

## تفسیر داده های ایزوتوپی اکسیژن-کربن و بررسی ژنر کربنات های مس دار منطقه نهند-ایوند، شمال غرب ایران

سیده نرگس ساداتی<sup>۱</sup>، محمد یزدی<sup>۲</sup>، زهرا نوریان رامشه

۱- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲- دانشگاه شهید بهشتی، تهران

Sadati\_sn@yahoo.com

### خلاصه

کانه زایی مس رسوبی در محدوده نهند-ایوند در فاصله ۲۰ کیلومتری شمال شهر تبریز قرار دارد. سنگ میزبان رسوبی از جنس ماسه سنگ به سن میوسن هستند. افق های کانی سازی شده در این منطقه شامل سولفیدها و کربنات های پراکنده مس در طول مرزهای احیا درون ماسه سنگ های خاکستری غنی از مواد آلی در تماس با رسوبات سیلتی و مارنی، شیل، سیلت سنگ و ماسه سنگ قرمز می باشد. به منظور بررسی منشأ مس محدوده نهند-ایوند، آنالیز ایزوتوپی کربن و اکسیژن روی تعدادی از نمونه های مالاکیت، کلسیت و مواد آلی انجام شده است. مقادیر  $\delta C(13)$  آن ها بین  $-24.7$  تا  $4.6$  در هزار بر اساس استاندارد VPDB و نیز  $\delta O(18)$  بین  $12.4$  تا  $34.5$  در هزار بر اساس استاندارد VSMOW به دست آمده است. با توجه به بررسی های ایزوتوپی اکسیژن و کربن به نظر می رسد که منشأ سیالات گرمابی کانسار ساز در منطقه مورد مطالعه، آب های سطحی و پراکسیژن جوی است که پس از چرخش درون واحدهای میزبان شیلی و ماسه سنگی غنی از فلزات پایه این عناصر را در خود حل کرده و درون شکستگی های گسلی در مجاورت مواد آلی کاهیده شده و عناصر را ته نشین داده است.

کلمات کلیدی: ایزوتوپ کربن و اکسیژن، کانی سازی، ماسه سنگ خاکستری، مالاکیت

### ۱. مقدمه

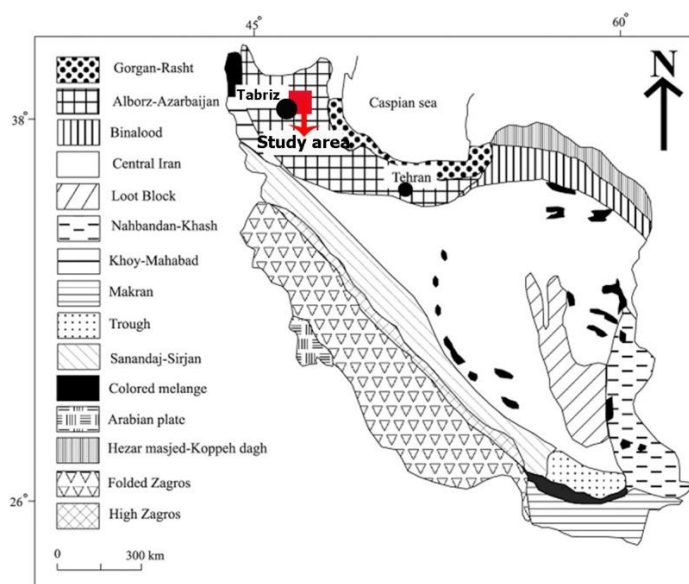
مهم ترین عناصر در ژئوشیمی ایزوتوپ های پایدار شامل H, C, O, N, S هستند که جرم اتمی کم و معمولاً بیش از یک ایزوتوپ دارند و در حالت های اکسیداسیون متفاوتی حضور داشته و طی فرآیندهای زیستی و همین طور واکنش آلی، تغییراتی در وضعیت اکسیداسیون آن ها روی می دهد. به همین دلیل ترکیب ایزوتوپی آن ها نشان دهنده سرنوشت حاکم در طول تشکیل آن ها بوده است (علیرضایی، ۱۳۸۸). مقادیر اندازه گیری شده  $\delta 13C$  و  $\delta 18O$  در کربنات ها می تواند جهت تخمین ترکیب ایزوتوپی کربن و اکسیژن سیال مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه حاضر حاصل تلفیق شواهد زمین شناسی و ایزوتوپی جهت بررسی کانی سازی و منشأ آن در ماسه سنگ های قرمز و خاکستری در ناحیه مورد مطالعه است. در اینجا سعی می کنیم با استفاده از شواهد زمین شناسی در کنار داده های ایزوتوپی، تفسیری را ارائه کنیم که منجر به درک بهتر فرآیندهای تشکیل کانسار در محدوده نهند-ایوند شود.

### ۲. زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه

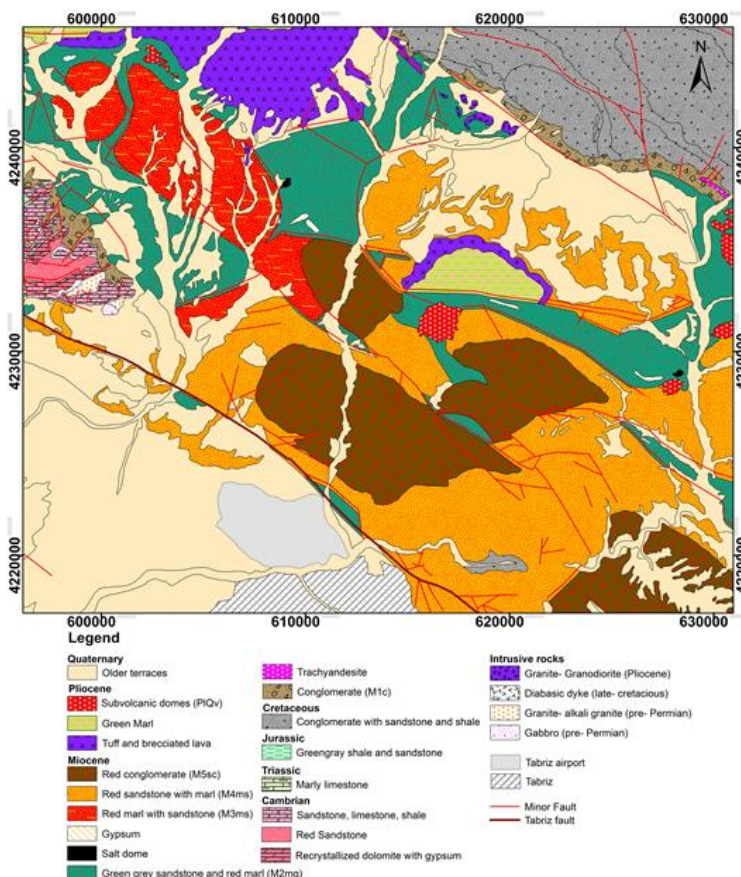
منطقه اکتشافی نهند-ایوند در ۲۰ کیلومتری شمال تبریز، استان آذربایجان شرقی و در زون البرز غربی-آذربایجان واقع می باشد. کانی سازی مس به صورت رسوبی در واحدهای زمین شناسی مربوط به دوره میوسن در چندین نقطه از آذربایجان شرقی شناخته شده است. سازندهای موجود در منطقه از تشکیلات رسوبی-تخریبی به سن میوسن (سازند قرمز بالایی) به همراه ولکانیک های داسیتی جوان تر تشکیل شده است. از لحاظ واحدهای زمین شناسی امروزه حوضه تبریز شامل سازند قرمز قم و سازند قرمز بالایی است. این حوضه پس از پسروری دریای قم (کنگلومرای واحد Mc1) به وسیله یک دوره از رسوبگذاری قاره ای دنبال می شود که متشکل از شیل، مارن، سیلت سنگ، ماسه سنگ، کنگلومرا به همراه واحدهای تپخیری است (Karimzadeh Somarin, 2004). ضخامت این سازند بیشتر از ۲۰۰۰ متر است و سن آن اواسط تا اواخر میوسن در نظر گرفته شده و بنا به نوشته (Reichenbacher et al., 2011) سازند قرمز بالایی نامیده شده است. در سالیان اخیر با مطالعاتی که

توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور صورت گرفت در منطقه موردنظر یکسری لایه های مس دار ( درون لایه 2mg) نیز شناسایی شده است (عنایتی، ۱۳۹۱) (شکل ۲)؛ که شامل توالی از ماسه سنگ های سبز و خاکستری در میان واحدهای رسوبی قرمز رنگ است که بر اساس مطالعات پالئونتولوژی این واحد دارای سن میوسن میانی است (Sen and Purabrishemi, 2011). در نقشه زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه واحدهای ماسه سنگی حاوی کانی سازی به رنگ سبز نمایش داده است (شکل ۲).

همچنین این واحد شامل نهشته های گسترده ای از لایه های تبخیری (ژیپس و نمک) و گنبد های نمکی می باشد. چین خوردگی هایی با روند شمال غرب - جنوب شرق موجب تشکیل مجموعه ای از طاقدیس و ناودیس در ناحیه مورد مطالعه شده است. گسل تبریز مهم ترین گسل موجود در منطقه می باشد که آخرین عملکرد آن به صورت راست گرد بوده است (قربانی، ۱۳۸۱) و موجب جابه جایی روند کانی سازی در ماسه سنگ های خاکستری در برخی نواحی شده است.



شکل ۱- زون های مهم ساختاری ایران (نبوی، ۱۳۵۵) و موقعیت منطقه مورد مطالعه برگرفته از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسدیان، ۱۳۷۲



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی ناحیه نهند- ایوند، برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسدیان، ۱۳۷۲

### ۳. مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی زون‌های کانی‌سازی شده در محدوده نهند- ایوند بیش از ۱۰۰ نمونه از ماسه‌سنگ متوسط دانه واحد M2mg سازند قرمز بالایی جایی که مواد آلی زون‌های خاکستری و احیا را در میان واحدهای تخریبی قرمز و اکسیدان ایجاد کرده جمع‌آوری گردید و بعد از بررسی‌های اولیه، برای پی‌بردن به منشأ سیال، مطالعات ایزوتوپی کربن و اکسیژن بر روی ۸ نمونه با استفاده از اسپکترومتر جرمی در آکادمی زمین‌شناسی چین انجام گردید. گاز مورد استفاده در اندازه‌گیری‌های  $C/12C_{13}$ ، گاز  $CO_2$  می‌باشد که جهت تولید آن، مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه با  $H_3PO_4$  به مدت ۸ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد واکنش داده است. در این حالت، گاز  $CO_2$  استخراج شده و نسبت‌های ایزوتوپی آن توسط اسپکترومتر جرمی اندازه‌گیری می‌شود. استاندارد مورد استفاده برای اکسیژن، SMOW و برای کربن، PDB می‌باشد.

### ۴. بحث

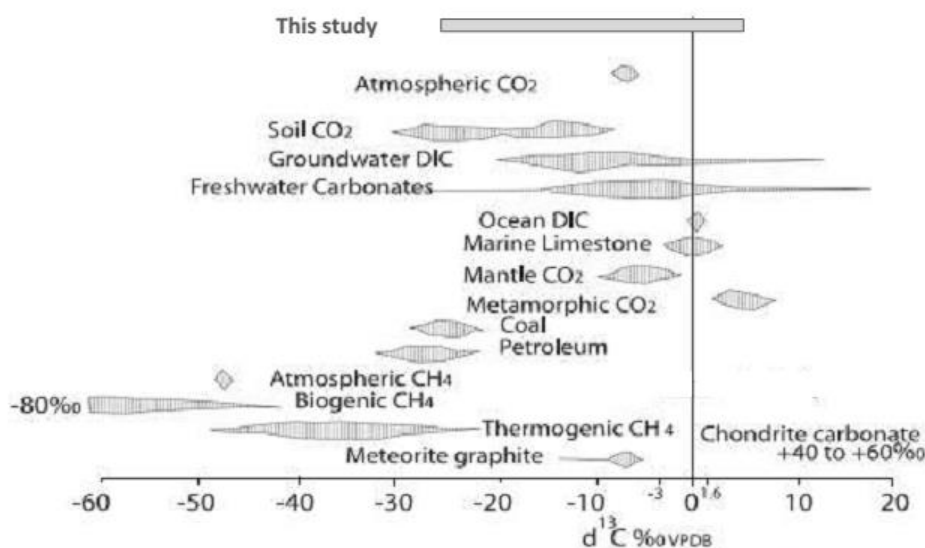
برای یافتن منشأ احتمالی سیالات گرمایی کانسار ساز تعداد ۶ نمونه مالاکیت، ۱ نمونه مواد آلی جدا شده، ۱ نمونه سیمان کربناته (مجموعاً ۸ نمونه) جهت مطالعات ایزوتوپی کربن و اکسیژن انتخاب شده و در آکادمی زمین‌شناسی چین مورد بررسی قرار گرفت. نسبت‌های ایزوتوپی کربن و اکسیژن در ناحیه مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه، مقدار  $\delta^{13}\text{C}$  در ۶ نمونه مالاکتی بین ۹- تا ۴/۶ و در سیمان کلسیتی مرحله اصلی کانی سازی ۴/۷- است. مقدار  $\delta^{13}\text{C}$  موجود در مواد آلی جدا شده در یک نمونه، ۲۴/۷- بوده است که این تهی شدگی در مقدار کربن با قرارگیری آن در محدوده مواد آلی سازگار است. مواد آلی در رسوبات به وفور به چشم می خورد و طبیعت ریز لایه آن‌ها و هم شیب بودن آن با سطوح لایه بندی پیشنهاد می کند مواد آلی در این نمونه‌ها همزمان با رسوبگذاری به وجود آمده باشند.

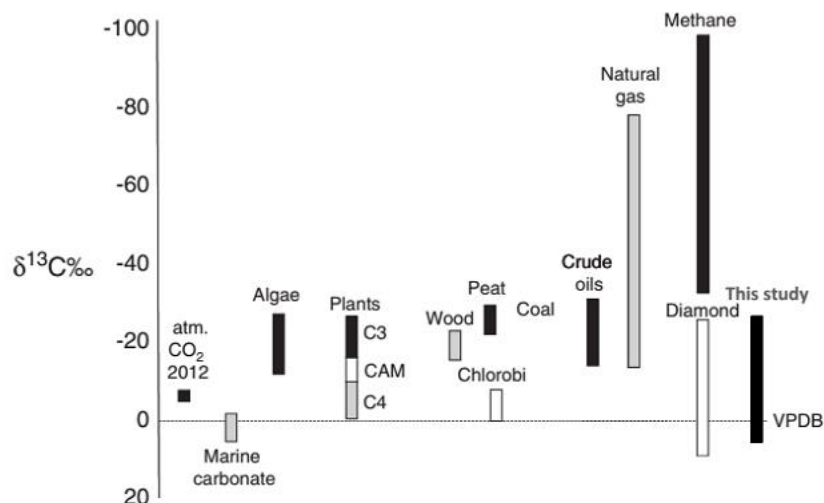
جدول ۱- نسبت‌های ایزوتوپی کربن و اکسیژن به همراه کانی شناسی نمونه‌های مورد مطالعه

Sample	Mineral	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}\text{‰}$
IR-AN-22a	OM	-24.7	12.4
IR-K-45	Malachite	-3.1	24.9
IR-MR-55b	Carbonate cement	-4.7	23.0
IR-MR-57	Malachite	-3.6	24.2
IR-MR-58	Malachite	-4.9	24.7
An, Ch5,3	Malachite	3.1	32.6
An, Ch3,13	Malachite	4.6	34.5
IR-S-HS	Malachite	-9.1	26.9

مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  در بعضی منابع مهم کربن به همراه مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  در منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ و مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  موجود در منابع مهم کربن با منشا آلی به همراه مقادیر ایزوتوپی  $\delta^{13}\text{C}$  موجود در منطقه مورد مطالعه در شکل ۴ نمایش داده شده است. در آب‌های جوی و زیرزمینی، مقدار آن بین ۵+ تا ۲۰- است و مقادیر آب دریا نزدیک به ۰ می باشد. مقدار  $\delta^{13}\text{C}$  در اتمسفر ۷- و در مواد ارگانیکی بین ۱۰- تا ۳۰- است. مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  در محلول های جوی که با سنگ‌های کربناتی واکنش کرده‌اند، بین ۸- تا ۴+ می باشد (Kakegawa & Nanri, 2006).

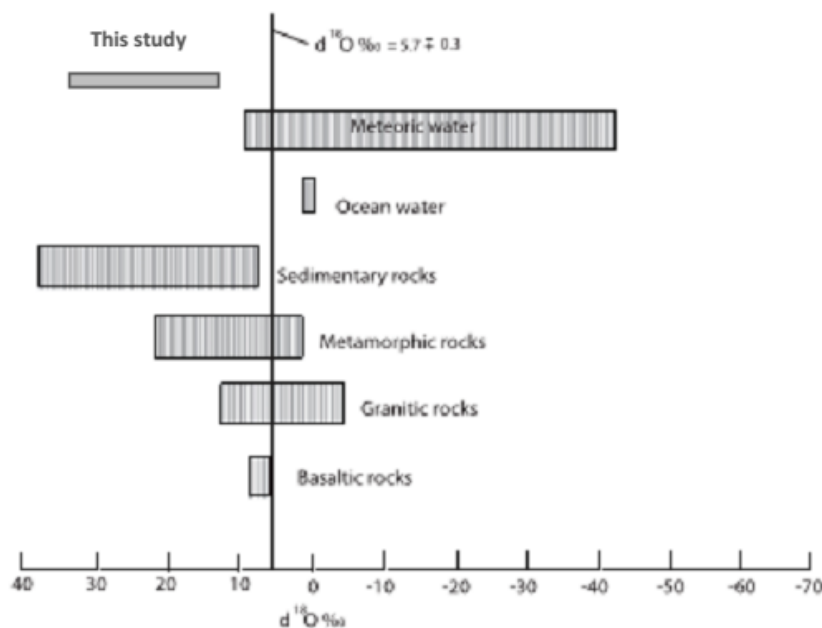


شکل ۳- مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  در بعضی منابع مهم کربن (Clark and Fritz, 1997) به همراه مقادیر  $\delta^{13}\text{C}$  در نمونه‌های مورد مطالعه



شکل ۴- مقادیر ایزوتوپی کربن (δ<sup>13</sup>C) در منابع مختلف کربن آلی

مطالعات ایزوتوپی انجام شده در منطقه نهند- ایوند نشان می دهد که منشا ایزوتوپ کربن در محدوده مورد مطالعه از محلول های جوی می باشد که با سنگ های کربناتی و سنگ های رسوبی غنی از مواد آلی به تعادل رسیده و از چرخش در آن مناطق، کربن خود را تامین نموده است. مقادیر ایزوتوپی اکسیژن در برخی از منابع مهم اکسیژن و نمونه های منطقه نهند- ایوند در شکل ۵ نشان داده شده است. مقادیر ایزوتوپی اکسیژن به دست آمده از کانی های کربناته در منطقه نهند- ایوند بین ۱۲ تا ۳۴ بوده و اعتقاد بر این است که مقادیر δ<sup>18</sup>O می تواند به دلیل چرخش در رسوبات آب های کم عمق، افزایش پیدا کند (Kalender, 2011). مقادیر δ<sup>18</sup>O در نمونه های مورد مطالعه نشان می دهد که اکسیژن تشکیل دهنده آن ها منشا رسوبی داشته که با نتایج حاصل از ایزتوپ کربن همخوانی دارد. سیال جوی با چرخش در رسوبات با منشا دریایی، کربن و اکسیژن خود را از این رسوبات تامین نموده است.



شکل ۵- مقادیر ایزوتوپی اکسیژن در برخی ذخایر مهم (Hofs, 1997)



## ۵. نتیجه گیری

افق های کانی سازی شده در این منطقه شامل سولفیدها و کربنات های پراکنده مس در طول مرزهای احیا درون ماسه سنگ های خاکستری غنی از مواد آلی در تماس با رسوبات سیلتی و مارنی، شیل، سیلت سنگ و ماسه سنگ قرمز می باشد. همان طور که مطالعات ایزوتوپ های اکسیژن و کربن نشان داده است، فلزات به صورت کمپلکس در آب های جوی کم عمق چرخش یافته در حوضه که شرایط حدواسطی از لحاظ اکسیداسیون و pH نزدیک به خنثی دارند، حمل شده اند و کانی سازی با گذر از شرایط اکسیدان به احیایی در داخل سنگ میزبان غنی از مواد آلی به وقوع پیوسته است.

## ۶. مراجع

- علیرضایی، س، (۱۳۸۸). "زمین شیمی ایزوتوپهای پایدار"، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- عنایتی، س، (۱۳۹۲). "ژنز و کانی شناسی کانی زایی مس رسوبی شمال تبریز." پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- قربانی، م، (۱۳۸۱). "دیاجه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران." وزارت صنایع و معادن، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پایگاه ملی داده های علوم زمین، ۶۵۹ص.
- نبوی، م، (۱۳۵۵). "دیاجه ای بر زمین شناسی ایران." انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۹ ص.
- Clark, I., & Fritz, P. (1997). *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. CRC Press. ISBN 1-56670-249-6.
- Kakegawa, T & Nanri, H., (2006). Sulfur and carbon isotope analyses of 2.7 Ga stromatolites, cherts and sandstones in the Jeerinah Formation, Western Australia, *Precambrian Research* 148, 115–124.
- Kalender, L., (2011). Oxygen, carbon and sulphur isotope studies in the Keban Pb–Zn deposits, eastern Turkey: An approach on the origin of hydrothermal fluids, *Journal of African Earth Sciences* 59, 341–348.
- Karimzadeh Somarin, A., (2004). Marano volcanic rocks and associated Fe mineralisation, East Azarbaijan Province, Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 24, 11–23. Heydarizad, M., & Mohammadzadeh, H. (2012). Investigating geochemistry and the stable isotope ( $\delta^{18}\text{O}$  &  $\delta^2\text{H}$ ) composition of Karde Carbonate lake water (NE Iran). *the 22nd Goldschmidt™ conference*. Montreal.
- Reichenbacher, B., Alimohammadian, H., Sabouri, J., Haghfarshi, E., Faridi, M., Abbasi, S., Matzke-Karasz, R., Fellin, M., Carnevale, G., Schiller, W., Vasilyan, D., Scharrer, S., (2011). Late Miocene stratigraphy, palaeoecology and palaeogeography of the Tabriz Basin (NW Iran, Eastern Paratethys), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (311), 1–18.
- Sen, S & Purabrishemi, Z., (2010). First porcupine fossils (Mammalia, Rodentia) from the late Miocene of NW Iran, with notes on late Miocene–Pliocene dispersal of porcupines. *Paläontologische Zeitschrift* 84, 239–248.