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces with areas of 1,456,409, 1,209,484, 1,061,473, and 1,036,036 ha, respectively. It is also interesting to examine the relative area of carbonate formations in the provinces, as Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Kermanshah, Hamedan, Ilam, and North Khorasan provinces are

***Corresponding author:** Mohsen Farzin
Address: Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, Iran.
Tel: +989173416791
Email: M.farzin@yu.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

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

ranked first to fifth, with relative percentages of carbonate formations of 48.6, 42.7, 35.3, 32.1, and 31.7, respectively. A relative comparison of the provinces shows that Kohgiawieh and Boyer-Ahmad, Ilam, Chaharmahal and Bakhtiari, Kermanshah, and Hamedan provinces show the highest ratio of the total area of soluble formations to the provincial area, with 65.5, 49.9, 48.4, 46.1, and 40.8 %, respectively.

Conclusion: The Zagros zone with the highest level of soluble formations is of great importance in Iranian karstology. The Great Karun, Western Border, Tashk-Bakhtegan-Maharlu, and Jarahi-Zohre watersheds are key soluble basins in Iran and the Zagros zone. The Karun watershed, with the largest portion of the country's carbonate formation, which plays a significant role in the country's water supply, is considered a typical karst basin in Iran. The structural zone of Central Iran and Sanandaj-Sirjan, despite being located in an arid and semi-arid region, can be important in terms of karst development, especially paleokarst, due to its significant portion of carbonate formations. Similarly, the evaporite rocks, including gypsum and salt formations of Iran, especially active salt domes and salt formations that play a critical role in the pollution and salinization of water and soil resources, are basically located in the Zagros zone. Of the 153 diapires identified in the present study, 129 diapires are seen in the Zagros zone. The Kol-Mehran basin and Hormozgan province, in general, are illustrations of the presence and outcrop of diapirs in Iran; some islands in the Persian Gulf have also been created with salt dome outcrops. The proportion of geological zones and watersheds reflects the proportion of soluble surfaces in the provinces of the country. Thus, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, with an area of less than one percent of the country, has the highest relative proportion of soluble formations in the country, so that it can be called the karst province of Iran.

Ethical Considerations

Data availability statement: All information and results are presented in the text of the article.

Authors' contribution: **Farzin, M.:** Conceptualization, Methodology, Software, Writing - original draft preparation; Manuscript editing.

Funding: This research was conducted as independent research without any financial support.

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

Acknowledgment: May thanks the assistance of Yasouj University for conducting the necessary experiments for this research.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

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

بررسی وضعیت و پراکنش انواع سازندهای انحلال‌پذیر در ایران

محسن فرزین*[۱]

[۱] دانشیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران، M.farzin@yu.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله

دریافت: ۲۴ بهمن ۱۴۰۴

بازنگری: ۱۳ اسفند ۱۴۰۴

پذیرش: ۱۸ اسفند ۱۴۰۴

انتشار برخط: ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵

واژه‌های کلیدی:
سازند انحلال‌پذیر، حوضه کارستی، زاگرس، گنبد نمکی.

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور تعیین سطوح مختلف سازندهای انحلال‌پذیر و پراکنش آن در سطح ایران به صورت توصیفی-تحلیلی و کتابخانه‌ای با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی انجام‌شده است. بدین ترتیب، بر مبنای نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، سنگ‌شناسی تمام سازندهای گستره ایران مورد بررسی و دسته‌بندی قرار گرفت. نتایج بررسی پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر نشان داد ۱۳/۳ درصد از سطح خشکی‌های ایران توسط سازندهای انحلال‌پذیر پوشیده‌شده است که به ۱۱/۸ درصد سازند کربناته، ۱/۳۳ درصد سازند گچی و ۰/۱۸ درصد سازند نمکی تقسیم می‌شود. همچنین ۵۵ درصد از کل سازندهای انحلال‌پذیر کشور در پهنه ساختاری زاگرس واقع‌شده است و بعد از آن، پهنه‌های ساختاری ایران مرکزی، سنندج-سیرجان، کپه داغ، البرز و شرق-جنوب شرق ایران به‌ترتیب، بیش‌ترین تا کم‌ترین سهم را دارند. پهنه زاگرس همچنین، بیش‌ترین سهم سازندهای کربناته (حدود ۵۱ درصد)، گچی (حدود ۹۵ درصد) و نمکی (حدود ۷۱ درصد) را به خود اختصاص داده است. در میان حوضه‌های اصلی کشور، حوضه دریای عمان و خلیج فارس با ۴۹ درصد از سازندهای انحلال‌پذیر کشور، بیش‌ترین سهم و پس از آن حوضه فلات مرکزی با سهم حدود ۲۹ درصد قرار دارد. حوضه مرزی شرق نیز کم‌ترین مقدار سازندهای کارستی ایران را داراست. حوزه آبخیز کارون بزرگ با ۱۲/۴ درصد از کل سازندهای انحلال‌پذیر کشور، بیش‌ترین سهم را از آن خود کرده است. استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، ایلام، چهارمحال و بختیاری، کرمانشاه و همدان به‌ترتیب با بیش از ۶۵، ۴۹، ۴۸، ۴۶ و ۴۰ درصد بیش‌ترین نسبت سطح کل سازندهای انحلال‌پذیر به سطح استان را دارند. با توجه به لزوم مدیریت ویژه نواحی با سازندهای کارستی و انحلال‌پذیر، ضرورت ارائه برنامه متفاوت برای استان‌ها و حوزه‌های آبخیز بر مبنای میزان سطوح کارستی نسبت به نواحی غیرکارستی یا با سطح کارست کم‌تر، پیام کاربردی نتایج این پژوهش است.

استناد: فرزین، محسن (۱۴۰۵). بررسی وضعیت و پراکنش انواع سازندهای انحلال‌پذیر در ایران. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۴(۱)، ۸۹-۱۰۴.

DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2

CC BY NC

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران ©نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** محسن فرزین

نشانی: گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تلفن: ۰۹۱۷۳۴۱۶۷۹۱

پست الکترونیکی: M.farzin@yu.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

مقدمه

واژه کارست با ریشه اسلوونیایی، معرف نوع ویژه‌ای از چشم‌انداز بوده که آب در سنگ‌های انحلال‌پذیر ایجاد می‌کند. کارن‌ها، غارها و فروچاله‌ها، رودخانه‌های کور و چشمه‌های بزرگِ پیرامون نواحی کارستی، از جمله اَشکال معمول این نواحی هستند. در واقع، کارست به مناطقی اطلاق می‌شود که در آن ژئومورفولوژی و هیدرولوژی، چه در سطح و چه در زیر سطح، عمدتاً تحت تأثیر انحلال سنگ‌های کربناته و یا تبخیری قرار دارد (Gutiérrez, 2011). سنگ آهک، دولومیت و مرمر از مهم‌ترین سنگ‌های کربناته و انیدریت، گچ و نمک از مهم‌ترین سنگ‌های تبخیری هستند که مستعد کارستی شدنند. البته برخی از محققان معتقدند که در سنگ‌های غیرکربناته مانند گچ، نمک‌ها و نوع مشخصی از ماسه‌سنگ‌ها علیرغم انحلال‌پذیری و پتانسیل تشکیل چشم‌اندازهای مشابه سنگ‌های کربناته، استفاده از واژه کارست برای این ناهمواری‌ها مناسب نیست و اصطلاح پاراکارست[1] یا شبه‌کارست مناسب‌تر است (Farzin & Avand, 2021) این در حالی است که به عقیده بسیاری از پژوهشگران، عمل انحلال هم در سنگ‌های کربناته و هم در سازندهای تبخیری، کارستی‌شدن را موجب می‌شود (De Waele & Gutiérrez, 2022؛ Gutiérrez et al., 2014؛ Di Maggio et al., 2012؛ Parise et al., 2004). تکامل و ویژگی کارستی توسط عوامل متعددی کنترل می‌شود، به‌ویژه سنگ‌شناسی، چینه‌شناسی، زمین‌ساخت، توپوگرافی، بارش، دما، ترکیب شیمیایی آب و تغییرات سطح اساس که خود توسط فرآیندهای مختلفی مانند تغییرات سطح دریا، تکتونیسم یا دیاپیریسم متاثر می‌شود (De Waele & Gutiérrez, 2022). هر چه سنگ انحلال‌پذیر خالص‌تر باشد استعداد بیشتری برای کارستی شدن دارد (Nadri & Alizadeh, 2025) البته این حالت برای سنگ‌های کربناته، به‌ویژه آهک، صادق است به‌طوری که در تبخیری‌ها، به‌دلیل انحلال‌پذیری زیاد، در بسیاری از موارد خلوص بیشتر به توسعه بیشتر کارست منجر نمی‌شود.

امروزه کارست و کارست‌شناسی در سطح جهانی علوم مختلف دارای اهمیت بسیار زیادی است. اراضی کارستی از جنبه‌های هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، هیدروژئومورفولوژی، ترمودینامیک، مهندسی عمران، زیست‌شناسی، ژئوتوریسم، تفریح و تفرج و حتی مباحث اعتقادی و مناسبات مذهبی، آموزشی و ورزشی بسیار حائز اهمیت است؛ به‌طوری که بخشی از تحقیقات و مطالعات در حوزه‌های فرهنگی، مذهبی، ورزشی، گردشگری، نظامی و انسان‌شناسی را می‌توان به‌عنوان یک میان رشته در حوزه کارست و کارست‌شناسی اختصاص داد (Farzin, 2018). مخاطرات و مسائل زیست محیطی کارست تاثیر آزاردهنده‌ای در بسیاری از مناطق جهان داشته است (Gutiérrez et al., 2014) و به‌عنوان یک مبحث جدی در بسیاری از نواحی بررسی و ارزیابی‌شده است (Masilela and Beckedahl, 2022). اخیراً نواحی کارستی در بحث بیابان‌زایی نیز مورد توجه قرار گرفته است (D'Ettorre et al., 2024).

توزیع جهانی سنگ‌های کربناته و تبخیری در سطح یا نزدیک به سطح، تقریباً به ۲۰ درصد از اراضی بدون یخ زمین می‌رسد؛ البته همه این سازندهای انحلال‌پذیر به‌دلیل عدم دسترسی به آب جاری (کمبود آب یا یخبندان) در نواحی کارست فعال قرار نگرفته‌اند (De Waele & Gutiérrez, 2022). ۲۰/۳ میلیون کیلومترمربع یا ۱۵/۲ درصد از سطح خشکی‌های زمین به سنگ‌های کربناته اختصاص دارد (Goldscheider et al., 2020). بیش از ۳۰ درصد از سرزمین اصلی چین، کارستی است (Lei et al., 2014) و ۱۸ درصد از سطح ایالات متحده آمریکا با سنگ‌های انحلال‌پذیر کارستی یا دارای پتانسیل توسعه اشکال کارستی پوشیده‌شده است (Weary & Doctor, 2014). بخش وسیعی از کشورهای اروپایی با سنگ‌های کربناته پوشیده‌شده است از جمله مالت (۹۳/۸ ٪)، مونته‌نگرو (۸۰/۱ ٪)، لوگزامبورگ (۶۱/۱ ٪)، لیختنشتاین (۵۱/۱ ٪)، اسلوونی (۴۹/۵ ٪)، کرواسی (۴۰/۹ ٪)، فرانسه (۳۵ ٪)، ایرلند (۳۴/۴ ٪) و آلبانی (۳۴/۳ ٪) (Chen et al., 2017). بخش قابل توجهی به‌ویژهبه‌ویژه در قسمت‌های شرقی و شمالی کشور عربستان سعودی به‌عنوان یکی از خشک‌ترین نواحی خاورمیانه، با سازندهای انحلال‌پذیر کربناته و تبخیری پوشیده‌شده است (Youssef et al., 2016). سازندهای انحلال‌پذیر در ایران نیز اهمیت قابل توجهی دارد و منابع در دسترس بیشتر معطوف به سطح سازندهای کربناته (آهک و دولومیت) است و در رابطه با سطح سازندهای تبخیری شامل گچ و نمک، بررسی کمتری صورت گرفته است. کانی‌های تبخیری ایران متعدند ولی کانی‌های اصلی که در سنگ‌های تبخیری بیشتر دیده می‌شوند و حدود ۹۰ درصد این سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند عبارتند از ژیپس (CaSO4H2O)، انیدریت (CaSO4)، نمک طعام یا هالیت (NaCl) و پلی هالیت (Khosro Tehrani, 2010). به طور کلی، برخی از محققان سطح سازندهای کربناته ایران را حدود ۱۰/۵ درصد می‌دانند (Karimi Vardanjani, 2015) و برخی این سطح را حدود ۱۱ درصد از کشور معرفی می‌کنند و بیش‌ترین گسترش سنگ‌های کربناته را با بیش از ۵۵ درصد از سازندهای کربناته کارستی ایران به زون زاگرس اختصاص داده‌اند (Raeisi, 2002). حتی Goldscheider et al.,(2020) ایران را از میان کشورهای لیست‌شده، با بیش‌ترین سطح نسبی اراضی کربناته خالص و ناخالص (با سطح ۵۴/۳ درصد) معرفی

[2]. Parakarst

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

می‌کند. البته حضور سنگ آهک در یک منطقه نمی‌تواند دلیلی برای وجود کارست باشد (Khanlari et al., 2014) با این حال، لازمه وجود کارست، در ابتدا وجود سنگ انحلال‌پذیر در منطقه است که می‌تواند نشان‌دهنده پتانسیل کارستی‌شدن هر منطقه باشد.

پژوهش حاضر به منظور تعیین سطوح مختلف سازندهای انحلال‌پذیر و پراکنش آن در سطح ایران انجام‌شده است. اهمیت این موضوع با مرور و بررسی منابع مختلف و ضرورت وجود آمار دقیق از سطح سازندهای کارستی در نواحی مختلف کشور به‌ویژه زون‌های زمین‌شناسی، حوزه‌های آبخیز و استان‌ها و نقش آن در مدیریت کاربردی محیط و برنامه‌ریزی منطقه‌ای بیش از پیش نمایان می‌شود.

مواد و روش

روش کار

پژوهش حاضر با درنظر گرفتن گستره کشور ایران به‌عنوان محدوده مورد مطالعه، از نوع توصیفی-تحلیلی و کتابخانه‌ای است که با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی به بررسی و تعیین سطوح سازندهای رخنمونی در سطح ایران زمین می‌پردازد. بدین منظور، پس از بررسی کتابخانه‌ای و شیپ‌فایل نقشه زمین‌شناسی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ (تهیه‌شده از سازمان زمین‌شناسی کشور)، تمام سازندهای زمین‌شناسی کشور با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل و Arc GIS 10.5.1 بر اساس سنگ‌شناسی، دسته‌بندی شدند. این دسته‌بندی برای بیش از ۲۸۰۰۰ پلی‌گون سازندهای مختلف انجام شد. با توجه به هدف پژوهش، تفکیک سازندهای انحلال‌پذیر از سایر سازندها صورت گرفت. سپس به تلفیق سازندهای انحلال‌پذیر و مستعد کارستی‌شدن بر مبنای سنگ‌شناسی غالب آن‌ها به سه گروه کربناته، گچی و نمکی (جدول ۱) اقدام و نقشه پراکنش آن‌ها در ایران در محیط نرم افزار Arc GIS 10.5.1 ایجاد شد. لازم به ذکر است بیشتر سازندهای ایران خالص نبوده و معمولا دارای سنگ‌شناسی متنوع یا با لایه‌ها و میان‌لایه‌های گوناگون رخنمون دارند که در پژوهش حاضر با توجه به مقیاس مورد استفاده، سنگ‌شناسی غالب مدنظر قرار گرفته است. به منظور تدقیق نقشه‌های استخراجی، تصاویر گوگل ارث مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، سهم سازندهای کارستی کشور بر مبنای حدود پهنه‌های ساختاری ایران، حوزه‌های آبخیز و مرز استان‌ها تفکیک و تعیین شد.

جدول ۱- دسته‌بندی سازندهای انحلال‌پذیر بر مبنای سنگ‌شناسی غالب

Table 1- Classification of soluble formations based on dominant lithology

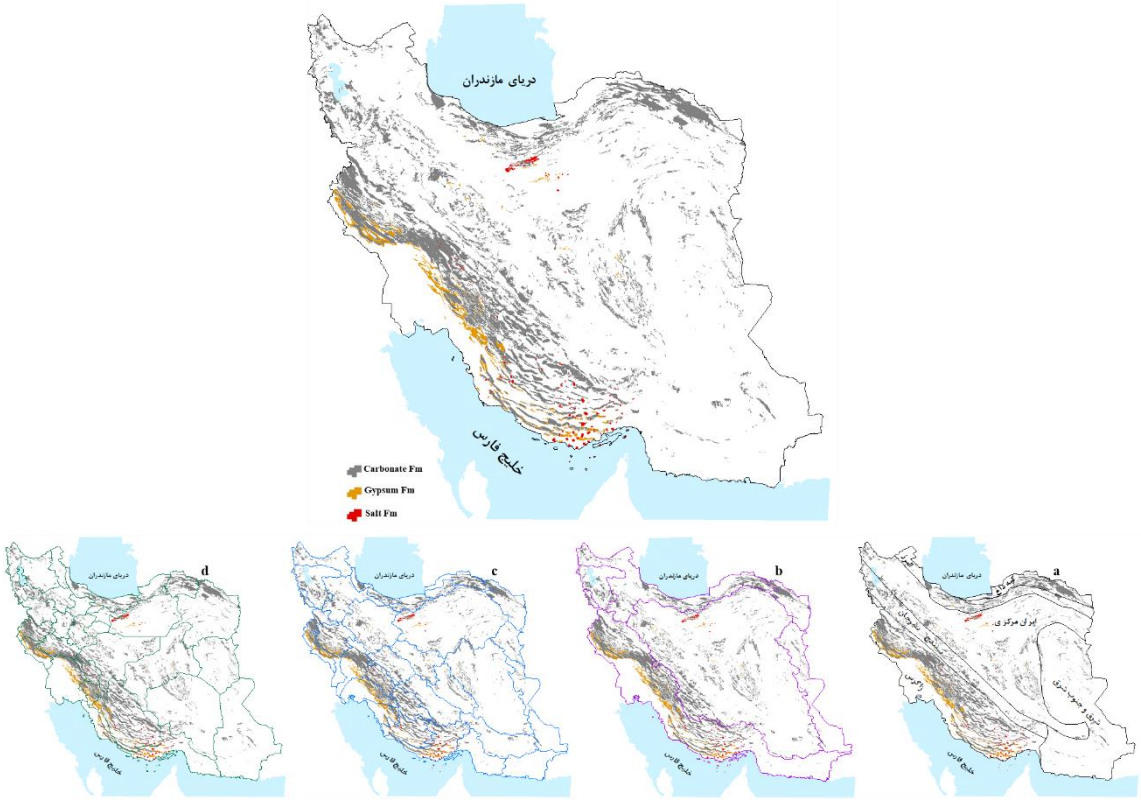
Soluble formations	Dominant lithology
Carbonate	All types of limestone, marble, pure and impure dolomite in thin and thick layers in different colors and travertine
Gypsum	Anhydrite, Gypsum
Salt	Salt dome and rock salt

نتایج و بحث

شکل (۱) پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر (کربناته، گچی و نمکی) کشور را نشان می‌دهد. ۲۱۹۰۹۰۵۱ هکتار معادل ۱۳/۳ درصد از سطح خشکی‌های ایران توسط سازندهای انحلال‌پذیر پوشیده‌شده است. از این مقدار، ۱۹۴۳۲۷۵۳ هکتار معادل ۱۱/۸ درصد، ۲۱۸۶۷۲۶ هکتار معادل ۱/۳۳ درصد و ۲۸۹۵۷۳ هکتار معادل ۰/۱۸ درصد، به‌ترتیب، مربوط به سازندهای کربناته، گچی و نمکی است. تقریبا در همه مناطق کشور به جز دشت خوزستان و نواحی مرکزی دشت لوت، سازندهای کارستی کم و بیش رخنمون دارند. در رابطه با سازندهای کارستی ایران، بیشتر به سازندهای کربناته پرداخته و برآوردشده است. در پژوهش حاضر، سطح سازندهای کربناته کشور کمی بیش از مقادیر اعلام‌شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (Raesi, 2002; Karimi Vardanjani, 2015) برآوردشده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

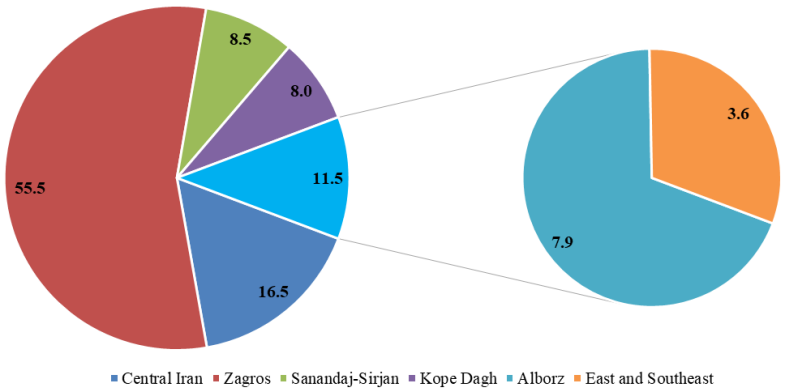


شکل ۱- پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر: الف) پهنه‌های ساختاری، ب) حوضه‌های اصلی، ج) حوزه‌های آبخیز و د) استان‌ها

Figure 1– Distribution of soluble formations: a) structural zones, b) basins, c) watersheds, and d) provinces

سازندهای انحلال‌پذیر در پهنه‌های ساختاری ایران

از نظر موقعیت زمین‌شناختی و جغرافیایی، ایران فلات چین‌خورده‌ای است که بین سپر عربستان در جنوب و فلات روسیه در شمال قرار گرفته است. خصوصیات زمین‌شناختی ایران به وضعیت ساختمانی و زمین‌ساختی و تحولات زمین‌شناختی آن، عمدتا به وضع حوضه‌های رسوبی، شدت و نوع فازهای زمین‌ساختی و فعالیت‌های ماگمایی به صورت سنگ‌های خروجی و نفوذی مربوط می‌شود (Khosro Tehrani, 2010). در مورد بررسی وضعیت زمین‌شناختی ایران، تقسیم‌بندی اشتوکلین و روتنر در سال ۱۹۶۸ بنیادی‌ترین تعبیر و تفسیر از زمین‌شناسی ایران بوده که مبنای کار پژوهشگران بعد از آن گردید (Shaabanian, 2012). به طور کلی پهنه‌های ساختمانی-رسوبی ایران که در پژوهش حاضر مبنای تعیین سهم سازندهای انحلال‌پذیر قرار گرفت عبارتند از زاگرس، سنندج-سیرجان، ایران مرکزی، البرز، شرق-جنوب شرق و کپه داغ (Darvishzadeh, 2006). نتایج بررسی پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر ایران نشان داد که ۵۵ درصد از کل سازندهای انحلال‌پذیر کشور در پهنه ساختاری زاگرس واقع‌شده است؛ این مقدار برای پهنه‌های ساختاری ایران مرکزی، سنندج-سیرجان، کپه داغ، البرز و شرق-جنوب شرق ایران به‌ترتیب، ۱۶/۵، ۸/۵، ۸، ۷/۹ و ۳/۶ درصد است (شکل‌های ۱الف و ۲).



شکل ۲- سهم پهنه‌های ساختاری از سازندهای انحلال‌پذیر

Figure 2– Contribution of structural zones to soluble formations

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

- **زاگرس:** این پهنه در جنوب و جنوب غرب ایران شامل ناحیه جغرافیایی است که بین گسل زاگرس در شمال و آب‌های خلیج فارس در جنوب محدود می‌شود (Shaabanian, 2012) که خود به سه بخش دشت خوزستان، زاگرس چین‌خورده و زاگرس رورانده تقسیم می‌شود و حد غربی آن راندگی اصلی زاگرس و حد شرقی آن گسل میناب است (Darvishzadeh, 2006). تمرکز انواع سازندهای انحلال‌پذیر ایران با ۵۵ درصد از کل سازندهای انحلال‌پذیر در این پهنه ساختاری است؛ به‌طوری که بیش‌ترین سهم سازندهای کربناته با ۵۰/۸ درصد، بیش‌ترین سهم سازندهای گچی با ۹۴/۷ درصد و بیش‌ترین سهم سازندهای نمکی با ۷۰/۵۴ درصد را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). سازندهای انحلال‌پذیر این پهنه به‌ترتیب سن از قدیم به جدید عبارتند از: سری هرمز، باروت، بخش A و C سازند میلا، دالان، کنگان، دشتک، خانه‌کت، نیریز، سورمه، انیدریت هیث، فهلیان، داریان، گرو، سروک، ایلام، بخش آهک سیمره و امام حسن سازند گورپی، تاربور، ساچون، تله‌زنگ، شهبازان، جهرم، آسماری، گچساران و بخش آهک گوری سازند میشان. سازندهای کربناته زاگرس اهمیت بسیار زیادی به‌ویژه در مباحث منابع آب دارند؛ برای نمونه، سازند آسماری را می‌توان مهم‌ترین سازند آهکی ایران دانست چراکه هم به‌لحاظ ذخایر نفتی و هم به‌لحاظ منابع آب کارستی اهمیت بسیار زیادی دارد (Khanlari et al., 2014). مهم‌ترین سازند گچی زاگرس، سازند گچساران است؛ این سازند هفت بخش غیرقابل تفکیک از یکدیگر که عمدتا از انیدریت و رسوبات تبخیری تشکیل‌شده است را شامل می‌شود. سازندهای تبخیری–نمکی زاگرس اساسا گنبدهای نمکی سری هرمز را شامل می‌شود. سازند هرمز واحد تبخیری، به‌ویژه نمکی بسیار ضخیمی است که قدیمی‌ترین سنگ‌های تبخیری در ایران به‌شمار می‌آید و بصورت گنبدهای نمکی در هسته تاقدیس‌ها، ناودیس‌ها، پهلوی چین‌ها و گاه در امتداد شکستگی‌های این منطقه و جزایر خلیج فارس بالا آمده است (Ahmadi & Feiznia, 2006). ۱۲۹ گنبد نمکی در پهنه ساختاری زاگرس شناسایی شد.
- **ایران مرکزی:** این پهنه را بزرگ‌ترین، قدیمی‌ترین و پیچیده‌ترین زون ساختمانی ایران به حساب می‌آورند که به شکل مثلث از شمال به رشته‌کوه البرز و از جنوب و مغرب به زون سنندج–سیرجان و از شرق به بلوک لوت محدود می‌شود (Darvishzadeh, 2006؛ Shaabanian, 2012). با آنکه آذربایجان از نظر جغرافیایی جزء مرکز ایران محسوب نمی‌شود ولی از نظر ساختمان زمین‌شناسی خصوصیات مرکز ایران را دارد (Khosro Tehrani, 2010). سهم انواع سازندهای کارستی ایران در این پهنه ساختاری عبارتند از کربناته ۱۷/۱۷ درصد، گچی ۴/۵ درصد و نمکی حدود ۲۴ درصد (شکل ۳). سازندهای انحلال‌پذیر این پهنه به‌ترتیب سن از قدیم به جدید عبارتند از: بنه شورو، بخش‌های شرقی سازند تاشک، لایه‌های شورم، بخش مرمری کمپلکس پشت بادام، مرمرهای آهکی و دولومیتی کمپلکس بویین، مرمر کمپلکس ازنا، ریزو، دزو، راور، آهک انجیل، کالشانه، در نجال، شیر گشت، نیور، پادها، سیب‌زار، آهک بهرام، شیشتو، جمال، شتری، بادامو، اسفندیار، هجدک، قلعه دختر، بیدو، تفت، آهک‌های کرتاسه (مانند برش کوه صفه و کلاه قاضی در استان اصفهان) و بخش‌های آهکی و گچی سازند قم. حداقل ۲۴ گنبد نمکی در این پهنه ساختاری–رسوبی وجود دارد.
- **سنندج–سیرجان:** این پهنه ساختاری، فعال‌ترین و پرتکاپوترین بخش زمین‌شناسی ایران را تشکیل می‌دهد (Darvishzadeh & Mohammadi, 2009؛ Shaabanian, 2012) که به عقیده برخی از زمین‌شناسان بخشی از زاگرس به شمار می‌آید ولی شباهت بسیار زیادی به ایران مرکزی دارد (Khosro Tehrani, 2010؛ Shaabanian, 2012). سازندهای انحلال‌پذیر پهنه ساختاری سنندج–سیرجان بیشتر دگرگونی، به‌ویژه مرمر، بوده و فقط به سازندهای کربناته اختصاص یافته است به‌طوری که ۹/۶ درصد از سازندهای کربناته ایران در این پهنه ساختاری قرار گرفته است (شکل ۳).
- **کپه داغ:** این پهنه شامل کوه‌های هزار مسجد در شمال شرق ایران است که منطقه مرزی ایران با ترکمنستان به حساب می‌آید که به صورت باریکه طویل در شمال خراسان قرار دارد و حد شمالی آن با فلات توران گسلی است که این دو حوزه را از هم جدا می‌کند. حد جنوبی آن، منطقه فرو افتاده‌ای در امتداد جاده گنبد، بجنورد، مشهد است (Darvishzadeh, 2006). از بعضی جهات شرایط رسوبگذاری و ساختمانی کپه داغ مشابه با حوضه زاگرس چین‌خورده است و تنها تفاوت مهم، نبود یا کمبود رسوبات تبخیری در حوضه رسوبی کپه داغ است که در زاگرس از اهمیت زیادی برخوردار است (Darvishzadeh, 2006). سازندهای انحلال‌پذیر پهنه کپه داغ فقط شامل سازندهای کربناته با سهم ۹ درصدی از سازندهای کربناته ایران می‌شود (شکل ۳). سازندهای انحلال‌پذیر کربناته این پهنه به‌ترتیب سن از قدیم به جدید عبارتند از: نیور، پادها، خوش ییلاق، چمن‌بید، مزدوران، تیرگان، آبدراز، کلات و چهل‌کمان.
- **البرز:** مجموعه کوه‌هایی که منتهی الیه شمال ایران با روند شرقی–غربی از آذربایجان تا خراسان با پیچ و خم قابل توجه امتداد دارد این پهنه ساختاری را تشکیل می‌دهد (Darvishzadeh, 2006). رشته کوه البرز در قسمت‌های شرقی و مرکزی تاقدیس شکنجی[1] ساده‌ای را در ناحیه شمالی ایران مرکزی تشکیل می‌دهد (Khosro Tehrani, 2010). سهم انواع سازندهای کارستی ایران در این پهنه ساختاری شامل سنگ‌های کربناته با سهم ۸/۸ درصد و مقدار بسیار کم انیدریت با سهم ۰/۷ درصد می‌شود (شکل ۳). سازندهای

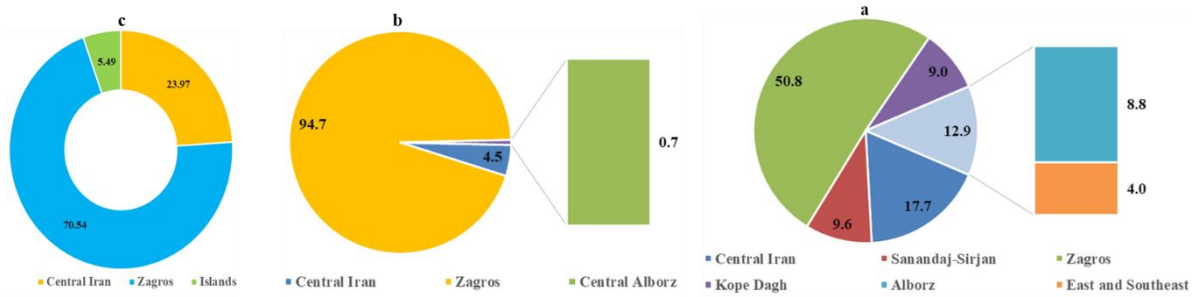
[1] . Anticlinorium

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

انحلال‌پذیر این پهنه به‌ترتیب سن از قدیم به جدید عبارتند از: هزار چال زیرین، سلطانیه، میلا، لشکرک، جیرود، خوش ییلاق، مبارک، درود، روته، نسن، الیکا، لار، آبناک، ژیپس–ملافیر، تیزکوه، زیارت، بخش گچی سازند کُند و سازند گچدار نئوژن.

- **شرق و جنوب شرق:** منظور از پهنه ساختمانی–رسوبی شرق و جنوب شرق ایران جنبه جغرافیایی آن است ولی از نظر زمین‌شناسی تقسیماتی در آن منظورشده است که عبارتند از: زون فلیش یا زون نهبندان–خاش، بلوک لوت و زون مکران. بخش وسیعی از این پهنه با ماسه، شن و سنگ‌های آتشفشانی سنوزوئیک پوشیده‌شده است و در جنوب آن نیز بیابان وسیع لوت قرار دارد. آنچه در شرق ایران اهمیت دارد فراوانی کانسارهای فلزی (مس، سرب، روی، قلع، کروم و تنگستن) و غیر فلزی (پنبه نسوز و منیزیت) است (Darvishzadeh, 2006). سازندهای انحلال‌پذیر پهنه ساختاری شرق و جنوب شرق در ایران کم‌ترین سهم را داشته و فقط به سازندهای کربناته با سهم ۴ درصد اختصاص یافته است (شکل ۳).

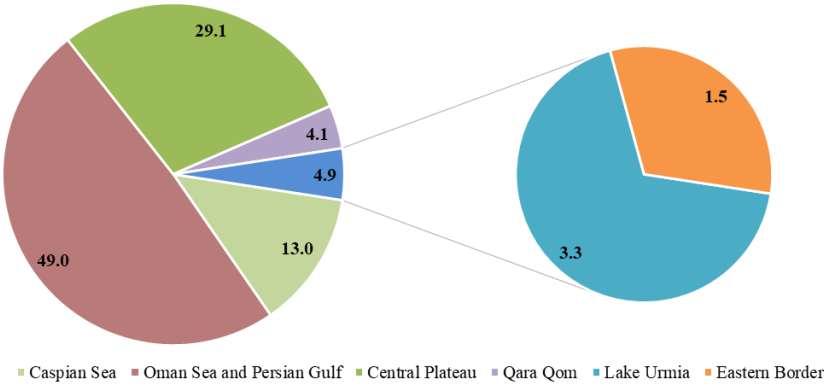


شکل ۳- درصد سهم پهنه‌های ساختاری از سازندهای الف) کربناته، ب) گچی، ج) نمکی

Figure 3– Percentage of structural zones from a) carbonate, b) gypsum, c) salt formations

سازندهای انحلال‌پذیر در حوزه‌های آبخیز ایران

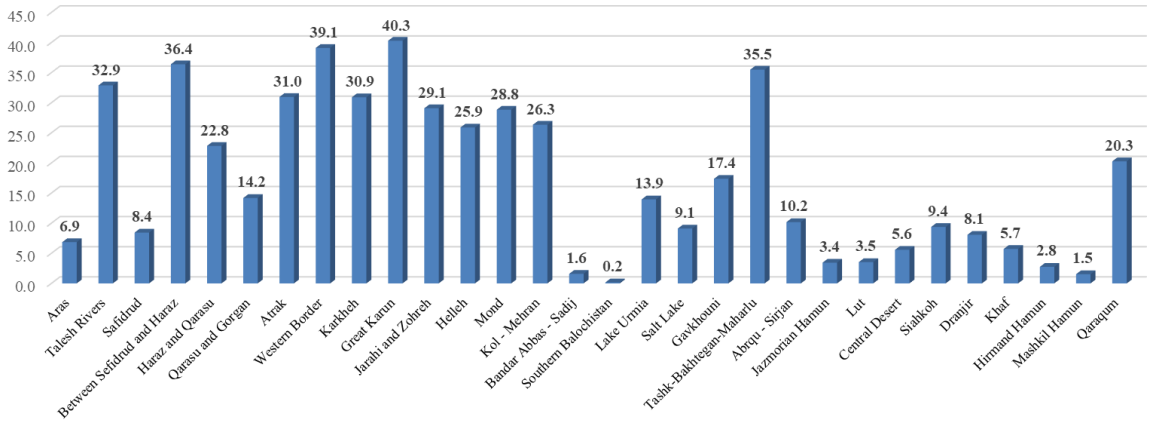
عرصه حوزه‌های آبخیز کشور شامل ۶ حوضه اصلی است که هر یک خود به حوضه‌های کوچک و تا چندین رده نیز کوچکتر تقسیم می‌شوند. این شش حوضه اصلی عبارتند از: حوزه آبخیز دریای خزر با ۷ حوضه کوچکتر، حوزه آبخیز خلیج فارس و دریای عمان با ۹ حوضه کوچکتر، حوزه آبخیز دریاچه ارومیه، حوزه آبخیز فلات مرکزی با ۹ حوضه کوچکتر، حوزه آبخیز مرزی شرق با ۳ حوزه کوچکتر و حوزه آبخیز قره‌قوم (Anonymous, 2012) (شکل ۱ ب و ج). مطابق شکل (۴)، حوضه دریای عمان و خلیج فارس با ۴۹ درصد از سازندهای انحلال‌پذیر کشور، بیش‌ترین سهم را دارد و پس از آن حوضه فلات مرکزی با سهم ۲۹/۱ درصد قرار دارد. حوضه مرزی شرق نیز کم‌ترین مقدار سازندهای کارستی ایران را داراست. سهم سازندهای انحلال‌پذیر به تفکیک حوزه آبخیز در شکل (۵) نشان داده‌شده است؛ مطابق این نمودار، حوزه آبخیز کارون بزرگ با ۱۲/۴ درصد از کل سازندهای انحلال‌پذیر کشور، بیش‌ترین سهم را از ان خود کرده است. پس از آن حوزه‌های آبخیز کل–مهران، کرخه و مرزی غرب قرار گرفته‌اند که همه به حوضه اصلی دریای عمان و خلیج فارس تعلق دارند. این در حالی است که با در نظر گرفتن نسبت سطح سازندهای انحلال‌پذیر به سطح حوزه آبخیز، علاوه بر حوزه‌های آبخیز کارون بزرگ کرخه و مرزی غرب، اهمیت حوضه‌های دیگر نیز بیش از پیش نمایان‌تر می‌شود؛ از جمله رودخانه‌های بین سفیدرود و هراز، طشک–بختگان–مهارلو، رودخانه‌های تالش، اترک (شکل ۶).



شکل ۴- درصد سهم حوضه‌های اصلی از سازندهای انحلال‌پذیر

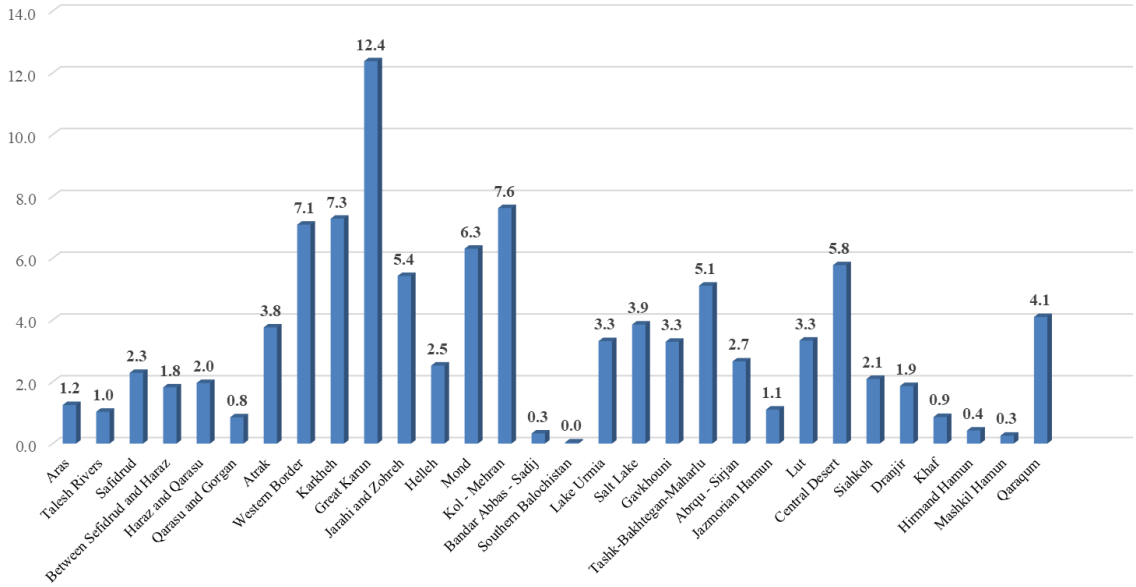
Figure 4– Percentage of the basins' portion of soluble formations

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]



شکل ۵- درصد سهم سازندهای انحلال‌پذیر به تفکیک حوزه آبخیز

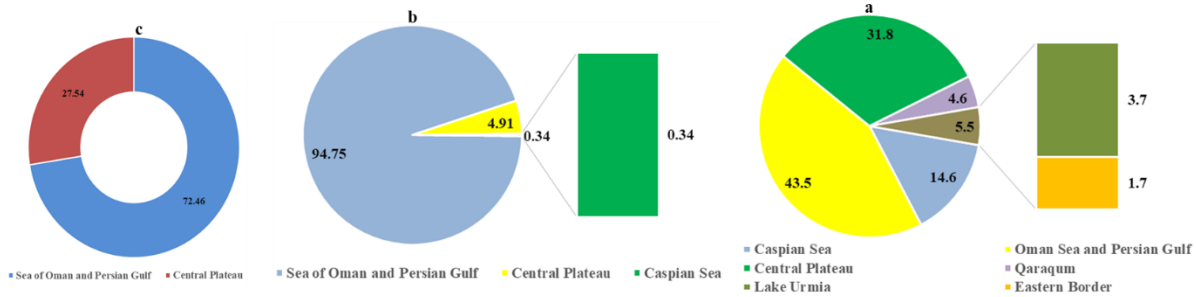
Figure 5– Percentage of soluble formations by watershed



شکل ۶- درصد نسبی سازندهای انحلال‌پذیر به سطح حوزه آبخیز

Figure 6– Relative percentage of soluble formations to the watershed

مطابق شکل (۷) سهم حوضه‌های اصلی از سازندهای کربناته کشور برابر است با دریای عمان و خلیج فارس: ۴۳/۵ درصد، فلات مرکزی: ۳۱/۸ درصد، دریای مازندران: ۱۴/۶ درصد، قره قوم: ۴/۶، دریاچه ارومیه:۳/۷ درصد و مرزی شرق: ۱/۷ درصد. این سهم برای سازندهای تبخیری اساسا به حوضه دریای عمان–خلیج فارس و فلات مرکزی تعلق دارد به‌طوری که حدود ۸۴ درصد از سازندهای تبخیری کشور در حوضه اصلی دریای عمان و خلیج فارس و حدود ۱۶ درصد باقی مانده نیز در حوضه فلات مرکزی قرار دارد.

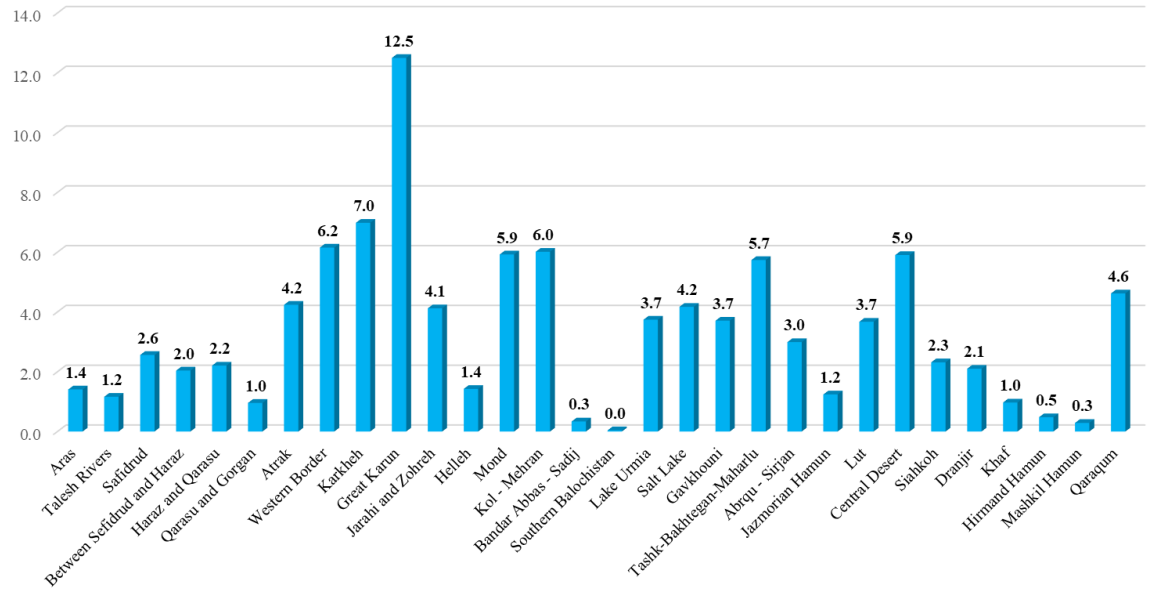


شکل ۷- درصد سهم حوضه‌های اصلی از سازندهای الف) کربناته، ب) گچی، ج) نمکی

Figure 7– Percentage of the basins from a) carbonate, b) gypsum, c) saline formations

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]



شکل ۸- درصد سهم حوزه‌های آبخیز از سازندهای کربناته

Figure 8– Percentage of the portion of aquifers from carbonate formations

جدول ۲ سطح سازندهای کربناته، گچی و نمکی و درصد نسبی آن را در حوزه‌های آبخیز نشان می‌دهد. مطابق این جدول، حوزه آبخیز کارون بزرگ با ۲۴۲۲۷۲۷ هکتار بیش‌ترین سطح سازند کربناته، حوزه آبخیز جراحی و زهره با ۳۸۶۳۷۳ هکتار بیش‌ترین سطح سازند گچی و حوزه آبخیز کل-مهران با ۱۴۷۸۶۶ هکتار بیش‌ترین سطح سازند نمکی را دارا هستند؛ به‌طوری که حوزه آبخیز کارون بزرگ ۱۲/۵ درصد، حوزه آبخیز جراحی-زهره ۱۷/۶۷ درصد و حوزه آبخیز کل-مهران۵۲/۹ درصد از سازندهای به‌ترتیب کربناته، گچی و نمکی ایران را دربر می‌گیرد (شکل ۸، ۹، ۱۰). البته برخی از حوضه‌های دیگر نیز از سهم قابل توجهی از این سازندها برخوردارند برای نمونه حوضه‌های کرخه، مرزی غرب، کل-مهران، مند، کویر مرکزی و طشک-بختگان-مهارلو برای سازندهای کربناته (شکل ۸)، حوضه‌های مرزی غرب، کل-مهران، حله و کارون بزرگ برای سازندهای گچی (شکل ۹) و حوضه‌های کویر مرکزی و مند برای سازندهای نمکی (شکل ۱۰).

سازندهای انحلال‌پذیر در استان‌های ایران

نتایج بررسی وضعیت استان‌های کشور از نظر میزان رخنمون سازندهای انحلال‌پذیر (جدول ۳) نشان داد بیش‌ترین سطح سازندهای کربناته و گچی به‌ترتیب با ۳۵۹۰۶۶۱ و ۴۸۰۲۷۶ هکتار در استان فارس دیده می‌شود. استان هرمزگان با دارا بودن ۱۰۷۵۲۱ هکتار از سازندهای نمکی در صدر ردیف رخنمون سازندهای تبخیری-نمکی و بعد از آن استان‌های فارس و سمنان با سطح رخنمونی به‌ترتیب، ۷۵۲۲۳ و ۶۷۶۶۵ هکتار قرار دارند. رخنمون سازندهای کربناته در استان‌های اصفهان، خراسان رضوی، کرمانشاه و یزد با سطح به‌ترتیب، ۱۴۵۶۴۰۹، ۱۲۰۹۴۸۴، ۱۰۶۱۴۷۳ و ۱۰۳۶۰۳۶ هکتار نیز چشمگیر است؛ این حالت برای سازندهای گچی در استان‌های ایلام، خوزستان، هرمزگان و کهگیلویه و بویراحمد نیز با سطح به‌ترتیب، ۱۴۵۶۴۰۹، ۱۲۰۹۴۸۴، ۱۰۶۱۴۷۳ و ۱۰۳۶۰۳۶ هکتار قابل توجه است. به‌طوری که ۱۷/۷۴ و ۱۶/۷۵ درصد از سطح استان‌های به‌ترتیب، ایلام و کهگیلویه و بویراحمد به‌عنوان بیش‌ترین سطح نسبی، توسط سازند گچی پوشیده‌شده است. بررسی سطح نسبی سازندهای کربناته استان‌ها نیز جالب توجه است به این صورت که استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، کرمانشاه، همدان، ایلام و خراسان شمالی با درصد نسبی سازند کربناته به‌ترتیب، ۴۸/۶، ۴۲/۷، ۳۵/۳، ۳۲/۱ و ۳۱/۷ در رتبه اول تا پنجم قرار می‌گیرند. مقایسه نسبی استان‌ها نشان می‌دهد استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، ایلام، چهارمحال و بختیاری، کرمانشاه و همدان به‌ترتیب با ۶۵/۵، ۴۹/۹، ۴۸/۴، ۴۶/۱ و ۴۰/۸ درصد بیش‌ترین نسبت سطح کل سازندهای انحلال‌پذیر به سطح استان را نشان می‌دهد (شکل ۱۱)؛ این در حالی است که استان فارس علیرغم دارا بودن بیش‌ترین سطح سازندهای انحلال‌پذیر در کشور، به‌دلیل وسعت زیاد این استان، رتبه ششم را به خود اختصاص داده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

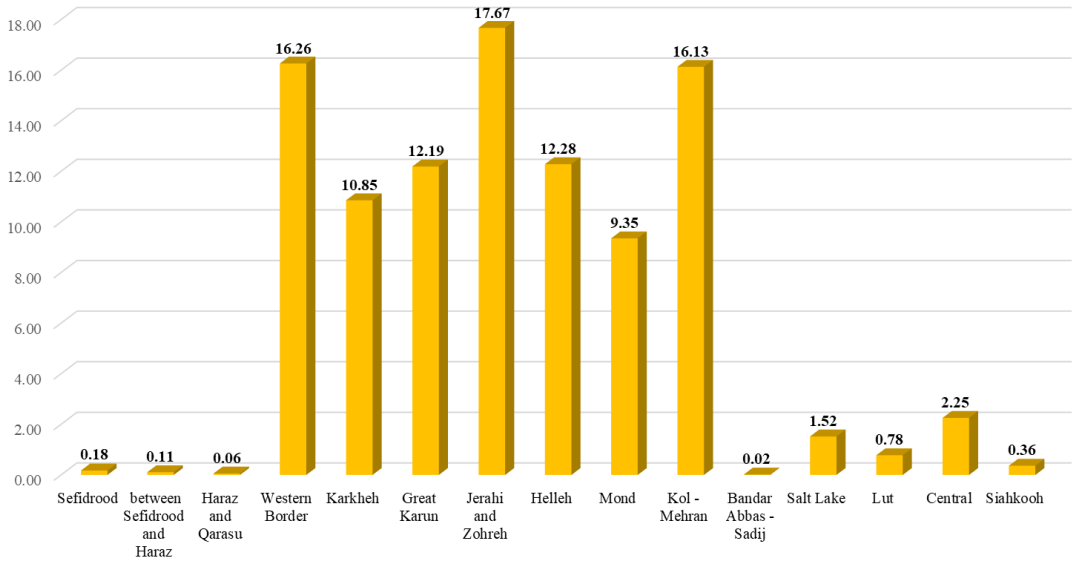
[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

جدول ۲- سطح سازندهای کربناته، گچی و نمکی و درصد نسبی آن در حوزه آبخیز

Table 2- Surface of carbonate, gypsum and salt formations and their relative percentage in watershed

******	*****	****	***	**	*	Area (ha)	Watershed
0.00	0.00	0.00	0.00	6.9	272905	3983819	Aras
0.00	0.00	0.00	0.00	32.9	225383	685378	Talesh Rivers
0.00	0.00	0.18	3829	8.4	496416	5927366	Safidrud
0.00	0.00	0.11	2344	36.2	355491	1093238	Between Sefidrud and Haraz
0.00	0.00	0.06	1220	22.8	427553	1877879	Haraz and Qarasu
0.00	0.00	0.00	0.00	14.2	185732	1309441	Qarasu and Gorgan
0.00	0.00	0.00	0.00	31	821740	2654485	Atrak
0.00	0.00	16.26	355567	30.1	1193111	3960822	Western Border
0.00	0.00	10.85	237349	26.3	1353870	5148351	Karkheh
0.23	15622	12.19	266551	36.1	2422727	6711874	Great Karun
0.00	0.00	17.67	386373	19.6	799270	4075973	Jarahi and Zohreh
0.32	6865	12.28	268520	13	276387	2131318	Helleh
0.54	25807	9.35	204483	24	1148465	4781506	Mond
2.34	147866	16.13	352669	18.4	1165801	6324287	Kol - Mehran
0.14	6354	0.02	344	1.4	65166	4518235	Bandar Abbas - Sadij
0.00	0.00	0.00	0.00	0.2	7997	4909040	Southern Balochistan
0.00	0.00	0.00	0.00	13.9	725125	5199341	Lake Urmia
0.00	0.00	1.52	33240	8.7	808880	8247275	Salt Lake
0.03	1295	0.00	0.00	17.3	718874	4146360	Gavkhouni
0.16	5061	0.00	0.00	25.3	1112402	3148660	Tashk-Bakhtegan-Maharlu
0.02	1239	0.00	0.00	10.1	580026	5716656	Abrqu - Sirjan
0.00	0.00	0.00	0.00	3.4	240383	6977756	Jazmorian Hamun
0.00	0.00	0.78	17015	3.5	711869	20606867	Lut
0.3	68618	2.25	49268	5.1	1144515	22632569	Central Desert
0.02	783	0.36	7923	9.2	448728	4876549	Siahkoh
0.00	0.00	0.00	0.00	8.1	407191	5046849	Dranjir
0.00	0.00	0.00	0.00	5.7	188043	3287611	Khaf
0.00	0.00	0.00	0.00	2.8	92622	3366702	Hirmand Hamun
0.00	0.00	0.00	0.00	1.5	55860	3666839	Mashkil Hamun
0.00	0.00	0.00	0.00	20.3	895362	4416427	Qaraqum

: Carbonate formation area (ha); **: Ratio of carbonate formation area to watershed area (%); ***: Gypsum formation area (ha); *
****: Ratio of gypsum formation area to watershed area (%); *****: Salt formation area (ha);
******: Ratio of salt formation area to watershed area (%)

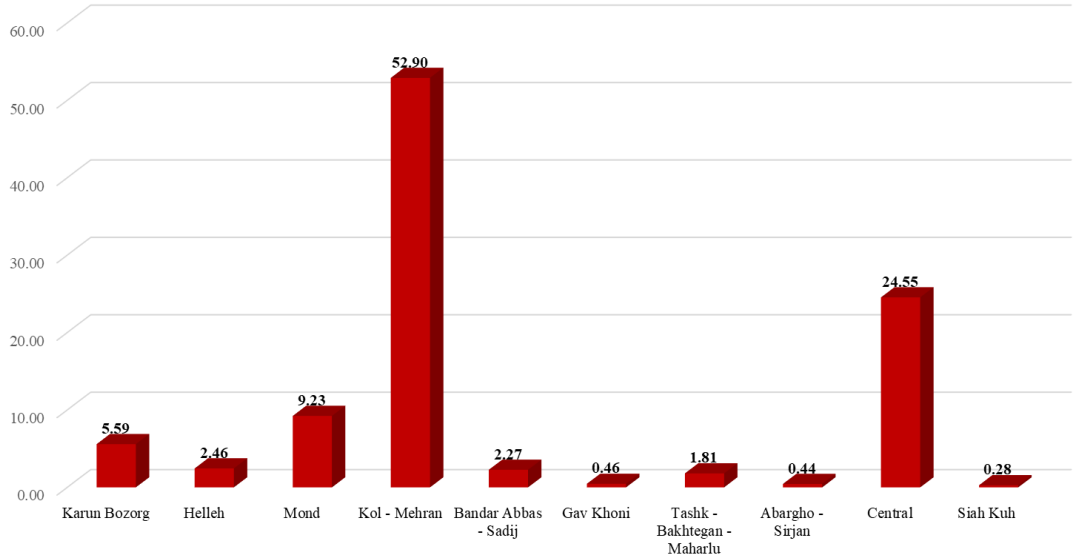


شکل ۹- درصد سهم حوزه‌های آبخیز از سازندهای گچی

Figure 9– Percentage of watersheds from gypsum formations

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]



شکل ۱۰- درصد سهم حوزه‌های آبخیر از سازندهای نمکی

Figure 10– Percentage of watersheds from Salt formations

جدول ۳- سطح سازندهای کربناته، گچی و نمکی و درصد نسبی آنها در استان

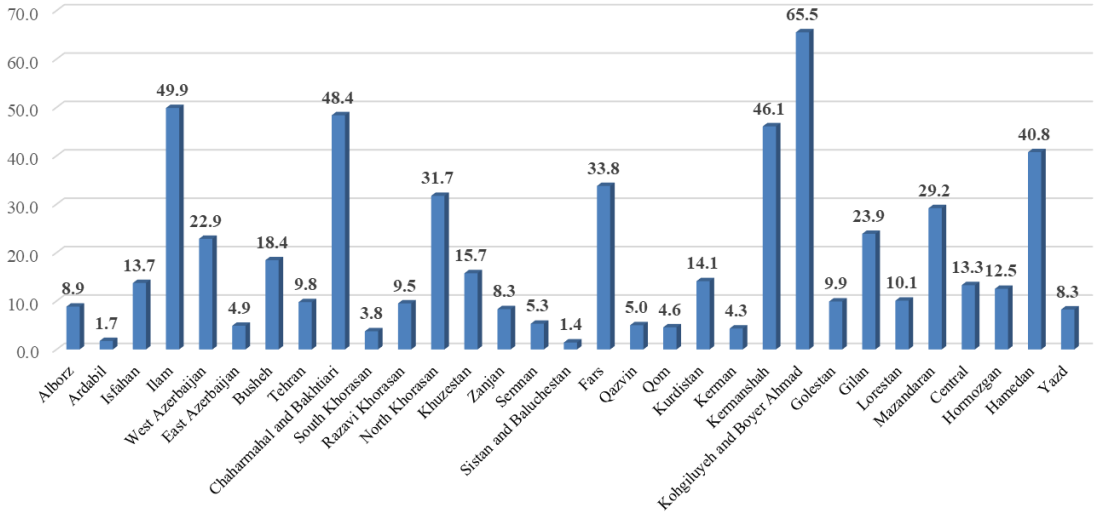
Table 3- Surface of carbonate, gypsum and salt formations and relative percentage in the province

******	*****	****	***	**	*	**Area (ha)**	**Province**
0.00	0.00	1.75	8973	7.1	36420	512774	Alborz
0.00	0.00	0.00	0.00	1.7	31232	1790183	Ardabil
0.00	171	0.08	8263	13.6	1456409	10675367	Isfahan
0.00	0.00	17.74	355166	32.1	643705	2002251	Ilam
0.00	0.00	0.00	0.00	22.9	854700	3739298	West Azerbaijan
0.00	0.00	0.00	0.00	4.9	224071	4575670	East Azerbaijan
0.21	4672	6.27	142783	12	272203	2276552	Busheh
0.07	953	0.16	2180	9.5	130569	1368845	Tehran
0.74	12050	1.65	26961	46	749785	1630464	Chahar Mahal and Bakhtiari
0.00	0.00	0.00	0.00	3.8	314763	8393201	South Khorasan
0.00	0.00	0.00	0.00	9.5	1209484	12722267	Razavi Khorasan
0.00	0.00	0.00	0.00	31.7	899328	2834144	North Khorasan
0.00	0.00	4.82	307830	10.9	698462	6392844	Khuzestan
0.00	0.00	0.00	0.00	8.3	181311	2178287	Zanjan
0.7	67665	0.49	47940	4.1	399701	9719269	Semnan
0.00	0.00	0.00	0.00	1.4	255471	17885047	Sistan and Baluchestan
0.61	75223	3.91	480276	29.2	3590661	12277933	Fars
0.00	0.00	0.11	1758	4.9	76146	1555945	Qazvin
0.00	0.00	0.7	8072	3.9	44488	1151363	Qom
0.01	904	0.00	0.00	14.1	408670	2904840	Kurdistan
0.00	0.00	0.00	742	4.3	773555	17946887	Kerman
0.00	0.00	3.41	84739	42.7	1061473	2486729	Kermanshah
0.13	1983	16.75	259614	48.6	753825	1549752	Kohgiluyeh and Boyer Ahmad
0.00	0.00	0.00	0.00	9.9	199994	2020554	Golestan
0.00	0.00	0.00	0.00	23.9	336511	1408649	Gilan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.1	194860	1932905	Lorestan
0.00	0.00	0.1	2392	29.1	690159	2372530	Mazandaran
0.00	0.00	0.35	10324	12.9	375952	2908836	Central
1.56	107521	3.84	263944	7.1	489682	6880900	Hormozgan
0.1	2832	5.34	150469	35.3	996138	2819943	Hamedan
0.01	783	0.19	24196	8.1	1036036	12846445	Yazd
7.44	14815	0.00	0.00	0.00	0.00	199022	Islands

*: Carbonate formation area (ha); **: Ratio of carbonate formation area to provincial area (%); ***: Gypsum formation area (ha)
****: Ratio of Gypsum formation area to provincial area (%); *****: Salt formation area (ha); ******: Ratio of Salt formation area to provincial area (%)

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]



شکل ۱۱- درصد نسبت سطح سازندهای انحلال‌پذیر به سطح استان

Figure 11– Percentage ratio of the soluble formations to the province

نتیجه‌گیری

بخش امروزه، اهمیت کارست و نقشی که در زندگی بشر دارد بیش از پیش نمایان‌شده است به‌طوری که برخی از عوامل موثر بر کیفیت زندگی افراد ساکن در این نواحی نیز به کارست مرتبط است. علیرغم این‌که بخش زیادی از سطح کشور را سازندهای انحلال‌پذیر در برگرفته است ولی متاسفانه جنبه‌های مختلف کارست و اهمیت هر کدام از بخش‌های آن مورد مطالعه دقیق قرار نگرفته است؛ به‌طوری که بیش‌ترین تمرکز مطالعات کارست در ایران، به پی‌جویی و اکتشاف منابع آب کارست کربناته معطوف بوده است. حتی بسیاری از محققان و اساتید کشور در رشته‌هایی به غیر از جغرافیا و منابع آب، با واژه کارست نیز آشنا نمی‌باشند. از این رو، مقالات و مطالب علمی مربوط به کارست در سطح بین‌الملل نیز بسیار کم و ناچیز است به‌طوری که در مجامع و منابع علمی مطرح جهانی، علیرغم نام بردن از ایران به‌عنوان یکی از نواحی پتانسیل در زمینه کارست، اشاره بسیار محدودی به لندفرم‌های کارستی و جنبه‌های علمی آن شده است. کمبود مقالات علمی و تحقیقات میان‌رشته‌ای در مطالعات کارست ایران نیز دلیلی دیگر بر این ادعا است به‌طوری که برخی از منابع جدید نیز با ارقام اشتباه از سطح کارست ایران صحبت می‌کنند. به هر حال، یکی از مهم‌ترین الزامات مطالعات کارست، آگاهی و اطلاع از سطوح انواع سازندهای انحلال‌پذیر و دارای پتانسیل کارست در نواحی مختلف ایران است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۳/۳ درصد از خشکی‌های ایران توسط سازندهای انحلال‌پذیر کربناته و تبخیری (گچی و نمکی) پوشیده‌شده است. وضعیت و پراکنش انواع سازندهای کارستی در سطح کشور، لزوم توجه به فرآیندهای متفاوت حاکم بر این سازندها نسبت به سازندهای غیرانحلال‌پذیر را در مدیریت حوزه‌های آبخیز بیش از پیش نمایان می‌سازد.

پهنه ساختاری زاگرس با بیش‌ترین سطح سازندهای انحلال‌پذیر، اهمیت بسیار زیادی در کارست‌شناسی ایران دارد. با همین تناسب، ضرورت نگاه ویژه به مدیریت کارست به‌ویژه مخاطرات کارست، پتانسیل بالای آلودگی منابع آب کارست، فرونشست و نشت آب از دریاچه سدهای احداث‌شده بر روی سازندهای کارستی و غیره در این ناحیه را متذکر می‌شود. حوزه‌های آبخیز کارون بزرگ، مرزی غرب، طشک-بختگان-مهارلو و جراحی-زهره حوزه‌های کلیدی انحلال‌پذیر ایران و پهنه زاگرس هستند. حوزه آبخیز کارون با بیش‌ترین سهم سازند کربناته کشور که نقش قابل توجهی در تامین آب کشور دارد، حوضه معرف کارست در ایران محسوب می‌شود. به‌طوری که برخی از زیرحوضه‌های آن تا بیش از ۸۰ درصد از سازند کربناته تشکیل‌شده‌اند. پهنه ساختاری ایران مرکزی و سنندج-سیرجان علیرغم قرارگیری در منطقه خشک و نیمه خشک، به‌دلیل دارا بودن بخش قابل توجهی از سازندهای کربناته می‌تواند از نظر توسعه کارست به‌ویژه کارست دیرین حائز اهمیت باشد. پهنه ساختاری-رسوبی کپه داغ بخش زیادی از سازندهای کربناته نیمه شمالی کشور را دربرگرفته است. پهنه ساختاری البرز به‌ویژه حوضه‌های منتهای به دریای مازندران سطوح چشمگیری از سازندهای کربناته را شامل می‌شود.

به‌همین‌ترتیب، اساس سنگ‌های تبخیری شامل سازندهای گچی و نمکی ایران، به‌ویژه گنبد نمکی فعال و سازندهای نمکی که نقش محوری در آلایندگی و شور شدن منابع آب و خاک دارند اساسا در پهنه زاگرس قرار دارند. از ۱۵۳ گنبد نمکی شناسایی شده در پژوهش حاضر، ۱۲۹ گنبد نمکی در پهنه زاگرس دیده می‌شود. بخش اعظم گنبدهای نمکی ایران در استان هرمزگان و به‌ویژه در در حوضه کل-مهران این استان پراکنش دارند. برخی از جزایر خلیج فارس نیز با رخنمون گنبد نمکی ایجاد شده‌اند از جمله هرمز، لارک، هنگام، فارور، تنب

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

کوچک و غیره. نظر به توجه ساختار سیاسی به مرز استان‌ها و لزوم ارائه برنامه مدیریتی مطابق حدود هر استان، تعیین سهم سازندهای انحلال‌پذیر به صورت استانی ضرورت دارد. به تناسب سهم پهنه‌های زمین‌شناسی و حوزه‌های آبخیز، سهم سطوح انحلال‌پذیر استان‌های کشور نیز بازتاب می‌شود. بدین ترتیب، استان کهگیلویه و بویراحمد با مساحت کمتر از یک درصد کشور، بیش‌ترین سهم نسبی سازندهای انحلال‌پذیر کشور را دارد؛ به‌طوری که می‌توان به آن استان کارستی ایران لقب داد. پس از آن، استان‌های ایلام، چهارمحال و بختیاری، کرمانشاه و همدان قرار می‌گیرند.

به طور کلی، آگاهی از وضعیت و پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر و کارستی، یکی از تضامین توسعه پایدار و اجرای اصول مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز در استان‌های مختلف کشور است و ارائه برنامه متفاوت برای استان‌ها بر مبنای میزان سطوح کارستی نسبت به نواحی غیرکارستی یا با سطح کارست کمتر ضرورت دارد. بنابراین، آگاهی و دسترسی به داده‌های مربوط به وضعیت و پراکنش سازندهای انحلال‌پذیر، پیش‌نیاز بررسی و تحلیل پتانسیل کارستی‌شدن و مخاطرات آن در هر حوضه و منطقه خواهد بود.

ملاحظه‌های اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: همه اطلاعات و نتایج در متن مقاله ارائه شده است.

حمایت مالی: این پژوهش در قالب پژوهش آزاد انجام شده است.

مشارکت نویسندگان: **فرزین، م.:** مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، نرم‌افزار، نگارش – تهیه پیش‌نویس اصلی، ویرایش مقاله.

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

سپاس‌گزاری: از دانشگاه یاسوج جهت حمایت در انجام آزمایش‌های لازم برای این تحقیق، صمیمانه تشکر می‌شود.

منابع

احمدی، حسن، و فیض‌نیا، سادات (۱۳۸۵). سازندهای دوره کواترنر. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۲۷ صفحه.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۹۱). دستورالعمل تقسیم‌بندی و کدگذاری حوضه‌های آبریز و محدوده‌های مطالعاتی در سطح کشور. نشریه شماره ۳۱۰، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری اسلامی ایران، ۲۷۶ صفحه.

خانلری، غلامرضا، ترابی کاوه، مهدی، و میری، میرمحمدی (۱۳۹۳). خطرات مهندسی سنگ‌های انحلال‌پذیر. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۴۷۳ صفحه.

خسروتهرانی، خسرو (۱۳۸۹). چینه‌شناسی ایران. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۸ صفحه.

درویش‌زاده، علی (۱۳۸۵). زمین‌شناسی ایران. انتشارات امیرکبیر، ۴۳۴ صفحه.

درویش‌زاده، علی، و محمدی، مهین، (۱۳۸۸). زمین‌شناسی ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۳۷ صفحه.

شعبانیان، رحیم (۱۳۹۱). زمین‌شناسی ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور، ۳۱۹ صفحه.

کریمی وردنجانی، حسین (۱۳۹۴). هیدروژئولوژی و ژئومورفولوژی کارست. انتشارات ارم، ۵۳۶ صفحه.

فرزین، محسن، و آوند، محمدتقی (۱۳۹۹). کارست‌شناسی (ترجمه). انتشارات دانشگاه یاسوج، ۳۴۴ صفحه.

فرزین، محسن (۱۳۹۷). چشم‌انداز مطالعات ژئومورفولوژی و هیدروژئومورفولوژی کارست در ایران، ششمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

ندری، روح‌الله، و علیزاده، حسن (۱۴۰۴). ارزیابی نقش پارامترهای ساختاری در شناسایی منابع آب کارستی مطالعه موردی :پهنه ساختاری کپه‌داغ، ۱۲(۴۳)، ۱۶-۱. **doi:**10.0.86.18/hyd.2025.63495.1755

References

Ahmadi, H., & Feiznia, S. (2006). Quaternary Formations (Principles and applications), University of Tehran Press, 627 pages. [In Persian]

Anonymous. (2012). *Guidelines for the Division and Coding of Watersheds and Study Areas at the National Level*, Publication No. 310, Deputy for Strategic Planning and Supervision of the Presidency of the Islamic Republic of Iran, 276 pages. [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]

Chen, Z., Auler, A. S., Bakalowicz, M., Drew, D., Griger, F., Hartmann, J., Jiang, G., Moosdorf, N., Richts, A., Stevanovic, Z., Veni, G., & Goldscheider, N. (2017). The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe. *Hydrogeology Journal*, 25(3), 771-785. **doi:**10.5445/IR/1000065766

Darvishzadeh, A. (2006). Geology of Iran, Amirkabir Press, 434 pages. [In Persian]

Darvishzadeh, A. & Mohammadi, M. (2009). *Geology of Iran, Payame Noor University Press*, 237 pages. [In Persian]

D'Ettorre, U. S., Liso, I. S., & Parise, M. (2024). Desertification in karst areas: A review. *Earth-Science Reviews*, 253, 104786. **doi:**10.1016/j.earscirev.2024.104786

De Waele, J. and Gutiérrez, F., 2022. Karst hydrogeology, geomorphology and caves. John Wiley & Sons.

Di Maggio, C., Madonia, G., Parise, M., & Vattano, M. (2012). Karst of Sicily and its conservation. *Journal of Cave and Karst Studies*, 74(2), 157-172. **doi:**10.4311/2011jcks0209

Farzin, M. (2018, November). Perspectives of karst geomorphology and hydrogeomorphology studies in Iran. Paper presented at the 6th National Conference of the Iranian Association of Geomorphology, Tehran, Iran.

Farzin, M. & Avand, M. (2021). Karstology (Translation), Yasouj University Press, 344 pages. [In Persian]

Goldscheider, N., Chen, Z., Auler, A. S., Bakalowicz, M., Broda, S., Drew, D.,Hartman, J., Guanghui, J., Moosdorf, N., Stevanovic, Z., & Veni, G. (2020). Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. *Hydrogeology Journal*, 28(5), 1661-1677. **doi:**10.1007/s10040-020-02139-5

Gutiérrez, F., 2010. 13 Hazards associated with karst. Geomorphological hazards and disaster prevention, p.161. **doi:**10.5860/choice.48-4498

Gutiérrez, F., Parise, M., De Waele, J., & Jourde, H. (2014). A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews*, 138, 61-88. **doi:**10.1016/j.earscirev.2014.08.002

Karimi Vardanjani, H. (2015). Karst Hydrogeology and Geomorphology, Eram-E-Shiraz Press, 536 pages. [In Persian]

Khanlari, G. H. Torabi-kaveh, M. & Miri, M. (2014). Engineering Hazards of Soluble Rocks, Bu-Ali Sina University Press, 473 pages. [In Persian]

Khosro Tehrani, Kh. (2010). Stratigraphy of Iran, University of Tehran Press, 568 pages. [In Persian]

Lei, M., Gao, Y. and Jiang, X., 2014. Current status and strategic planning of sinkhole collapses in China. In Engineering Geology for Society and Territory-Volume 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation (pp. 529-533). Cham: Springer International Publishing.

Masilela, M., & Beckedahl, H. (2022). Karst geomorphology and related environmental problems in Southern Africa–A review. *Journal of African Earth Sciences*, 196, 104686. **doi:**10.1016/j.jafrearsci.2022.104686

Nadri, R., & Alizadeh, H. (2025). Evaluating the role of structural parameters in identifying karst water resources Case study: of Kopeh Dagh structural zone. *Journal of Hydrogeomorphology*, 12(43), 16-1. **doi:**10.22034/hyd.2025.63495.1755 [In Persian]

Parise, M., Qiriazi, P., & Sala, S. J. N. H. (2004). Natural and anthropogenic hazards in karst areas of Albania. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4(4), 569-581. **doi:**10.5194/nhess-4-569-2004

Raeisi, E. Z. Z. A. T. (2002). Carbonate karst caves in Iran. Evolution of karst: from prekarst to cessation. Ljubljana-Postojna, 339-344.

Shaabanian, R. (2012). Geology of Iran, Payame Noor University Press, 319 pages. [In Persian]

Youssef, A. M., Al-Harbi, H. M., Gutiérrez, F., Zabramwi, Y. A., Bulkhi, A. B., Zahrani, S. A., Bahamil, A. M., Zahrani, A. J., Otaibi, Z. A., & El-Haddad, B. A. (2016). Natural and human-induced sinkhole hazards in Saudi Arabia: distribution, investigation, causes and impacts. *Hydrogeology Journal*, 24(3), 625-644. **doi:**10.1007/s10040-015-1336-0

Weary, D.J. and Doctor, D.H., 2014. Karst in the United States: a digital map compilation and database (No. 2014-1156). US Geological Survey.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-09-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1405.14.1.5.2]