



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches  
E-ISSN: 2423-8007  
Vol. 38, Issue 3, No. 88, Autumn 2022, pp 91-112  
Received: 26.09.2022 Accepted: 27.11.2022

## Research Paper

### Revision in nomenclature and classification of the Neogene marl deposits: A case study from south and southeast of Tehran

Hamidreza Peyrowan\* 

Associate Professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, Iran

[h.peyrowan@areeo.ac.ir](mailto:h.peyrowan@areeo.ac.ir)

Kouros Shirani

Associate Professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, Iran

[k\\_sh424@yahoo.com](mailto:k_sh424@yahoo.com)

#### Abstract

Marl is a type of mixed carbonate-silicate sediment and contains clay and carbonate minerals deposited in different environments. The terms marl and marlstone are still imprecisely used in geology. In this study, to revise the nomenclature and sedimentary classification of marl deposits, 99 samples were taken from different terrestrial and marine marl formations. The texture and percentage of carbonate and salt contents in the marls were measured. According to Folk's classification, the majority of the samples are in the range of sandy silt, sandy mud, silt, muddy sand, and silty sand. Based on the electric conductivity parameter (EC), all samples have a high content of salt and are classified in saline and very saline classes. The results based on the classification method of Haldar and Tisljar also confirm that most of the samples are in the category of "calcite clayey siltstone", clayey calcite siltstone, and "calcite-silt clay" and a few examples are "calcite - silt clay" and clayey- silt limestone, except for one sample of the Kond Formation, which is within the marl field. The main samples are not classified by the Pettijohn method and samples are mostly silty, and muddy and the name chalk-salt siltstone and mudstone were found to be more suitable for the terrestrial marl deposits under investigation in this research.

**Keywords:** Continental marl, Carbonate content, Marine marl, Marl Classification, Salinity

#### Introduction

In geology, the term marl refers to chemical-detrital sediments, which have between 35% to 65% carbonate or clay content. Various definitions have been presented by different researchers about marl, despite relatively different descriptions in all of them, and marl nomenclature has been established on carbonate and clay contents. There is no unanimity regarding the nomenclature of marl sediments and many of the definitions are not precise, and in some of them, different origins are mentioned for marl, such as Terzaghi and Peck (1967), exclusively considered marine origin for marl sediments. Mitchell (1993) related these sediments to the biochemical process, while there is a wide range of marl deposits from terrestrial to marine in nature. Investigating the sedimentary characteristics and granulometry of evaporite marl samples in Iran by Farzami et al. (2014), Hatmian Zarami et al. (2014), Shaban et al. (2015), Haqiqhat et al. (2006) Abazade Chavandargh et al. (2006) and Samadi Tabrizi et al. (2013) all point to the fact that among the components of clay, silt and sand, the dominant texture of the samples is silty; in addition, carbonate is not the major chemical component of these samples and instead chalk and

salt minerals are dominant. All of them have preferred the terms chalky and salty siltstone and mudstone rocks rather than marl.

Marls of Iran can be divided into two categories: terrestrial and marine marls. Terrestrial marls have evaporite particles consisting of silt and clay and chemical substances such as calcite, halite, carbonate and sulfate salts, gypsum and anhydrite or one of these minerals. Marl deposits belong to two groups of Paleogene and Neogene marls in Iran. The origin of these marls are mostly salty lakes and they do not contain marine fossils. They are often red to reddish and pea colored. The surface of the soil has the effects of salt particles, salt crust and the effects of puffiness (Puffy Soil). These marls are often younger and belong to the Neogene period. From a geochemical point of view, they have harmful substances for plant growth, and for this reason, they show great sensitivity to various forms of surface, rill, gully and tunnel erosion (Peyrowan et al. 2014). Marine marls consist of clay and silt and calcite chemical substances. They have little or no evaporite minerals with high solubility such as halite, carbonate and sulfate salts, gypsum and anhydrite. Their origin is an ancient marine environment with normal salinity.

\*Corresponding author

Peyrowan H.R. and Shirani, K. (2022). Revision in nomenclature and classification of the Neogene marl deposits: A case study from south and southeast of Tehran. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 38(3):91-112.

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/>).



<https://doi.org/10.22108/jssr.2022.135225.1240>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087888.1401.38.3.4.1>

They are often green in color. These marls in Iran are pre-Neogene in terms of age, i.e., Paleozoic and Mesozoic eras with more vegetation, and erosion mainly surfaces and shallow rills (Peyrowan et al. 2014).

The terms marl and marlstone are still used imprecisely in geology (Donovan 2006). According to Donovan and Pickerill (2013), more precise lithological terms should be used for these deposits attributed to marl. This point is noticed by Picard (2010) and Alvarez (2009) stating that the interchangeable use of the terms "marl" and "marlstone" has continued into the 21st century. Picard (1953) has been concerned about the imprecise use of the term marl since almost seven decades ago. Prominent authors such as Alvarez (2009) and Tucker (2011) have also faced certain inaccuracies in the definition of marl or marlstones, and this problem still continues with its effects on published texts of geosciences. The two words "marl" and "marl stone" belong to the past, and surely it is time to be more careful in using such words. These terms have had more of an economic aspect than a precise geological scientific term and have been used for the remedial uses of agricultural soils that have been faced with carbonate deficiency (Neuendorf *et al.* 2005). As such, the nomenclature of marl sediments in Iran and other countries does not have a correct scientific classification, and this problem is clearly visible even in the maps produced by the Geological Survey and Mineral Exploration of Iran. The problems in the nomenclature of marls in previous research and studies are based on the fact that the amount of carbonate and clay are the classification criterion, while many of these deposits, which are among the marls of the detrital kind, have a silty and muddy texture instead of a clay texture. Also, they have a low amount of carbonate; instead, they have a lot of gypsum and salts. Even marls of marine origin, such as the Qom Formation, do not have the range of marl in terms of the amount of carbonate and clay, except for a few cases. The present research was conducted in the marl areas of Tehran province to determine the sedimentological characteristics of the marls in the study area in order to provide a suitable classification method regarding the sedimentological nomenclature of these deposits.

## Materials & Methods

The studied area is located in the south and east of Tehran city, which includes Pakdasht, Varamin, Ivanki and Hassanabad. In general, the region has a dry semi-desert (desert) climate with little annual rainfall. Marl deposits are exposed in the form of hills at the foot of the Alborz highlands and in the southern parts of Tehran and Varamin plains. Due to their high erodibility, these deposits have different forms of surface, rill and gully erosion. Also, they are exposed in the form of single and witness hills during the severe erosion cycle. On the surface of the slopes of these sediments, there are many gypsum crystals, salt crust and sodium fatty stains (slicken slide). Due to the severe soil erosion of these slopes, vegetation is difficult to establish. In the parts where these slopes are covered by Quaternary gravel cover, erosion is less and plant establishment is improved. In this research, different marl units including Pliocene marls, Qom Formation marl and three Upper Red marl members and two Lower Red chalk and salt members were selected for investigation and the following steps were done:

1- Sampling of 99 samples from Varamin, south of Varamin, south of Hassanabad, Ivanki and Pakdasht from Upper Red marl members ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ , Lower Red members ( $OL_g$ ,  $OL_s$ ), Eocene marl units of Kond Formation ( $E_k$ ), marl unit Pliocene ( $Pl_M$ ), marl unit of Qom Formation ( $Ol_M$ ) and marl alluviums ( $Qt_M$ );

2- Determining physical characteristics including

granulometry through three steps: Sieve analysis, hydrometer and a combination of both;

3- Determining the percentage of carbonate content in marls of the region by acid neutralization method;

4- Determining the rate of salinity of the samples based on the electrical conductivity (EC) criterion.

## Discussion of Results & Conclusion

In this research, with the aim of revising the nomenclature and sedimentary classification of marl deposits from South Varamin, South Hassan Abad, Ivanki and Pakdasht areas, samples were taken from different continental and marine marl units. Granulometry, carbonate percentage and salinity were measured. Sediment classification (Folk 1974) has been used to name the marl deposits of the study area. The samples are plotted in six fields of Folk's triangle, which show predominantly sandy silt, sandy mud, silt, mud, muddy sand and silty sand respectively. The examination of marl samples in the present research shows that the amount of carbonate in the marl samples of marine formations such as the Qom Formation is higher than the continental marl formations and even reaches 68.53%, but in the Neogene continental marl formations of the region including the Lower and Upper Red formations, it ranges from 5.1 to 33.34%, with an average of 20.98%. In these formations, the amount of clay varies in the range of 2.5 to 49%, and the average clay in all samples is 25.49%. The chemical part is not limited to carbonate; chalk and salt are also present in addition to carbonate. Therefore, most of the samples are not classified as marl sediments.


The results of the classification method (Haldar and Tisljar 2014) also confirm that the application of marl nomenclature to the studied fine-grained deposits does not have scientific precision and accuracy. Except for one sample of the Kond Formation, which is within the marl class, most of the samples are in the category of "calcite clayey siltstone", clayey calcite siltstone, and "calcite-silt clay" and a few examples are "calcite – silt clay" and clayey- silt limestone.

The salinity of the samples was estimated by measuring the electrical conductivity (EC) of an extracted solution. The salinity of the studied marl samples showed that all the mentioned samples have high degrees of EC, which indicates the presence of high salts. The presence of abundant gypsum crystals, white salt crust on the surface of marl, dark spots of sodium fatty color and puffiness of the soil surface (Puffy Soil) are the field evidence of the presence of salts in the chemical composition of the samples. Since the samples are more silty and muddy in terms of texture and have a percentage of carbonate content less than 35% (the threshold for naming marl in the Pettijohn classification) and on the other hand, they are rich in salts, thus the names of "chalky – Salty" siltstone and mudstone is more suitable for the studied marl deposits. Based on the results of the present study, the studied marls physically have more silt than clay, and chemically, more gypsum and salt content than carbonate. This is in line with the findings of other researchers including Abbasi and Amini (2008), Hatmian Zarmi et al. (2012), Shaban et al. (2012) and Farzami *et al.* (2015). The results of this research are also in line with other researchers including Alvarez (2009) and Neuendorf et al. (2005), Picard (2010), Donovan and Pickerill (2013). Based on the results, it is suggested to revise the nomenclature and classification of the deposits attributed to the marly formations of Iran. The texture of the sediment, the type of mineral composition present in terms of the abundance of calcite or evaporite minerals, as well as the color and marine or continental origin, should be used as criteria, and naming should be done based on the two destructive and chemical components of the sediments with accurate measurements.



## مقاله پژوهشی

## بازنگری در نام‌گذاری و طبقه‌بندی نهشته‌های مارنی نئوژن، مطالعه موردی جنوب و جنوب شرق تهران

حمیدرضا پیروان\* , دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران،

ایران

h.peyrowan@areeo.ac.ir

کوروش شیرانی، دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

k\_sh424@yahoo.com

## چکیده

مارن به انواع رسوب مخلوط کربناته - سیلیکاته حاوی کانی‌های رسی و کربناته گفته می‌شود که در محیط‌های مختلف نهشته می‌شود. مارن‌های دریایی به‌عنوان نهشته‌های عمیق دریایی و پلاژیک عمدتاً حاوی آهک‌اند؛ در حالی که مارن‌های قاره‌ای در محیط‌های رودخانه‌ای و حوضه‌های تبخیری تشکیل می‌شوند و حاوی گچ و نمک‌اند. تعاریف رسوب‌شناسی مارن و سنگ مارن به‌خوبی مشخص نشده است؛ بنابراین در بیشتر گزارش‌های علمی، نقشه‌های زمین‌شناسی تولیدشده و مقالات منتشرشده، ناهمگونی مشخصی در نام‌گذاری واحدهای رسوبی و سنگ‌شناسی با نام مارن وجود دارد. به همین منظور در این تحقیق با هدف تجدید نظر در نام‌گذاری و طبقه‌بندی رسوبی نهشته‌های مارنی، از واحدهای مختلف مارنی نوع قاره‌ای و دریایی نمونه‌برداری شد که شامل ۹۹ نمونه از مناطق مختلف جنوب ورامین، جنوب حسن‌آباد، ایوانکی و پاکدشت از واحدهای مارنی قرمز بالایی ( $M_3, M_2, M_1$ )، واحدهای قرمز زیرین ( $OL_S, OL_g$ )، واحدهای مارن ائوسن سازند کند ( $E_k$ )، واحد مارن پلیوسن ( $PI_M$ )، واحد مارن سازند قم ( $OM_q$ ) و آبرفت‌های مارنی ( $QT_M$ ) است. دانه‌بندی و میزان درصد آهک و املاح نمکی موجود در مارن‌های منطقه اندازه‌گیری شد. در طبقه‌بندی به روش فولک، بیشتر نمونه‌ها در محدوده سیلت ماسه‌ای، گل ماسه‌ای، سیلت، گل، ماسه گلی و ماسه سیلتي قرار دارند. میزان آهک در نمونه‌های مارنی سازندهای دریایی مانند سازند قم نسبت به سازندهای مارنی قاره‌ای بالاتر است و حتی تا میزان ۶۸/۵۳٪ نیز می‌رسد؛ اما در سازندهای مارنی خشکی‌زاد منطقه شامل سازند قرمز زیرین و بالایی، دامنه تغییرات آن ۵/۱٪ تا ۳۳/۳۴٪ است که میانگین آن ۲۰/۹۸٪ است. در همین سازندها، میزان رس در دامنه ۲/۵٪ تا ۴۹٪ متغیر است و میانگین رس در کل نمونه‌ها ۲۵/۴۹٪ است. براساس پارامتر هدایت الکتریکی ( $EC$ )، همگی دارای املاح نمکی بالا بودند و در زمره خاک‌های شور و بسیار شور طبقه‌بندی شدند. حضور نمک در سطح، آثار لکه‌های سدیمی و پف‌کردگی خاک سطحی، از دیگر شواهد شوری رسوبات شناسایی شد. نتایج طبقه‌بندی به روش **Tisljar** و **Haldar** هم مؤید این موضوع است که به‌جز یک نمونه مربوط به سازند کند که در محدوده مارن قرار گرفته است، عمده نمونه‌ها در رده «سیلت‌سنگ‌های رسی کلسیت»، «سیلت‌سنگ آهکی رسی» و «رس سیلت آهکی» هستند و معدود از نمونه‌ها «رس سیلتي - آهکی» و «آهک سیلتي رسی» هستند. نسبت درصد ذرات تخریبی و شیمیایی در یک مارن، ملاک عمل در نام‌گذاری به روش پتی‌جان است که ممکن است از ۳۵٪ تا ۶۵٪ متغیر باشد. با توجه به اینکه مجموع درصد رس و آهک نمونه‌ها به ۱۰۰ درصد نمی‌رسد، بنابراین اطلاق نام مارن خالی از اشکال نیست؛ زیرا در نمونه‌ها به‌خصوص مارن‌های قاره‌ای، بخش شیمیایی منحصر به آهک نیست و املاح گچی و نمکی علاوه بر آهک نیز حضور دارند و در ضمن از نظر بافتی، نمونه‌ها بیشتر سیلتي و گلی‌اند و اطلاق نام سیلت‌سنگ و گل‌سنگ‌های گچی - نمکی برای نهشته‌های مارنی قاره‌ای بررسی‌شده در این تحقیق مناسب‌تر تشخیص داده شد و بنابراین بازنگری در نام‌گذاری و طبقه‌بندی نهشته‌های مارنی کشور، امری اجتناب‌ناپذیر است.

**واژه‌های کلیدی:** دانه‌بندی، طبقه‌بندی مارن، مارن دریایی، مارن قاره‌ای، میزان آهک، میزان شوری.

\*نویسنده مسئول

پیروان، ح. و شیرانی، ک. (۱۴۰۱). «بازنگری در نام‌گذاری و طبقه‌بندی نهشته‌های مارنی نئوژن، مطالعه موردی جنوب و جنوب شرق تهران». پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۸(۳): ۹۱-۱۱۲.



## مقدمه

نام‌گذاری رسوبات مارنی وجود ندارد و بسیاری از تعاریف دقیق نیست و در برخی از آنها به منشأهای مختلف اشاره شده است، مانند Terzaghi and Peck (1967) که منحصراً منشأ دریایی برای رسوبات مارنی در نظر گرفته‌اند و یا Mitchell (1993) که تشکیل این رسوبات را به فرآیند بیوشیمیایی مرتبط دانسته است، حال آنکه طیف وسیعی از نهشته‌های مارنی خشکی تا دریایی در طبیعت رخنمون دارد.

واژه مارن در زمین‌شناسی به رسوبات تخریبی - شیمیایی اطلاق می‌شود که در ترکیب خود، نسبت درصد رس و آهک آنها بین ۳۵٪ تا ۶۵٪ در تغییر است. تاکنون تعاریف مختلفی توسط محققان مختلف درباره مارن ارائه شده است که علی‌رغم توصیفات نسبتاً متفاوت، در همگی آنها حضور آهک و رس مبنای نام‌گذاری مارن قرار گرفته شده است (جدول ۱، Aiban et al. 1998). همان‌طور که پیداست، یک وحدت رویه درباره

جدول ۱- تعاریف رسوبات و خاک‌های مارنی در مطالعات مختلف (Aiban et al. 1998; Peyrowan et al. 2014)

Table 1- Sediment description and marly soils in literature review

مؤلف	سال	توصیف
Peck & Terzaghi	1967	رس‌های آهکی دریایی با طبیعت سفت تا خیلی سفت با رنگ متمایل به سبز
Pettijohn	1975	مواد خاکی یا سنگی شامل ۳۵ تا ۶۵٪ کربنات با درصد رس مکمل
Fookes & Higginbotrom	1975	مخلوطی از کربنات کلسیم و خاک رس
McCarthy	1977	نوعی آهک نرم
Challinor	1978	مخلوطی از سنگ‌های حاوی کانی‌های رسی، آراگونیت و کلسیت
Saudi- ARAMCO	1978	سنگ آهک نرم حاوی درصد‌های مختلفی از خاک رس
Sowers & Sowers	1979	ماسه، سیلت و رس از نوع کربنات کلسیم که توسط آب ته‌نشین شده است.
Bates and Jackson	1980	مارن، شکلی از خاک‌های قدیمی است که عموماً مخلوطی از رس و آهک است.
Mitchell	1985	کانی نرم آهکی و رس
Blyth & de Freitas	1985	مادستونی که طبیعت آهکی دارد.
Al- tayyib et al.	1985	خاک کربناته حاصل از هوازدگی فیزیکی و شیمیایی سنگ مادر کربناته و سنگ‌های همراه
McLean & Gribble	1985	رسوبات کربناته دریاچه‌های آب شیرین
Qahwash	1989	رسوبات کربناته
Mitchell	1993	رسوبات حد واسط بین سنگ‌های کربناته خالص تا مخلوط کربنات کلسیم با مواد آلی و گل
Aiban	1994	رسوبات کربناته با طبیعت ریزدانه
Peyrowan et al.	2014	مارن‌های خشکی، رسوبات تخریبی - تبخیری متشکل از سیلت و گل و مواد شیمیایی کلسیت به میزان کمتر و هالیت، نمک‌های کربناته، سولفات، ژپس و انیدریت به میزان بیشتر با آثار شوری در سطح، لکه‌های سدیمی تیره و چرب و آثار پف‌کردگی سطح خاک (Puffy Soil) که بیشتر به رنگ قرمز و متمایل به قرمزند.
Peyrowan et al.	2014	مارن‌های دریایی، رسوبات تخریبی - شیمیایی متشکل از سیلت و گل و مواد شیمیایی کلسیت، فاقد و یا دارای مقادیر کم کانی‌های تبخیری با حلالیت بالا مثل هالیت، نمک‌های کربناته و سولفات، ژپس و انیدریت که بیشتر به رنگ سبزند.

است. سازند آغاچاری به لحاظ دانه‌بندی نسبت به دو نوع مارن یادشده، دارای بافت متفاوت سیلت ماسه‌ای است. در طبقه‌بندی پتی‌جان، بیشتر نمونه‌ها در زمره مارن قرار نمی‌گیرند و بیشتر آنها گل سنگ و سیلت سنگ‌های گچی - نمکی و یا آهکی‌اند.

بررسی رسوبات مارنی منتخب در استان لرستان توسط Farzami et al. (2015)، بیانگر این موضوع است که در طبقه‌بندی فولک، سازند گچساران در محدوده گل، سازند گوری گل تا گل ماسه‌ای و ماسه گلی و ماسه رسی در تغییر

نشان می‌دهد این رسوبات حاوی ۲۴/۲۸ تا ۳۴/۹۸ درصد آهک‌اند. به علت پایین بودن درصد آهک از یک سو و میزان کم رس از سوی دیگر، در رسوبات سازند قرمز بالایی کوه گچ‌آب و سیاه‌کوه، به کار بردن اصطلاح مارن برای این رسوبات از لحاظ تقسیم‌بندی زمین‌شناسی درست نیست و بهتر است به آنها سیلت یا مادستون‌های گچی - نمکی اطلاق کرد (Samadi-Tabrizi et al. 2011).

مارن‌های ایران به دو دسته مارن‌های خشکی و دریایی تقسیم‌شدنی‌اند. مارن‌های تبخیری دارای ذرات تبخیری متشکل از سیلت و رس و مواد شیمیایی کلسیت، هالیت، نمک‌های کربناته و سولفات، ژپس و انیدریت و یا یکی از این کانی‌ها در نظر سنی در ایران به دو گروه مارن‌های پالئوژن و مارن‌های نئوژن متعلق‌اند. محیط تشکیل این مارن‌ها بیشتر دریاچه‌های شور و فاقد فسیل‌های دریایی است و بیشتر به رنگ قرمز تا متمایل به قرمز و نخودی‌رنگ‌اند. سطح خاک دارای آثار شورک‌های نمکی، لکه‌های سدیمی و آثار پف‌کردگی (Puffy Soil) است. این مارن‌ها بیشتر جوان‌تر و از نظر سنی متعلق به دوران ترشیری‌اند؛ از نظر ژئوشیمیایی دارای مواد مضر برای رشد گیاه‌اند و به همین دلیل حساسیت زیادی نسبت به اشکال مختلف فرسایش سطحی، شیاری، خندقی و تونلی نشان می‌دهند (Peyrowan et al. 2014). مارن‌های دریایی متشکل از رس و سیلت و مواد شیمیایی کلسیت و دارای مقادیر کم یا فاقد کانی‌های تبخیری با حلالیت بالا مثل هالیت، نمک‌های کربناته و سولفات، ژپس و انیدریت‌اند. محیط تشکیل، دریاچه‌های قدیمی با شوری معمولی است که بیشتر به رنگ سبزند. این مارن‌ها در ایران از نظر سنی مربوط به ما قبل ترشیری، یعنی دوران پالئوژئوتیک و مزوزئوتیک همراه با پوشش گیاهی‌اند و فرسایش در آنها عمدتاً به صورت سطحی و شیاری کم عمق است (Peyrowan et al. 2014).

براساس مطالعاتی که Arifuzzaman et al. (2017) درباره مارن‌های کشور عربستان سعودی انجام داده‌اند، این نوع مارن‌ها

بررسی انجام‌شده بر مارن‌های منطقه شمال شرق اشتهارد توسط Hatmian Zarami et al. (2012)، بیانگر این موضوع است که مقادیر آهک در بیشتر نمونه‌های مارنی زیر ۲۰ درصد است و با توجه به فراوانی اجزای سیلتی در نمونه‌ها از یک سو و فراوانی املاح گچ و نمک از سوی دیگر، به این رسوبات، نام سیلت سنگ و گل‌سنگ‌های گچی - نمکی اطلاق می‌شود. Shaban et al. (2012) ویژگی‌های رسوب‌شناسی

نهشته‌های مارنی حوضه طالقان را بررسی کرده‌اند. بر مبنای درصد بخش شیمیایی سنگ شامل آهک، گچ و نمک و نیز درصد مواد تخریبی (رس و سیلت) نمونه‌ها دریافتند که از کل نمونه‌ها، ۱۶ درصد نمونه‌های مطالعه‌شده در زمرة رسوبات مارنی، ۲۱ درصد از نمونه‌ها جزء رس‌سنگ حاوی املاح و ۶۳ درصد از نمونه‌های مطالعه‌شده جزء سیلت‌سنگ حاوی املاح، طبقه‌بندی می‌شوند. Haghghat et al. (2006) اشاره به این موضوع دارند که مارن‌های میوسن در منطقه جنوب و جنوب غرب قم به لحاظ دانه‌بندی، سیلت ماسه‌ای و کمی ماسه سیلتی‌اند و بهتر است که به جای مارن از نام سیلت‌سنگ و گل‌سنگ استفاده شود.

Abazade Chavandarq et al. (2006) نیز نهشته‌های مارنی شمال شرق اشتهارد را در گروه رسوبات ریزدانه عمدتاً سیلتی دسته‌بندی کرده‌اند. جورشدگی این رسوبات بسیار بد، کشیدگی آنها پهن تا بسیار کشیده و کج‌شدگی آنها از نوع منفی است. براساس نظر Samadi-Tabrizi et al. (2011) نیز بافت رسوبات سازند قرمز بالایی کوه گچ‌آب استان سمنان نیز از نوع سیلت ماسه‌ای، سیلت، گل‌ماسه‌ای و گل است. بررسی توزیع اندازه ذرات نمونه‌های رسوبی بیانگر این موضوع است که نهشته‌های نئوژن در شرایط محیط کم عمق و کولابی با تغییرات عمق (با توجه به ارتباط میان میزان آهک و عمق رسوب‌گذاری) مشخص، نهشته شده‌اند که این شرایط محیطی به محیط پرانرژی کانال رودخانه‌ای نیز تغییر فاسیس می‌داده است. نتایج آزمایش کلسی‌متری نمونه‌های مارنی منطقه کوه گچ‌آب استان سمنان نیز

مارن و سنگ مارن اصطلاحات زمین‌شناسی قدیمی‌اند که معمولاً به‌اشتباه در رسوب‌شناسی به کار می‌روند. مارن یک نهشته سخت‌نشده و مارلستون، سنگ مارن در نظر گرفته می‌شود. تعاریف ترکیبی مارن و سنگ مارن به‌خوبی مشخص نشده است و بنابراین در بیشتر گزارش‌های علمی، نقشه‌های زمین‌شناسی تولیدشده و مقالات منتشرشده، ناهمگونی مشخصی در نام‌گذاری واحدهای رسوبی و سنگ‌شناسی با نام مارن وجود دارد. مارن و سنگ مارن همچنان به‌طور نادقیق در زمین‌شناسی استفاده می‌شوند (Donovan 2006). به نظر Donovan and Pickerill (2013) اصطلاح‌های سنگ‌شناسی دقیق‌تر برای این نهشته‌های منتسب به مارن باید استفاده شود. همین موضوع را نیز Picard (2010) و Alvarez (2009) هشدار داده‌اند؛ مبنی بر اینکه استفاده ضعیف از اصطلاحات «مارل» و «مارلستون» تا قرن ۲۱ ادامه یافته است. Picard (1953) تقریباً از ۷ دهه پیش، نگران استفاده ضعیف از اصطلاح سنگ مارن بوده است. نویسندگان برجسته‌ای مانند Alvarez (2009) و Tucker (2011) نیز در تعریف مارن یا سنگ مارن با بی‌دقتی خاصی مواجه بوده‌اند و همچنان این مشکل بر تفکرات زمین‌شناسی و انتشارات علمی مرتبط نفوذ داشته و دارد. دو واژه مارن و سنگ مارن مربوط به زمان روز خودند و مطمئناً زمان آن فرا رسیده است که در استفاده از این واژه‌ها دقت بیشتری شود. این واژه‌ها بیشتر جنبه استفاده اقتصادی داشته‌اند تا یک اصطلاح علمی زمین‌شناسی دقیق و برای مصارف اصلاح‌گر خاک‌های کشاورزی، که با کمبود آهک مواجه بوده‌اند، به کارگرفته شده‌اند (Neuendorf et al. 2005).

همان‌طور که گفته شد، نام‌گذاری نهشته‌های مارنی در کشور و در جهان از منظر علمی درست و متقن پیروی نکرده است و این مشکل حتی در نقشه‌های کشوری تولیدشده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران به‌وضوح ملاحظه‌شدنی است. اشکالات موجود در نام‌گذاری مارن‌ها در تحقیقات و مطالعات قبلی بر این موضوع بوده است که میزان آهک و رس، معیار طبقه‌بندی بوده است؛ حال آنکه بسیاری از این نهشته‌ها که

در طبقه‌بندی (Unified Soil Classification System) USCS در زمره خاک‌های گراولی خوب دانه‌بندی‌شده (GW) تا ماسه بد دانه‌بندی‌شده (SP) و ماسه گلی (SM) و براساس سیستم‌های طبقه‌بندی آشتو (AASHTO)، خاک از نوع A-1-a تا A-2 طبقه‌بندی شده‌اند. خاک‌های مارنی مطالعه‌شده دارای تنوع بالایی از کلسیت (۹۶-۰٪)، کوارتز (۳-۷۲٪) و دولومیت (۰-۲۰٪) ذکر شده‌اند. در طبقه‌بندی آشتو، خاک‌ها به گروه‌های اصلی A<sub>1</sub> تا A<sub>7</sub> تقسیم می‌شوند. خاک‌های گروه A<sub>1</sub>، A<sub>2</sub>، A<sub>3</sub> مصالح دانه‌ای‌اند که درصد عبوری آنها از الک نمرة ۲۰۰ کمتر از ۳۵ درصد است. در خاک‌های گروه A<sub>4</sub> تا A<sub>7</sub> درصد عبوری آنها از الک، نمرة ۲۰۰ بیشتر از ۳۵ درصد است. نتیجه کار Arifuzzaman et al. (2017) نشان می‌دهد نمونه‌های مارنی کشور عربستان برخلاف تصور، در زمره رسوبات درشت‌دانه طبقه‌بندی شده‌اند که این موضوع به میزان کم رس و سیلت نسبت به گراول و ماسه در این گونه رسوبات اشاره دارد. بافت بیشتر نهشته‌های مارنی از نوع سیلتی و گل ماسه‌ای است؛ بنابراین تحت شرایط محیط کم‌انرژی انتقال پیدا کرده و رسوب‌گذاری کرده‌اند. محققان معدودی درباره محیط رسوب‌گذاری نهشته‌های مارنی خصوصاً از نوع قاره‌ای آن، کار کرده‌اند. Lasemi (1990) با مطالعه بر رخساره‌های لیتولوژیکی این سازند در برش دماوند - ایوانکی، به یک محیط رودخانه‌ای ماندیری باور دارد که در انتها به یک محیط پلایایی بزرگ (شبه پلایاهای مرکزی ایران) ختم می‌شود. Abbasi and Amini (2008) سازند قرمز بالایی در برش ایوانکی را مطالعه کرده‌اند. براساس یافته‌های ایشان محیط رسوب‌گذاری رخساره‌های این سازند، مخروط‌افکنه‌های با فراوانی جریان‌های خرده‌دار، سامانه رودخانه‌ای بریده‌بریده با برتری بار بستر شن و ماسه‌ای با دشت‌های سیلابی گسترده و دریاچه‌های وسیع کویری همراه با باتلاق‌های محلی تعیین شده است که اثر ردپای پستانداران به‌طور عمده در رسوبات نرم و شکل‌پذیر پشته‌های کناری و طولی درون کانال‌ها، حاشیه کانال‌ها (Overbank) و خاکریزهای طبیعی (Levee) بر جای مانده است.

به فرسایش شدید خاک این دامنه‌ها، پوشش گیاهی به‌سختی استقرار می‌یابد. در بخش‌هایی که این دامنه‌ها توسط پوشش سنگ‌ریزه‌ای کواترنری پوشیده شده است، فرسایش کمتر و استقرار گیاه بهبود می‌یابد. از طریق راه‌های اصلی و فرعی، دسترسی به مناطق مختلف منطقه مطالعه‌شده امکان‌پذیر و به قرار زیر است (شکل ۱):

- ۱- جنوب حسن‌آباد که مهم‌ترین مسیر دسترسی آن از طریق اتوبان تهران- قم به فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب تهران است؛
- ۲- جنوب ورامین: راه‌های دسترسی به منطقه جنوب ورامین، شامل جاده تهران- مشهد و از شرق به سمت ایوانکی‌اند که دیگر راه‌ها از این دو منشعب می‌شوند؛
- ۳- شمال پاکدشت: در شمال شرق شهرستان پاکدشت از طریق مسیر اتوبان تهران - مشهد در دسترس است.

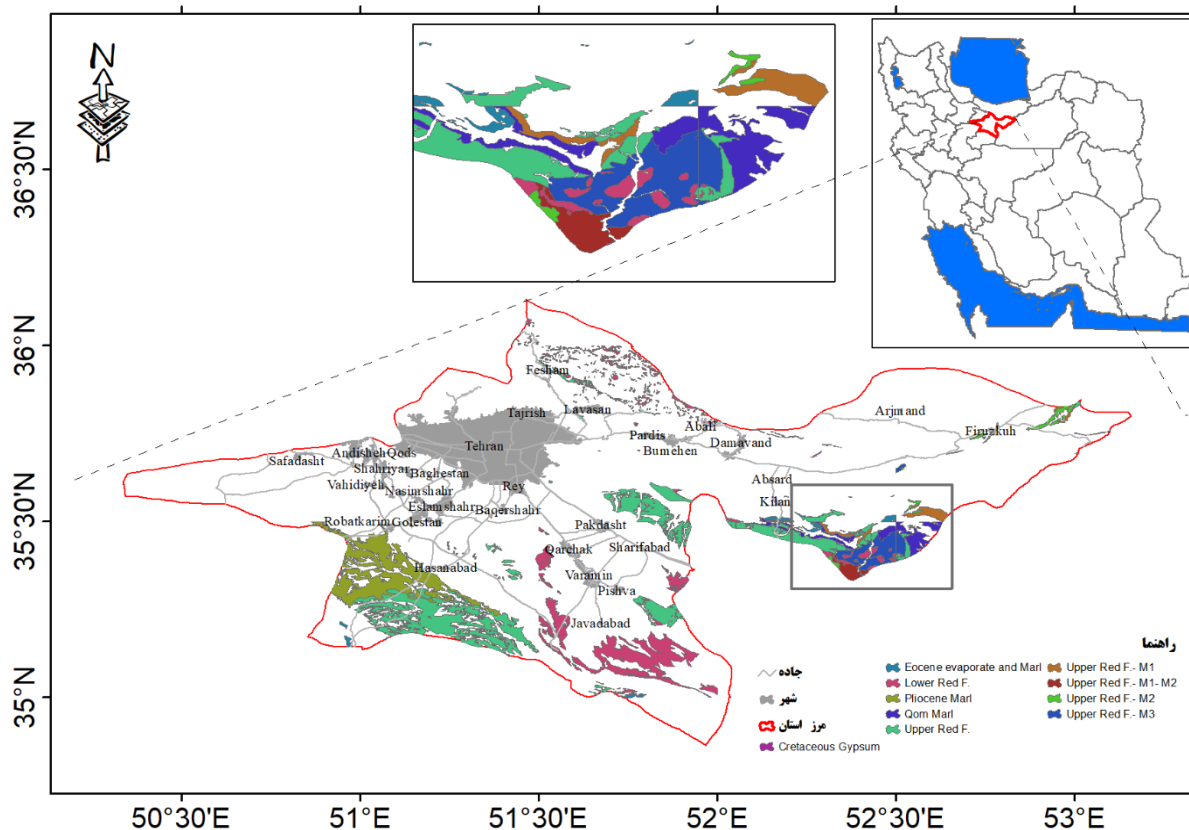
### زمین‌شناسی منطقه

منطقه مطالعه‌شده در دامنه جنوبی البرز و در زون ایران مرکزی واقع شده است که شامل رسوبات کواترنری، سازندهای قرمز زیرین و بالایی، قم، سازند کند، مارن‌های پلیوسن، سنگ‌های آذرآواری و سنگ‌های ولکانیک ائوسن است. قدیمی‌ترین واحدی که در منطقه برون‌زد دارد، گدازه‌ها و سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی ائوسن است که در کوه مُرّه و دامنه‌های جنوبی البرز در حوضه ایوانکی رخنمون دارند.

در زمره مارن‌های محیط خشکی‌اند، به‌جای بافت رسی دارای بافت سیلتی و گلی‌اند؛ در ضمن دارای میزان آهک کم و به عوض املاح گچ و نمک فراوان‌اند و حتی مارن‌های از منشأ دریایی مانند سازند قم هم به‌لحاظ میزان آهک و رس به‌جز موارد اندک در محدوده مارن قرار نمی‌گیرند. تحقیق حاضر در پهنه‌های مارنی استان تهران برای تعیین ویژگی‌های رسوب‌شناسی مارن‌های گستره اطراف تهران انجام شده است تا یک روش طبقه‌بندی مناسب درباره نام‌گذاری رسوب‌شناختی این نهشته‌ها ارائه شود.

### مشخصات کلی منطقه

منطقه مطالعه‌شده در جنوب و شرق شهر تهران واقع است که شامل مناطق پاکدشت، ورامین، ایوانکی و حسن‌آباد قم است. به‌طور کلی منطقه دارای آب و هوای نیمه‌بیابانی خشک (کویری) است که در طی سال، بارندگی ناچیزی دارد. نهشته‌های مارنی به‌صورت تپه‌ماهوری در پای ارتفاعات البرز و در قسمت‌های جنوب دشت تهران و ورامین برون‌زد دارند. این نهشته‌ها به‌دلیل فرسایش‌پذیری بالا، دارای اشکال مختلف فرسایش سطحی، شیاری و خندقی‌اند؛ در ضمن در چرخه فرسایشی شدید به‌صورت تپه‌های منفرد و شاهد نیز رخنمون دارند. در سطح دامنه‌های این رسوبات، بلورهای گچ فراوان، شورک‌های نمکی و لکه‌های چرب سدیمی برون‌زد دارد. با توجه



شکل ۱- نقشه راه‌های ارتباطی منطقه مطالعه شده و زمین‌شناسی منطقه برگرفته شده از نقشه‌های چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی در محدوده استان تهران

**Fig 1- Map of roads and the geology of the studied area. Geology map taken from the 1:100,000 geological quadrangle maps in Tehran province. The areas investigated in this research include Hassan Abad, north of Mount. Morreh, southeast of Varamin, south of Varamin.**

مناطق بررسی شده در این تحقیق شامل جنوب حسن آباد در شمال کوه مره، جنوب شرق ورامین و جنوب ورامین است.

طبقات سرخ نئوژن قرار گرفته است. همچنین در محدوده بررسی شده این سازند در محل ساران در حوزه آبخیز ایوانکی نیز رخمون دارد که نمونه‌های مارنی تحقیق حاضر از این بخش از سازند اخذ شده است. محیط رسوبی این سازند کولابی است. در محل ساران، بر اثر فشارهای تکنونیک و وجود میان‌لایه‌های فراوان گچی، این سازند نهشته‌های مجاور خود را قطع کرده است. لایه‌های گچی به صورت برجسته و به رنگ روشن و مورد بهره‌برداری است.

### سازند قرمز زیرین ( $OL_g$ و $OL_s$ )

به سن الیگوسن در نواحی قم، جنوب شرق تهران، گرمسار و سمنان گسترش وسیع دارد. ضخامت آن ۱۰۰۰ متر است و شامل

ویژگی سازندهای مارنی بررسی شده از قدیم به جدید، به قرار زیر است (شکل ۱).

### سازند کند ( $E_K$ )

به سن ائوسن پسین شامل ماسه‌سنگ خاکستری، کنگلومرا و لایه‌های گچ - مارن و سنگ آهک مارنی بدبو است و به صورت ناپیوستگی فرسایشی بر سازند کرج قرار می‌گیرد. رخمون تپ این سازند در شمال روستای کند در لواسانات برونزد دارد و شامل سه واحد لیتولوژی تفکیک‌شدنی از قاعده به سمت بالا شامل ماسه‌سنگ و کنگلومرای سبزرنگ با ذرات و سنگ‌دانه‌های توف سبز کرج، واحد گچی ضخیم در قسمت میانی و در رأس شامل آهک‌های مارنی است. این سازند بر سازند کرج و در زیر



می‌شود و بیشتر گنبد‌های نمکی این منطقه مربوط به بخش نمکی این سازند است. این سازند بر آتشفشانی‌های آندزیتی ائوسن و در زیر سازند قم قرار دارد.

کنگلوئمر، ماسه‌سنگ، رسوبات تبخیری، سیلت‌سنگ و گدازه بازیک است. در منطقه ایوانکی - گرمسار از دو واحد گچی ( $OL_g$ ) و نمکی ( $OL_s$ ) تشکیل شده است (شکل ۲) که در داخل این سازند، برونزد توده‌های آذرین نفوذی بازیک ملاحظه



شکل ۲ - سازند قرمز زیرین در مسیر ایوانکی به گرمسار، واحد گچی  $OL_g$  در قسمت جلوی عکس به رنگ نخودی و واحد نمکی  $OL_s$  به رنگ قرمز تیره در قسمت عقب عکس. توسعه فرسایش شیاری موازی بر دامنه‌ها در تصویر مشاهده می‌شود.

**Fig 2-** Lower Red Formation of Ivanki to Garmsar route, chalk unit  $OL_g$  in the front part of the photo in pea color and salt unit  $OL_s$  in dark red color in the back part of the photo. The development of parallel rill erosion on the slopes can be seen in the picture.

### سازند قم ( $OM_q$ )

(1991). در دره جنوبی حوزه آبخیز ایوانکی در محل گسل رانده «ویرانه» تاق‌دیس رانده‌ای مشاهده می‌شود که در هسته آن سازند قرمز زیرین و در دو یال تاق‌دیس، سازند قم رخنمون دارد. سازند قم در این محل ویژگی‌های خاص مقطع تیپ را نشان نمی‌دهد. در قاعده شامل کنگلوئمر همراه با میان‌لایه ماسه‌سنگ و شیل به رنگ قرمز همراه با کمی آهک است. در بخش میانی شامل تناوب سنگ آهک و مارن به رنگ کرم روشن گاهی همراه سنگ گچ است. در بخش‌های بالایی این سازند سنگ گچ و مارن به رنگ سبز روشن تا سفید برونزد دارد.

به سن الیگوسن پسین تا میوسن پیشین است، نام آن از شهر قم اقتباس شده است و فاقد برش الگو است. در مجموع دارای ۹ عضو و سه چرخه رسوبی با لیتولوژی آهک و مارن است. سازند قم معمولاً بر سازند قرمز زیرین و در زیر قرمز بالایی قرار دارد و با آسماری در زاگرس مقایسه‌شدنی است. سازند قم در محدوده مطالعه‌شده به صورت کمر بند باریکی در اطراف کوه مژه و در دره جنوبی حوزه ایوانکی دیده می‌شود که به صورت دگرشیب واحد سنگ‌های ولکانیک ائوسن را می‌پوشاند (Emami

شده است که به وسیله آهک، سیمانی شده‌اند (شکل ۳). سازند قم در این منطقه به‌طور دگرشیب بر واحد سنگ‌های ولکانیک ائوسن قرار گرفته و خود به وسیله سازند قرمز بالایی به‌طور هم‌شیب پوشیده شده است (شکل ۴).

در غرب کوه مره و نزدیک معدن، سازند قم از واحد آهک با مارن تشکیل شده است. در زیر سازند قم، کنگلومرای پلی‌ژنتیک قاعده‌ای رخنمون یافته است که ضخامت آن ۵ متر است و از دانه‌های ریز و درشت سنگ‌های آتشفشانی تشکیل



شکل ۳- همبندی سازند قم با کنگلومرای چندزادی و سنگ‌های ولکانیک ائوسن در کوه مره  
**Fig 3- The contact of Qom formation with polygenic conglomerate and Eocene volcanic rocks in Mount. Morreh**



شکل ۴- همبندی واحد قرمز رنگ M<sub>1</sub> از سازند قرمز بالایی با مارن و آهک کرم‌رنگ سازند قم در کوه مره

**Fig 4- Contact of M<sub>1</sub> member of the upper red Formation with marl and cream-colored limestone layers of the Qom formation in Mount Morreh**

### سازند قرمز بالایی ( $M_1$ ، $M_2$ و $M_3$ )

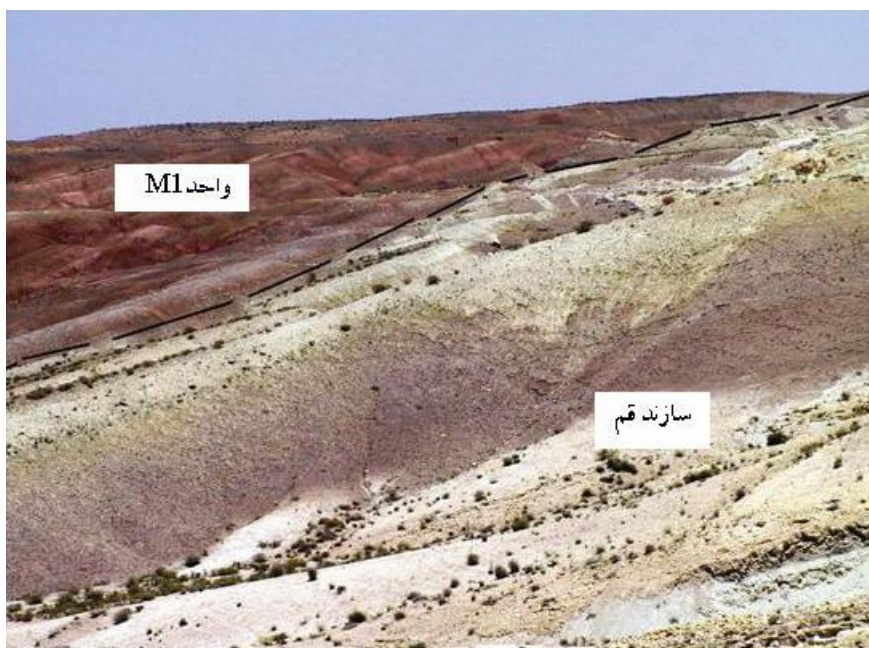
جنوب شرق به سنگ‌های ولکانیکی ائوسن محدود می‌شود. او منشأ اصلی لیتیک‌های کربناته سازند قرمز بالایی را سنگ‌های ولکانیکی ائوسن و آهک‌های سازند قم ذکر می‌کند. در سازند قرمز بالایی سه عضو  $M_1$ ،  $M_2$  و  $M_3$  به شرح زیر تفکیک‌شدنی است.

#### واحد $M_1$

این واحد شامل تناوبی از سیلت‌سنگ، مادستون، شیل و ماسه‌سنگ ژپس‌دار است که بخش ریزدانه آن گسترش زیادی دارد. این واحد به صورت قرمز تیره یکنواخت در اطراف کوه مُره گسترش دارد و بر مارن سبزرنگ سازند قم قرار دارد (شکل ۵).

به سن میوسن پسین تا پلیوسن پیشین با ترکیب سنگ‌شناسی ماسه‌سنگ، کنگلومرا، مارن و نهشته‌های تبخیری است که با ویژگی مولاسی و فاقد برش الگو برونزد دارد. بخش مارنی آن دارای فسیل استراکود، شکم‌پا و جلبک کاراست.

این سازند بر سازند قم و در زیر کنگلومرای پلیوسن قرار دارد. رنگ قرمز روشن‌تر نسبت به رنگ سازند قرمز زیرین دارد. ضخامت آن از سازند قرمز زیرین بیشتر است. در رخنمون‌هایی که سازند قم وجود ندارد و تشخیص قرمز زیرین از بالایی به راحتی مقدور نیست، به مجموعه آن، طبقات قرمز نئوژن گویند. به عقیده Amini (2001)، در حوضه‌ای که رسوبات آواری سازند قرمز بالایی در ایران مرکزی نهشته شده است، از شمال و شمال شرق به پیروکلاست‌های ائوسن و از جنوب و



شکل ۵- همپری سازند قم با واحد  $M_1$  از سازند قرمز بالایی در نزدیکی کوه مُره

Fig 5- The contact of the Qom Formation with the  $M_1$  member of the Upper Red Formation near Mount. Morreh

این واحد میزان لایه‌های ماسه‌سنگی نسبت به بخش‌های ریزدانه غالب شده و بنابراین سیمای سخت‌فرسا و خشن به آن داده است (شکل‌های ۶ و ۷). به دلیل فراوانی بخش‌های ماسه‌سنگی،

#### واحد $M_2$

بخش  $M_2$  از ماسه‌سنگ حفره‌دار به همراه لایه‌هایی از رسوبات ریزدانه سیلت‌سنگ تا سیلت‌سنگ ماسه‌ای تشکیل شده است. در

رنگ غالب این واحد خاکستری است و آثار فرسایشی کمی را مشاهده‌شدنی است. نشان می‌دهد. همبری واحد  $M_2$  با واحد  $M_1$  در شکل ۸



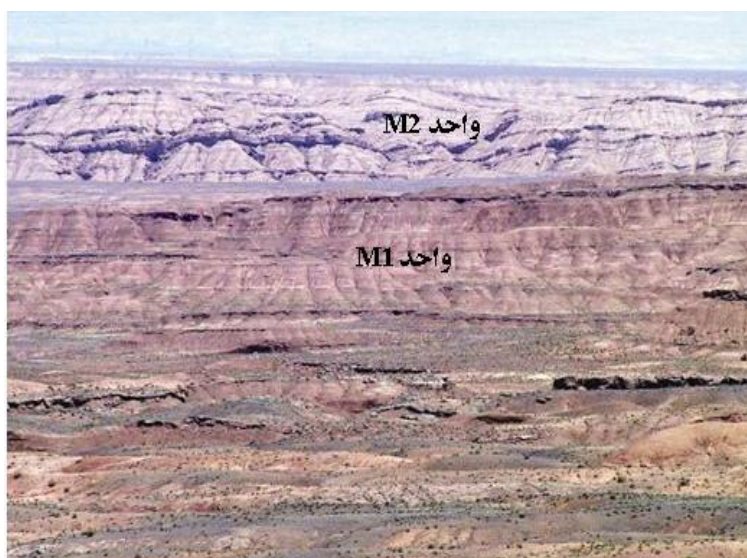
شکل ۶- نگاهی نزدیک‌تر به بخش  $M_2$  در ارتفاعات مشرف به کوه مره. از ویژگی‌های این بخش از سازند قرمز بالایی رنگ روشن نخودی و رخنمون ملاحظه‌شدنی میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی است.

**Fig 6 – A closer look at the  $M_2$  member in the heights overlooking Mount Morreh. One of the characteristics of this member of the upper red formation is the bright pea color and the significant outcrop of sandstone interlayers.**



شکل ۷- بخش  $M_2$  در حوزه آبخیز ایوانکی با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی زیاد

**Fig 7- Member  $M_2$  in the Ivanki watershed basin with many sandstone interlayers**



شکل ۸- واحد  $M_1$  در کنار واحد  $M_2$  در شمال کوه مره، واحد  $M_3$  در شمال غربی کوه مُرّه و در دو طرف اتوبان تهران- قم رخنمون دارد.

**Fig 8 - Member  $M_1$  is exposed next to member  $M_2$  in the north of Mount. Morreh, Member  $M_3$  in the northwest of Mount Morreh and on both sides of the Tehran-Qom highway.**

### واحد $M_3$

بخش  $M_3$  شامل مادستون‌های زرد ژپیس‌دار و سیلت‌سنگ است که رنگ روشن دارد و با گسترش زیادی نیز در منطقه برون‌زد دارد. در این واحد، لایه‌های ماسه‌سنگی رخنمون محدودی دارد و کانی‌های تبخیری به صورت پولکی در سطح آن دیده می‌شود. این واحد اشکال فرسایشی متنوعی در سطح دامنه‌های خود دارد و عموماً به دلیل فرسایش پذیری بالا به صورت بدلند دیده می‌شود (شکل ۹). اشکال فرسایش شیباری، خندقی و تونلی در این بخش به خوبی توسعه یافته است (شکل ۱۰ و ۱۱). این بخش از سازند قرمز بالایی دارای املاح فراوان نمکی است؛ به نحوی که

در سطح آن شورک‌های سفیدرنگ به خوبی نمایان است. به دلیل قلیائیت بالای این رسوبات، یون سدیم در خاک رهاسازی می‌شود و رنگ چرب سیاه‌رنگ در سطح دامنه‌ها به وجود می‌آید که با عنوان لکه‌های چرب یا قلیای سیاه (black alkali or slick spot) معروف است (شکل ۱۰). در برش‌های طبیعی موجود در منطقه، خاک برجا و واحد سنگ مادر مارنی مشاهده‌شدنی است. این خاک‌های برجا در حقیقت مواد منفصل‌شده واحد سنگ مادر زیرین‌اند که به جز استحکام از دست رفته بقیه، ویژگی‌های سنگ مادری را در خود دارند (شکل ۱۲).



شکل ۱۰ - بخش M<sub>3</sub> از سازند قرمز بالایی در جنوب حسن‌آباد مسیر تهران - قم. فرسایش شدید شیاری به همراه شوره‌های نمکی در سطح و لکه‌های تیره چرب ناشی از سدیمی بودن خاک

**Fig 10 - Member M<sub>3</sub> of the Upper Red Formation in the south of Hassan Abad of the Tehran-Qom route, severe rill erosion along with salt particles on the surface and black alkali or slick spots (dark greasy spots caused by the sodium content of the soil)**



شکل ۹ - مورفولوژی بدلدنی در واحد M<sub>3</sub> از سازند قرمز بالایی، ناحیه جنوبی حوضه ایوانکی

**Fig 9 - Badland morphology in member M<sub>3</sub> of Upper Red Formation, southern area of Ivanki Basin**



شکل ۱۲ - سنگ مارنی مادر و افق خاک برجای آن در بخش M<sub>3</sub> در جنوب حسن‌آباد مسیر تهران - قم

**Fig 12 - The Bed rock marl and the soil horizon on it of the member M<sub>3</sub> in the south of Hassan Abad on the Tehran-Qom route**

جنوب روستای شورقازی و یوسف‌آباد، شمال شرق و جنوب جاده ورامین به ایوانکی و در بخش‌های جنوبی شهر رباط‌کریم واقع در جنوب غرب استان تهران، نهشته‌های مارنی مرتبط با زمان پلیوسن نیز دیده می‌شود که حاصل فرسایش سازندهای



شکل ۱۱ - فرسایش تونلی شدید در مارن بخش M<sub>3</sub> در جنوب ورامین

**Fig 11 - Severe tunnel erosion in the marl of the M<sub>3</sub> member in the south of Varamin city**

#### مارن‌های پلیوسن (PL<sub>M</sub>)

در منطقه مطالعه‌شده، نهشته‌های پلیوسن بیشتر شامل کنگلومرای معادل سازند هزاردره است که در پای ارتفاعات البرز برونزد دارد؛ ولی در بخش‌های شمال و شمال خاوری شریف‌آباد،

روش الک (Sieve Analysis)، هیدرومتری (Hydrometer) و ترکیبی از هر دو است.

### ۳- تعیین میزان درصد آهک موجود در مارن‌های منطقه

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری کربنات‌های خاک در دنیا وجود دارد که هیچ‌کدام از آنها به‌عنوان روش برتر شناخته نشده است. دو روش مشهور خنثی‌سازی اسید و کلسی متر فشاری در این زمینه وجود دارد (Tofighi 2003). روش اندازه‌گیری آهک در این تحقیق به روش خنثی‌سازی آهک انجام شده است. روش اندازه‌گیری آهک به این صورت است که ابتدا ۲ گرم از نمونه رسوب رده شده از الک ۲ میلی‌متری در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته می‌شود، سپس به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال اضافه می‌شود (در این مرحله یک بلانک نیز تهیه می‌شود). محلول را روی اجاق قرار می‌دهیم و به محض جوشیدن آن را بر می‌داریم و منتظر می‌شویم تا سرد شود. با آب مقطر حجم کل را به ۱۵۰ سی‌سی رسانده و به آن چند قطره معرف فنل‌فتالین اضافه می‌شود. بخشی از اسید با آهک خنثی می‌شود و باقی‌مانده اسید از طریق تیتراسیون با سود به دست می‌آید و از آنجا اسید مصرفی برای خنثی‌شدن آهک محاسبه می‌شود. برای تیتراسیون، اسید باقی‌مانده آن را با سود ۱ نرمال تیترو می‌کنیم تا رنگ صورتی پایدار تشکیل شود و سپس با استفاده از روابط زیر درصد آهک محاسبه می‌شود:

$$\text{مقدار اسید مصرفی (۲۵ میلی‌لیتر)} \times \text{نرمالیتۀ اسید} = \text{مقدار واقعی اسید مصرفی}$$

$$(\text{مقدار واقعی اسید مصرفی} - \text{مقدار واقعی سود مصرفی}) \times \frac{2}{5} = \text{درصد آهک}$$

### ۴- تعیین درجه شوری نمونه‌ها براساس معیار هدایت

#### الکتریکی (EC)

میزان شوری رسوبات مارنی براساس هدایت الکتریکی عصاره اشباع نمونه به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج در دمای ۲۵ درجه

بالادست حوضه و خصوصاً مارن‌های قرمز بالایی و پایینی است. بخش مارنی پلیوسن به‌صورت مارن قهوه‌ای روشن همراه با میان‌لایه ماسه‌سنگ است که به‌سمت رأس به کنگلومرای خاکستری‌رنگ با سیمان مارنی تبدیل می‌شود.

### آبرفت‌های مارنی (Qt<sub>M</sub>)

رسوبات عهد حاضر مارنی جوان‌ترین واحد زمین‌شناسی منطقه است که در مناطق دشتی و کم‌ارتفاع محدوده مطالعه شده رخنمون دارد.

### مواد و روش

در این تحقیق، واحدهای مختلف مارنی شامل مارن پلیوسن، مارن سازند قم و سه واحد مارنی قرمز بالایی و دو واحد گچی و نمکی قرمز زیرین برای بررسی انتخاب و موارد زیر انجام شد:

۱- نمونه‌برداری از ۹۹ نمونه از مناطق ورامین، جنوب ورامین، جنوب حسن‌آباد، ایوانکی و پاکدشت از واحدهای مارنی قرمز بالایی (M<sub>3</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>) واحدهای قرمز زیرین (OL<sub>g</sub>, OL<sub>s</sub>)، واحدهای مارن ائوسن سازند کند (E<sub>k</sub>)، واحد مارن پلیوسن (PI<sub>M</sub>)، واحد مارن سازند قم (OI<sub>M</sub>) و آبرفت‌های مارنی (Qt<sub>M</sub>). نمونه‌برداری در تحقیق حاضر به‌صورت تعیین واحدکاری بوده است که از تلفیق نوع مارن و شکل غالب فرسایش سطحی، شیباری و خندقی به دست آمده است. پس از تعیین واحدکاری، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی از سازندها انجام شد. تمامی نمونه‌ها از روی سازند و به‌صورت خاک برجا بوده است و عمق نمونه‌برداری متناسب با شکل فرسایش بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر متغیر است. تعداد نمونه‌ها در هر یک از واحدهای مارنی E<sub>k</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, OL<sub>g</sub>, OL<sub>s</sub>, OI<sub>M</sub>, PI<sub>M</sub> و Qt<sub>M</sub> به ترتیب ۴، ۱۵، ۱۹، ۳۴، ۲، ۵، ۹، ۲ و ۹ است.

### ۲- تعیین خصوصیات فیزیکی شامل دانه‌بندی

در این مطالعات ابتدا آزمایش دانه‌بندی انجام شد که شامل ۳

ساتی‌گراد اندازه‌گیری شد. واحد آن میکروموس بر ساتی‌متر یا برای نام‌گذاری رسوبات مارنی، به اندازه‌گیری دو پارامتر دانه‌بندی و درصد آهک نیاز است. در جدول ۲ میانگین، حداقل و حداکثر اندازه ذرات رس، سیلت و ماسه و آهک موجود در سازندهای مارنی (ارقام به درصد) ارائه شده است.

## نتایج و بحث

جدول ۲- میانگین، حداقل و حداکثر اندازه ذرات رس، سیلت و ماسه و آهک موجود در واحدهای مارنی (ارقام به درصد)

**Table 2- Average, minimum and maximum size of clay, silt, sand and lime content in marl formations (numbers in percentage)**

نام واحد زمین‌شناسی	داده آماری	شوری یا هدایت الکتریکی	درصد آهک	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس
E <sub>K</sub>	میانگین	8.91	23.21	36	33	31
	حداقل	1.46	19.8	0	17	23
	حداکثر	18.9	30.78	58	55	45
M <sub>1</sub>	میانگین	35.98	22.17	17.66	55.06	24.72
	حداقل	4.14	16.1	0	39	10
	حداکثر	82.2	30.8	50	81.5	49
M <sub>2</sub>	میانگین	12.21	21.67	13.69	58.06	26.34
	حداقل	1.07	14.04	0	29	12.5
	حداکثر	42.9	26.83	48	80	47
M <sub>3</sub>	میانگین	48.86	19.90	17.34	54.94	23.34
	حداقل	3.8	5.08	2	31	2.5
	حداکثر	179.7	33.34	43	86	48
OL <sub>g</sub>	میانگین	6.11	22.18	8	47	45
	حداقل	2.34	19.16	0	37	43
	حداکثر	9.88	25.2	16	57	47
OL <sub>s</sub>	میانگین	99.2	21.49	17	54.5	28.5
	حداقل	38.8	15.67	4	44	10
	حداکثر	173.4	25.67	46	53	42
OL <sub>q</sub>	میانگین	13.29	32.06	20.11	58.94	19.39
	حداقل	1.39	11.95	1	45	6
	حداکثر	42.7	68.53	37	78	47
Plm	میانگین	106.07	ND	24.5	57.5	15
	حداقل	12.14	ND	24	55	10
	حداکثر	200	ND	25	60	20
Qt <sub>M</sub>	میانگین	61.16	24.80	35.14	40.29	13.14
	حداقل	0.69	10.52	0	0	0
	حداکثر	170.7	56.03	66	88	44

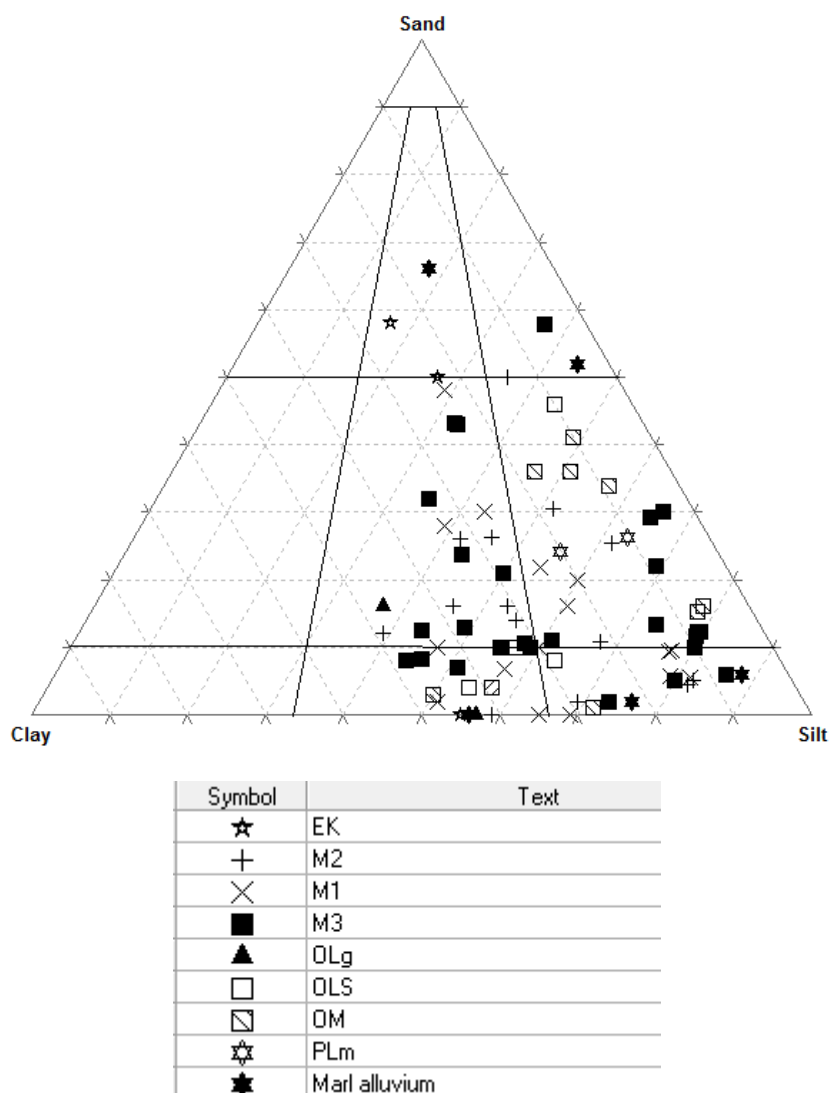
## نام‌گذاری و طبقه‌بندی رسوبی براساس روش فولک

نام‌گذاری رسوبات دانه‌درشت‌تر که حاوی گراول‌اند و مثلث دوم برای رسوبات دانه‌ریز استفاده‌شده قرار می‌گیرد. با توجه به ریزدانه‌بودن رسوبات و فقدان ذرات درشت گراولی از مثلث دوم فولک (ریزدانه) استفاده شد. با بررسی‌های انجام‌شده،

برای نام‌گذاری رسوبی نهشته‌های مارنی منطقه مطالعه‌شده، از طبقه‌بندی رسوبی (Folk 1974) استفاده شده است. در این طبقه‌بندی دو مثلث نام‌گذاری ارائه شده است. مثلث اول برای



نمونه‌ها در ۶ بخش مثلث فولک دیده می‌شوند که به ترتیب گلی و ماسه سیلتی را نشان می‌دهند (شکل ۱۳). به صورت غالب، سیلت ماسه‌ای، گل ماسه‌ای، سیلت، گل، ماسه



شکل ۱۳- موقعیت کل نمونه‌های مارن در مثلث طبقه‌بندی رسوبات و سنگ‌های رسوبی (Folk 1974)

سازند کند (E<sub>K</sub>)، مارن قرمز بالایی واحد میانی (M<sub>2</sub>)، مارن قرمز بالایی واحد زیرین (M<sub>1</sub>)، مارن قرمز بالایی واحد فوقانی (M<sub>3</sub>)، مارن سازند قم (O<sub>M</sub>)، مارن پلیوسن (PL<sub>M</sub>) و آبرفت‌های مارنی (Marl Alluvium)

**Fig 13-** The position of all the marl samples in the triangle of the classification of sediments and sedimentary rocks (Folk 1974)  
Kond formation (E<sub>K</sub>), upper red marl of the middle unit (M<sub>2</sub>), upper red marl of the lower unit (M<sub>1</sub>), upper red marl of the upper unit (M<sub>3</sub>), marl of Qom formation (O<sub>M</sub>), Pliocene marl (PL<sub>M</sub>) and marl alluviums

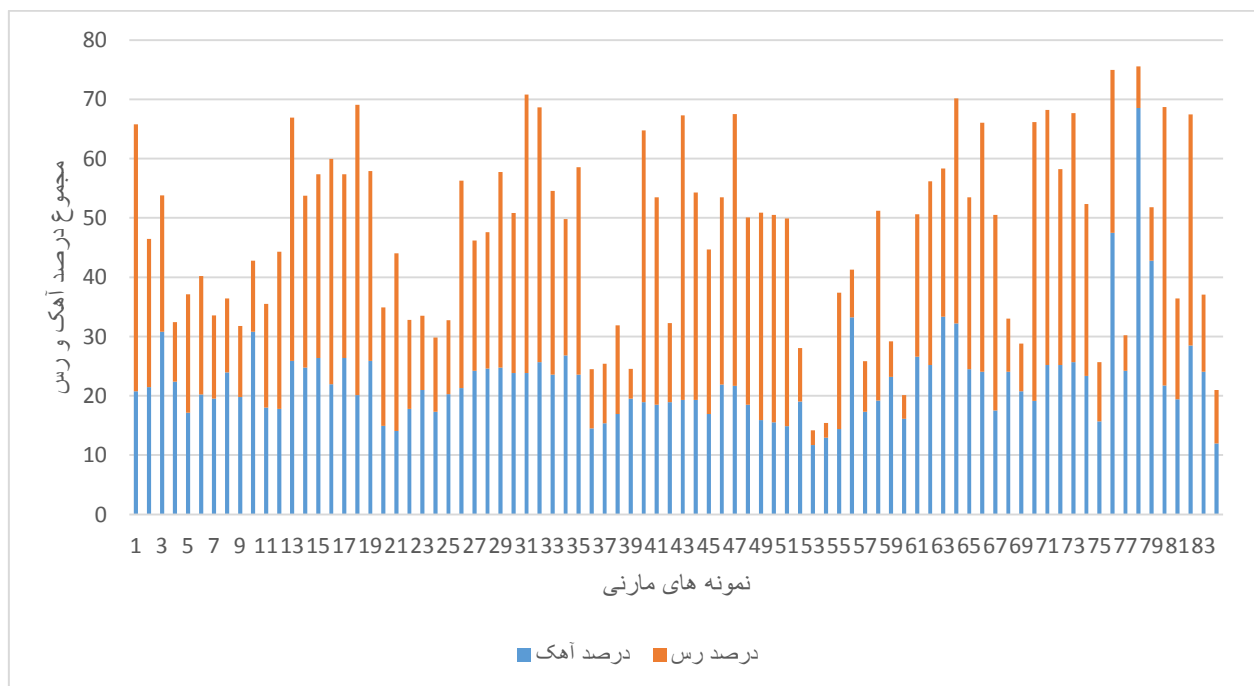
پراکنش نمونه‌ها در مثلث فولک نشان می‌دهد تمرکز بافت در مثلث فولک بیشتر به سمت سیلت و ماسه متمایل است و

است همراه یک یا چند کانی شیمیایی دیگر شامل ژئیس، انیدریت و نمک طعام باشد. شرایط تشکیل مارن به‌نحوی است که گسترش آنها از نظر مکانی و زمانی بسیار زیاد بوده است؛ به‌طوری که امروزه گستره درخور توجهی از مارن‌ها در فرانسه، ایتالیا، اسپانیا، آمریکا، ایران، چین، مراکش و دیگر کشورها شناخته شده‌اند. بررسی نمونه‌های مارنی در تحقیق حاضر بیانگر این موضوع است که میزان آهک در نمونه‌های مارنی سازندهای دریایی مانند سازند قم نسبت به سازندهای مارنی قاره‌ای بالاتر است و حتی تا میزان ۶۸٫۵۳٪ نیز می‌رسد؛ اما در سازندهای مارنی قاره‌ای نئوژن منطقه شامل سازند قرمز زیرین و بالایی دامنه تغییرات آن ۵٫۱ تا ۳۳٫۳۴٪ است که میانگین آن ۲۰٫۹۸٪ است. در همین سازندها، میزان رس در دامنه ۲٫۵ تا ۴۹ درصد متغیر است و میانگین رس در کل نمونه‌ها ۲۵٫۴۹٪ است (شکل ۱۴).

کم‌تر به‌سمت رس است و در ضمن تمایل دانه‌بندی نمونه‌ها بیشتر به‌سمت اجزای سیلت است. در میان انواع خاک‌ها، مسلماً خاک‌های سیلتی از بیشترین درجه حساسیت به فرسایش برخوردارند و این موضوع به‌نوعی مؤید فرسایش‌پذیری بالای این نهشته‌های رسوبی است که در بازدیدهای صحرائی ملاحظه می‌شود.

### نام‌گذاری و طبقه‌بندی رسوبی به روش پتی‌جان

مارن‌ها از نظر طبقه‌بندی سنگ‌شناسی، در بین سنگ‌های رسوبی تخریبی و شیمیایی قرار می‌گیرند؛ بنابراین نسبت درصد ذرات تخریبی و شیمیایی در یک مارن، ملاک عمل در نام‌گذاری است که ممکن است از ۳۵ تا ۶۵ درصد متغیر باشد (طبقه‌بندی Pettijohn 1975). ذرات تخریبی در یک مارن عمدتاً از سیلت و رس است و مواد شیمیایی در مارن‌ها متنوع است و کربنات کلسیم همیشه بخش مهمی از مارن را تشکیل می‌دهد که ممکن



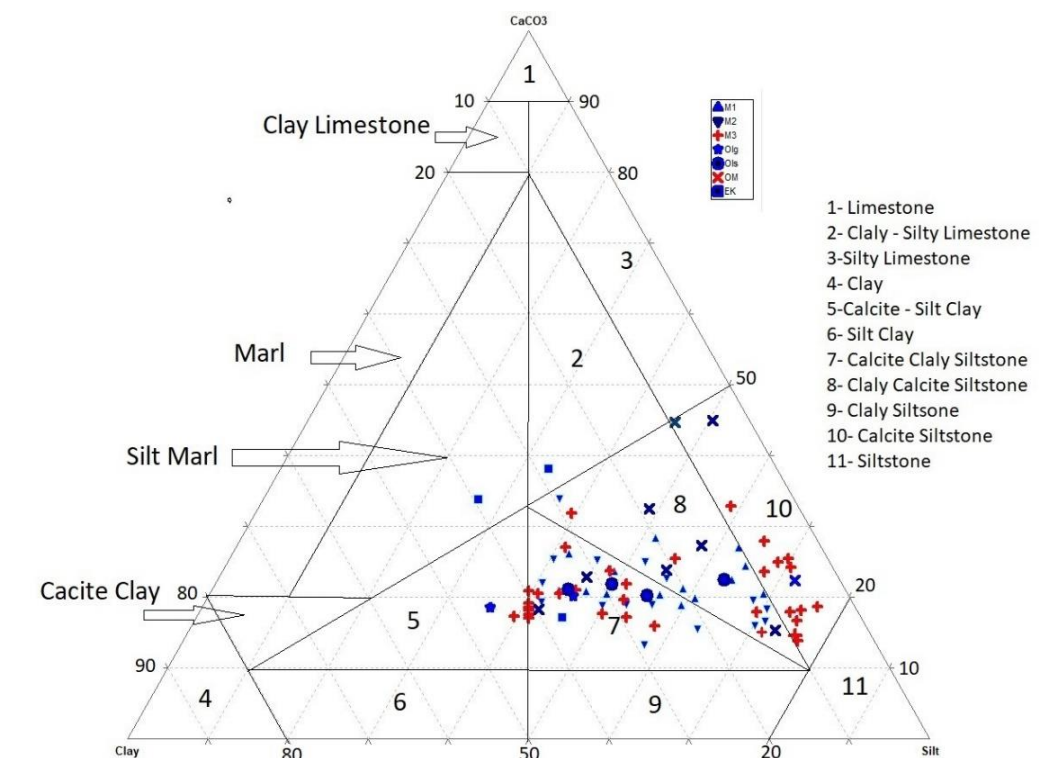
شکل ۱۴- مجموع فراوانی جزء آهک و رس نمونه‌های مارنی منطقه مطالعه شده

Fig 14- Total abundance of lime and clay components of marl samples of the study area

نام‌گذاری رسوبات «سیلتی - رسی - آهکی» (Haldar and Tisljar 2014) بررسی شدند. همان‌طور که از شکل ۱۵ ملاحظه می‌شود،

نام‌گذاری و طبقه‌بندی به روش (Haldar and Tisljar 2014) نمونه‌های مارنی محدوده مطالعه‌شده نیز در دیاگرام طبقه‌بندی و

از میان کل نمونه‌ها فقط یک نمونه مربوط به سازند کند در محدوده مارن سیلتی واقع شده است. نمونه دیگر سازند کند در محدوده سنگ «آهک سیلتی - رسی» است. عمده نمونه‌ها در زمرة سنگ‌های «سیلت رسی کلسیتی»، سیلت سنگ آهکی رسی و سیلت سنگ آهکی‌اند و معدود از نمونه‌های «رس سیلتی - آهکی» هستند.



شکل ۱۵- موقعیت نمونه‌های مارنی مطالعه‌شده در دیاگرام طبقه‌بندی و نام‌گذاری رسوبات «سیلتی - رسی - آهکی» ( دیاگرام اقتباس از Haldar and Tisljar 2014 ).

**Fig 15 - The location of the studied marl samples in the "silty-clay-limestone" sediment classification and nomenclature diagram** (Diagram adapted from Haldar and Tisljar 2014).

مناطق ساحلی نیز مشاهده می‌شوند. در جدول ۳ طبقه‌بندی شوری خاک براساس میزان هدایت الکتریکی ارائه شده است. متوسط میزان شوری نمونه‌های مارنی مطالعه‌شده در جدول بیانگر این موضوع است که همگی نمونه‌های مارنی دارای درجات هدایت الکتریکی بالاینده که بیانگر بالابودن املاح نمکی موجود است.

### طبقه‌بندی شوری خاک مارنی

شوری خاک (EC) به میزان نمک موجود در خاک اشاره دارد و می‌توان با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) یک محلول استخراج‌شده از آن تخمین زده شود. مشکلات شوری بیشتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد؛ اما مناطق تحت تأثیر نمک نیز در آب و هوای نیمه‌مرطوب و مرطوب به‌خصوص در

جدول ۳- توصیف میزان شوری خاک‌ها و وضعیت مارن‌های منطقه براساس مقادیر میانگین هدایت الکتریکی

Table 3- Description of soil salinity and the condition of marls in the region based on mean EC

Qt <sub>m</sub>	PL <sub>m</sub>	OM	میانگین EC برحسب ds/m					E <sub>K</sub>	توصیف خاک	EC برحسب ds/m	کلاس
			Ol <sub>s</sub>	Ol <sub>g</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	غیرشور	۲-۰	۰
-	-	-	-	-	-	-	-	-	شوری	۴-۲	۱
-	-	-	-	۶,۱۱	-	-	-	-	شوری کم	۸-۴	۲
-	-	۱۳,۲۹	-	-	-	۱۲,۲۱	-	۸,۹۱	شوری	۱۶-۸	۳
۶۱,۱۶	۱۰۶,۰۷	-	۹۹,۲	-	۴۸,۸۶	-	۳۵,۹۸	-	شوری زیاد	بزرگ‌تر یا	۴

## نتیجه

به سازند کند که یکی در محدوده مارن سیلتی و دیگری سنگ «آهک سیلتی - رسی» است، عمده نمونه‌ها در رده سنگ‌های «سیلت رسی کلسیتی»، سیلت سنگ آهکی رسی و سیلت سنگ آهکی‌اند و معدود از نمونه‌ها «رس سیلتی - آهکی» هستند.

با توجه به پایین بودن میزان آهک نمونه‌ها، جزء املاح نمکی آنها اندازه‌گیری شد. شوری نمونه‌ها از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) یک محلول استخراج‌شده از آنها تخمین زده شد. میزان شوری نمونه‌های مارنی مطالعه‌شده نشان داد همگی نمونه‌های رسوبی یادشده دارای درجات هدایت الکتریکی بالاینده که بیانگر بالابودن املاح نمکی موجود است (جدول ۳). حضور بلورهای فراوان ژپس، کانی‌های نمکی در سطح نهشته‌ها به رنگ سفید، لکه‌های تیره‌رنگ چرب سدیمی (شکل ۱۰) و پف‌کردگی سطح خاک (Puffy Soil) از شواهد صحرايي حضور املاح نمکی در ترکیب رسوب‌شناسی نمونه‌هاست. با توجه به اینکه نمونه‌ها از نظر بافتی بیشتر سیلتی و گلی‌اند و مقدار درصد آهک کمتر از ۳۵ درصد (حد آستانه نام‌گذاری مارن در طبقه‌بندی پتی‌جان) دارند و از سوی دیگر سرشار از املاح نمکی‌اند، بنابراین اطلاق نام سیلت سنگ و مادستون گچی - نمکی برای نهشته‌های مارنی بررسی شده مناسب‌تر است.

مقایسه نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های دیگر محققان از جمله

Farzami et al. (2015)، Hatmian Zarami et al. (2012)،

Shaban et al. (2012)، Haghghat et al. (2006)، Abazade،

Chavandarqh et al. (2006)، Samadi-Tabrizi et al. (2011)

و Abbasi and Amini (2008) از نظر دانه‌بندی و فراوانی ذرات

در این پژوهش با هدف تجدید نظر در نام‌گذاری و طبقه‌بندی رسوبی نهشته‌های مارنی از مناطق جنوب ورامین، جنوب حسن‌آباد، ایوانکی و پاکدشت، از واحدهای مختلف مارنی نوع قاره‌ای و دریایی نمونه‌برداری شد. مقادیر دانه‌بندی، میزان درصد آهک و شوری اندازه‌گیری شد. براساس طبقه‌بندی به روش فولک، بیشتر نمونه‌ها در محدوده سیلت ماسه‌ای، گل ماسه‌ای، سیلت، گل، ماسه گلی و ماسه سیلتی قرار دارند. به‌منظور طبقه‌بندی رسوبات به روش پتی‌جان نیز میزان درصد آهک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. میزان آهک در نمونه‌های مارنی سازندهای دریایی مانند سازند قم نسبت به سازندهای مارنی قاره‌ای بالاتر است و حتی تا میزان ۶۸/۵۳٪ نیز می‌رسد؛ اما در سازندهای مارنی نئوژن منطقه شامل سازند قرمز زیرین و بالای دامنه تغییرات آن ۵/۱٪ تا ۳۳/۳۴٪ است که میانگین آن ۲۰/۹۸٪ است. در همین سازندها، میزان رس در دامنه ۲/۵٪ تا ۴۹٪ متغیر است و میانگین رس در کل نمونه‌ها ۲۵/۴۹٪ است؛ بنابراین براساس این پژوهش، با توجه به اینکه مقادیر اندازه‌گیری مجموع درصد رس و آهک نمونه‌های مارنی به ۱۰۰ درصد نمی‌رسد (شکل ۷)، اطلاق نام مارن به آنها خالی از اشکال نیست؛ زیرا در نمونه‌ها، بخش شیمیایی منحصر به آهک نیست و املاح گچی و نمکی علاوه بر آهک نیز حضور دارند.

نتایج طبقه‌بندی به روش (Haldar and Tisljar 2014) هم مؤید این موضوع است که اطلاق نام مارن به نهشته‌های ریزدانه بررسی شده، دقت و صحت علمی ندارد؛ به جز دو نمونه مربوط

ترکیب کانیایی موجود از نظر فراوانی کلسیت یا کانیه‌های تبخیری و نیز رنگ و شواهد دریایی بودن یا محیط خشکی بودن ملاک عمل قرار گیرد و نام‌گذاری بر مبنای دو جزء تخریبی و شیمیایی رسوبات با اندازه‌گیری‌های دقیق انجام شود.

### تشکر و قدردانی

از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، که زمینه انجام این تحقیق را در قالب پروژه ملی در سطح کشور فراهم کرده‌اند، تقدیر و تشکر می‌شود.

### References

- Abazade Chavandarq Sh. Motamed A. and Peyrowan H.R. 2006. Sedimentology and mineralogy study of evaporate-detrital sediments in northeast Eshtehard region. Master's Thesis in Petrology and Sedimentology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, pp. 134.
- Abbasi N. and Amini A. 2008. Traces of Miocene mammals in the Upper Red Formation, Ivanki section, East of Tehran. *Journal of Earth Sciences*, 17(67): 54-67.
- Aiban S.A. Al-Abdul Wahhab H.I. Al-Amoudi O.S.B. and Ahmed H.R. 1998. Performance of a stabilized marl base: a case study. *Construction and Building Materials*, 12: 329-340.
- Aiban S.A. 1994. A study of sand stabilization in eastern Saudi Arabia. *Engineering Geology*, 38: 65-79.
- Alvarez W. 2009. *The mountains of Saint Francis: Discovering the geologic events that shaped our earth*. W.W. Norton and Co., New York, pp. 304.
- Al-Tayyib A.J. Abbasi A.F. Azad A.K. Baluch M.H. Tewfik M.F. Mirza W.H. Jang S.D. Jung H.J. Kim Y.H. 1985. Development of building and construction materials using available resources in Saudi Arabia. Final Report, King Abdulaziz City for Science and Technology \_KACST AR-4., Riyadh, Saudi Arabia, pp.185.
- Amini A. 2001. Red colouring of the Upper Red Formation in Central Part of its Basin, Central Zone, Iran. *Journal of Sciences of Islamic Republic of Iran*, 12(2):145-156.
- Arifuzzaman Md. Najjar M. Mahmud M.N. Saiful Islam. Imran Khan A.B.M. and Ali M.M. 2017. Enhancing the properties of marl soils for effective construction in Saudi Arabian region. *Engineering Journal*, 21(4): 111-126.
- Bates R.L. and Jackson J.A. 1980. *Glossary of geology*, 2nd ed. Falls Church, VA: American Geological

سپلت نسبت به رس و درصد فراوانی بیشتر گچ و املاح نمکی نسبت به آهک همخوانی کامل دارد. نتایج تحقیق حاضر نیز با نظر محققان خارج از کشور از جمله Donovan and Pickerill (2013)، Picard (2010)، Alvarez (2009) و Neuendorf et al. (2005) درباره تجدید نظر در نام‌گذاری نهشته‌های ماری تأییدشده است.

کم بودن مقدار درصد آهک از یک سو و فراوانی املاح گچی و نمکی از سوی دیگر، محیط رسوبی کم عمق و کم انرژی محیط‌های دریاچه‌ای کم عمق خشک‌شونده را تداعی می‌کند. این شرایط هم در پایاب رودخانه‌های کم عمق مئاندری و در مناطق پلایا یافت می‌شود و هم می‌تواند به صورت دریاچه‌های نعل اسبی خشک‌شونده حاشیه کانال رودخانه‌های مئاندری به وجود آید.

اندازه ذرات تخریبی نهشته‌های بررسی شده در این تحقیق هم، شرایط انرژی زمان انتقال و ته‌نشست رسوب آن را به خوبی بیان می‌کند. ذرات رسوبی در حد گراول در محیط‌های پرانرژی مانند جریانات سریع رودخانه‌ای و امواج پر قدرت دریایی انتقال پیدا می‌کنند که عملاً این ذرات در نمونه‌های ماری منطقه به جز آبرفت‌های ماری وجود ندارد. انتقال ذرات ماسه‌ای هم نیازمند جریانات قوی و نیرومند است که این جز از دانه‌بندی در نمونه‌های بررسی شده، بیانگر ماهیت رودخانه‌ای آنهاست. ذرات در حد سپلت و رس توسط جریانات ضعیف انتقال می‌یابند و بنابراین تحت انرژی پایین مانند دریاچه‌ها و تالاب‌ها رسوب‌گذاری می‌کنند. با توجه به اینکه نتایج این تحقیق نشان داد بافت بیشتر نهشته‌های ماری از نوع سیلتی و گل ماسه‌ای است، بنابراین تحت شرایط محیط کم انرژی انتقال پیدا کرده و رسوب‌گذاری کرده‌اند. یافته‌های دیگر محققان از جمله Peyrowan et al. (2014) و Abbasi and Amini (2008) نیز مؤید همین موضوع است. توصیه علمی تحقیق حاضر این است که در نام‌گذاری و طبقه‌بندی نهشته‌های منتسب به سازندهای ماری ایران تجدید نظر جدی به عمل آید. بافت رسوب، نوع

- 424-436.
- Mitchell R.S. 1985. Dictionary of rocks. New York: Van Nostrand Reinhold, pp.355.
- Neuendorf K.K.E. Mehl J.P.J. and Jackson J.A. 2005. Glossary of Geology. Fifth edition. American Geological Institute, Alexandria, Virginia, pp. 779.
- Pettijohn F.J. 1975. Sedimentary Rocks. 2nd Edition, Harper and Row Publishers, New York, pp. 628.
- Peyrowan H.R. Ghayoumian J. Jafari Ardakani A. and Kazemi R. 2014. Classification and determination of erodibility indices of marls of Tehran province. Soil Conservation and Watershed Research Institute, pp. 125.
- Picard M.D. 1953. Marlstone—a misnomer as used in Uinta Basin, Utah. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 37:1075-1077.
- Picard M.D. 2010. The mountains of Saint Francis: Discovering the 128 geologic events that shaped our earth. Walter Alvarez, 2009. New York: W.W. Norton and Co, pp. 304.
- Qahwash A.A. 1989. Geological properties of fine-grained calcareous sediments for engineering purposes. Engineering Geology, 26:161-169.
- Samadi-Tabrizi A. Peyrowan H.R. and Motamed A. 2011. Investigation of engineering characteristics of marls in Siyakoooh and Gachab region. Watershed Engineering and Management, 3(2):78-85.
- Saudi Arabian American Oil Company, ARAMCO. 1978. Recommended practice for design and control of flexible pavements and asphaltic materials. AER-1861, EPI 71-56.
- Shaban M. Feiznia S. Ahmadi H. and Peyrowan H.R. 2012. Investigating the characteristics affecting the erosion of marls and comparing their runoff and sedimentation with rain simulation (a case study of the Lower Taleghan watershed). Doctoral thesis in the field of watershed management, Islamic Azad University, Science and Research Department, pp150.
- Sowers G.B. and Sowers G.F. 1979. Introductory soil mechanics and foundations, 4th ed. New York: McMillan Publishing.
- Stephen K. Donovan K. and Pickerill R.K. 2013. On marls and marlstones, Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 39:127-128.
- Terzaghi K. and Peck R. 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. 2nd Edition, John Wiley, New York, pp. 198.
- Tofighi H. 2003. A New Method for Determination of Soil Carbonates, Iranian. Agricultural Science, 34(3): 517-526.
- Tucker M.E. 2011. Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide. Fourth edition Wiley-Blackwell Chichester, pp. 275.
- Institute, pp.198.
- Blyth F.G.H. and de Freitas M.H. 1985. A geology for engineers. London: English Language Book Society REEdward Arnold, pp.124.
- Challinor J. 1978. A dictionary of geology. Cardiff. University of Wales Press, pp. 324.
- Donovan S.K. 2006. Nothing new: Three recurrent failings of 'soft rock' manuscripts. Paleontological Association Newsletter, 61:62-64.
- Donovan S.K. and Pickerill R.K. 2013. On marls and marlstones. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 39: 127-128.
- Emami M.H. 1991. Description of the geological map of Qom Quadrangle. Geological Organization of Iran.
- Farzami H. Peyrowan H.R. and Farhadinejad T. 2015. Investigating the physical and chemical characteristics of marl formations and their effect on the rate of erosion and sedimentation in Lorestan province. Master's thesis in Sedimentology and Sedimentary Petrology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, pp. 141.
- Fookes P.G. and Higginbottom I.E. 1975. The classification and description of near-shore carbonate sediments for engineering purposes. Geotechnique, 25(2): 406-411.
- Folk R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co. Austin, Texas, pp. 82.
- Haghighat M. Motamed A. and Peyrowan H.R. 2006. Study of sedimentology and geomorphology of Miocene marls in the south and southwest of Qom region. master's thesis in the field of Sedimentology and Sedimentary Petrology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, pp. 148.
- Haldar S.K. and Tišljarić J. 2014. Introduction to mineralogy and petrology. Elsevier Inc., pp. 326.
- Hatmian Zarami F. Motamed A. Peyrowan H.R. and Rezaei Kh. 2012. Investigating the mechanism and indicators of erodibility of the marls of the Shur River watershed in the northeastern region of Eshtehard. Master's thesis in the field of Sedimentology and Sedimentary Petrology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, pp. 140.
- Lasemi Y. 1990. Sedimentary Environments of the Upper Red Formation. Proceedings of the 9th Earth Sciences Meeting, Geology and Mineral Exploration Organization of Iran.
- McCarthy D.F. 1977. Essentials of soil mechanics and foundations. Reston Publishing, pp.235.
- McLean A.C. and Gribble C.D. 1985. Geology for civil engineers. London: George Allen and Unwin, pp. 232.
- Mitchell M. 1993. Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. Journal of Educational Psychology, 85(3):