مجلة پژوهشي دانشگاه اصفهان (علوم پايه)
جلد بيست و نهم ـ شماره ۳ ـ سال ۱۳۸٦
صص۴۲-۲۳

مطالعه زمين شناسي، زمين شيمي, كاني شناسي و ارزيابي كاربرد صنعتي كانسار رس تراب در جنوب ابركوه، نمونه‌اي گزارش نشده از عملكرد فرايند جهاني كانه‌زايي رس در پرموترياس

اميرساسان مهجور, مهرداد كريمي، ساسان لياقت و عليرضا رستگارلاري
گروه زمين شناسي دانشگاه آزاد اسلامي واحد شيراز

چكيده

كانسار رسي تراب در۷۰ كيلومتري جنوب ابركوه ودر دشت بي‌خيرخنگ و در شمال زون سنندج سيرجان قرار دارد. قسمتي ازاين منطقه در ادامه كمربند رس شناخته شده شهرضا_آباده_همبست مي‌باشد. سن لايه‌هاي رس به پرمين پيشين (آرتينسكين) نسبت داده شده كه اين سن در محدوده زماني عملكرد فرايند جهاني كانه‌زايي رس در پرموترياس است. در اين مطالعه خصوصيات كانسار رس تراب به عنوان كانسار شاخص منطقه, با روش‌هاي آناليز XRD, XRF, ICPMS و همچنين آزمايش‌هاي مكانيك خاك مورد مطالعات كاربردي كاني‌شناسي و زمين‌شيميايي قرار گرفته است. رسوبات اين كانسار از انواع خاك‌هاي ديرينه است و داراي منشائي چندگانه هستند كه يا حاصل چرخه‌هاي بازيابي رسوباتند ويا رسوبات حاصل از فرسايش سنگ منشاهايي با تركيب فلسيك و مافيك بوده‌اند. نتايج مطالعه سن لايه هاي رسي، تركيب كاني شناسي، تركيب شيميايي، شرايط حوضه رسوبي و همچنين موقعيت زمين شناسي و جغرافيايي اين رسوبات رسي, بيانگر وابستگي آنها با فرايند جهاني كانه زايي رس در پرموترياس است. تحولات برجازاي كاني‌هاي رسي تاثير بسزايي در بهبود كيفيت صنعتي اين رسوبات رسي داشته. خاك اين كانسار از نظر نوع كانيهاي رسي، مقدار عناصر مفيد و مضر در صنعت و خصوصيات فيزيكي، شرايط استفاده در آجرپزي و كوزه گري را دارد. همچنين خاك رس اين كانسار در داروسازي نيز قابل استفاده مي باشد.

واژه‌هاي كليدي: رس، پرموترياس، زمين‌شيمي، كاني‌شناسي، جنوب‌ابركوه.

The Study of Geology, Geochemistry, Mineralogy and Evaluation of the Industrial Applications of Torab Clay Deposit ,in South Abarkouh, a None Reported Case of Global Clay Genesis Evidence in Permo-Teriass

A.S. Mahjour, M.Karimi, S. Liyaghat and A.R. Rastegar lari

Department of Geology, Islamic Azad University, Shiraz branch

Abstract

The Torab clay deposit is located in the Bikheirkhong plain in 70km south of Abarkouh. This plain is located in the north of the Sanandaj-Sirjan metamorphic zone and it is a part of clay-rich province of the south Abarkouh. This plain is in continuation of the well known Shahreza-Abade-Hambast's clay belt. The stratigraphical age of the clay layers is attributed to Permian (Artinskian). This age is within the time of the global evidence of clay genesis in Permo-Triassic tome. In this study, the Torab clay deposit is chosen as a typical example of the region clay deposits. For mineralogical and geochemical studies, we used XRD, XRF, ICPMS and soil mechanical methods. The sediments of the Torab clay deposits are a kind of highly weathered Paleosols. These sediments have diverse resources which can be the sedimentary reworked cycles or they can be the erosion products of some felsic and mafic rocks. The results of studies on stratigraphy, mineralogy, geochemical properties, sedimentary basin condition and geological and geographic position show a correlation between these clay sediments and the global evidence of clay genesis in Permo-Triassic period. Autogenic transformations had a great effect on improvement of soils industrial properties. This soil has proper range of harmful and useful industrial elements and soitabi mineralogical and mechanical properties to be used in pottery and brick making. This soil is also suitable for pharmacological uses.

Keywords: Clay, Permo-Triass, Geochemistry, Mineralogy, South Abarkouh.

مقدمه

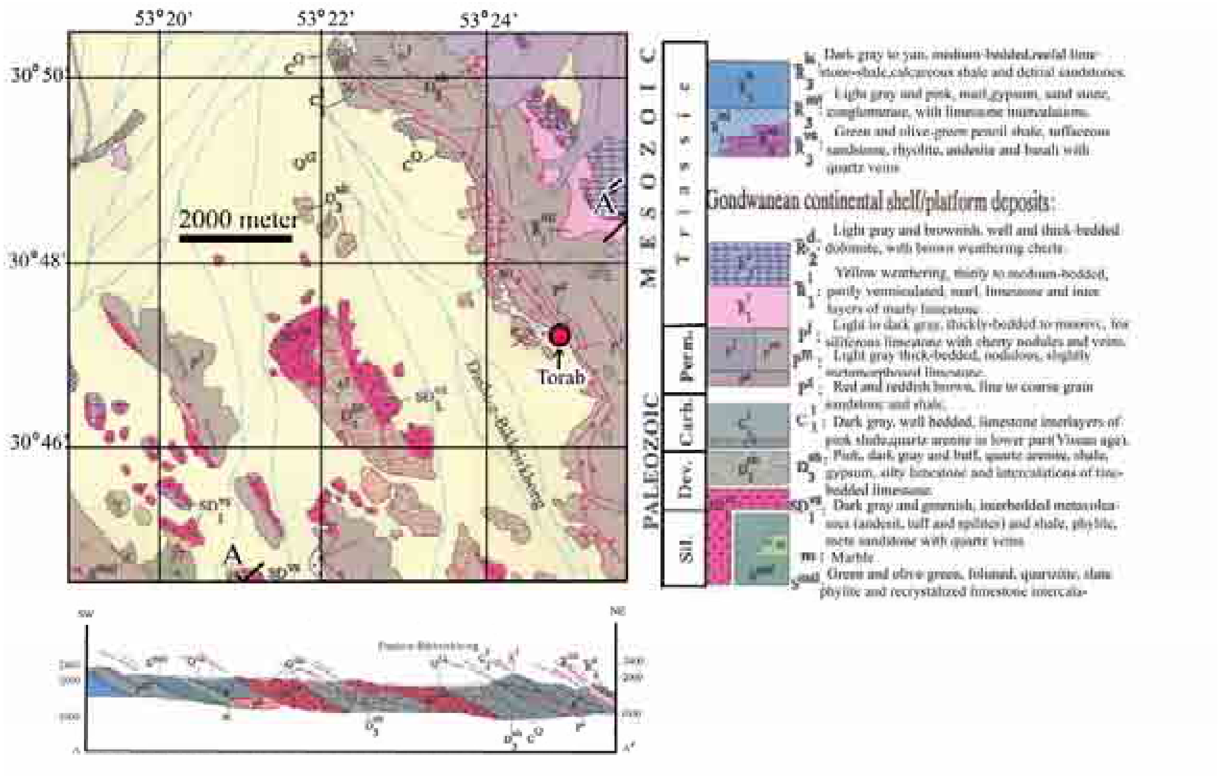
افزايش تقاضاي روز افزون صنايع براي مواد خام رسي در چند دهه گذشته اين انگيزه را براي بسياری از محققين ايجاد نموده تا در مورد رس‌ها به مطالعه بپردازند. با توجه به نياز بازار و نيز خصوصيات و جنبه‌هاي بسيار متنوع علمي و كاربردي خاك رس، امروزه كانسارهاي رسي جايگاه بسيار ويژه‌اي در صنايع و تحقيقات علمي يافته‌اند (Murray, 2007). در اين مطالعه، خصوصيات كانسار رسي تراب به عنوان يك كانسار نمونه در منطقه جنوب ابركوه مورد مطالعه قرار گرفته است. برپايه مطالعات چينه‌شناسي انجام شده توسط Taraz (1972) و همچنين مطالعات انجام شده توسط مهجور (۱۳۸۶a)، سن لايه‌هاي دربر گيرنده اين كانسار با مرز پرمين_ترياس (PTB) همخوان است.

كانه‌زايي رس در مرز پرمين-ترياس (پرموترياس)، بعنوان یک فرآيند جهانی در بسياري از نقاط جهان گزارش شده است كه از آن جمله مي‌توان از كانسار هاي رسي منطقه آباده نام برد. زون‌هاي رسي مرز پرمين - ترياس در ۲۷ منطقه از جمله ۱۱ استان جنوبي چين، سلونگ (تبت)، گورول راويل (كشمير)، اسپيتي (هندوستان)، آباده (ايران)، كوه عليباشي (ايران)، نارمال‌نامال (پاكستان)، گارتنركوفل (استراليا)، تسرو (ايتاليا)، غرب آمريكا گزارش شده است (Sheng et al., 1984; Yin et al., 1985 ,1996). اخيرا اين زون رسي در نواحي آركتيك كانادا، استراليا و تيمور نيز گزارش شده است (Yin et al., 2001). به خاطر خصوصيات ويژه از جمله سن زمين شناسي لايه هاي در بر گيرنده كانسار رسي تراب، موقعيت جغرافيايي اين منطقه (واقع بودن در كمربند رسي شهرضا_آباده_همبست) و خصوصيات منحصر به فرد كاني شناسي آن كه نشان دهنده تحولات ثانويه غير همزمان در تاريخچه تحولات كانسار است، كانسار تراب براي انجام اين مطالعه انتخاب شده است. كانسار تراب نمونه شاخص از كانسارهاي رسي فراوان شناخته شده در منطقه جنوب ابركوه است (كريمي و همكاران، ۱۳۸۶b). پيش از اين مطالعه‌اي در مورد وابستگي كانسارهاي اين ناحيه با فرآيند كانسارزايي جهاني رس در پرموترياس صورت نگرفته است. احتمالا اين ناحيه در ادامه كمربند درسي شهرضا-آباده_همبست واقع شده است. روند كانه‌زايي در اين ناحيه شمال غربي جنوب غربي و تقريبا در امتداد گسل اصلي

زاگرس است . در ايـن مطالعـه تـلاش شـده اسـت كـه بـا استفاده از نتايج مطالعات كـانيشناسـي و زمـينشـيميايي و مكانيك خاك به نتايجي چـون تعيـين ژنـز كانـسار، نـوع و تركيب سنگ منشا رسوبات، نـوع حوضـه رسـوبي، شـرايط ساختاري حوضه رسوبي و نام صحيح خاك مورد مطالعـه از نظر طبقهبنـديهـاي كـاربردي دسـت يافـت. همچنـين بـه شواهدي كه نشان دهنده همخواني اين رسوبات بـه فرآينـد جهاني كانهزايي رس در پرموترياس ميباشـند توجـه شـده است.

زمين شناسي منطقه مورد مطالعه

كانسار رسي تراب در ۶۰ كيلومتري جنوب ابـركـوه، در حاشيه جنوبی زون ايران مرکزی و در ۱۰ کيلـومتری شـمال زون سـنندج سـيرجان جـای دارد. ايـن منطقـه در حقيقـت قسمت مرکزی تاقديس قديمی بیخيرخنـگ اسـت. در اثـر فعاليت های تکتونيکی و فرسـايش، تنهـا يـال شـمالی ايـن طاقديس در شمال دشـت بـیخيرخنـگ سـالم بـاقی مانـده است. اين طاقديس قسمتي از رشته كـوه همبـست_قنديلـه است. اين رشته كوه دربردارنده دو كوه نسبتا بلنـد همبـست و شيربا در شمال و مركز، و كوه نسبتا پستتري در جنـوب باختری قنديله است. دره بـيخيرخنـگ در ميـان كـوههـاي همبست و شيربا و در ميان طاقديس فرسوده بـيخيرخنـگ واقع شده است. يالهـاي بـاقي مانـده از ايـن طاقـديس در شمال و جنوب خاوری دشت به صورت ديوارههاي بلنـدي از جنس آهك ديده ميشود كه مانند ديواري حائـل، دشـت بيخيرخنگ را از كفه ابركوه جدا ميكند. ايـن ديـوارههـاي آهكي تناوبي از هزار متر رسوبات آهكي متعلـق بـه پـرمين مياني تا بالايي است كه بگونهاي ظاهرا همشيب با رسـوبات زيرين خود قرار گرفتهاند (Taraz, 1972). سنگهـاي پـرمين در ديوارههاي شمالي و خاوری منطقه رخنمـون گـستردهاي دارد اما به علت موقعيت خاص تكتونيكي منطقه و نزديكـي به گسل اصلي زاگرس مقطع كاملي كه تمام نهشتههاي ايـن دوره را به طور پيوسته دربر داشته باشد، يافت نميشـود. در يال شمالي دشت بيخيرخنگ گذر اين رسوبات از كربنيفـر بالايي به پرمين زيـرين بـه وضـوح ديـده مـی شـود. Taraz (1972) اين توالي را در همين منطقه مطالعه نمـوده اسـت و پنج واحد ليتواستاتيك را در اين توالي تشخيص و بـه دقـت مورد مطالعه قرار داده است. پائينتـرين واحـد كـه واحـد۱ ناميده شده است شامل ۴۰۰ تـا ۴۵۰ متـر آهـك خاكـستري تيره با طبقهبندي منظم و بطور همـشيب بـر روي رسـوبات پرمين زيرين قرار گرفتهاند. در قاعـده ايـن رسـوبات ا متـر ماسه سنگ و ماسه سنگ آهكي ديده ميشود. نمونههايي كه از پائينترين بخش برداشت شده تجمـع فـسيلهـاي اواخـر پرمينپيشين يا به عبارت دقيقتر اواخر آرتينـسكين را نـشان مـيدهـد. مـاكروفـسيلهـائي كـه از ايـن قـسمت توسـط د.ل.استپانوف (۱۹۷۲) گردآوري و مطالعه شـده نيـز دلالـت بر پـرمين پيـشين دارد (Taraz, 1972). نتيجـه آنكـه واحـد۱ رديفي از رسوبات دريايي را نشان مـيدهـد كـه بـا برجـاي گذاشتن يكي دو متر ماسه سنگ و سپس چند ده متر آهـك در اواخر آرتينسكين پسين (Late Artinskian) پيشروي خـود را آغاز مـيكنـد و سـپس رسـوبات آن كـه تمامـا كربنـاتي (آهكي) است در اوايل پـرمين ميـاني (گوادلـوپين) تـشكيل مـيشـود (هوشـمندزاده و همكـاران، ۱۳۶۹). نهـشتههـاي كانسار رسي تراب نيز در قاعده همين لايـه ماسـه سـنگي و در باقي ماندههاي يال شمالي طاقديس بـيخيرخنـگ واقـع شده است. با توجـه بـه مطالعـات انجـام شـده سـن اواخـر پرمينپسين (آرتينسكين پسين) براي لايههاي رسـي تـشكيل دهنده كانسار تراب پيشنهاد شده است (كريمي و همكـاران، ۱۳۸۶). همبري توالي هاي پرمين و كربنيفر در اين ناحيه بـه صورت گسله است. با توجه به ويژگي هاي توالي پرمين در اين ناحيه، ميتوان اين نهـشتههـا را هـم ارز سـازند جمـال درنظر گرفت. سن اكثر لايههاي حاوي رس محـدوده آبـاده كه حاوي كانسار هاي رسي هستند نيـز در محـدوده پـرمين تخمين زده شده است (نصرا..زاده، ۱۳۸۳).



شكل ١- نقشه زمين شناسي منطقه مورد مطالعه (با اقتباس از هوشمندزاده و همكاران، ١٣٦٩)

روش كار

برش مورد مطالعه دربردارنده ٧٠ متر لايه‌هاي رسي است كه مرز بالايي آن با لايه ماسه سنگي به ستبراى ١- ۴ متر كنتاكت دارد. مرز پائيني لايه‌هاي رسي بـا آبرفـت پوشيده شده است. در برش عمودي لايه‌هاي رسـي، دو توالي كاملا متمايز از نظر رنگ ديده مى‌شود كـه تركيـب كانيايي كاملا متمايز از يكديگر دارند. دليل تفاوت رنـگ اين دو توالي به واسطه حضور مقدار بيشتر اكسيدهـاي آهن در لايه‌هاي توالي قرمز رنگ است. به همـين دليـل، در اين نوشتار از دو توالي نام برده مي‌شود : توالي قرمـز رنگ و توالي سياه رنـگ. تـوالي قرمزرنـگ، بـا سـتبراى تقريبي ۴٠متر بر روي توالي سـياه رنـگ جـاى دارد كـه ستبراي آن حدودا ٣٠متر است (شكل ٢). شش نمونـه از لايه‌هاي رسي كانسار تراب برداشت شده اسـت. جهـت بدست آوردن نتايج بهتر و داراي تمـايز بيـشتر در نتـايج رقومي، نظام برداشت نمونه‌ها به گونه‌اي طراحي شد كـه نمونه‌هاي برداشت شده داراي فواصلي مناسـب و مـنظم از يكـديگر بـوده و دربـر گيرنـده كليـه تغييـرات مهـم ليتولوژيك و ظاهري لايه‌ها باشند .نمونه‌هـا از كانالهـايي به ابعاد ١٠*٠,۵*٠,٢ متر، به موازات لايه‌بندي، با فواصل حدود ١٢متري از يكديگر و با روش جمـع كـردن و بـه ربع تقسيم كردن، در يك برش عمودي و از سطوح تازه تهيه شدند. نمونه‌ها در هاون آگات خرد شده‌اند. در ايـن نوشتار نمونه هاي (TR-1,TR-2,TR-3) كه از توالي قرمـز رنگ برداشت شده است، به نام نمونه‌هـاي تـوالي قرمـز (UR) و نمونه‌هاي (TB-1,TB-2) كه از توالي سـياه رنـگ برداشت شده‌اند به نام نمونه‌هاي توالي سياه رنـگ (LB)، ناميـده شـده‌انـد. نمونـه TB-2 از چاهـك كـف معـدن برداشت شده است.

كليه نمونه‌ها در بخش شيمي دانشگاه ايالتي فلوريـدا (ايالات متحده) مورد آزمايشات XRD (كمـي) ، XRF و ICPMS قرار گرفتنـد. مطالعــات كاني‌شناسـي بوسيلــه

شكل ۲- نماي كلي لايه‌هاي كانسار تراب

دستگاه متصل به رايانه Phillips powder X_ray diffractometer(PW 3710) داراي شكاف خودكار با عملكرد 45kV/35Ma و با استفاده از فيلتر نيكل و تشعشع CuKα مورد آزمايش كاني شناسي قرار گرفت. از هركدام از نمونه‌هاي خاك نمونه‌هاي خالص، اشباع از اتيلن گليكول و حرارتي تهيه و آزمايش شد تا نتايج بدست آمده دقت كافي داشته باشد. تشخيص كاني‌هاي رسي بوسيله بسته نرم‌افزاري مقايسه‌اي JCODS انجام گرفت (JCPDS,1995). كاني‌شناسي كمي به روش فابري و همكاران (Fabberi et al., 1995) و بوسيله رايانه صورت گرفت. آناليز شيميايي بوسيله دستگاه Philips PW 1400 XRF با تيوب Rh در 30kV/60mA انجام پذيرفت. آناليزهاي ICPMS با روش USEPA-3052 و با دستگاه Perkin-Elmer ELENA6000 انجام شد. براي مطالعات خصوصيات فيزيكي نمونه‌ها، كليه نمونه‌ها در آزمايشگاه مكانيك خاك شركت كنكاوان جنوب با روش كاساگراند مورد آزمايشات استاندارد حدود آتربرگ قرار گرفتند.

كاني شناسي كانسار تراب

بر پايه نتايج بدست آمده از آزمايش XRD كمي (جدول۱)، فازهاي كانيايي اصلي در توالي قرمز رنگ به ترتيب كاهش مقدار عبارتند از: كوارتز، ايليت و كائولينيت. فازهاي كانيايي اصلي در توالي سياه رنگ نيز به ترتيب كاهش مقدار عبارتند از : كائولينيت، كوارتز و ايليت. اين تركيب به تركيب كلي كانسارهاي رسي

جدول ۱- نتايج بدست آمده از آزمايشات **XRD** كمي نمونه‌هاي معدن تراب

نام نمونه	Illite%	Kaolinite%	Quartz%	Albite%	Gypsum%	Natroalonite%	Goethite%	Paragonite%
TR-1	30	17	35	3	4	4	3	2
TR-2	31	19	39	3	3	2	2	0
TR-3	32	20	40	2	1	0	2	2
BT-1	18	56	19	2	2	1	1	0
BT-2	22	50	21	2	0	0	0	0

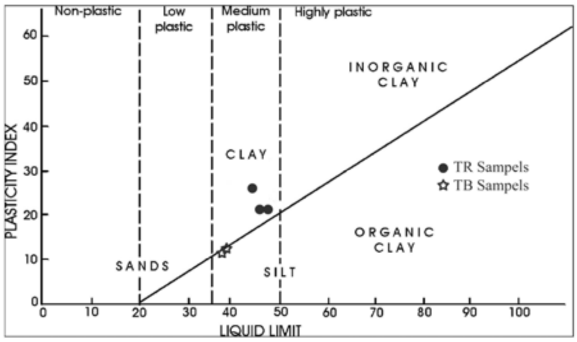
جدول ۲- نتايج بدست آمده از آزمايشات حدود آتربرگ

sample	Liquid limite (LL)	Plastic limit (PL)	Plasticity index (PI)
TR1	47.2	26.7	20.5
TR2	45.5	26.2	19.3
TR3	47.8	28.7	19.1
TB1	45.3	27.2	18.3
TB2	44.1	29.1	16

پرموترياس بسيار شبيه است. در كانسارهاي پرموترياس فاز هاي اصلي ايليت، پيروفيليت، كائولينيت، كوارتز و به مقدار كمتر اسمكتيت، كلريت و رس هاي مخلوط لايه است(Zhang, 1993; Yin, 1996) . تركيب كاني شناسي نمونه‌هاي منطقه مورد مطالعه تشابه بسياري با تركيب كانيايي كانسارهاي رسي محدوده آباده دارد (نصرا..زاده، ۱۳۸۳).

در بررسي‌هاي صحرايي، در ميان لايه‌هاي رسي، رگه‌هاي ثانويه‌اي از كوارتز مشاهده مي‌شود كه بطور پراكنده لايه‌هاي رسي را قطع مي‌نمايد. يكي از دلايل بالا بودن مقدار كوارتز در نمونه‌ها، وجود اين رگه‌هاي ثانويه است. رگه‌هاي كوارتز ثانويه در توالي قرمز رنگ تراكم بيشتري دارد. فازهاي فرعي مشاهده شده در نمونه‌ها عبارتند از : آلبيت، ژيپس، ناتروآلونيت، گوتايت و پاراگونيت. كليه فازهاي فرعي از بالا به پائين، سير نزولي واضحي را در مقدار نشان مي‌دهند. با توجه به اينكه اين كاني‌ها بيشتر به صورت ثانويه در درز و شكاف‌ها ديده مي‌شوند و مقدار اين كاني‌هاي ثانويه با افزايش ژرفا كاهش مي‌يابند و همچنين با افزايش ژرفا تركيب كانيايي رسوبات و در نتيجه خصوصيات فيزيكي آنها تغيير مي‌نمايد، احتمالا افزايش ژرفا و تغييرات خصوصيات فيزيكي خاك، فاكتورهاي كنترل كننده مقدار اين كاني‌ها در رسوبات هستند. با توجه به نتايج بدست آمده از آزمايش حدود آتربرگ مشخص است كه حد خميري نمونه‌هاي برداشت شده از توالي سياه رنگ بيشتر از نمونه‌هاي برداشت شده از توالي قرمز رنگ است و احتمالا همين عامل باعث شده كه گسترش درز و شكاف و در نتيجه نفوذ سيالات سازنده كاني‌هاي ثانويه در توالي سياه رنگ كمتر شود.

در نمودار كارپذيري باين و همكاران (Bine & Highley, 1978) نمونه هاي مورد مطالعه را در محدوده رس هاي غير ارگانيك نشان مي‌دهد (شكل ۳). در تقسيمات رس‌هاي غير ارگانيك نيز نمونه‌ها در محدوده پلاستيسيته متوسط قرار گرفته اند كه احتمالا بدليل فراواني كاني هاي كوارتز، كائولينيت و ايليت است. اين حد پلاستيسيته با توجه به نبود كاني هاي رسي با پلاستيسيته بالا، مانند كاني هاي گروه اسمكتيت قابل پيش بيني بود (كريمي و همكاران، ۱۳۸۵). نزديك بودن نمونه‌هاي توالي سياه رنگ به مرز رس هاي ارگانيك احتمالا به دليل ريز دانه بودن و جدا از هم قرار گرفتن ذرات كاني كائولينيت است. ريز دانه بودن و جدا از هم بودن ذرات كائولينيت از خصوصيات كائولينيت ثانويه



شكل ۳- موقعيت نمونه هاي كانسار تراب در نمودار تعيين پلاستيسيته خاك هاي رس **(Bain and Highley,1978)**

ترادیسي است (بلور ها از حالت كتابچه‌اي Booklet خارج شده‌اند) (Murray, 2007).

نتيجه مهمتر اينكه با توجه به تركيب كانيايي و همچنين كاربرد فعلي اين خاك در سراميك سازي، خاك اين كانسار را به علت پلاستيسيته متوسط، نمي‌توان رس توپي (Ball Clay) يا رس چخماقي (Flinte clay) ناميد . خاك لايه‌هاي قرمز رنگ به علت منشا رسوبي، غالب بودن مقدار ايليت در نمونه ها، پلاستيسيته متوسط و كاربردي كه در سراميك سازي دارد از نوع رس معمولي (Common Clay) است (Bergaya, 2006; Murray, 2007) و خاك رس توالي سياه رنگ به علت منشا رسوبي، مقدار بالاي كائولينيت، پلاستيسيته متوسط و مقاومت حرارتي بالا، از نوع رس آتشخوار (Fire Clay) مي‌باشد (Grim, 1962). همچنين به علت درصد بالاي كائولينيت، درجازا بودن، مقدار كم آهن و عناصر قليايي و قليليي خاكي، مي‌توان اين خاك را نسوز رسي (Refractory Clay) نيز ناميد. خاك توالي سياه رنگ را عليرغم اينكه در فرآيند آتشخواري سفيد مي‌پزد اما چون منشا هيدروترمال ندارد نمي‌توان گل چيني (China Clay) ناميد (Bergaya, 2006; Murray, 2007).

با توجه به اينكه سن لايه هاي رسي مربوط به دوران پرمين است، خاك اين لايه ها در رديف خاك هاي ديرينه (paleosol) قرار مي‌گيرد (Nettleton et al., 2000). اين خاك‌ها پس از نهشته شدن در اثر فرآيند سنگ شدگي دفني دچار تغييرات كانيايي خاصي مي‌شوند كه مهمترين آن تشكيل كاني ايليت است. كاني كائولينيت و كوارتز و همچنين مقدار كم فلدسپار موجود در تركيب خاك نيز شاهدي براي فرآيند دياژنز تا مرز دگرگوني درجه پائين است (Zhang, 1993; Dudek and Srodon, 2003; Bergaya, 2006). در نتيجه چون اين رسوبات پس از نهشته شدن دچار تغييرات دياژنتيك شده‌اند، مي‌توان اين رسوبات رسي را از نوع ترادیسي (Transform) در نظر گرفت. به احتمال قوي افزايش ناگهاني كائولينيت در توالي هاي سياه رنگ، نسبت به توالي‌هاي قرمز رنگ، تاثير آبشويي يك سطح ايستابي بر روي كاني ايليت و تبديل آن به كائولينيت در طي واكنش هيدروليز است. اين استنباط دو دليل عمده دارد: ۱-معكوس بودن توالي كاني‌هاي رسي (يعني قرار گرفتن لايه‌هاي كائولينيتي در زير لايه‌هاي ايليتي) ۲-تغيير ناگهاني تركيب كاني‌هاي رسي از توالي قرمز رنگ به توالي سياه رنگ با مرز واضح. با توجه به اين فرضيه مي‌توان نتيجه گرفت درصد كاني كائولينيت گزارش شده در سه نمونه توالي قرمز رنگ به مقدار كائولينيت ثانويه (كائولينيت حمل شده به حوضه) نزديك‌تر است و با توجه به تفاضل ميانگين مقدار كائولينيت در توالي هاي قرمز و سياه مي‌توان نتيجه گرفت كه تقريبا ۳۳% از تركيب كاني‌هاي نمونه‌هاي توالي سياه رنگ از نوع كائولينيت درجازا است (Bergaya, 2006). نتيجه مهم‌تر اينكه در مطالعات ژنز كانسار و تعيين حوضه رسوبي، نتايج بدست آمده از آناليز هاي نمونه‌هاي توالي قرمز رنگ قابل اطمينان‌تر هستند چون همانگونه كه ذكر شد توالي سياه رنگ دستخوش تغييرات ثانويه بيشتري شده است.

بالا بودن مقدار ايليت، كائولينيت و كوارتز شاهدي براي فلسيك بودن تركيب سنگ مادر است (Cullers &

جدول ۳ - نتايج آزمايشات **XRF** نمونه‌هاي کانسار تراب. **CIA=[Al_2O_3/Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O]** و **CIW=[Al_2O_3/Al_2O_3+CaO+Na_2O]**

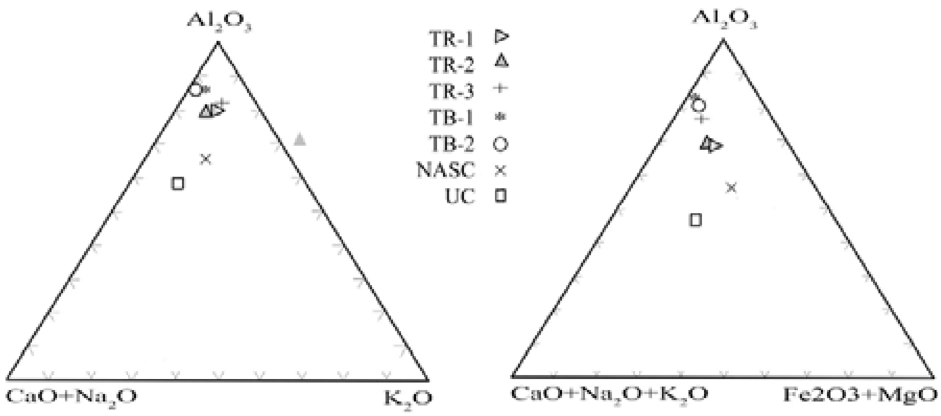
	SiO_2 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	P2O5 %	SO_3 %	L.O.I %	Cl ppm	Ba ppm	Ce ppm	Co ppm	Th ppm	U ppm	Cr ppm
TR-1	53.03	23.83	1.02	4.46	0.006	0.21	1.27	1.02	2.53	0.07	3.5	7.5	1620	371	115	8	15	3	106
TR-2	55.71	23.6	1.25	4.21	0.012	0.41	1.1	1.11	2.92	0.091	1.5	6.4	2200	385	130	33	9	2	126
TR-3	53.2	24.7	1.19	2.13	0.02	0.3	0.78	1.02	3.01	0.07	0.33	11.71	472	215	145	11	16	3	86
TB-1	57.66	25.5	2.5	0.54	0.12	0.11	1.42	049	1.07	0.11	0.7	8.3	459	336	104	17	17	4	93
TB-2	57.7	25.1	1.32	1.12	0.91	0.18	1.24	0.31	0.93	0.99	0.02	8.09	403	345	116	20	14	3	90
NASC	64.8	16.9	0.7	5.65	0.06	2.86	3.63	1.14	3.97	0.13	----	----	----	636	----	25.7	12.3	2.6	125
UC	66	15.2	0.5	5	0.08	2.2	4.2	3.9	3.4	----	----	----	----	550	----	10	10.7	2.8	35
	Mo Ppm	Cu ppm	Nb ppm	Ni ppm	Pb ppm	Rb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zr ppm	Zn ppm	CIW	CIA	K/Rb	Th/U	K2O/ Na2O	TiO2/ZR *100	SiO2/ Al2O3
TR-1	1	10	23	43	39	116	218	132	6	30	161	43	86.5	79.3	93	5	1.01	0.63	2.22
TR-2	1	105	19	39	17	75	166	156	18	21	143	57	88	79.3	130	4.5	1.38	0.87	2.36
TR-3	1	12	27	19	28	91	103	113	29	30	197	70	91.4	82.3	87	5.3	1.98	0.60	2.15
TB-1	1	5	23	22	23	62	320	125	15	26	188	41	89.1	85.9	96	4.25	0.64	0.13	2.26
TB-2	1	52	21	27	25	80	207	130	17	23	195	60	89.1	86.2	112	4.6	0.51	0.67	2.29
NASC	----	----	13	58	----	124	142	130	----	35	200	----	77.9	65.9	----	4.7	3.48	0.35	3.83
UC	----	25	25	20	----	112	350	60	----	22	190	71	65.2	56.9	----	3.8	0.87	0.26	4.34

Graf, 1983). فاز فرعي آلبيت نيز به احتمال قوي از باقي مانده‌هاي سنگ مادر است. حضور آلبيت شاهد ديگري براي سنگ مادر فلسيك رسوبات است (Wilson, 2004). مقدار بيشتر کاني گوتيت در نمونه‌هاي تهيه شده از توالي قرمز رنگ توجيه کننده رنگ قرمز اين توالي است. همانگونه که مشاهده شد مقدار دو کاني مزاحم در صنعت ژيپس و ناتروآلونيت در نمونه‌هاي قرمز رنگ زياد است و اين موضوع استفاده از اين خاك‌ها را در صنعت با مشکل مواجه مي‌سازد (Dondi et al., 2001). کاني ناتروآلونيت معمولا در اثر تاثير آبهاي زير زميني سولفاته بر روي کاني‌هاي سديم دار توليد مي‌شود (Goldbery, 1987). حضور پاراگونيت به عنوان نوعي مسکويت غني از سديم نيز نشانه ديگري از فعاليت بالاي سديم در محيط است(Zhang, 1993). عامل اصلي که باعث عدم حضور يا حضور کمتر کاني‌هاي ثانويه در توالي سياه رنگ شده است تاثير سطح ايستابي و تحولات برجاي رسوبات بوده است. پس در واقع تاثير سطح ايستابي را مي‌توان به عنوان عامل کانسارزا در منطقه دانست.

زمين‌شيمي عناصر اصلي ، فرعي و نادر خاکي و منشا کانسار تراب

نتايج بدست آمده از آزمايش XRF کليه نمونه هاي کانسار تراب در جدول۳ آورده شده است. در اين جدول از ترکيب شيل آمريکاي شمالي NASC (Geromet et al., 1984) و ترکيب متوسط پوسته بالايي UC (Taylor et al., 1985) به عنوان ترکيب ميانگين رسوبات ، براي مقايسه استفاده شده است. پائين بودن ميزان MnO مي‌تواند نشان‌دهنده نبود شرايط شديد اکسيداسيون و PH پائين در محيط رسوبگذاري باشد (Maynard, 1983) (در محيط هاي اسيدي Mn در طي کائولينيزاسيون شسته مي‌شود (Nyakairu et al.,2001)). کم بودن ترکيبات آهن در نمونه ها نشان‌دهنده شرايط Eh پائين محيط رسوبگذاري است (Health. 1974). در لايه‌هايي که نمونه TR-3 از آنها تهيه شده، لايه‌هاي تيره رنگي وجود دارد که با توجه به رنگ و مقدار L.O.I، احتمالا تجمع مواد آلي است. حضور مواد آلي مي‌تواند نشان‌دهنده شرايط Eh پائين در زمان تشکيل باشد (Maynard,1983) .

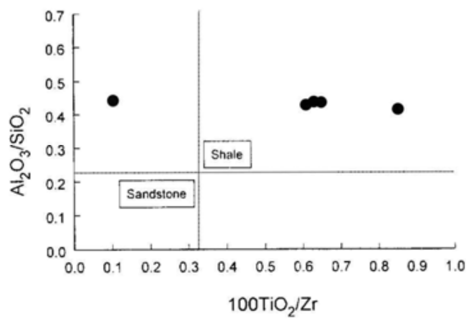
مطالعاتي که در ارتباط با هوازدگي صورت گرفته نشان مي‌دهد که ارتباط مستقيمي بين تهي‌شدگي در



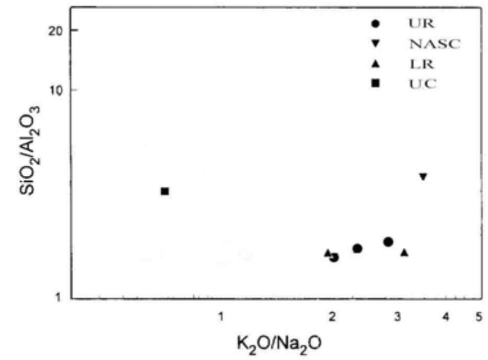
شکل ۴- نمودارهاي مثلثي پيشنهادي **Nesbitt et al (1996)** براي مقايسه ميزان هوازدگي نمونه‌هاي کانسار مورد مطالعه با ترکيب شيل آمريکاي شمالي **NASC** بدست آمده بر اساس مطالعات **Geromet et al. (1984)** و متوسط پوسته بالايي **UC** بدست آمده بر اساس مطالعات**Taylor et al. (1985).**

مقدار عناصر Na , Ca , Sr رسوبات و درجـه هـوازدگي رسوبات وجود دارد. در اين مطالعه، بـراي تعيـين ميـزان هوازدگي و دگرساني رسوبات از رابطـه ايـن عناصـر بـا ميزان هوازدگي با روش تعيين ضريب شاخص شـيميايي دگرسـاني CIA (Nesbitt & Young, 1982) و شـاخص شيميايي هوازدگي CIW (Harnoise,1988) استفاده شده است. روش محاسبه در جدول ۳ آمده است. بـر اسـاس نتايج بدسـت آمـده کليـه نمونـه‌هـا، شـاخص شـيميايي هوازدگي و شاخص شيميايي دگرساني بالايي را از خود نشان مي‌دهند . بالا بودن شاخص‌هاي CIA و CIW نشان دهنده هوازدگي شديد در منشا است. مقدار CIA بين ۷۰ تا۸۰ نشان‌دهنده شيل‌ها ترکيب متوسط است. نمونه‌هاي توالي قرمز رنگ در اين محدوده جاي مي‌گيرند . مقـدار CIA بالاتر از ۸۵ نشاندهنده رس هـاي بازمانـدي اسـت (Tailor & McLennan.,1993) . نمونه هـاي تـوالي سـياه رنگ در اين محدوده جـاي مـي گيرنـد . جـاي داشـتن نمونه هاي توالي سياه رنگ در اين محـدوده، مـي توانـد شاهدي بر تحولات برجاي اين لايـه هـا و تـاثير سـطح ايستابي باشد. بالا بودن ضـرايب CIA و CIW مـي‌توانـد نشان‌دهنده سنگ منشا فلسيك و يا چرخـه‌هـاي بازيـابي رسوبات باشد (Nesbitt et al.,1980). براي بررسي بيـشتر ميزان هوازدگي، از نمودارهاي مثلثي پيشنهادي (Nesbitt et al,1996) استفاده شده است که نتايج آن در نمودارهاي شکل ۴ نشان داده شده است.

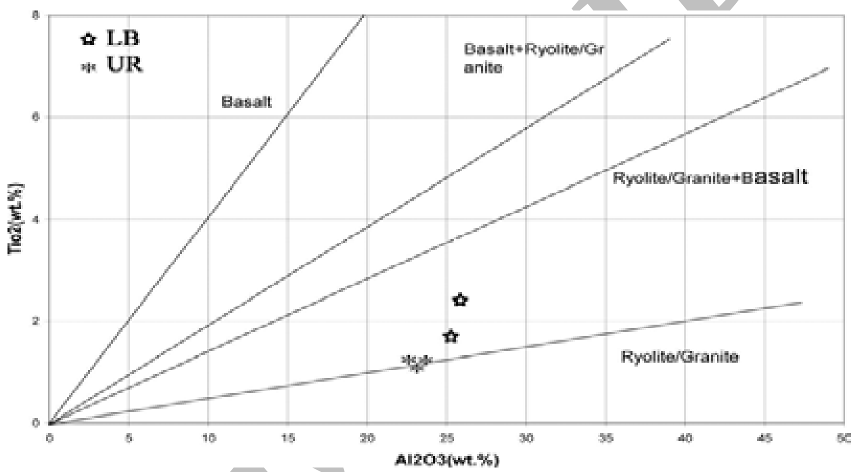
در نمودارها، تهي‌شدگي نمونه ها از عناصر قليـايي و قليايي خاکي، کاملا مشخص است. اين تهي‌شدگي نشانه هوازدگي بالاتر نمونه هاي کانسار تراب نسبت به NASC و UC است (Wronkeiewicz & Condile,1987). هوازدگي و دگرساني بيشتر و همچنين تهي‌شدگي بيشتر از عناصـر قليايي و قليايي خاکي در نمونه هاي تـوالي سـياه رنـگ مشخص است. حـضور آلبيـت و CaO در نمونـه‌هـا (در حدود ۱/۲) معمولا نشان‌دهنده عدم بلوغ کامل رسـوبات است اما حضور اين کاني مي‌تواند به علت چند منـشاي بودن رسوبات نيز باشد (Nesbitt et al., 1996) که با توجه به بالا بودن شاخص‌هاي هوازدگي در نمونه‌هـا، احتمـال دوم صحيح تر به نظر مى‌رسد. وجـود استرانـسيم نـسبتا بالاي در نمونه‌ها ، هوازدگي بالاتر از متوسط نمونه‌ها را نشان مي‌دهد (Wronkiewicz, Condie, 1987). نمونه‌هـاي توالي قرمز رنگ نسبت متوسطي از K_2O/Na_2O را نـشان مي‌دهند که بيانگر بلـوغ متوسـط ايـن رسـوبات اسـت (Zhang et al.,1993). بـالا بـودن نـسبت TiO_2/Zr در نمونـه‌هـا (جدول ۲) نشان‌دهنده بالا بـودن هوازدگـي



شکل ۵- نمودار نسبت **TiO_2/Zr** نمونه هاي کانسار تراب براي تخمين ميزان هوازدگي بر اساس مطالعات **Garcia et al. (1994)**.



شکل ۶- نمودار نسبت عناصر اصلي و فرعي نمونه هاي کانسار تراب با متوسط شيل آمريکاي شمالي **NASC** و متوسط پوسته بالايي **UC**

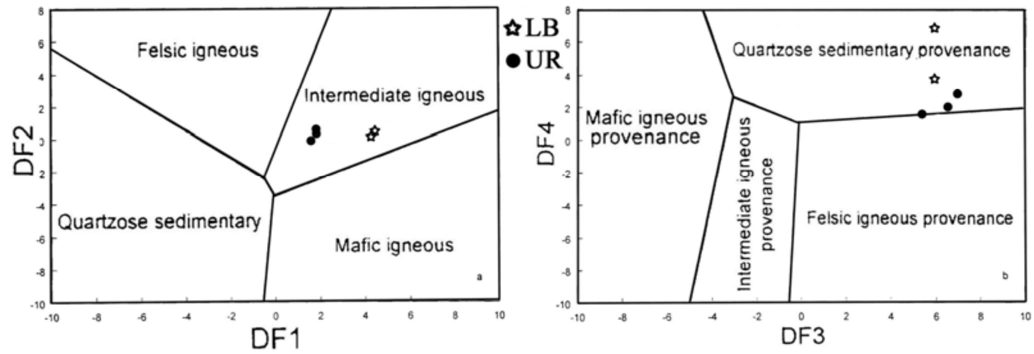


شکل ۷ - موقعيت نمونه‌هاي کانسار تراب در نمودار پيشنهادي **Ekosse (2001)** براي تعيين سنگ مادر رسوبات.

رسوبات کانسار تراب است (شکل ۵) (Garcia et al., 1994). نسبت K2O/Na2O در نمونه‌ها بسيار به شيل NASC نزديك است. با وجود اينکه به علت هوازدگي بيشتر نمونه‌ها نسبت به شيل NASC انتظار مي‌رود که اين نسبت بيشتر باشد، اين احتمال وجود دارد که اين عدم تناسب به علت کاني‌هاي ثانويه حاوي سديم موجود در نمونه‌هاي تراب باشد (شکل ۶). اين نمودار شاخص مناسبي براي نشان‌دادن ميزان هوازدگي با نسبت‌هاي عناصر فرعي و اصلي است.

بر اساس نمودار نسبت TiO_2 به Al_2O_3 (شکل ۷) که توسط اکوس (Eekosse,2001) ارائه شده، سنگ منشا کانسار در محدوده سنگ مادر گرانيتي يا ريوليتي به همراه منشا فرعي بازالت قرار دارد. با توجه به اينکه نمونه هاي توالي قرمز رنگ نسبت به نمونه‌هاي توالي سياه رنگ، به ترکيب اصلي سنگ مادر نزديك‌تر است و اين نمونه‌ها در نمودا اکوس بر روي مرز گرانيت و ريوليت واقع شده‌اند در نتيجه احتمال مي‌رود که ترکيب احتمالي سنگ مادر به گرانيت و ريوليت نزديکتر باشد.

در نمودار تعيين سنگ منشا (Roser & Korsch, 1988)، سنگ منشا رسوبات کانسار تراب در محدوده آذرين‌هاي حدواسط و حوضه رسوبات کوارتزدار واقع شده است (شکل ۸). اين موضوع نشان مي‌دهد که سنگ منشا



شكل ۸- موقعيت نمونه‌هاي كانسار تراب در نمودار تعيين سنگ منشا با استفاده از نسبتهاي عناصر اصلي

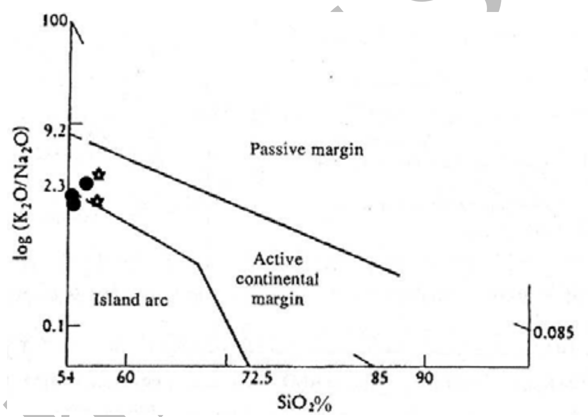
(Roser & Korsch, 1988) .

$DF1=-1.773TiO_2+0.607Al_2O_3+0.76Fe_2O_3-1.5MgO+0.616CaO+.509Na_2O-1.224K_2O-9.09$

$DF2=0.445TiO_2+0.07Ai_2O_3-0.25Fe_2O_3-1.142MgO+0.438CaO+1.475Na_2O+1.426K_2O-6.861$

$DF3=[30.638TiO_2-12.541Fe_2O_3+7.32MgO+12.031Na_2O+35.402K_2O]/Al_2O_3-6.382$

$DF4=[56.5TiO_2-10.879Fe_2O_3+30.875MgO-5.404Na_2O+11.112K_2O]/Al_2O_3-3.89$

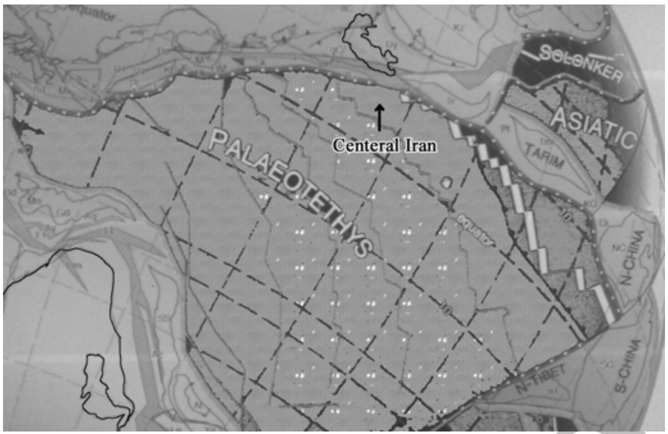


شكل ۹: نمودار تعيين جايگاه زمين شناسي رسوبات ديرينه پيشنهادي رزر و كروشر **(Roser & korsch, 1986)**

رسوبات يا تركيبي حد واسط داشته و يا مخلوطي از فلسيك و مقدار كمي تركيبات مافيك است. با توجه به تمايل نمونه‌هاي قرمز رنگ به سمت تركيب فلسيك نسبت به نمونه‌هاي سياه رنگ مي‌توان نتيجه گرفت كه تركيب سنگ منشا در مقايسه با تركيب مافيك نسبت به تركيب فلسيك تمايل بيشتري از خود نشان مي‌دهد.

با توجه به مطالعات Zawada (1988) و (1965) Campbell & Williams مي‌توان محيط رسوبگذاري را از نسبت K/Rb تشخيص داد. بر اين اساس چون نسبت اين مقادير در نمونه‌هاي كانسار تراب همگي كمتر از ۱۶۵ است، محيط رسوبگذاري دريايي براي اين رسوبات پيشنهاد مي‌گردد.

برپايه نمودار تعيين جايگاه زمين شناسي رسوبات ديرينه Roser & korsch (1986) (شكل ۹) نمونه هاي كانسار تراب در محدوده حاشيه فعال قاره‌اي واقع شده است. موقعيت زمين ساختي رسوبات كانسار تراب برپايه نمودار پيشنهادي رزر و كروشر با نظر Stampfli & Borel (2002) كه موقعيت اين منطقه را در پرمين (آرتينسكين) به عنوان حاشيه فرورونده در مرز پالئوتتيس و اوراسيا معرفي كرده همخواني دارد. بسياري از كانسارهاي رسي



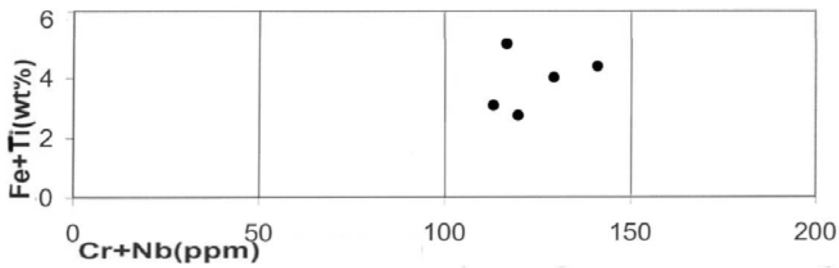
شكل ۱۰- نقشه زمين ساخت در پرمين (آرتينسكين ،۲۸۰ميليون سال پيش) **(Stampfli& Borel 2004)**

شناخته شده مربوط بـه پرموترياس را مـي‌تـوان بـه ايـن حاشيه فرورونده نسبت داد كه فعاليت آن تا اوخر ترياس ادامه داشته است (شكل ۱۰) (Stampfli& Borel 2004) .

عناصر Th, Y, Nb , Zr وU در نمونه‌هاي كانسار تراب غني‌شدگي از خود نشان مي‌دهند. اين عناصر به كاني‌هـاي سنگين وابستگي دارند. يكي از دلايل تهي‌شدگي نمونه‌هـا از عناصـر نـادر خـاكي كـه در ادامـه در مـورد آن بحـث مي‌شود به احتمال زيـاد بـه علـت همـين تهـي‌شـدگي از كاني‌هاي سنگين است. كاني‌هاي در بر گيرنده اين عناصر، بيشتر در سنگ‌هاي فلسيك وجود دارد كه شـاهدي بـراي سـنگ مـادر فلـسيك رسـوبات اسـت (Feng & Kerrich, 1990) . نـسبت Th/U در رسـوبات از نـسبت موجـود در پوسته زمين كه ۳,۵ تا ۴ است، بيشتر است (جدول ۲) و مـي‌توانـد نـشان‌دهنـده هـوازدگي در رسـوبات باشـد (McLennen et al.,1993). مقادير نـسبتا بـالاي Cu وCo را مي‌توان وابسته به سنگ منشا ثانويه بازالتي كـه در نمـودار اكوس به آن اشاره شد، تفسير نمود. مقدار نسبتا بالاي Cr وU در نمونه‌ها نيز نشان دهنده شرايط Eh پائين در محيط رسوبگذاري است (Maynard, 1983). در نمونه‌هـا مقـدار Rb و Sr هر دو پائين‌تر از متوسط پوسته است. با توجه به اينكه Sr در پلاژيو كلازهاي كلسيك و Ba در فلدسپارهاي پتاسيك تجمع مي‌يابد و با توجه به مقدار عـددي ايـن دو عنصر مي‌توان نتيجه گرفت كه نسبت فلدسپارهاي كلسيك به پتاسيك در سنگ منشا پائين تر بوده است. اين موضوع شـاهد ديگـري بـر منـشا فلـسيك رسـوبات اسـت (Bergaya, 2007).

براسـاس نظـر ديـل و همكـاران (Dill et al,. 1997) مي‌توان از نـسبت Fe+Ti/Cr+Nb بـراي تـشخيص ذخـاير رسي نوع سوپرژن از هيپـوژن اسـتفاده كـرد (شـكل ۱۱). تمركـز عناصـر Nb ، Cr ، Ti و Fe در ذخـاير رسـي نـوع سوپرژن بيشتر از ذخاير رسي نوع هايپوژن است. بالا بودن اين چهار عنصر با شدت فرآيندهاي سوپرژن و در واقع با هوازدگي، رابطه مستقيم دارد. مجموع دو عنصرNb و Cr در ذخـاير نـوع هـايپوژن معمـلا كمتـر از ۱۰۰ppm و در ذخاير نوع سوپرژن بـالاتر از ۱۰۰ppm اسـت و همچنـين مجموعه دو عنصر Ti و Fe در ذخاير نوع هايپوژن معمـلا كمتر از ۱ppm و در ذخاير نـوع سـوپرژن بـالاتر از ۱ppm است. با توجه به اين نمودار كانسار تراب از نوع سـوپرژن است.

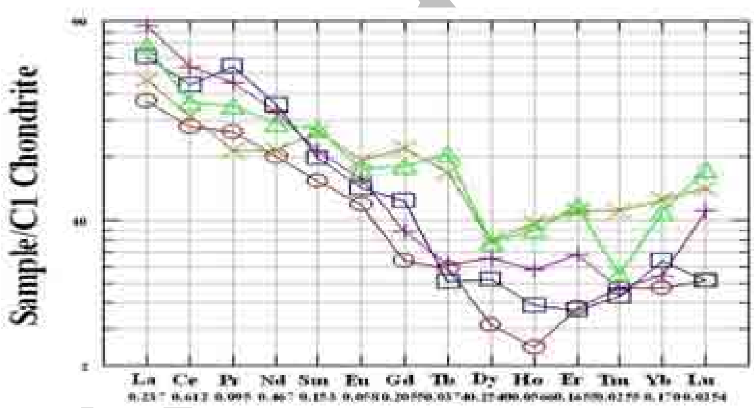
رس‌ها با تغيير اندكي، خصوصيات محتواي REE را از



شكل ۱۱- موقعيت نمونه‌هاي كانسار تراب در نمودار نسبت **Fe+Ti (wt%)/Ni+Nb(ppm)** به روش **Dill et,al**

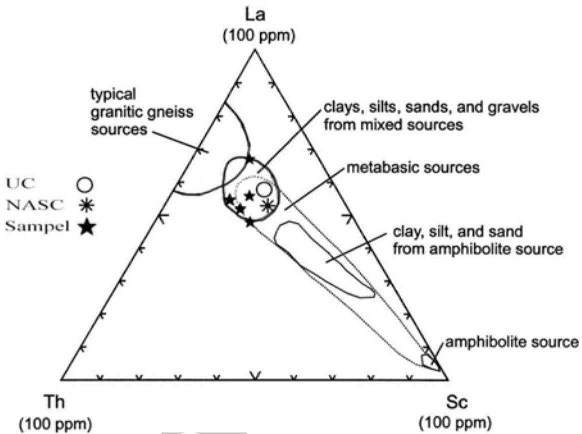
جدول ۴- نتايج آزمايشات **ICP-ms** نمونه‌هاي كانسار تراب .

شماره نمونه	Ce	Dy	Er	Eu	Gd	Ho	La	Lu	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Yb	Sc	(Gd/Yb)CN	Eu/Eu*	(La/Yb)CN
TR-1	17.0	0.8	0.63	0.68	1.32	0.14	17.1	0.13	9.32	2.51	2.33	0.22	0.12	0.81	10.5	4.89	0.54	7.36
TR-2	27.1	1.32	0.61	0.82	2.51	0.22	17.3	0.13	16.6	5.16	3.04	0.19	0.11	1.09	7.38	1.86	0.42	8.86
TR-3	33.2	1.66	1.13	0.91	1.82	0.33	36	0.91	15.2	4.30	3.24	0.23	0.12	0.92	8.7	1.60	0.52	14.87
TB-1	19.2	2.01	1.82	1.12	4.52	0.55	25	0.36	10.0	2.04	4.06	0.63	0.28	1.13	16	1.72	0.39	8.5
TB-2	22.3	1.98	1.93	1.02	3.71	0.51	30.3	0.44	13.5	3.33	4.15	0.77	0.18	1.14	14	1.63	0.38	7.91
NASC	76.2	12.2	12.2	14.2	16.9	12.2	87.1	12.5	46.4	57.6	24.6	14.6	14.0	12.5	8.64	1.35	0.69	6.97
UC	66.8	9.19	9.24	10.1	12.4	9.40	81.7	8.40	36.5	51.8	19.4	11.0	9.25	8.87	11	1.40	0.65	9.21



شكل ۱۲- نمودار نرمالايز شده عناصر نادر خاكي در كانسار تراب.

سنگ منشا خود به ارث مي‌برند. در ايـن زمينـه مطالعـات بسياري صورت گرفته است (Cullers et al., 1979; Morey & Setterholm, 1997). بايد توجه داشت كه گـاهي انـرژي عامـل حمـل كننـده باعـث تغييراتـي در محتـواي REE نهشته‌ها از سنگ مادر مي‌شوند. براي نمونه جدايش ثقلـي زيركون و ساير كاني‌هاي سنگين كه از عامل حمل كننـده اصـلي هـستند، مـي‌توانـد باعـث ايـن تفاوتهـا شـود (Belousova, 2002). همانگونه كه در مطالعات كاني‌شناسي نيز مشاهده شد نمونه‌ها از كاني‌هاي سنگين تهي شده‌اند و همين عامل باعث كاهش مقدار عناصر نادر خاكي در كليه نمونه‌ها شده است. عامل ديگري كه در كاهش عناصر نادر خاكي موثر بوده، مقدار بالاي كوارتز در نمونـه‌هـا اسـت. نـسبت بـالاي (La/Yb)CN نـشان‌دهنـده غنـي شـدگي در عناصـر LREE اسـت (جـدول ۴). نمـودار بهنجـار شـده عناصر نادر خـاكي نمونـه‌هـاي كانـسار تـراب نـسبت بـه كندريت C1 نيز بخوبي اين غنـي‌شـدگي در عناصـر نـادر خاكي سبك را نشان مي‌دهد (شكل ۱۲). غنـي‌شـدگي در عناصر LREE از خصوصيات اصلـي سنگ هـــاي فلسيك



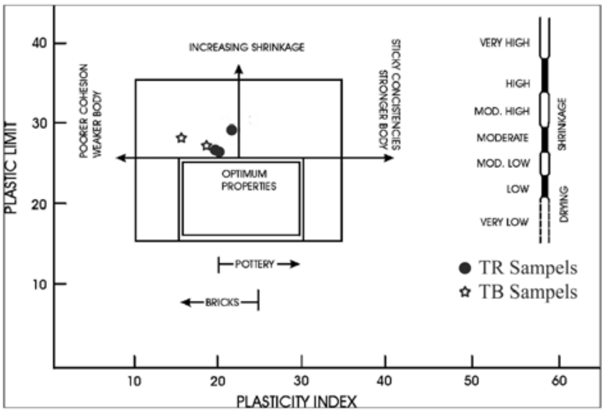
شكل ۱۳- نمودار تشخيص سنگ منشا نمونه هاي رسوبي **(Cullers,1994a,b)**

است. به همين دليل سنگ منشا اين رسوبات تركيب حدواسط متمايل به فلسيك داشته است (Munksgaad et al., 2003).

عنصر Eu غالبا در ساختار پلاژيوكلازها وجود دارد. كاهش آنومالي Eu به موازات كاهش مقدار Na_2O و Cao نشان‌دهنده افزايش هوازدگي پلاژيوكلازهاست (Awwiller,1994). با توجه به اينكه Eu در سنگ‌هاي فلسيك از خود تهي‌شدگي نشان مي‌دهد، آنومالي منفي مشاهده شده در نمونه‌ها مي‌تواند نشان‌دهنده منشا فلسيك نمونه‌ها باشد. بيشتر سنگ‌هاي سيليسي داراي نسبت بالايي از LREE/HREE هستند و آنومالي منفي Eu را نشان‌مي‌دهند(Cullers & Graft,1983). برپايه نمودار La-Sc-Th (شكل ۱۳) نمونه‌هاي كانسار تراب در محدوده سنگ منشاءهاي آذرين حد واسط و رسوبات تخريبي واقع شده‌اند (Cullers,1994).

مطالعه كاربردهاي صنعتي خاك رس كانسار تراب

براي تعيين كاربردهاي صنعتي خاك رس عوامل متعددي از جمله تركيب كاني‌شناسي، خصوصيات فيزيكي، اندازه ذرات رسي، شكل ذرات رسي، رنگ،



شكل ۱۴- موقعيت نمونه هاي كانسار تراب در نمودار كارپذيري كاساگراند **(Cassagrande,1948)**

درخشندگي،.... اهميت دارند (Murray, 2007). خاك رس توالي سياه رنگ كانسار تراب به علت مقدار كم عناصر مزاحم همچون سولفور و آهن نسبت به توالي قرمز رنگ براي استفاده‌هاي صنعتي مناسب‌تر است. در حال حاضر خاك اين دو توالي به صورت مخلوط در سراميك سازي بكار مي‌رود. در معادن مجاور خاك توالي قرمز رنگ خوراك كارخانه سيمان است. موقعيت نمونه‌هاي كانسار تراب در نمودار كارپذيري استاندارد كاساگراند (Cassagrande, 1948) (شكل ۱۴) مشخص شده است.

بر پايه نتايج حاصل از نمودار كاساگراند نمونه‌هاي كانسار تراب در محدوده مناسب براي كاربردهاي سفالگري و آجرسازي جاي دارد. رس‌هاي اين منطقه داراي انقباض خشك متوسط و پلاستيسيته متوسط هستند. اين خصوصيت رابطه معكوسي با فراواني كاني‌هاي كم پلاستيك و غيرپلاستيك مانند كوارتز دارند. البته با توجه به مطالعاتي كه با روش ASAQ (Adding Specific Amount of Quartz to clay soil samples) انجام گرفت (كريمي و همكاران، ۱۳۸۵) مشخص شد كه چون كوارتز موجود در نمونه‌ها از نوع كوارتز ثانويه است، در فرآيندهاي صنعتي به راحتي مي توان حجم زيادي از

كوارتز را با روش الك كردن از خاك جدا نمود. با كمتر شدن كوارتز در تركيب نمونه‌ها، نمونه‌ها در نمودار كاساگراند به محدوده تركيب بهينه خاك رس وارد مي‌شوند.

در مطالعات انجام شده براي يافتن كاربردهاي جديد خاك رس كانسار تراب، مشخص شد كه خاك اين كانسار از نظر مقدار عناصر سمي مانند As , Cd , Pb , Se , Te , Sb وTi در حد استانداردهاي دارويي است. در نتيجه احتمال استفاده از اين خاك در داروسازي وجود دارد كه البته نياز به مطالعات بيشتري دارد (مهجور و همكاران، ۱۳۸۵b).

نتيجه گيري

با توجه به مطالعات چينه‌شناسي، توالي‌هاي گسترده رسي شناخته شده در منطقه جنوب ابركوه، از نظر سني در محدوده پديده جهاني كانه‌زايي رس در پرموترياس است. تركيب كاني‌شناسي نمونه‌هاي رسي اين لايه‌ها با تركيب كانيايي كانسارهاي رسي شناخته شده در زمان پرموترياس همخواني دارد. در مطالعات تعيين شرايط ساختاري حوضه رسوبي برپايه نمودار پيشنهادي روزر و كروشر نيز مشخص شد كه نوع حوضه رسوبي تعيين شده كه حاشيه فعال قاره‌اي است، با شرايطي كه استامپفلي براي شرايط حاكم بر ايران مركزي در زمان آرتينسكين پيش‌بيني نموده همخواني دارد. استامپفلي معتقد است كه در زمان آرتينسكين، پالئوتتيس در حال فرو رانش به زير اوراسيا و ايران مركزي بوده و اين فرورانش باعث بالا آمدن تدريجي ايران مركزي و خارج شدن قسمت‌هاي بيشتري از آن شده است. اين فرآيند تا اواخر ترياس ادامه داشته. ماسه سنگ موجود بر روي رسوبات رسي شاهدي براي اين فرآيند بالا آمدگي است. بسياري از نهشته هاي پرموترياس در مرز همين فرورانش واقع شده اند. محدوده جنوب ابركوه در ۱۰كيلومتري شمال زون سنندج سيرجان واقع شده است. آشفتگي هاي ساختاري مربوط به تاثير گسل زاگرس در منطقه نمود مشخصي دارد.

از نتايج مطالعات كاني‌شناسي مشخص مي‌شود كه فازهاي اصلي در نمونه‌هاي كانسار شامل كوارتز، كائولينيت و ايليت و فاز هاي فرعي شامل ژيپس، آلبيت، ناتروآلونيت، گوتايت و پاراگونيت مي‌باشند. حداقل۲۰% كوارتز موجود در نمونه‌هاي توالي قرمز رنگ مربوط به رگه‌هاي ثانويه كوارتز موجود در اين لايه‌ها است. همچنين حد اقل۳۰% كائولينيت موجود در نمونه‌هاي توالي سياه رنگ از نوع برجازا مي‌باشد. از آنجا كه سن لايه‌هاي رسي كانسار مربوط به پرمين تشخيص داده شده و همچنين با توجه به تركيب كاني‌شناسي، رسوبات توالي رسي در رديف خاك هاي ديرينه Paleosol قرار مي‌گيرد. در كل رسوبات رسي تراب از نوع حمل شده و از نوع ترادیسي Transforme تشخيص داده شد. با توجه به نسبت Fe+Ti/Cr+Nb ، رسوبات كانسار تراب را مي‌توان در رديف ذخاير رسي نوع سوپرژن در نظر گرفت.

بالا بودن مقدار كاني هاي ايليت، كائولينيت و كوارتز و همچنين حضور باقي مانده‌هاي آلبيت در نمونه‌ها از شواهد كاني‌شناسي هستند كه وابستگي اين رسوبات به سنگ منشا فلسيك را نشان مي‌دهند. براساس نمودار پيشنهادي اكوس سنگ منشا نمونه‌ها را در محدوده گرانيت و ريوليت با مقدار كمي بازالت واقع مي‌شود. نمودارهاي پيشنهادي روسر و كروشر سنگ منشا نمونه‌ها ازنوع سنگ‌هاي آذرين با تركيب حدواسط متمايل به فلسيك و يا رسوبات كوارتز دار نشان داد. تهي‌شدگي در عناصر U, Th, Y, Nb, Zr و عناصر نادر خاكي شواهدي از تهي‌شدگي در كاني‌هاي سنگيني چون زيركون است كه

شاهدي براي فلسيك بودن سنگ منشا مي‌باشد. مقدار نسبتا بالاي Cu وCo نيز مي‌تواند نشانه سنگ منشا فرعي بازالتي باشد. غني‌شدگي نمونه‌ها در LREEها نسبت به HREEها و همچنين منفي بودن قابل توجه آنومالي Eu از ديگر شواهد فلسيك بودن سنگ منشا رسوبات است. در نمودار نسبت La-Sc-Th كه به پيشنهاد Cullers (1994a,b) رسم شده، نمونه‌ها در محدوده‌اي قرار مي‌گيرند كه سنگ منشا رسوبات را متابازيك نشان مي‌دهد. از كل نتايج بدست آمده به نظر مي‌رسد كه رسوبات تراب داراي منشا چندگانه بوده و يا حاصل چرخه‌هاي بازيابي رسوباتي با تركيب فلسيك است. اين موضوع نمود دارد كه تركيب غالب سنگ منشا رسوبات فلسيك بوده است. تركيب سنگ مادر فلسيك اين رسوبات را مي‌تواند شاهدي بر فعاليت‌هاي آذرين فلسيك گسترده در پيش از زمان پرمين درنظر گرفت.

مقدار نسبتا بالاي Cr وU و مواد آلي و كم بودن نسبت Fe را مي‌توان به شرايط Eh نسبتا پائين حوضه رسوبي نسبت داد. كم بودن مقدار Mn در نمونه‌ها نشان‌دهنده شرايط Ph پائين حوضه رسوبي است. بر اساس نسبت K/Rb است، محيط رسوبگزاري دريايي براي رسوبات رسي كانسار تراب پيشنهاد مي‌شود.

شاخص شيميايي آلتراسيون CIA ، شاخص شيميايي هوازدگي CIW و نمودار پيشنهادي نزبيت و همكاران نشان‌دهنده هوازدگي نسبتا شديد در نمونه‌ها هستند. شاخص شيميايي دگرساني، نمونه‌هاي توالي قرمز رنگ را در رديف شيل‌هاي معمولي و نمونه‌هاي توالي سياه رنگ را در رديف رس‌هاي بازماندي نشان مي‌دهد كه اين موضوع شاهدي بر تاثير آبشويي سطح آب زير زميني بر توالي سياه رنگ است. مشاهده مي‌شود كه كليه نمونه‌هاي رسي كانسار در عناصر قليايي و قليايي خاكي از خود تهي‌شدگي نشان مي‌دهند. همچنين كاهش نسبت Th/U در رسوبات نسبت به متوسط پوسته زمين نشان‌دهنده هوازدگي رسوبات است. بر اساس نمودارهاي نسبت عناصر اصلي و فرعي پيشنهادي Garcia et al (1994)، همه نمونه‌ها هوازدگي بالايي را از خود نشان مي‌دهند.

بر اساس مطالعاتي كه با روش‌هاي سنجش از دور انجام گرفته، مشخص شده كه در منطقه جنوب ابركوه پتانسيل بالايي از خاك رس موجود است . نمونه‌هاي خاك رس تراب داراي پلاستيسيته و انبساط خشك متوسط هستند. نتايج مطالعات كاربردي كانسار تراب نشان داد كه از نظر تقسيم‌بندي صنعتي خاك رس توالي قرمز رنگ از انواع خاك رس معمولي Common clay و خاك رس توالي سياه رنگ از انواع رس آتشخوار Fire Clay و رس نسوز Refractory Clay است. خاك رس كانسار تراب مخصوصا توالي سياه رنگ از نظر كاني‌ها و عناصر مزاحم در صنعت در سطح قابل قبولي قرار دارد. فرآيندهاي برجا عامل بهبود كيفيت صنعتي خاك رس توالي‌هاي سياه رنگ بوده است. بر اساس نمودار كارپذيري كاساگراند نمونه‌هاي كانسار تراب در محدوده خاك‌هاي مناسب براي سفالگري و آجرپزي قرار دارد. مطالعات قبلي نشان داده است كه در فرآيندهاي صنعتي به راحتي مي‌توان ذرات كوارتز را تا حد زيادي با الك كردن از تركيب خاك جدا نمود و به اين وسيله كيفيت خاك را بهبود بخشيد. همچنين مطالعات قبلي نشان مي‌دهد كه خاك رس اين كانسار قابليت استفاده در داروسازي را نيز دارد.

منابع

١ _مهجــور، ا. س.، كريمــي، م.، رســتگارلاري، ع. (١٣٨٦ a) مطالعات كاني شناختي، زمين شـيميايي و زايـش احتمـالي كانسار رسي تراب، جنوب ابركـوه. پايـان‌نامـه كارشناسـي ارشد دانشگاه آزاد اسلامي شيراز، ١٣٦ص.

٢ _ كريمي، م.، مهجور، رستگارلاري، ع. (١٣٨٦ b)، اسـتفاده كـاربردي از سيـستم هــاي سـنجش از دور و اطلاعــات جغرافيايي، در پي‌جويي كانسار خاك رس تـراب (جنـوب ابركوه). مجموعـه مقـالات اولـين همـايش زمـين شناسـي كاربردي ايران. دانشگاه آزاد اسلامي مشهد. ص ٢١٠-٢١٥.

٣ _كريمــي، م.، مهجــور، ا. س.، لياقــت، س. (١٣٨٥) بررسـي همبستگي ميان كاني شناسي رس و حدود آتربـرگ، مـورد مطالعه:كانسار خـاك رس تراب،جنـوب ابركـوه. مجموعـه مقالات چهاردهمين همايش بلور شناسي و كـاني شناسـي ايران. دانشگاه بيرجند. جلد ١. ٢٩٢-٢٩٧.

٤ _مهجــور، ا. س.، كريمــي، م.، رســتگارلاري، ع. (١٣٨٥ a) مطالعات كـاني شناسـي، زمـين شـيميايي و ژنـز احتمـالي كانسار رسي تراب، جنوب ابركوه. لـوح فـشرده مجموعـه مقالات بيست و پنجمين گردهمايي علـوم زمـين. سـازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني ايران.

٥ _ مهجــور، ا. س.، كريمــي، م.، رســتگارلاري، ع.(١٣٨٥ b) بررسي عوارض و راهكارهاي زيست محيطي دراسـتخراج كانسار خاك رس تراب (جنوب ابركوه) و احتمال اسـتفاده از اين خاك در داروسازي. مجموعه مقالات اولين همـايش و نمايشگاه تخصـصی مهندسـی محـيط زيـست. دانـشگاه تهران. ٢٦٩-٣٠٦.

٦ _ نـصر ا... زاده فــلاح آبــادی، ع، اعتمــادی، ب. (١٣٨٣). بررسی کانی شناسی، ژئوشـيمی و ژنـز کانـسارهای خـاک نسوز کوير آباده فارس و ارائه پيشنهاداتی براي کاربرد بهينه آنها. پايان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شيراز،٣٢٣ ص.

٧ _هوشمند زاده، ع، سهيلی، م،١٣٦٩. شرح نقشه زمين شناسی چهارگوش اقليـد(مقيـاس ١/٢٥٠٠٠٠).انتـشارات سـازمان زمين شناسی کشور، ١٥٧ صفحه.

8 D. N., Awwiller, Geochronology and mass transfer in Gulf Coast mudrocks (south-central Texas, USA): Rb-Sr, Sm-Nd and REE systematics. Chem. Geol. 116, 61–84; (1994)

9 E. A., Belousova, W. L., Griffin, S. Y., O'Reilly, & N. I., Fisher, Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. Contributions to Mineralogy and Petrology 143, 602–622; (2002).

10 F., Bergaya, B., Theng., G., Lagary, HANDBOOK OF CLAY SCIENCE. Elsevier. 1223pages; (2006).

11 J.A., Bain, D.E., Highley, Regional appraisal of clay resource: a challenge to the clay mineralogist. Dev. Sedimentol. 27, 437; (1978).

12 F.A., Campbell, & G.D., Williams, Chemical composition of shales of theMannville Group Alberta, Canada. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. 49, 81–87; (1965).

13 A., Casagrande, Plasticity chart for the classification of cohesive soils. Trans. Am. Soc. Civ. Eng. 113, 901; (1948).

14 R., Cullers, S., Chaudhuri, N., Kilbane, & R., Koch, Rareearths in size fractions and sedimentary rocks of Pennsylvanian— permian age from the mid-continent of the U.S.A. Geochimica et Cosmochimica Acta 43, 1285–1301; (1979).

15 R. L., Cullers, The controls on the major-and trace-element variation of shales, siltstones and

sandstones platform sediments in Kansas, USA. Geochim. Cosmochim; (1994)

16 R. L., Cullers, and J., Graf, Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediate and silicic rock. Rare-Earth Geochemistry, 275–312, Elsevier, Amsterdam; (1983)

17 M., Dondi, G., Guarini, P., Ligas, M., Palomba, M., Raimondo, Chemical, Mineralogical and ceramic properties of kaolinitic materials from tne Ttesnuraghes mining distinct (Weatern Sardinia, Italy). Applied Clay Science 18.145-155; (2001).

18 H.G., Dill, R., Bosse, H., Henning, A., Fricke, Mineralogical And Chemical Variation In Kaolin Deposits In A Mobil Fold Belt The Central Ands Peru. Miner. Deposita 23, 149- 163; (1997).

19 T., Dudek, J., Srodon, Thickness distribution of illite crystals in shale. Origin of the disturbtion and the mechanism of smectite illitization in shale. Clays and Clay Minerals 51,529-542; (2003).

20 G., Ekosse, Provenance Of The Kgwakgwa Kaolin Deposit In Southeastern Botsowana and Its Possible Utilization. Applied Clay Science, 20, 137- 152; (2001).

21 B., Fabbri, C., Fiori, A., Krajewski, R., Valmori, A., Tenaglia, Comparison between traditional mineralogical and computerizedrational analyses of ceramic raw materials. J. Phys., Colloque Cl., Suppl. 47 Ž2., 1–57; (1986).

22 R., Feng, and R., Kerrich, Geochemistry of finegrained clastic sediments in the Archean Abitibi greenstones belt, Canada:. Geochim. Cosmochim. Acta 54, 1061–1081; (1990).

23 D., Garcia, M., Fonteilles, J., Moutte, Sedimentary fractionation between Al, Ti, and Zr and the genesis of strongly peraluminous granites. J. Geol. 102, 411-422; (1994).

24 R., Goldbery, Early diagenetic, non hydrothermal Na-alunite in Jurassic flint clays. Makhtesh Raman. Israel. G.S.A. Bull. 84, pp 687-698; (1978).

25 R.E., Grime, Applied Clay Mineralogy. McGrow-Hill,New York; (1962).

26 L.P., Gromet, R.F., Dymek, The Northern American Shale Composite: its compilation , major and trace element characteristics. Geochim. Cosmochim. Acta 48, 2469-2482; (1984).

27 L., Harnois, The CIW Index: Anew chemical index of weathering. Sediment .Geo .55 ,319-322; (1988).

28 G.R., Health, Dissolved silica and deep-sea sediments: Soc. Econ. Paleontol. Min.< Spec. Pub. 20, p.73-93; (1874).

29 -JCPDS, Powder Diffraction File, Inorganic Phases. InternationalCentre for Diffraction Data, Newtown Square, PA, USA; (1995).

30 J.B., Maynard, Geochemistry of Sedimentary Ore Deposites. Springer-New York.304pages; (1983).

31 S. M., McLennan, S., Hemming, D. K., McDaniel, and G. N., Hanson, Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics. Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments , Geological Society of America, Special Paper 284, 21–40; (1993) .

32 G. B., Morey, & D. R., Setterholm, Rare earth elements in weathering profiles and sediments of

Minnesota: implications for provenance studies. Journal of Sedimentary Research 67, 105–115; (1997).

33 N.C., Munksgaard, K., Lim, P.D., Livingstone Rare earth elements az province indicators in North Austrailian estuariane and coastal maine sediments. Estuarian costal and shelf science. 57, 399-409; (2003).

34 H., Murry, APPELIED CLAY MINERALOGY occurrences, processing and Applications of kaolins, Bentonites, Palygorskite-sepiolite, and Common Clays. Elsevier.180 pages; (2007).

35 H. W., Nesbitt, G., Markovics, and R. C., Price, Chemical processes affecting alkalis and alkali earthsduring continental weathering. Geochim. Cosmochim. Acta 44, 1659–1666; (1980).

36 H. W., Nesbitt, G. M., Young, S. M., McLennan, Effects of chemical weathering and sorting on the petrogenesis of siliciclastic sediments,. J. Geol. 104, 525–542; (1996).

37 H.W., Nesbitt, Mobility and fractionation of rare earth elements during weathering of a granodiorite. Nature 279,206–210; (1979).

38 H. W., Nesbitt, and G. M., Young, Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic. Geochim. Cosmochim. Acta 48, 1523–1534; (1984).

39 W., Nettleton, C., Olson, D., Wysocki, Erratum to APaleosol classification: problems andsolutionsB wCatena 41_2000/61–92x. Catena,43(2001)161; (2000).

40 G.W.A., Nyakairu, C., koebrel, H., Kurzwiel, The Buwambo Kaolin Deposit In Central Uganda; Mineralogical and Chemical Composition. Chemical Jour., 35, 245- 256; (2001).

41 B.P., Rose, R.T., Korsch, Province Signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminate function analysis of major-element data. Chem.. Geol., 67, 119-139; (1988).

42 B.P., Rose, R.T., Korsch, Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO2 content and K2O/Na2O ratio. J.Geol. 94,635-650; (1986).

43 Sheng Jinzhang, Chen Chuzhen, Wang Yigang, Rui Lin, Liao Zhuoting, Y., Bando, K., Ishii, K., Nakazawa, And K., Nakamura, Permian-Triassic boundary in middle and eastern Tethys: Journal of Faculty ofSciences, Hokkaido University, Ser. IV, v.21, no.1, pp.133–181; (1984).

44 GM., Stampfli, GD Borel The TRANSMED Transects in Space and Time: Constraints on the Paleotectonic Evolution of the Mediterranean Domain. In: Cavazza W, Roure F, Spakman W, Stampfli GM, Ziegler P (eds.) The TRANSMED Atlas: the Mediterranean Region from Crust to Mantle. Springer Verlag 53-80 & CD ROM; (2004).

45 G.M., Stampfli, and G.D., Borel, A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. Earth and Planetary Science Letters, 196: 17-33; (2002).

46 H., Taraz, - Geologic de la region Surmag Deh Bid Iran Central, these coc. d'et at Paris_sud Orsay ; (1972).

47 S.R., Taylor, and S.H., Mclennan, The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, 312 pp; (1985).

48 S. R., Taylor, and S.H., McLennan, The geochemical evolution of the continental crust. Rev. Geophys. 33, 241–265; (1995).

49 -USEPA Method 3052, microwave assisted asid gigestion of siliceous and organically based matrices. Revision 0 (pp. 20). Washington, DC: United Statete Environmental Protection Agency; (1996).

50 M., Wilson, Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. Clay Minerals 39, 233–266; (2004).

51 D. J., Wronkiewicz, and K. C., Condie, Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand: source-area weatherin. Geochim. Cosmochim. Acta 51, 2401–2416; (1987) .

52 Yin Hongfu, On the transitional Bed and the Permian-Triassic boundaryin South China: Newsletter on Stratigraphy, v.15, no.1, pp.13–27; (1985).

53 -Yin Hongfu , The Palaeozoic-Mesozoic boundary, candidates ofGlobal Stratotype Section and Point of the Permian-Triassic Boundary: China University of Geosciences Press, Wuhan, 137pp; (1996).

54 -Yin Hongfu1, Zhang Kexin1, Tong Jinnan1, Yang Zunyi2 and Wu Shunbao1. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary. Episodes, Vol. 24, no. 2; (2001).

55 P.K., Zawada, Trace elements as possible palaeosalinity indicators for the Ecca and Beaufort Group mudrocks in the southwestern Orange Free State. S. Afr. J. Geol. 91, 18–26; (1988).

56 L.F., Zhang, Q.M.,Wang, L.F., Ren, The transformation of clay minerals in Triassic mudstone of North Shaanx province during burial metamorphism. Sci. Cina. Ser B 36,729-738; (1993).