بررسی منشأ گچ در اراضی شمال غربی اصفهان

نورایر تومانیان*، احمد جلالیان** و عبدالرحیم ذوالانوار***

چکیده

خاکهای گچی که از بارزترین خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند، در استان اصفهان پراکنش زیادی دارند. اراضی گچ‌دار شمال غربی اصفهان، قسمتی از حوضه آبخیز شمالی رودخانه زاینده‌رود را تشکیل داده، به صورت حوضه‌ای بسته توسط منابع زمین شناختی محصور گردیده‌اند. به منظور بررسی منشأگچ و شناخت منابع زمین شناختی تغذیه کننده کانی گچ در منطقه فوق، ۲۲ قطعه مطالعاتی از کل سطح مواد زمین‌شناختی حوضه، براساس سطح تأثیرگذاری هر کدام در تولید گچ انتخاب گردید. با استفاده از مقاطع طبیعی و مصنوعی در نقاط تعیین شده، نمونه‌های متعددی از رسوبات لایه‌های مختلف تمامی نقاط برداشته شد.

مشاهدات صحرایی بیانگر آن بود که: در سازند نایبند و شمشک، بلورهای گچ در اطراف و سطوح جانبی شیل‌های متورق به مقادیر زیادی وجود دارد و بلورهای پیریت تنها در شیل‌های معدن باما قابل رؤیت بود. در مواد فرسایش یافته از کنگلومرای قرمز رنگ قاعده کرتاسه، مقادیر قابل توجهی گچ تجمع یافته است. در رگه‌های هیدروترمال موجود در سازندهای شمشک و نایبند، بلورهای گچ در متن یا داخل حفرات و یا بین رگه‌های مختلف سنگها دیده می‌شود. در قسمتهایی از سازند قم (رسوبات تبخیری)، مقادیر معتنابهی گچ وجود دارد. مشاهدات صحرایی و نتایج آزمایشهای تفرق اشعه ایکس (XRD) روی پودر سنگها و نمونه‌های تلخیص شده (توسط سیاله‌های سنگین) و اندازه‌گیری سولفور باقی مانده در شیل‌های سطحی و همچنین تفاسیر مقاطع نازک و صیقلی سنگها چنان نشان می‌دهند که اولا، در شیل‌ها هنوز هم پیریت و سولفورهای دیگر باقی است و ثانیاً، کانی گچ در متن بیشتر سنگهای نمونه‌برداری شده وجود دارد. براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان موارد زیر را به ترتیب اهمیت به عنوان منشأ و عامل اصلی تغذیه کننده گچ در خاکهای اراضی مورد مطالعه معرفی نمود:

الف - رها شدن گچ از آهکهای کرتاسه، مخصوصاً از کنگلومرای قرمزرنگ قاعده کرتاسه به واسطه هوادیدگی و فرسایش.

ب - تشکیل گچ بر اثر اکسیداسیون پیریت و دیگر سولفورهای موجود در شیل‌ها.

ج - رها شدن گچ از کانیهای شیمیایی و تبخیری موجود در مارن‌ها و رسوبات سازند قم به واسطه هوادیدگی و فرسایش.

د - تشکیل گچ بر اثر فرایندهای هیدروترمالی آتش فشانهای اواخر دوران سوم.

واژه‌های کلیدی - خاکهای گچی، سازندهای گچی، رسوبات تبخیری

مقدمه

ریشه‌یابی سر منشأ گچ در اراضی گچ‌دار و بررسی فرایندهایی که طی آن گچ به خاک وارد می‌گردد، می‌تواند در مطالعات بعدی،

*- عضو هیأت علمی سازمان تحقیقات کشاورزی، اصفهان

**- دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

***- دانشیار زمین‌شناسی، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

مخصوصاً ژنز و رده‌بندی خاکها و تعیین مسیر تکاملی افقهای گچی، مؤثر باشد. با این که اراضی گچ‌دار در مناطق خشک و نیمه خشک ایران گسترش زیادی دارند، ولی در مورد منشأ گچ مطالعه چندانی صورت نگرفته است. با توجه به این که هیچ گونه گزارش زمین شناختی نشان دهنده گچ در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد، پیگیری چگونگی تشکیل گچهای موجود در اراضی شمال غربی اصفهان هدف این مطالعه انتخاب گردید. اولین منشأ مؤثری که برای گچ در نظر گرفته می‌شود، رسوبات تبخیری است. رسوبات تبخیری مربوط به دوره‌های تریاس، ژوراسیک و کرتاسه از جنس رس و مارن گچ‌دار و توده سنگهای گچ و انهیدریت در کشورهای اسپانیا، تونس و عراق گزارش شده است (۲۴). ته نشستهای دوره‌های ائوسن، الیگوسن و عمدتاً میوسن از جنس سنگ گچ، گچ بین لایه‌ای داخل مارن‌ها در اسپانیا، افریقای شمالی، خاورمیانه و جنوب غربی سیبری دیده شده و رسوبات گچ‌دار سازند فارس زیرین مربوط به دوره میوسن غالباً در شرق سوریه، غرب و مرکز عراق و جنوب ایران نهشته شده است (۲۴).

در مورد خاکهای گچی عراق چنین اظهار شده است که خاکهای گچی از مواد مادری حاوی لایه‌هایی از گچ و انهیدریت، که سازند فارس نمونه بارز آن است، تشکیل شده‌اند (۹).

در اسپانیا رسوبات سنگ گچ و گچ بین لایه‌ای سارمانتین[1] (میوسن بالایی) و لودین[2] (حدواسط بین الیگوسن و ائوسن) در دره ابرو[3] و رسوبات میوسن زیرین در دره توجا[4]، واقع در جنوب غربی مادرید (۹) و گچ باربااسترو[5] (ائوسن بالایی) و در کپه ابرو در شمال شرقی موجب وارد شدن گچ فراوانی به خاک اراضی زیر دست می‌شوند (۱۰).

منطقه وسیعی از اراضی دو کشور سوریه و اردن به ترتیب از سنگهای تبخیری دوره میوسن و اردوویسین متأثر شده است (۲۳).

در ایران سازندهای دزو و راور (پرکامبرین) در کرمان و راور، سازند هرمز (پرکامبرین) در جزایر خلیج فارس و استان ساحلی و استان چهارمحال بختیاری و حاشیه غربی روراندگی زاگرس، سازندهای کلشانه و پادهات (کامبرین) در شرق ایران، نهشته‌های نمکی زاگرس و ژیپس ملافیر (مزوزوییک) در شرق دماوند، رخساره‌های آهکی-ژیپسی در کرمان، رسوبات انهیدریت هیث[6] در نواحی مرکزی استان فارس و سواحل خلیج فارس، سازندهای زیارت در جنوب شرقی تهران، کرج در البرز جنوبی، گچساران در میدان نفتی مربوطه و تشکیلات نمکی تبریز (ترشیری) می‌توانند در انتشار گچ فعال باشند (۲). خادمی (۱۱) و خادمی و همکاران (۱۲و۱۳) در تحقیق دامنه داری که بر روی منشأ و چگونگی تجمع و توزیع گچها در منطقه مرکزی ایران انجام داده‌اند چنین نتیجه‌گیری می‌نمایند:

الف- منطقه مرکزی ایران که جزیی از راه آبی تتیس بوده است، در اواخر دوران مزوزوییک از دریای اصلی جدا شده و در دوران سوم تبدیل به تعداد متعددی دریاچه کم عمق حاوی گچ شده‌است. این دریاچه‌ها در اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم به مردابهایی[7] تبدیل گشته‌اند. خشک‌تر شدن اقلیم منجر به خشک شدن کامل آنها و ترسیب مقادیر زیادی گچ در حاشیه (فنها) و مرکز دریاچه (پلاتوها) شده است.

ب - یون‌های سولفاته موجود در دریای کرتاسه نقش اساسی در کنترل غلظت سولفات و ایزوتوپ‌های گوگرد در سیستم‌های آبی و خاکی بعدی در منطقه مورد مطالعه داشته است. بنابراین سولفات موجود در رسوبات کرتاسه، فعالیتهای ژئوشیمیایی رسوبات جدید و خاکهای ایجاد شده از آنها را تحت کنترل دارد.

ج- اکثریت رسوبات آهکی کرتاسه و رسوبات الیگومیوسن حاوی مقدار قابل توجهی از سولفات می‌باشند. در دوره مرطوب بعدی، رسوبات زمین شناسی فرسایش یافته و گچهای رها شده از آنها به طرف مرکز حوضه‌ها منتقل شده‌اند.

در مورد تشکیل گچ بر اثر اکسیداسیون کانیهای سولفوردار موجود در رسوبات زمین‌شناسی، تحقیقات دامنه‌داری در جهان

1- Sarmantien 2- Ludien 3- Ebro 4- Toja 5- Barbastro
6- Hith Anhydrite = Gotnia سازند قونیه عراق 7- Lagoons

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

انجام یافته است. پوگ و همکاران (۲۰) و اورا و همکاران (۴) ضمن بررسی سطح ویژه و شکل ظاهری کانیهای سولفوره‌دررسوبات ذغال‌دار و شیل‌های منطقه تکزاس آمریکا، اظهار می‌دارند که اکسایش پیریت و مارکاسیت باعث اسیدی شدن خاکهای ایجاد شده بر روی این رسوبات شده است. نتلتون و همکاران (۱۷) و ویتیگ و همکاران (۲۵) به وجود پیریت و آهک در شیل‌های گرانرز[1] آهک گرین هورن[2] و رسوبات گروه داکوتا[3] اشاره نموده و عقیده دارند طی فرایند اکسایش پیریت و ترکیب شدن ماحصل آن با کلسیم موجود در آهک، کانی گچ تولید می‌گردد. همچنین وجود گچ در شیل‌های جانسون، کارلایل[4] و مانکوس [5] را به دلیل اکسایش پیریت داخل آنها دانسته و شیل مانکوس را عامل تغذیه کننده گچ در خاکهای ایالت وایومینگ، کلرادو، یوتا، نیومکزیکو و آریزونا معرفی می‌کنند. مرموت و ارشاد (۱۶) با اشاره به وجود مقدار قابل توجهی پیریت در شیل‌های دریایی منطقه ساسکاچوان (کرتاسه)، چنین نتیجه گیری نموده‌اند که عامل اصلی تشکیل گچ و کانیهای محلول‌تر، هوادیدگی شیل‌ها و اکسایش پیریت می‌باشد. اکپوکوج (۳) در مطالعه‌ای بر روی رسوبات پرکامبرین نیوساوت ولز استرالیا، به این نتیجه رسیده است که گچ موجود در خاکهای حاصل از این مواد، از هوادیدگی شیمیایی و اکسایش پیریت داخل شیل‌های فیلایتی اعم از آهکی، دولومیتی و پیریتی و شیل‌های حاوی ماسه سنگ و کوارتزیت ایجاد شده است. مرموت و همکاران (۱۵)، مرموت و ارشاد (۱۶)، ریتزما و گروننبری (۲۱) و پوستمادایک (۱۹) تحقیقات زیادی در مورد اکسایش پیریت در رسوبات باتلاقی و ساحلی انجام داده‌اند و فانینگ (۸) به طور کامل تمامی مراحل اکسایش پیریت را بررسی و کل مطلب را در چهار مرحله جداگانه ارائه نموده است. ماتز زیگفرید (۱۴) وجود کانیهای سولفوره و به ویژه پیریت را در ترکیب گرانیت ذکر نموده است. دی کیمپ و مایلز (۶) در مورد اکسایش پیریت موجود در سنگهای آذرین و دگرگونی دوران پرکامبرین جنوب شرقی انتاریوی کانادا اظهار نظر نموده‌اند که پیریت موجود در این سنگها طی پروسه اسید سولفاتی اکسیده شده است.

مواد و روشها

ارتباط رشته کوه کرکس با ارتفاعات سمت جنوبی زیر حوضه، تشکیل محدوده بسته‌ای را در شمال غربی اصفهان داده (نقشه‌های ۱ و ۲) که به عنوان محدوده مورد مطالعه این تحقیق در نظر گرفته شده است. این زیر حوضه به مساحت ۱۵۸۴۳۷۵ هکتار از سمت شرق، شمال و غرب توسط ارتفاعاتی که از پشت دانشگاه صنعتی شروع و از طریق چال سیاه و جنوب مورچه خورت و میمه به موته و از آن جا به رباط ترک و شمال جوشقان قالی و قهرود مرتبط شده و از طریق کشه و طرق به زفره منتهی می‌گردد، احاطه گردیده است. حد جنوبی این حوضه را آبرفتهای رودخانه زاینده رود تشکیل داده است. منطقه مورد نظر جزیی از حوضه آبخیز رودخانه زاینده رود بوده و گچ موجود در خاکهای اراضی، اجباراً می‌بایست حاصل فرسایش ارتفاعات باشد که همراه با مواد دیگر از بالادست به طرف واحدهای اراضی پست‌تر حمل شده است. واحدهای فیزیوگرافی تشکیل شده در محدوده مورد مطالعه، حاصل جابه جایی مواد، طی اواخر دوران سوم و دوره‌های مرطوب‌تر دوران چهارم می‌باشد. جابه جایی مواد در جهت شیبهای شعاعی و به طرف مرکز زیر حوضه، منجر به تشکیل مخروط افکنه‌ها (واریزه‌ها و آبرفتهای بادبزنی شکل) و حرکت مواد در جهت شیب اصلی و در طول خطالقعر زیر حوضه، منجر به تشکیل سطوح قدیمی (پلاتوها) و دشتهای دامنه‌ای شده است. سطوح قدیمی، حاصل جابه‌جایی و ترسیب مواد طی جریانات قوی دوره‌های مرطوب اوایل دوران چهارم بوده که فرسایشهای بعدی آنها را به شکل تپه‌های طویل و یا اراضی بریده بریده در آورده است.

براساس نقشه‌های زمین شناسی، کوههای منطقه از شیل‌های حاوی سنگهای آتشفشانی (سازند کهر) دوران

1- Granerose 2- Greenhorn 3- Dacuta 4- Carlile 5- Mancos

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

پرکامبرین، شیل و ماسه سنگهای حاوی دولومیت و آهک(سازند میلا) دوره کامبرین، شیل و ماسه سنگهای پرمین، شیل و ماسه سنگهای ژوراسیک و تریاس (سازندهای شمشک، نایبند و شتری)، کنگلومرای قرمز رنگ قاعده کرتاسه و شیل‌های مارنی و آهکی کرتاسه میانی و بالایی و رسوبات آهکی کرتاسه، رسوبات تبخیری (سازند قم) دوره الیگو-میوسن و رسوبات اگلومرایی دوره میو-پلیوسن تشکیل یافته‌اند (نقشه ۱). از نظر آب و هوایی منطقه دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستانهای خشک (BWhs)، تا نیمه خشک بسیار گرم با تابستانهای خشک (BShs) می‌باشد.

در زیر حوضه انتخابی، با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، تعداد ۲۲ نقطه مطالعاتی (نقشه ۱) در رسوبات و تشکیلات زمین‌شناسی، براساس وسعت و شدت تأثیرگذاری آنها در حجم فرسایش کلی، انتخاب و در هر نقطه مطالعاتی لایه‌های مختلف رسوبات و ارتباط آنها با هم مورد مطالعه قرار گرفت و نمونه‌های زیادی از سنگهای لایه‌های مختلف برداشته شد. برای مقایسه شیل‌های هوازده سطحی و غیر فرسوده عمقی، از سطح و عمق زیاد معدن باما (سازند شمشک، نقطه ۲۲) نمونه‌برداری گردید. در ضمن ۴ نمونه از خاکهای حاصل از فرسایش مستقیم رسوبات آهک اربیتولین دار ($K_۴$) کنگلومرای قاعده کرتاسه ($K_۲$, $K_۱^c$) وسنگ آهک فرامینفرال‌دار (OM) برداشته شد. ازانواع سنگهای داخل رگه‌های هیدروترمالی سازندهای شمشک، نایبند و شتری نیز نمونه‌برداری انجام گرفت.

برای مشاهده و بررسی ارتباط کانیهای داخل و خارج سنگها و مشاهده دقیق سطوح داخلی ورقه‌های شیل و متن سنگها، از میکروسکوپ بینوکولار استفاده گردید. برای شناسایی و اطمینان از وجود کانیهای بلورین و تجزیه و تحلیل کانیهای داخل سنگها (کانی‌شناسی) روش تفرق اشعه ایکس مورد استفاده قرار گرفت. در این روش تیمار ۱۱۰°C برای شناسایی گچ به کار رفت. این تیمار باعث حذف پیک‌های کانی گچ می‌شود. در ضمن برای تغلیظ و جداسازی کانیهای سولفوره (پیریت)، از روش شناورسازی[1] (جدا کردن کانیهای سنگین از کانیهای سبک توسط سیاله‌های سنگین) استفاده به عمل آمد، (۴، ۵، ۷، ۲۰ و ۲۶) و منحنی پراش آنها با منحنی پیریت خالص و منحنی حاصل از پودر سنگها مقایسه شد. برای درک این که آیا در شیل‌های فرسوده هنوز کانی سولفورداری وجود دارد یا خیر، سولفورهای باقی مانده دو نمونه سنگ اندازه‌گیری گردید. (S سولفوره = S سولفاته - S کل). برای مشاهده و شناسایی کانیهای موجود در نمونه سنگها و بررسی مکان و جایگاه بلورها و آرایش آنها، از سنگهای مختلف مقطع نازک و از سنگهایی که بلورهای اوپک[2] (کدر) داشتند مقطع صیقلی تهیه و مقاطع تهیه شده توسط میکروسکوپ‌های پلاریزان و انکساری تشریح و تصاویر لازم از آنها برداشته شد.

برای تمیز دادن بلورهای گچ از بلورهای کوارتز موجود در مقاطع نازک، از خصوصیات زیر استفاده گردید: ۱- ریلیف کمتر بلورهای کوارتز نسبت به بلورهای گچ. ۲- سیستم تبلور منوکلینیک گچ در مقابل سیستم تبلور هگزاگونال کوارتز. ۳- خاموشی موجی بلورهای کوارتز در مقابل خاموشی مستقیم و آنی بلورهای گچ. ۴- دو محوره و مثبت بودن علامت نوری بلورهای گچ در مقابل یک محوره و مثبت بودن علامت نوری بلورهای کوارتز. ۵- بلورهای کوارتز در ضخامتهای ۴۰ تا ۶۰ میکرون و در حالت XPL رنگین‌تر از بلورهای گچ با همان ضخامت می‌باشند. ۶- لایه لایه بودن بلورهای گچ در مقابل بدون لایه بودن بلورهای کوارتز. ۷- حل شدن تدریجی بلورهای گچ مقاطع در آب، حین مطالعه زیر میکروسکوپ.

نتایج

مشاهدات صحرایی

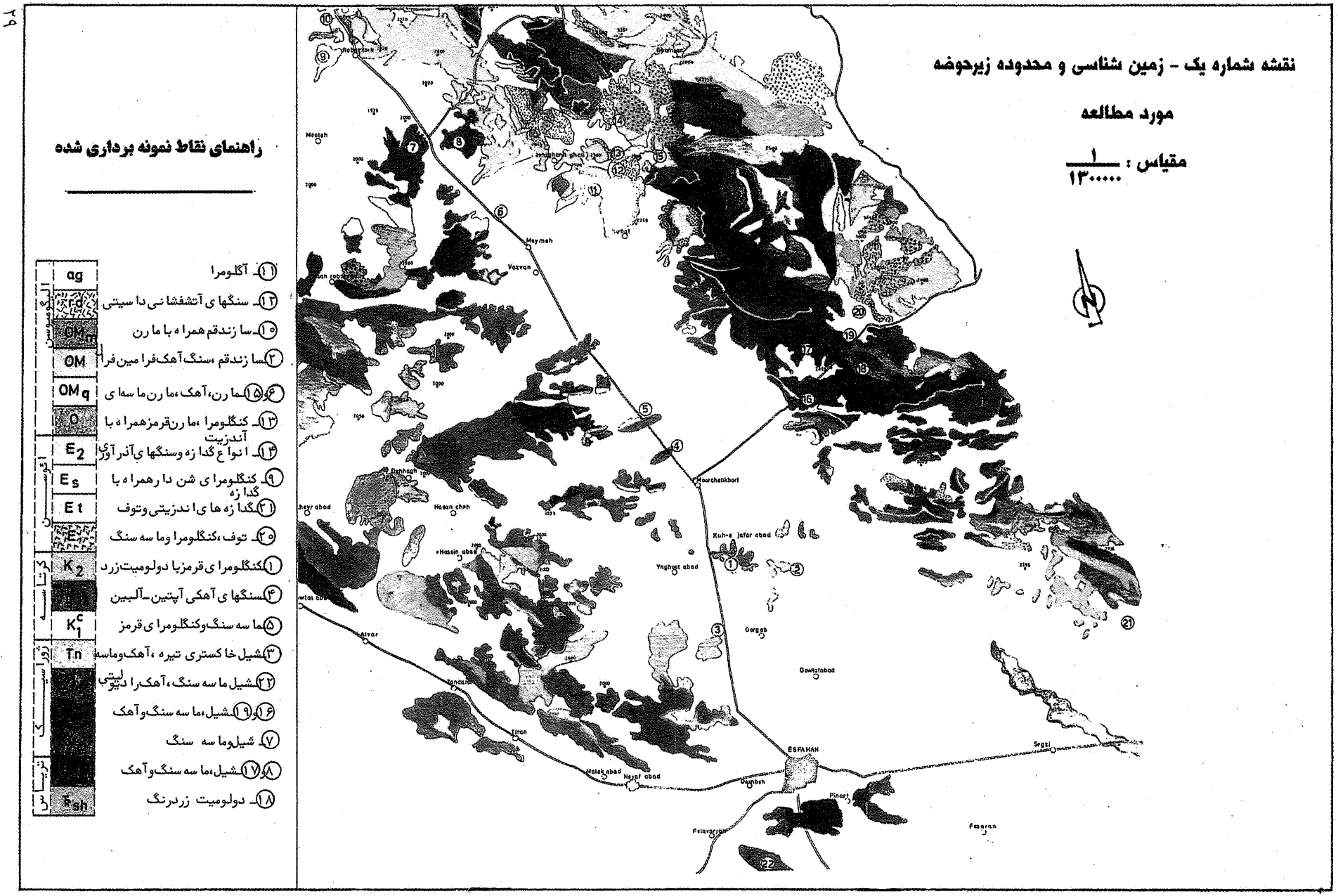
در خاک حاصل از لایه کنگلومرای قرمز رنگ کوه جعفرآباد ($K_۲$) و رسوبات آهکی شمال غربی مورچه خورت ($K_۱^c$) مقادیر زیادی گچ دیده می‌شود (تصاویر ۱ و ۲). در رسوبات آهکی فرامینفرال دار منطقه شمال غربی شاهین شهر (سازندقم

1- Floatation 2- Opaque

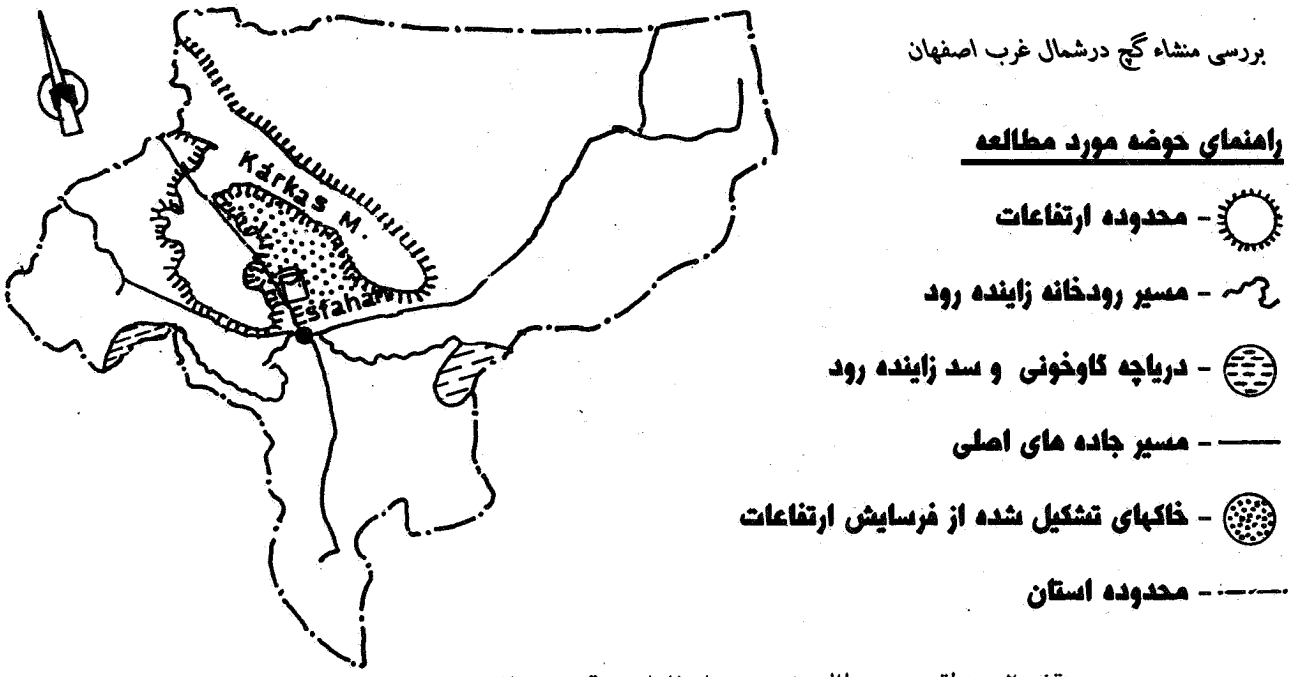
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]



نقشه ۱- زمین شناسی و محدودهٔ زیر حوضه مورد مطالعه



نقشه ۲- منطقه مورد مطالعه (محدوده ارتفاعات و قسمت هاشور خورده)
در مقایسه با محدوده استان اصفهان

OM)، مخلوطی از کانیهای آهک و گچ وجود دارد (تصویر ۳). در نقاط مختلف سازند نایبند کانی گچ به صورت توده‌ای در لایه‌های سطحی و در لایه‌های عمقی به شکل ورقه‌هایی در لابه لای ماسه سنگها قرار گرفته است. در سازندهای شمشک و نایبند، داخل ورقه‌های هوا دیده شیل‌ها به مقدار زیادی گچ دیده می‌شود (تصاویر ۴ و ۵). در این سازندها رگه‌های هیدروترمال زیادی مشاهده می‌شود که کانی گچ در متن و یا در لابه لای رسوبات این رگه‌ها وجود دارد (تصاویر ۶ و ۷) و در خاکهای فرسایش یافته از سازند شمشک مقادیر زیادی گچ تجمع پیدا کرده است (تصویر ۸). در شیل‌ها و دولومیت‌های خاکستری موجود در عمق سازند شمشک (معدن باما) مقدار قابل توجهی بلور طلایی رنگ پیریت (FeS_2)، سفید رنگ باریت ($BaSO_4$)، سبز و خاکستری رنگ اسفالریت (ZnS) و شالکوپیریت ($CuFeS_2$) و نقره‌ای رنگ مارکاسیت (FeS_2) دیده می‌شود(تصویر ۹). در شکافهای این شیل‌ها و دولومیت‌ها، بلورهای خیلی درشت گچ با آرایش دم پرستویی ملاحظه می‌گردد.

مشاهدات آزمایشگاهی

مشاهدات ریزبینی[1] شیل‌های چال سیاه (سازند نایبند)، ذغال سنگ کک شده رگه هیدروترمال و شیل‌های شمال شرق مورچه خورت (سازند شمشک) مشخص نمود که در درزهای موئین موجود در متن شیل‌های چال سیاه بلورهای گچ زیادی تشکیل شده است. این بلورها در سطوح داخلی ورقه‌های شیل به صورت لکه‌های مسطحی که هیچ گونه ارتباطی با هم ندارند، دیده می‌شوند. در این سطوح آثاری از حرکت آب وجود ندارد. تصویر ۱۰ این سطوح و بلورهای تشکیل شده روی آنها را به خوبی نشان می‌دهد. در متن ذغال سنگ کک شده مقدار زیادی بلورهای منشوری گچ مشاهده می‌شود. این بلورها به گونه‌ای در متن ذغال سنگ کک شده قرار گرفته‌اند که می‌توان کاملاً مطمئن بود به نوعی در این سنگ به صورت در جا تشکیل و رشد یافته‌اند. تصویر ۱۱ نشان دهنده این موضوع بوده، هم چنین

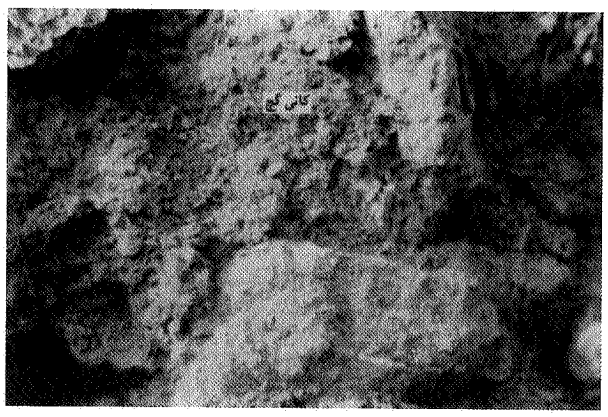
1- Microscopic observations

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

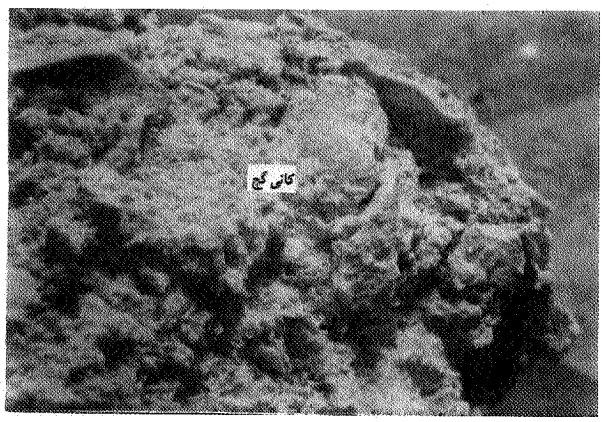
[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]



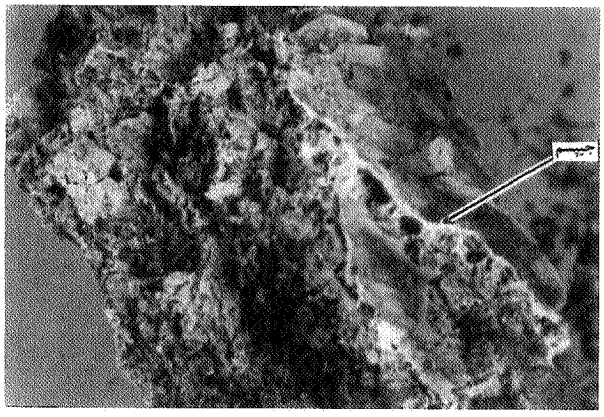
تصویر ۱- تشکیل گچ از رسوبات آهکی قاعده کرتاسه



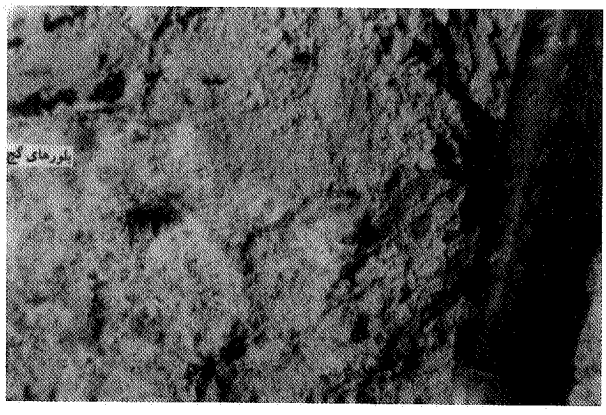
تصویر ۲- کانی گچ در رسوبات آهکی k_1^c



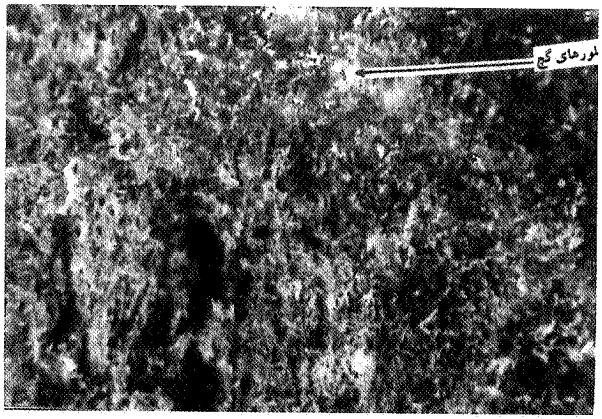
تصویر ۳- حجم گچ موجود در رسوبات سازند قم



تصویر ۴- تجمع گچ در سطوح شکست شیل‌های سازند نایبند



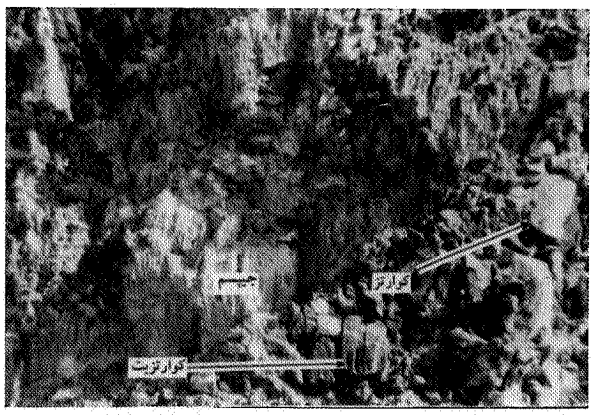
تصویر ۵- خاک تشکیل شده برروی شیل‌های نایبند و گچ موجود در آن



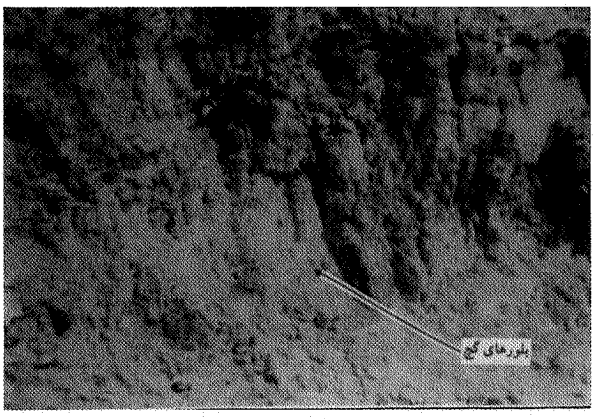
تصویر ۶- بلورهای گچ موجود در رگه هیدروترمال سازند شمشک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

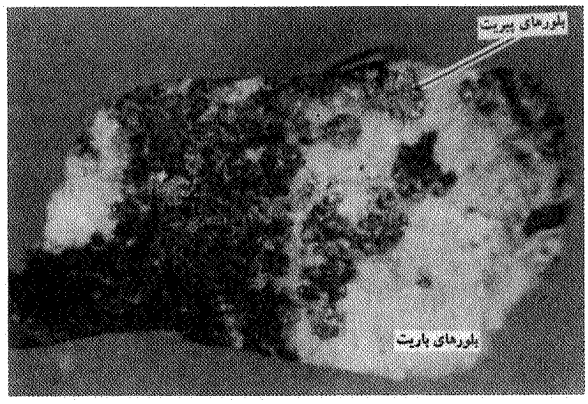
[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]



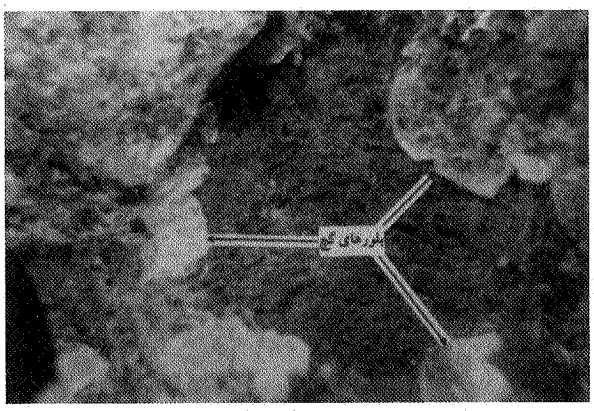
تصویر ۷- آرایش بلورهای گچ همراه کوارتز و کوارتزیت در لایه هیدروترمال سازند نایبند



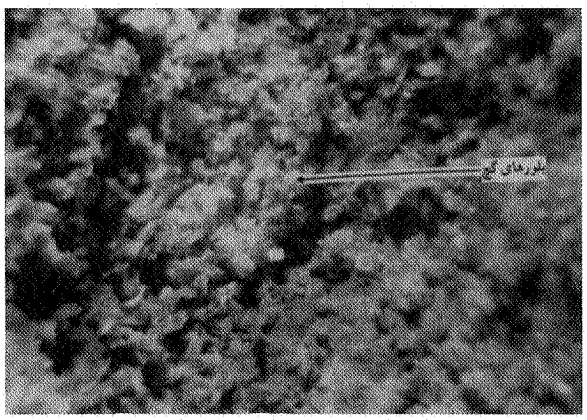
تصویر ۸- میزان گچ موجود در سازند شمشک



تصویر ۹- بلورهای پیریت، باریت و اسفالریت در سازند شمشک



تصویر ۱۰- بلورهای میکروسکوپی گچ در سطوح داخلی ورقه‌های شیل سازند نایبند. بزرگ‌نمایی × ۱۰۰



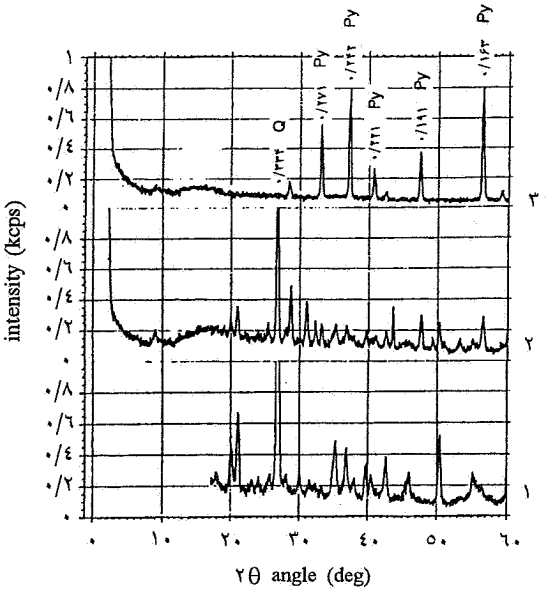
تصویر ۱۱- بلورهای میکروسکوپی گچ در متن ذغال سنگ کک شده بزرگ‌نمایی × ۱۰۰



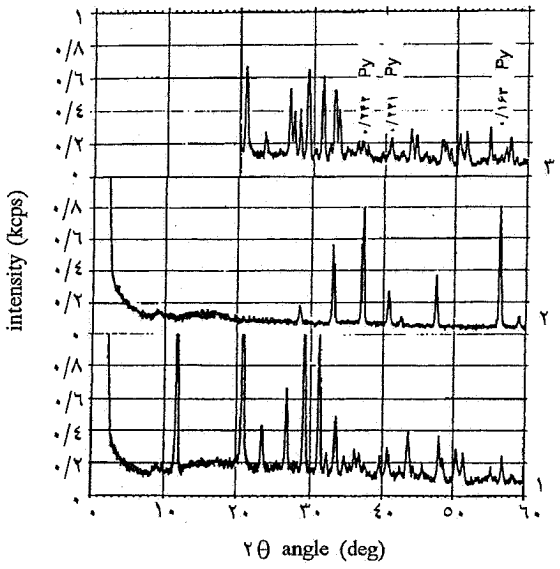
تصویر ۱۲- تورق گچ موجود در متن کنگلومرای قرمز رنگ قاعده کرتاسه (k_2) بزرگ‌نمایی × ۴۰۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]



شکل ۱- منحنیهای پراش اشعه ایکس ذرات کمتر از ۰/۲ میلیمتر سازند شمشک (معدن باما) ۱- نمونه پودر سنگ ۲- نمونه تخلیص شده ۳- پیریت خالص



شکل ۲- منحنیهای پراش اشعه ایکس ذرات کمتر از ۰/۲ میلیمتر سازند شمشک ۱- پودر ذغال سنگ کک شده رگه هیدروترمال ۲- پیریت خالص ۳- نمونه تخلیص شده تیمار یک

هیچ نشانه‌ای از مسیر عبور آب ارائه نمی‌نماید. شکل ۱ نشان دهنده دیفراکتوگرام ترسیم شده از شیل معدن "باما" می‌باشد. واضح است که بعد از خالص سازی پیک اصلی پیریت (۰/۱۶۳ نانومتر) نسبت به حالت پودری سنگ آن رشد زیادی نموده است. در ذغال سنگ کک شده از رگه هیدروترمال سازند شمشک، ظهور پیک کوچک ۰/۱۶۳ نانومتر در دیفراکتوگرام نمونه تخلیص شده نشان دهنده وجود مقداری پیریت در نمونه مزبور می‌باشد (شکل ۲) و پیک‌های ۰/۷۵۶، ۰/۴۲۷، ۰/۳۷۹، ۰/۳۰۶، ۰/۲۸۷ و ۰/۲۶۷ نانومتر که با تیمار ۱۱۰° حرارت تماماً حذف گردیده‌اند نشان دهنده وجود میزان زیاد گچ در این سنگها می‌باشند (شکل ۳).

در دیفراکتوگرام خاک حاصل از فرسایش مستقیم سنگهای سازند قم و رسوبات آهکی قاعده کرتاسه، پیک‌های خیلی درشت ۰/۷۵۶، ۰/۴۲۷، ۰/۳۷۹، ۰/۳۰۶، ۰/۲۸۷ نانومتر نشان دهنده حضور میزان خیلی زیاد گچ می‌باشد (شکل ۴). جدول ۱ نمایانگر مقدار کل گوگرد سولفاته و گوگرد سولفوره باقی مانده در نمونه‌های شیل سازند نایبند و ذغال سنگ کک شده می‌باشد. تصویر ۱۲ نشان دهنده بلورهای گچ موجود در سنگ آهکهای قاعده کرتاسه (K_2) است. این تصویر تورق بلورهای گچ در سنگ فوق را به خوبی نشان می‌دهد. از مطالعه مقاطع صیقلی تهیه شده نتایج مشروحه زیر به دست آمد :

الف) در شیل معدن "باما" (تصویر ۹)، بلورهای تجمع یافته پیریت با جلای طلایی وجود دارد.

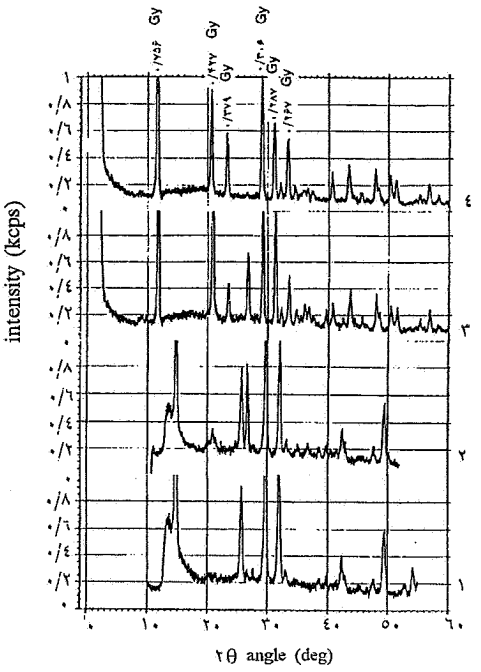
ب) در شیل سازند نایبند (چال سیاه)، وجود بلورهای بزرگ و مشخص، نشان از وجود تک بلورهای مکعبی پیریت در این سازند می‌باشد (تصویر ۱۳).

ج) بلورهای متعدد و طلایی رنگ پیریت در نمونه ذغال سنگ کک شده، نتایج آزمایش اشعه ایکس را کاملاً تأیید می‌نماید (تصویر ۱۴).

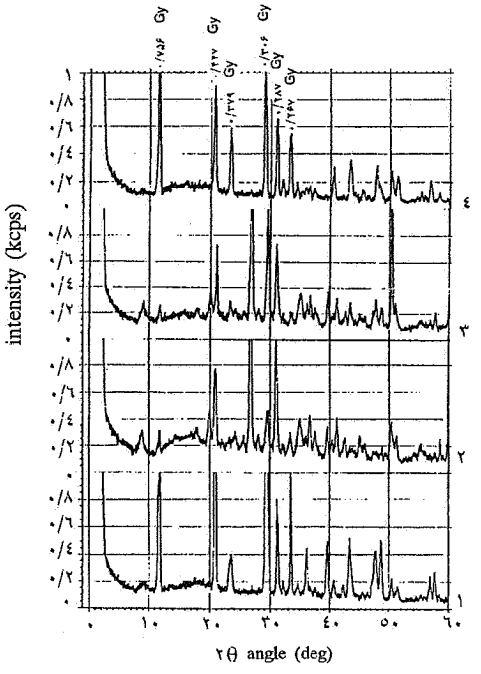
د) وجود بلورهای مکعبی در نمونه شیل سازند شمشک منطقه شمال شرقی مورچه خورت (جاده طرق)، نشان دهنده وجود پیریت در شیل‌های با تورق هلالی و سبز رنگ این سازند می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]



شکل ۳- منحنیهای پراش اشعه ایکس ذرات کمتر از ۰/۲ میلیمتر سازند شمشک ۱- گچ خالص با تیمار $110^{\circ}C$ حرارت ۲- ذغال سنگ رگه هیدروترمال با تیمار $110^{\circ}C$ ۳- پودر ذغال سنگ رگه هیدروترمال ۴- گچ خالص



شکل ۴- منحنیهای پراش اشعه ایکس پودر خاکهای حاصل از تشکیلات: ۱- سازند قم ۲ و ۳ - کنگلومرای قاعده کرتاسه ۴- گچ خالص

بحث

منحنیهای پراش اشعه ایکس پودر سنگ و نمونه تخلیص شده شیل معدن باما (شکل ۱) و تصویر برداشته شده از مقطع صیقلی تهیه شده از آن و هم چنین مشاهدات ماکروسکوپی، ثابت می‌نمایند که مقدار قابل توجهی پیریت در شیل‌های سازند شمشک وجود دارد. با توجه به این که در تمامی مقاطع صیقلی تهیه شده از شیل‌ها، کانی پیریت دیده می‌شود و چون فرایند تشکیل و رسوب شیل‌ها در منطقه مورد مطالعه یکسان است، لذا با اطمینان زیاد می‌توان وجود پیریت را به تمامی سازندهای شیلی و رسوبات آهکی شیل‌دار تعمیم داد.

وجود گچ فراوان در اطراف و در داخل درز و ترکهای انواع شیل‌ها، چه در مقیاس ماکروسکوپی و چه در مقیاس میکروسکوپی، نمایانگر این است که در بین ورقه‌های شیل در سطوح داخلی، آن جایی که امکان حرکت آب به صورت مایع وجود ندارد، بر اثر اکسایش کانی پیریت، بلورهای گچ خیلی ریزبه صورت آتوژنیک[1] تشکیل شده است و با شدت یافتن یاپیشرفت فرایند هوادیدگی، ورقه‌های شیل‌ها از هم بازتر و حرکت آب امکان جابه جایی این بلورهای ریز را به وجود آورده و آنها را در سطوح شکست سنگها تجمع داده است.

$$S^{2-} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e^-$$

$$Fe^{2+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+ + e^-$$

$$CaCO_3 + 2H^+ \rightleftharpoons Ca^{2+} + HCO_3^-$$

$$+ H^+ \rightleftharpoons Ca^{2+} CO \uparrow + H_2O$$

$$Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O \rightleftharpoons SO_4Ca, 2H_2O$$

فرایند اکسایش پیریت و تشکیل گچ در این شیل‌ها همان فرایند اکسایش خاکهای اسید سولفاتی بود که توسط دولیتل و همکاران (۷) ارائه شده است. وجود گچ در این سازندها در

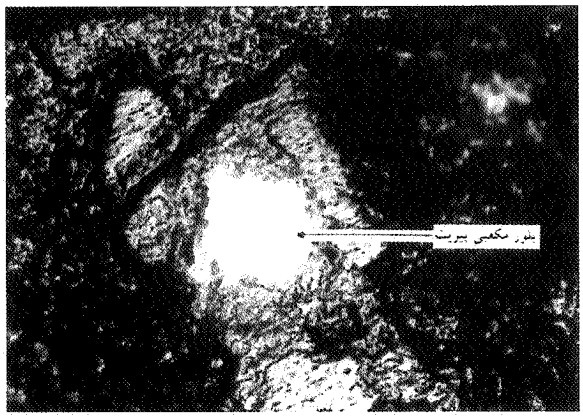
1- Autogenic

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

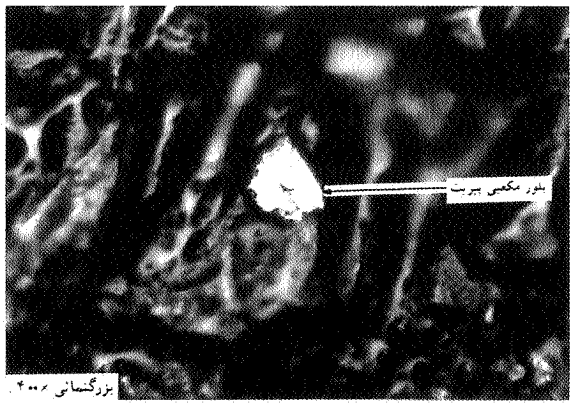
[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

جدول ۱- سولفور باقی مانده در نمونه سنگهایی از سازند شمشک و نایبند

نمونه سنگ	S - کل	Fe	C	S - سولفاته	S - سولفوره
	%	%	%	%	%
ذغال سنگ کک شده سازند شمشک	۷/۵	۲/۱	۶/۷۳	۷	۰/۵
شیل منطقه چال سیاه سازند نایبند	۳/۶	۲/۴	۰/۵۰۱	۱	۲/۶



تصویر ۱۳- بلور بزرگ پیریت در مقطع صیقلی سازند نایبند.
بزرگ‌نمایی × ۲۰۰



تصویر ۱۴- بلور پیریت در مقطع صیقلی ذغال سنگ کک شده،
بزرگ نمایی × ۴۰۰

شکلهای ۵ و ۶ با پیک بارز ۰/۷۵۶ نانومتر کاملاً مشخص است. هماهنگ با نتایج این تحقیق، وجود کانی پیریت در انواع شیل‌ها، سنگهای آذرین و سنگهای دگرگون و شیل آهکها و ذغال سنگها و تشکیل گچ تحت فرایند اکسایش پیریت توسط اورا و همکاران (۴) در تگزاس آمریکا، اکپوکوج(۳) در استرالیا، دی کیمپ و میلز (۶) درانتاریوی کانادا، پوگ و همکاران (۲۰)، نتلتون و همکاران (۱۷) و ویتیگ و همکاران (۲۵) در آمریکا، مرموت و همکاران (۱۵) در ساسکاچوان کانادا، ریتزماوگرونبری (۲۱) در هلند، پوستمادایک (۱۹) در دانمارک و فنینگ (۸) در آمریکا گزارش شده و به اثبات رسیده است. با توجه به نتایج به دست آمده و نظرات دیگران محرز است که در شیل‌های موجود (چه آنهایی که زیر رسوبات آهکی هستند و چه آنهایی که روباز هستند) مقادیر قابل توجهی پیریت وجود داشته و طی میلیون‌ها سال مورد فرسایش سطحی واقع شده‌است. در هر مرحله پیریت موجود اکسیده و به گچ تبدیل گردیده است. با توجه به مقدار کانیهای سولفوره باقی مانده در این رسوبات (جدول ۱) می‌توان اذعان نمود که در حال حاضر نیز این فرآیند هوادیدگی شیل‌ها در جریان است.

وجود کانی پیریت در رگه‌های هیدروترمال سازند شمشک (جاده طرق) در منحنیهای پراش اشعه ایکس نمونه تخلیص

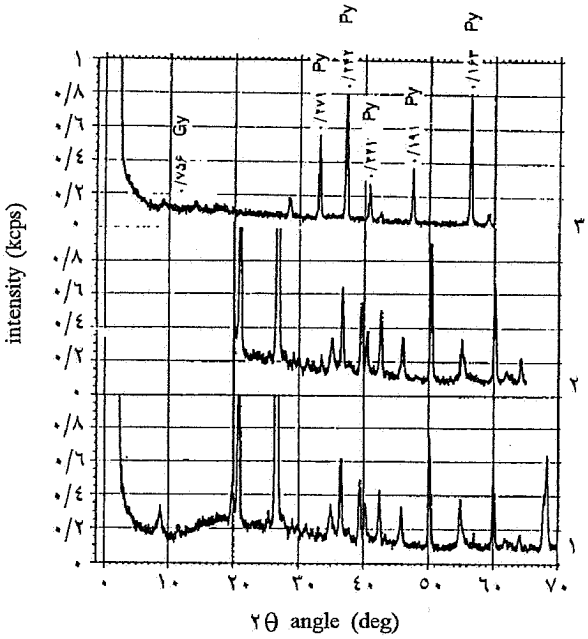
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

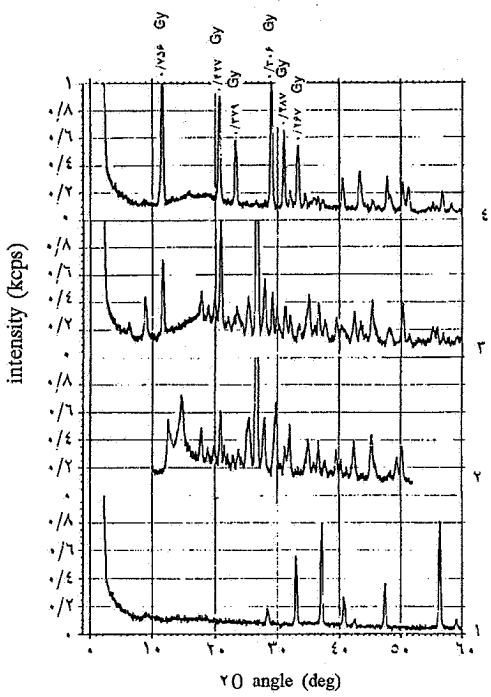
جدول ۲- مساحت رسوبات و سازندهای رهاکننده گچ در حوضه مورد مطالعه

رسوبات و سازندها	مساحت (هکتار)	درصد نسبت به مواد زمین شناختی
سازندهای شمشک، نایبند، شتری	۲۳۹۰۶۲/۵	۲۹/۵۲
سازند قم	۳۴۱۸۷/۵	۴/۲
اگلومرا	۷۵۰۰	۰/۹
کنگلومرای قرمز رنگ قاعده کرتاسه	۱۶۱۸۷//۵	۱/۹۸
آهکهای تیره رنگ کرتاسه	۱۲۶۱۴۰	۱۵/۵
مساحت رسوبات زمین شناختی	۸۱۳۸۱۲/۵	%۵۱/۴[1]
مساحت رسوبات کواترنری	۷۷۰۵۶۲/۵	%۴۸/۶[1]
مساحت کل حوضه	۱۵۸۴۳۷۵	%۱۰۰

۱- درصد نسبت به کل مساحت حوضه



شکل ۵- منحنیهای پراش اشعه ایکس ذرات کمتر از ۰/۲ میلیمتر سازند شمشک (جاده طرق) ۱- پودر شیل ۲- نمونه تخلیص شده شیل ۳- پیریت خالص



شکل ۶- منحنیهای پراش اشعه ایکس ذرات کمتر از ۰/۲ میلیمتر سازند نایبند (چال سیاه) ۱- پیریت خالص ۲- پودر شیل با تیمار ۱۱۰°C حرارت ۳- پودر شیل ۴- گچ خالص

شده (شکل ۲) و در مقطع صیقلی ذغال سنگ کک نشان داده شده است. از آن جایی که سیاله‌های هیدروترمالی در بدو امر حاوی فازهای مختلفی از ترکیبات سولفوره می‌باشند (۱۸ و ۲۲) این ادعا بیشتر قوت می‌گیرد.

شکل بلورهای گچ (منشوری) و نحوه قرارگیری آنها در متن این سنگها (تصویر ۱۱) و ارتباط بلورها با اجزای دیگر نشان دهنده این است که کانی گچ در داخل خود سنگ بر اثر اکسایش پیریت یا ترکیبات سولفوره دیگر تشکیل و یا از فاز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

سولفاته موجود در سیاله‌های مزبور به وجود آمده است. تغییررنگ[1] شیل‌های کنار رگه‌های هیدروترمالی، رخداد فرایندهای مزبور را در این رگه‌ها اثبات می‌نماید (۱). در سازند نایبند (چال سیاه) وجود کانی گچ بین لایه‌های کوارتز و کوارتزیت (تصویر ۶) دال بر نهشته شدن گچ از فاز سولفاته سیاله‌های هیدروترمالی بین این سنگها می‌باشد.

ارتباط کانی گچ با آهکهای دوره کرتاسه را خادمی و همکاران (۱۳) به خوبی نشان داده‌اند. این محققین اظهار می‌دارند که یون سولفات موجود در دریاهای آن زمان در لایه‌های رسوبی زیرین نفوذ نموده و ضمن تبدیل شدن به کانی گچ در رسوبات مزبور نهشته شده است. تصویر ۱۲، وجود بلورهای گچ در آهکها را به خوبی نشان می‌دهد. این یافته با طبیعت اراضی نیز موافقت کامل دارد، چون در جوار تمامی رسوبات آهکی دوره کرتاسه اراضی گچ‌دار به وفور یافت می‌شود.

وجود کانی گچ داخل سازندهای تبخیری در گزارشهای تعداد زیادی از محققین (۹، ۱۰، ۲۴ و ۲۵) ذکر گردیده است. این کانی هنگام تشکیل این رسوبات، همراه با اجزای دیگر از آب دریاهای شور ته‌نشین شده است. در رسوبات تبخیری موجود در منطقه (سازندقم)، کانی گچ بسته به مکان، از خیلی زیاد تا خیلی کم دیده می‌شود.

کلیه اراضی گچ‌دار استان اصفهان براساس شواهد مشخص صحرایی، عمدتاً از سه طریق زیر به کانی گچ آلوده شده‌اند: الف - توسط باد و جریانات آب سطحی، ب- توسط آب زیرزمینی و ج- توسط روان آب سطحی. با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه از طریق سوم به کانی گچ آلوده شده است، لذا براساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، می‌توان قبول نمود که کانی گچ طی فرایندهای زیر و به ترتیب اهمیت از منابع زمین شناختی اطراف حوضه به وجود آمده و به اراضی زیر دست وارد گشته است:

۱- آزاد شدن کانی گچ از رسوبات آهکی کرتاسه، به ویژه آهکهای کنگلومرایی قرمز رنگ قاعده کرتاسه، بر اثر هوادیدگی و فرسایش. این رسوبات حدود ۱۷/۵ درصد از کل سطح مواد زمین شناختی را تشکیل داده و بالغ بر ۱۴۲۳۲۷۵ هکتار وسعت دارند.

۲- کانی گچ تحت فرایند اکسایش کانیهای سولفوردار، مخصوصاً پیریت موجود در شیل‌ها به وجود آمده است. براساس جدول ۲ سازندهای شیل‌دار منطقه ۲۳۹۰۶۲/۵ هکتار وسعت داشته و جمعاً ۲۹/۵۲ درصد از سطح موارد زمین شناختی (به غیر از رسوبات کواترنری) حوضه را تشکیل می‌دهند.

۳- آزاد شدن کانی گچ از رسوبات تبخیری و مارن‌های دوره الیگومیوسن (سازندقم) بر اثر هوادیدگی و فرسایش. این واحد زمین شناختی ۳۴۱۸۷/۵ هکتار وسعت داشته و ۴/۲ درصد از کل سطح مواد زمین شناختی را شامل می‌شود.

۴- تشکیل و آزاد شدن کانی گچ به ترتیب از کانیهای سولفوره و سولفاته موجود در رگه‌های هیدروترمال. این کانی بر اثر اکسایش پیریت و فرسایش رگه‌های یاد شده تشکیل و یا آزاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با این که در نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه هیچگونه بحثی در ارتباط با وجود گچ و یون‌های سولفوره و سولفاته در سازندها و رسوبات وجود ندارد، ولی نتایج حاصل از این تحقیق و نتایجی که خادمی و همکاران (۱۲ و ۱۳) به آن رسیده‌اند، گویای این مطلب است که :

کانی گچ، در زمان ته نشین شدن و یا بعد از آن، به صور مختلف در متن و یا بین لایه‌های رسوبات و سازندهای مختلف نهاده شده و بر اثر فرسایش و هوادیدگی بعدی رها گشته و از ارتفاعات به طرف گودیها جا به جا شده است و یا به گچهای نهشته شده توسط دریاچه‌های گچ‌دار اضافه و منشأ پراکنش ثانویه بعدی گشته است. با توجه به گسترش کم رسوبات تبخیری در منطقه، می‌توان آهکهای مختلف دوره کرتاسه، شیل‌ها و شیل-آهکها را از عوامل اصلی رها کننده گچ در منطقه

1- Alteration

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

مورد مطالعه دانست.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سازمان تحقیقات کشاورزی، به خاطر تقبل بخشی از هزینه‌های انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از ریاست محترم دانشکده‌های مواد و معدن و مدیریت گروه‌های علمی زراعت و باغبانی به خاطر در اختیار گذاردن امکانات آزمایشگاهی مختلف دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر و قدردانی می‌نمایند. از آقای دکتر انصافی استادیار دانشکده شیمی و آقایان مهندس نکویی، واعظی و بهشتی و خانم مهندس علوی کارشناسان آزمایشگاه‌های فوق، صمیمانه تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱- تومانیان، ن. ۱۳۷۴. منشأ گچ و چگونگی تکوین و تکامل خاکهای گچی منطقه شمال غربی استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۴۷ صفحه.

۲- خسرو تهرانی، خ. ۱۳۶۷. کلیاتی در باره چینه شناسی ایران و مقاطع تیپ تشکیلات. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۵ صفحه.

3- Akpokoje, E.G. 1994. The influence of rock weathering on the genesis of gypsum and carbonate in some Australian arid zone soils. Aust. J. Soil Res. 22:243-251.

4- Arora, H.S., J.B. Dixon and L.R. Hossner. 1978. Pyrite mophology in lignitic coal and associated strata of East Texas. Soil Sci. 125(3):151-159.

5- Cady, J.G., L.P. Wilding and L.R. Drees. 1996. Petrographic microscope techniques. pp. 185-215. *In* : A. Klute (Ed.), Methods of Analysis (part 1), Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph. No. 9, 2nd Edition.

6- De Kimpe, C. and N. Miles. 1992. Formation of swelling clay minerals by sulfide oxidation in some metamorphic rocks and related soils of Ontario, Canada. Canad. J. Soil Sci. 12:263-270.

7- Doolittle, J.J., L.R. Hossner and L.P. Wilding. 1993. Simulated aerobic pedogenesis in pyrite overburden with a positive acid-base account. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:1330-1336.

8- Fanning, D.S. 1991. Soils Morphology, Genesis, and Classification. John Wiley & Sons, New York, 369 p.

9- FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. Soils Bulletin No. 69. Rome, 81 p.

10- Herrero, J., J. Porta and N. Fedoroff. 1992. Hypergypsic micromorphology and landscape relationships in northern Spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:1188-1194.

11- Khademi, H. 1997. Stable isotope geochemistry, mineralogy and microscopy of gypsiferous soils from central Iran. Ph.D. Thesis, Dept. of Soil Sci., Univ. of Saskatchewan, Saskatoon, 181 p.

12- Khademi, H., A.R. Mermut and H.R. Krouse. 1997a. Isotopic composition of gypsum hydration water in selected landforms from central Iran. Chem. Geology 138:245-255.

13- Khademi, H., A.R. Mermut and H.R. Krouse. 1997b. Sulfur isotope geochemistry of gypsiferous aridisols from central Iran. Geoderma 80:195-209.

14- Matthes Sigfried. 1983. Mineralogie, Eine Einfuhrung in die Spezielle Mineralogie, petrologie und Lagerstattenkunde. Springer Verlag, 417 p.

15- Mermut, A.R., D. Curtin and H.P.W. Rostad. 1985. Micromorphological and submicroscopical features related to pyrite oxidation in an inland shale from east central Saskatchewan. Canada. Soil Sci. Soc.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]

Am. J. 49:256-261.

16- Mermut, A.R. and M.A. Arshad. 1987. Significance of sulfide oxidation in soilsalinization in southeastern Saskatchewan, Canad. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:247-251.

17- Nettleton, W.D., R.E. Nelson and B.R. Brasher. 1982. Gypsiferous soils in the western United States. pp. 147-168. *In* : Soil Sci. Soc. Am., special pub. No. 10. pp. 147-168.

18- Petraschech, W.E. 1961. Lagerstatteneher, Wien, Springer Verlag 347 p.

19- Postma, D. 1983. Pyrite and siderite oxidation in swamp sediments. J. Soil Sci. 34:163-182.

20- Pugh, C.E., L.R. Hossner and J. Dixon. 1981. Pyrite and marcasite surface area as influenced by morphology and particle diameter. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:979-982.

21- Ritsema, C.J. and J.E. Groenenbery. 1993. Oxidation, carbonate weathering and gypsum formation in a drained potential acid sulfate soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:968-976.

22- Schneiderhohn, H. 1955. Erzlagerstatten, Veb Gustav Ficher Verlag. Jena, 375 p.

23- Taimeh, A.Y. 1992. Formation of gypsic horizons in some arid regions soils of Jordan. Soil Sci. 153:486-498.

24- Van Alphen, J.G. and F. De Los Rios Romere. 1971. Gypsiferous Soils. Notes on their Characteristics and Managements. International Institute for Land Reclamation and Improvement Bulletin, Wegeningen, Netherlands.

25- Whittig, L.D., A.E. Deyo and K.K. Tanji. 1982. Evaporite mineral species in mancos shale and salt effloresence, Upper Colorado River basin. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:645-651.

26- Zussman, J. 1977. Physical Methods in Determinative Mineralogy. 2nd Ed., Academic Press, London.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.2.7]