

## Clay Mineral Studies on Terraces of Zayandehrood River in Isfahan

Honarjoo, N., Jalalian, A., Hajrasoulyha, Sh.

*Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.*

**Key Words :** *River Terraces, Inherited Minerals, Weathering, Pedogenesis, Mineralogy, Clay minerals, Chronosequence, Autogenic formation.*

**Abstract:** In this experiment for studying and comparing of clay minerals in the soils of river terraces, four profiles selected and sampled as represented profiles for mineralogical analysis. Three profiles were on three terraces of Zayandehrood river in Pole – Shahrestan that each of them has different ages, and the fourth is located on the old river alluvial plain and is older than three terraces. Soil samples were prepared according to the proposed method by Kittrick and Hope. X-ray technique was used to determine the minerals present in the fine and coarse clay fractions. The result obtained by X-ray diffraction indicated the presence of Quartz, Kaolinite, Illite, Chlorite and a little Polygorskite in all soils. In the soil of higher terrace there is Smectite and in the old plain's soils the Smectite and Polygorskite are dominant. This confirms the idea that Smectite and some of Polygorskite in old plain are formed by Pedogenesis process.

پژوهشی

## بررسی کانیهای رسی تراس‌های رودخانه زاینده رود اصفهان

ناصر هنرجو، احمد جلالیان، شاپور حاج رسولیها  
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده: در این بررسی که برای مطالعه و مقایسه کانیهای رسی خاکهای سه تراس رودخانه زاینده رود اصفهان صورت گرفت، چهار نیمرخ به عنوان نیمرخهای شاهد انتخاب شدند، که سه تای آنها از بستر رودخانه و نیمرخ چهارم از اراضی دشت آبرفتی قدیمی رودخانه بوده است. برای مطالعات کانی شناسی به روش کیتریک و هوپ، نمونه‌ها آماده شدند و با استفاده از دستگاه پراش نگار پرتو X رسهای ریز و درشت دانه به صورت جداگانه پراش نگاری شدند. نتایج نشان می‌دهند که در همه نیمرخها، کانیهای کوارتز، کائولینیت، ایلیت، کلریت، و به مقدار کم پالیگورسکایت وجود دارند و در نیمرخ تراس بالایی اسمکتایت هم دیده می‌شود. در نیمرخ دشت قدیمی پالیگورسکایت و اسمکتایت کانیهای غالب خاک است. بنابراین به نظر می‌رسد که کانی اسمکتایت و نیز بخشی از پالیگورسکایت موجود در نیمرخ دشت قدیمی، در اثر پدیده‌های خاک‌زدایی ساخته شده باشند.

واژه‌های کلیدی: تراس‌های رودخانه‌ای، کانیهای توارثی، هوازدگی، خاک‌زدایی، کانی‌شناسی، کانیهای رسی، توالی زمانی، شکل‌بندی خودزا

## مقدمه

نوع کانیهای خاک نشانی از مراحل مختلف هوازدگی آن است. هوازدگی از دو طریق باعث تغییر کانیهای خاک می شود: (۱) از طریق تغییر فیزیکی و شیمیایی کانی مانند از دست رفتن بخشی از پتاسیم کانی مسکویت و تبدیل آن به کانی رسی ایلیت، و (۲) از طریق تجزیه کانیهای اولیه و بلوری شدن دوباره کانیها و شکل گیری کانیهای سیلیکاتی جدید [۱]. به نظر برادی<sup>(۱)</sup> نوع کانی تشکیل شده تحت تأثیر سه عامل، اقلیمی، شرایط محیطی، و نوع مواد مادر تعیین می شود [۲]. بیول<sup>(۲)</sup> و همکاران [۱] عوامل زیر را در تشکیل کانیهای خاک مؤثر می دانند:

الف - غلظت و تعادل یونی در سیستم خاک.

ب - فراورده انحلال<sup>(۳)</sup> ترکیبهای شیمیایی موجود.

ج - شرایط pH - Eh محیط.

د - سرعت هوازدگی.

ملاحظه می شود که نه تنها آب و هوا و شرایط محیطی بلکه غلظت یونها و واکنش های تعادلی آنها نیز تعیین کننده نوع کانیهای تشکیل شده در خاک می باشند. شدت Eh - pH تعیین کننده نوع آهن و منگنز. موجود در کانی است. مثلاً اگر pH محیط اسیدی و Eh پایین (یعنی منفی یا کمی مثبت) باشد، با آزاد شدن آهن در طول هوازدگی، لپیدوکروسایت<sup>(۴)</sup>، پیریت و دیگر کانیهای آهن دوظرفیتی تشکیل می شوند، در حالی که در شرایط اکسایش زیاد، Eh مثبت و بالا، کانی گئوتیت<sup>(۵)</sup> تشکیل می شود که اگر باز هم اکسایش شدیدتر شود به هماتیت<sup>(۶)</sup> تبدیل خواهد شد [۱]. نوع کانیهای موجود در خاک مرحله هوازدگی خاک را بیان می کند. به طور کلی رسهای اکسید آهن و آلومینیوم و کائولینیت در خاکهای بازه کشی خوب و

1- Brady

2- Buol et,al.

3- Solubility product

4- Lepidocrocite

5- Geotite

6- Hematite

کاملاً هوازده تشکیل می‌شوند. مثلاً این کانیها در خاکهای اکسی سولز<sup>(۱)</sup> در مناطق گرم و مرطوب و نیمه مرطوب دیده می‌شوند [۲]. اسمکتایت، ورمیکولایت و گروه میکای ریزدانه در محلهایی که هوازدگی آنها کمتر است، یعنی خاکهای آلفی سولز<sup>(۲)</sup> مالی سولز<sup>(۳)</sup> و ورتی سولز<sup>(۴)</sup> تشکیل می‌شوند. در نقاطی که مواد مادر یا محلول خاک دارای پتاسیم زیادی باشد، شرایط برای تشکیل میکای ریزدانه مستعد است. وقتی مواد مادر دارای کاتیونهای فلزی زیاد (بخصوص Mg) و یا شرایط زه‌کشی زمین محدود باشد، بطوری که کاتیونهای فلزی نتوانند آبشویی شوند، اسمکتایت‌ها تشکیل خواهند شد. بنابراین میکای ریزدانه و اسمکتایت بیشتر در خاکهای اریدی سولز<sup>(۵)</sup> دیده می‌شوند [۲].

با اینکه میکاها در بیشتر رسوبات بفرآوانی دیده می‌شوند [۳]، با این حال امکان شکل‌گیری آنها در خاک نیز وجود دارد. مهجوری در خاکهای خشک ایران افزایش میکا در سطوح خاک و افزایش ورمیکولایت در اعماق خاک را گزارش کرده است [۴]. توجه تلتون و همکاران<sup>(۶)</sup> در مورد تشکیل میکا در خاک به طریق خاک‌زدایی به این صورت است که پتاسیم و آمونیومی که با تجزیه بازمانده‌های گیاهی در خاک آزاد می‌شوند به وسیله ورمیکولایت یا ورمیکولایت - بیدلایت جذب و به میکا تبدیل می‌شوند [۵].

پالیگورسکایت نوعی کانی فیبری ۲:۱ است، و وجود آن در خاکهایی که pH بالاتر از ۸-۱۰ دارند و فعالیت Si و Mg در آنها زیاد و فعالیت Al کم تا ناچیز است اتفاق می‌افتد [۶]. ابطیحی ضمن مطالعه خاکهای شیراز [۷] نتیجه گرفت که در طول فرآیندهای خاک‌زدایی اسمکتایت، کلریت، و ورمیکولایت کاهش، و پالیگورسکایت افزایش می‌یابند. در مطالعه دیگری در منطقه باجگاه شیراز ابطیحی و همکاران [۸] به این نتیجه رسیدند که با توجه به وجود کانی پالیگورسکایت در نمونه سنگ مادر، بدون شک یکی از منابع وجود کانیهای

1- Oxisols

2- Alfisols

3- Mollisols

4- Vertisols

5- Aridisols

6- Nettleton et al.

به وجود کانی پالیکورسکایت در نمونه سنگ مادر، بدون شک یکی از منابع وجود کانیهای فیبری در خاکهای این منطقه توارثی است.

در خاکهایی که زه‌کشی خوبی دارند، وجود اسمکتایت فقط یک حالت زودگذر در طی مراحل هوازدگی است، و فوراً به کانی دیگری تبدیل می‌شود [۹]. خاکهایی که به مقدار متوسط هوا دیده شده‌اند به اندازه کافی اسمکتایت دارند بخصوص آنها که زه‌کشی ضعیف و pH بالاتر از ۷ دارند [۱۰].

گال و همکاران<sup>(۱)</sup> [۱۱] معتقدند که بارندگی کم در مناطق خشک شرایطی را فراهم می‌آورد که اسمکتایت در خاک باقی بماند و حتی در این شرایط ممکن است به شکل‌گیری این کانی کمک کند [۱۱]. مورنت موریلونیت ممکن است از هوازدگی میکاها و تبدیل آنها به ورمیکولایت و سپس اسمکتایت با از دست دادن پتاسیم و بار لایه‌ای آنها حاصل شود [۱ و ۱۰]. علاوه بر این اسمکتایت‌ها می‌توانند از محلول خاک مستقیماً رسوب کنند، که در این صورت به آنها اسمکتایت با منشأ جدید گویند [۱۰].

رسهای مخلوط<sup>(۲)</sup> از دو یا چند نوع رس سیلیکاتی به هم چسبیده تشکیل می‌شوند که با وسایل فیزیکی نمی‌توان آنها را از هم جدا کرد [۱۲]. کانیهای مخلوط در اثر تغییرات جزئی در محیط خاک به سادگی تشکیل می‌شوند، در حالی که تشکیل کانی‌های دیگر به کندی صورت می‌گیرد [۱۳].

هدف از انجام این مطالعه بررسی کانیهای موجود در خاکهای تراس‌های مختلف رودخانه زاینده‌رود اصفهان و مقایسه این کانیهاست با توجه به اینکه سه تراس رودخانه یک «توالی زمانی» را تشکیل می‌دهند و خاک هر کدام عمر متفاوتی داشته و در هر مرحله خاصی از تحول و تکامل هستند.

## روشها و مواد

تراسهای رودخانه‌ها اکثراً بدنبال تغییرات آب و هوایی و به وجود آمدن دورانهای یخبندان و بین یخبندان در دوران چهارم زمین‌شناسی تشکیل شده‌اند. سه تراس رودخانه زاینده رود اصفهان نیز در سه زمان مختلف به وجود آمده و هر کدام سن متفاوتی دارند و اصطلاحاً یک توالی زمانی را تشکیل می‌دهند.

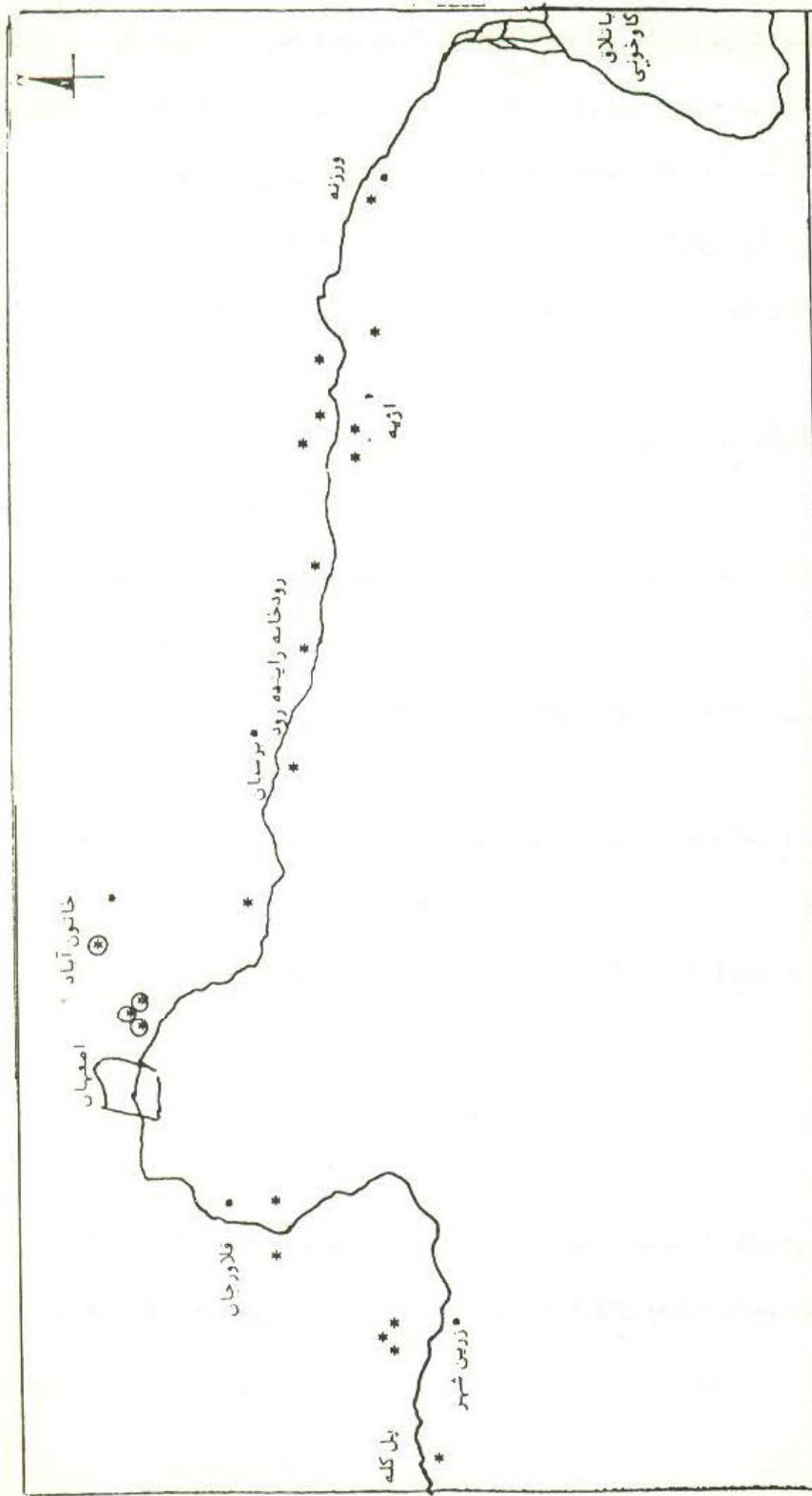
برای مطالعه کانیهای رسی موجود در خاک تراسها، تعداد ۲۱ نیمرخ در اراضی رسوبی مسیر رودخانه زاینده رود، از محل پل کله تا ورزنه به طول تقریبی ۱۵۰ کیلومتر حفر شد و سپس از تشریح مورفولوژی نمیرخها، تعداد ۵۳ نمونه خاک از افقهای ژنتیکی مختلف بعضی از نمیرخها تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. نقشه شماره ۱ منطقه مورد مطالعه و محل حفر نمیرخها را نشان می‌دهد. نمونه‌های خاک در سایه خشک و پس از کوبیدن و الک کردن برای تعیین برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی تجزیه شدند. این تجزیه‌ها به منظور تعیین درصد اجزاء بافت خاک، درصد رطوبت اشباع، درصد سنگریزه، اندازه گیری pH و CE و CEC، مقدار آهک و گچ، درصد مواد آلی، مقدار سولفات، کربنات، بیکربنات، کلر، کلسیم و منیزیم انجام گرفت. با توجه به نتایج تجزیه‌های فوق چهار نیمرخ به عنوان نیمرخ شاهد انتخاب شدند که سه نیمرخ روی سه تراس رودخانه‌ای، در محل پل شهرستان قرار داشت و نیمرخ چهارم روی آبرفتهای مسیر قبلی رودخانه در روستای خاتون آباد قرار گرفت و از سه تراس مذکور سن بیشتری داشت (نقشه شماره ۱). ۱۹ نمونه خاک از افقهای مختلف چهار نیمرخ شاهد برای تجزیه‌های کانی شناختی برداشته شدند و مورد مطالعه قرار گرفتند.

بطور کلی مطالعات کانی شناختی انجام شده را می‌توان به چهار مرحله به ترتیب زیر

تقسیم کرد:

۱ - تیمار نمونه پیش از تفکیک اجزاء، حذف کربناتها و نمکهای محلول به وسیله استات سدیم در  $pH = 5$ ، اکسایش مواد آلی با آب اکسیژنه ۳۰ درصد، حذف پوششهای اکسید آهن به وسیله بافر سترات و دی تیونات.

۲ - تفکیک اجزاء ذرات خاک؛ اجزاء خاک با دستگاه مرکز گریز به شرح زیر از یکدیگر



نقشه ۱- موقعیت نیرخ‌ها در منطقه مورد مطالعه، مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ \* محل حفر نیرخ \* محل حفر نیرخ‌های شاهد

جدا شدند. رس ریزدانه در  $2700$  دور در دقیقه به مدت  $41r2$  دقیقه با  $5$  بار تکرار، رس درشت دانه در  $750$  دور در دقیقه به مدت  $5r3$  دقیقه با سه بار تکرار، ذرات سیلت ریزدانه در  $300$  دور در دقیقه به مدت  $5r3$  دقیقه با سه بار تکرار، ذرات سیلت میان دانه پس از بهم زدن محلول، و ثابت نگهداشتن آن به مدت  $4r3$  دقیقه و با سه بار تکرار، ذرات سیلت درشت دانه، شن بس ریزدانه، شن ریزدانه، شن متوسط، شن درشت و شن خیلی درشت به ترتیب با الکلهای  $300$ ،  $140$ ،  $35$ ،  $60$ ،  $18$  و  $10$  مش جدا و درصد هر یک از آنها نیز اندازه گیری شدند [۱۴].

۳ - تیمار اجزاء تفکیک شده؛ نمونه‌های رس ریزدانه و درشت دانه تفکیک شده در مرحله ۲ به دو صورت زیر تیمار شدند.

الف - نمونه‌ها به وسیله کلرور منیزیم از منیزیم اشباع شدند و سپس با قرار دادن چند قطره از محلول نمونه اشباع شده روی اسلاید آن را خشک کردیم.

ب - آنگاه این نمونه‌های اشباع شده به مدت یک شبانه‌روز در خشک‌کن حاوی بخار اتیلن گلیکول در  $70^{\circ}\text{C}$  قرار داده شدند.

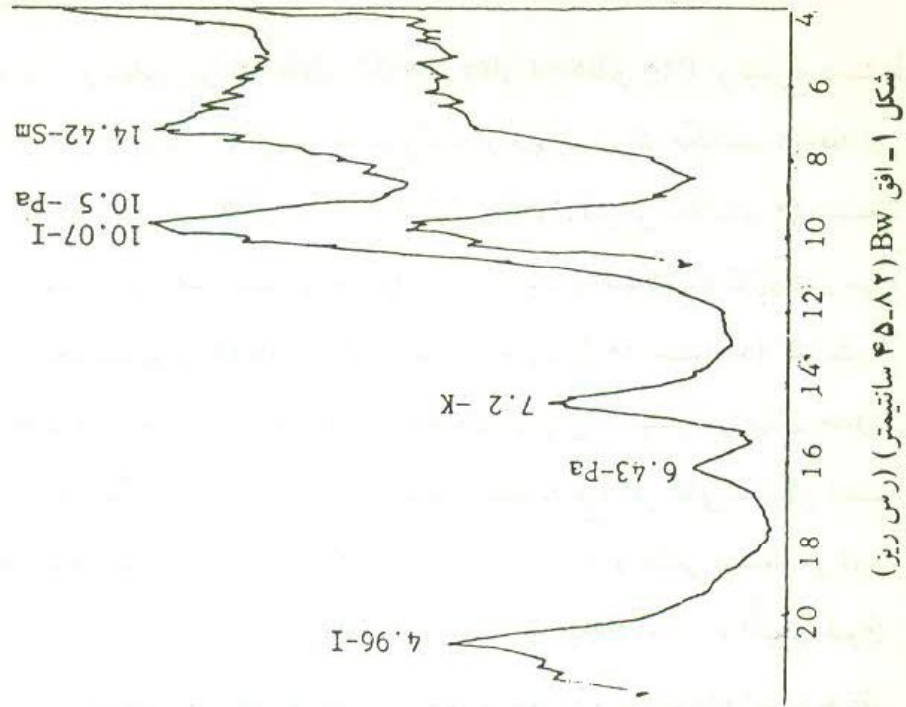
ج - نمونه‌ها به وسیله کلرور پتاسیم از پتاسیم اشباع شدند و سپس نمونه اشباع شده به مدت ۲ ساعت در کوره الکتریکی در دمای  $55^{\circ}\text{C}$  قرار گرفت.

۴ - نمونه‌های تیمار شده با پرتو X (لامپ کبالت با  $\lambda = 1.79026 \text{ \AA}$ ) مورد بررسی قرار گرفتند.

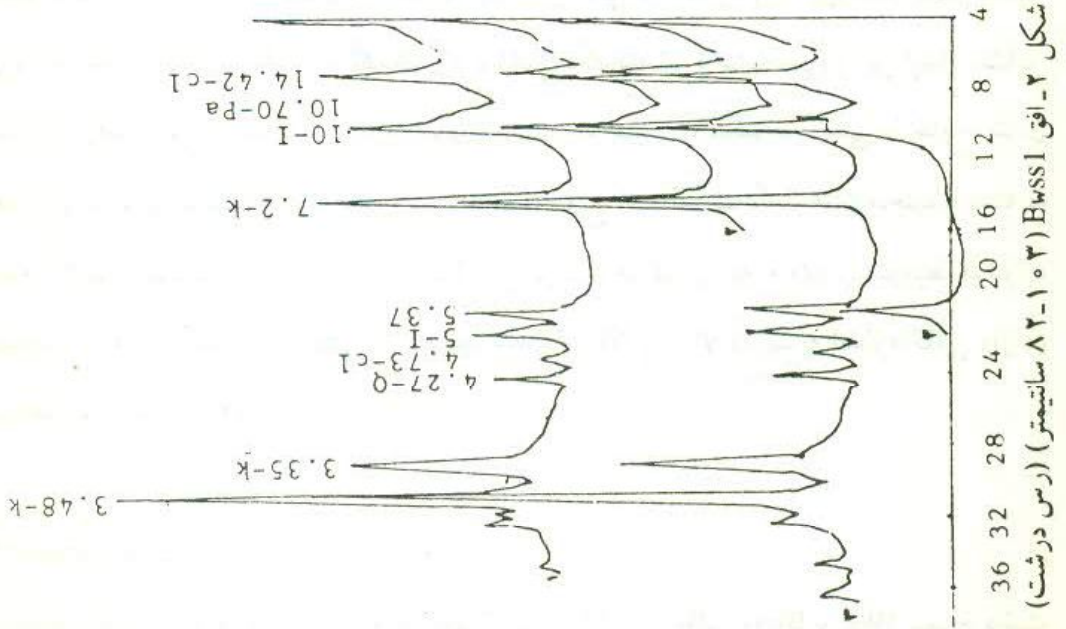
### نتیجه

شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ پراش نگاشتهای ذرات رس خاک‌های منطقه را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مطالعات کانی‌شناسی رس ریزدانه و درشت دانه افق‌های مختلف نیمرخ‌های شاهد به شرح زیرند:





شکل ۱- افق ۴۵-۸۲) BW (رس ریز)



شکل ۲- افق ۸۲-۱۰۳) BWSS I (رس درشت)

پراش نگاشتهای پرتو X ذرات رس نیمرخ دشت قدیمی

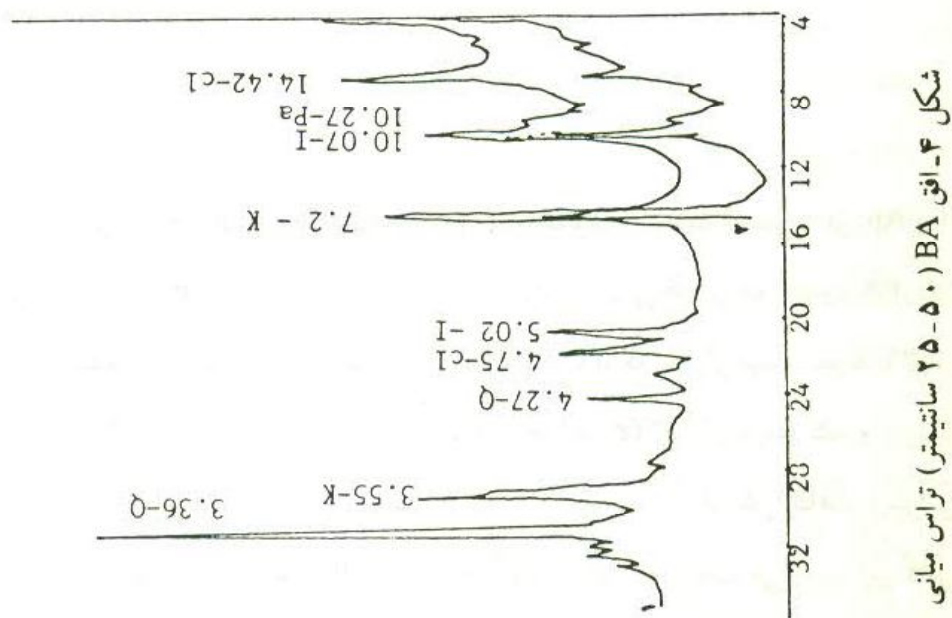
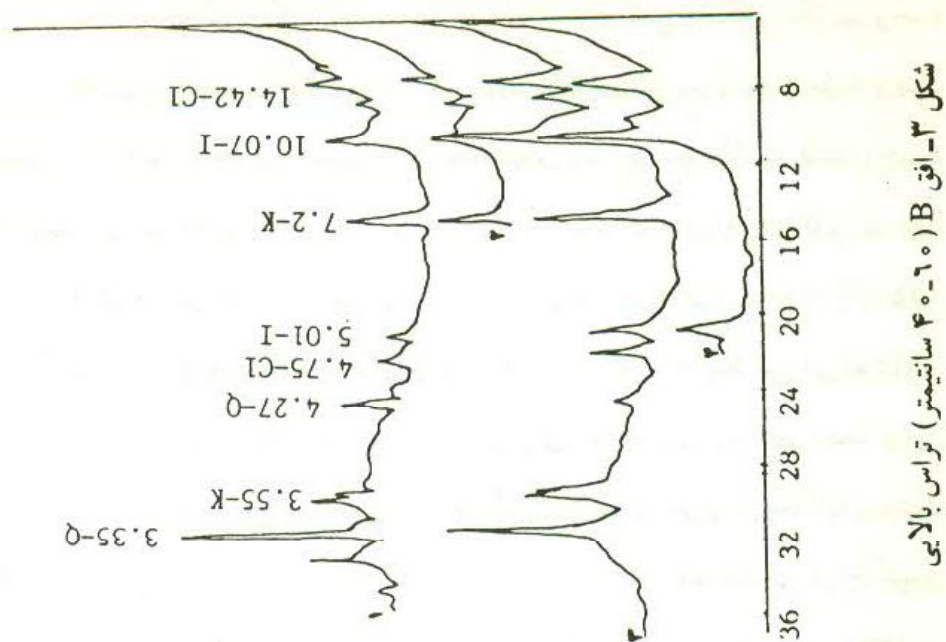
- |                              |  |
|------------------------------|--|
| ۱- نمونه اشباع شده از منیزیم | ۲- نمونه ۱ باضافه اتیلن گلیکول             |
| ۳- نمونه اشباع شده از پتاسیم | ۴- نمونه ۳ گرما دیده تا ۵۵°C به مدت ۲ ساعت |
| Pa = پالیگورسکایت            | Q = کوآتر                                  |
| K = کائولینیت                | Sm = اسمکتایت                              |
|                              | Cl = کلریت                                 |
|                              | I = ایلیت                                  |

## ۱ - بررسیهای اسمکتایت

پراش نگاشتها پرتو X رسهای ریزدانه افقهای  $Bw$ ،  $Bwss1$ ،  $Bwss2$  و  $Bkg$  از نیمرخ دشت قدیمی رودخانه، و افق  $Ap$  تراس بالایی نمونه اشباع شده از منیزیم (پراش نگاشت ۱)، قله ای معادل  $14.46 \text{ \AA}$  را نشان می دهد، که در اثر تیمار با اتیلن گلیکول (پراش نگاشت ۲) منبسط شده و به صورت پلکانی در آمده است. ورمیکولایت، کلرایت و اسمکتایت کانیهای رسی هستند که در پراش نگاشت پرتو X، قله رده اول آنها در حدود  $14 \text{ \AA}$  است [۱۰]. کلریت با اتیلن گلیکول هیچگونه انبساطی نشان نداد و قله رده اول آن پس از تیمار در همان حدود  $14 \text{ \AA}$  باقی می ماند. ورمیکولایت با تیمار اتیلن گلیکول، بسته به نوع این کانی، ممکن است مختصری منبسط شود. اسمکتایت با تیمار گلیکول تا حدود  $17 \text{ \AA}$  و بیشتر منبسط می شود [۱۰ و ۱۲ و ۱۵]. در پراش نگاشت پرتو X رس درشت دانه هیچکدام از حالت های فوق مشاهده نشده است، و این نشان می دهد که ابعاد این کانی در اندازه رس ریزدانه است. به نظر می رسد پلکانی بودن تیمار اتیلن گلیکول و نداشتن یک قله تیز و مشخص در این تیمار، نشانی است از وجود انواع اسمکتایت با بارهای مختلف به صورت مخلوط، یعنی با خارج شدن مقداری کاتیون پتاسیم از لایه های رس ایلات، انواع اسمکتایت با بارهای مختلف بسته به مقدار کاتیون پتاسیم موجود در آن تشکیل می شود، و خاکهایی که به مقدار متوسط هوازده شده اند، به ویژه آنها که زه کشی شان ضعیف و pH بالاتر از ۷ دارند به اندازه کافی دارای اسمکتایت هستند [۲۰].

## ۲ - پالیگورسکایت

در پراش نگاشت پرتو X رس ریزدانه افقهای  $Ap$ ،  $Bw$ ،  $Bwss1$ ،  $Bwss2$  و  $Bkg$  نیمرخ دشت قدیمی، و نیز افقهای  $Ap$  و  $B$  تراس بالایی در نمونه اشباع شده با منیزیم قله ای از  $10.5$  تا  $10.7 \text{ \AA}$  مشاهده می شود (پراش نگاشت ۱) که در نمونه تیمار شده با اتیلن گلیکول (منحنی ۲) و نمونه اشباع شده از پتاسیم (پراش نگاشت ۳) تغییر ننموده است، ولی پس از گرم کردن نمونه تا  $550 \text{ \AA}$  به مدت ۲ ساعت (پراش نگاشت ۴) قله  $10 \text{ \AA}$  از رده اول کانی ایلیت باقی



- پراش نگاشتهای پرتو X ذرات رس درشت دانه (۲ تا ۲۰ میکرون)
- ۱- نمونه اشباع شده از منیزیم
  - ۲- نمونه ۱ با اضافه اتیلن گلیکول
  - ۳- نمونه اشباع شده از پتاسیم
  - ۴- نمونه ۳ گرما دیده تا ۵۵°C به مدت ۲ ساعت
- Pa = پالیگورسکایت  
K = کائولینیت
- Sm = اسمکتایت  
Q = کوآتر  
Cl = کلریت  
I = ایلیت

ماند. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که در همه نمونه های فوق کانی پالیگورسکایت وجود دارد [۶]. وجود قله ای در حدود  $6.5\text{\AA}$  نیز در همه پراش نگاشتهای مورد بحث مؤید وجود این کانی است. نکته قابل توجه در تفسیر پراش نگاشتهای بالا این است که به علت وجود مقادیر زیاد ایلیت در نمونه هایی که قله رده اول آنها  $10\text{\AA}$  است قله های این دو کانی در بازه  $10\text{\AA}$  تا  $10.5\text{\AA}$  به هم متصل شده اند، ولی در پراش نگاشتهای نمونه گرما دیده تا  $550^{\circ}\text{C}$ ، فقط قله  $10\text{\AA}$  کانی ایلیت وجود دارد، زیرا پالیگورسکایت در این دما متلاشی می شود [۶].

پالیگورسکایت نظیر اسمکتایت بیشتر در رس ریزدانه خود را نشان می دهد، و این مسئله با مطالعات دیگران هماهنگی دارد. در ایران پالیگورسکایت را حق نیا در خاکهای دشت مشهد [۱۶]، لکزیان در خاکهای مزرعه آموزشی لورک نجف آباد [۱۷]، خادمی در خاکهای منطقه رود شت اصفهان [۱۸]، ابطحی [۸]، دادگری و ابطحی [۱۹]، و مهجوری [۲۳] در خاکهای استان فارس گزارش کرده اند.

### ۳- کلریت

در پراش نگاشتهای رس درشت دانه افقهای Ap و Bwss2 نیمرخ دشت قدیمی، افق Ap و B نیمرخ تراس بالایی و BA تراس میانی، و نیز افق 2C2 تراس پایینی قله ای در حدود  $14.4\text{\AA}$  در نمونه تیمار شده با منیزیم دیده می شود (پراش نگاشت ۱)، که پس از تیمار نمونه با اتیلن گلیکول (پراش نگاشت ۲) و اشباع از پتاسیم (پراش نگاشت ۳) تغییری دیده نشد و پس از گرم کردن تا  $550^{\circ}\text{C}$  نیز محل قله نیز تغییر نکرده، ولی شدت قله افزایش یافت (پراش نگاشت ۴). بدین ترتیب وجود کانی کلریت در خاکهای مزبور به اثبات می رسد. این کانی علاوه بر قله ای در حدود  $14.4\text{\AA}$  در رده اول خود دارای قله های ۷،  $4.75\text{\AA}$  و  $3.57\text{\AA}$  نیز بود که به ترتیب به رده های دوم، سوم و چهارم این کانی مربوط می شد [۲۰].

در پراش نگاشتهای بالا نیز قله  $4.75\text{\AA}$  در رده سوم این کانی دیده می شود. وجود کلریت در نمونه های فوق نشان می دهد که این کانی بیشتر در بخش رس درشت دانه وجود دارد که با مطالعات دیگران هماهنگی دارد.

## ۴ - ایلیت

این کانی در نمونه اشباع شده با Mg، قله ای در حدود  $10\text{\AA}$  نشان می دهد (پراش نگاشت ۱) که در تیمار نمونه با اتیلن گلیکول (پراش نگاشت ۲) و اشباع شده از پتاسیم (پراش نگاشت ۳) و گرم شده تا  $550^{\circ}\text{C}$  (پراش نگاشت ۴) تغییر نمی کند. ایلیت در رس ریزدانه و رس درشت دانه افقهای Ap و Bwss1 رس ریزدانه افقهای Bw، Bkg نیمرخ دشت قدیمی و رس ریزدانه و رس درشت دانه افقهای Ap و B از تراس بالایی رس درشت دانه افق Ap از تراس میانی (شکل ۴)، رس درشت دانه از افقهای C1 و 2C2 تراس پایینی، به فراوانی دیده می شود. این کانی دارای قله های  $5\text{\AA}$  و  $33\text{\AA}$  نیز است که به رده های دوم و سوم این کانی مربوط است. در ایران، تقریباً در کلیه مطالعات شناسایی کانیهای رسی وجود این کانی گزارش شده است [۱۶] و [۱۸].

## ۵ - کائولینیت

کائولینیت در پراش نگاشتهای پرتو X نمونه اشباع شده از منیزیم با قله های  $72\text{\AA}$  و  $35\text{\AA}$  مشخص می شود و در نمونه تیمار شده با اتیلن گلیکول و نیز اشباع شده از پتاسیم تغییری در قله ها مشاهده نمی شود، ولی در نمونه ای که تا  $550^{\circ}\text{C}$  گرم شده باشد ساختار کانی از هم پاشیده شد و قله های فوق ناپدید می شوند [۲].

در پراش نگاشتهای نمونه های رس ریزدانه و درشت دانه افقهای مختلف همه نیمرخها، قله هایی در حدود  $72\text{\AA}$  و  $35\text{\AA}$  دیده می شوند که در آن نمونه هایی که تا  $550^{\circ}\text{C}$  گرما دیدند این قله ها ناپدید شدند و وجود کائولینیت به اثبات رسید. وجود این کانی در نمونه های رس درشت دانه با قله قویتری نسبت به رس ریزدانه مشخص می شود، که دلیل بر مقادیر بیشتر کائولینیت در رس درشت دانه نسبت به ریزدانه است. این کانی را حکیمیان [۲۲] در خاکهای شمال ایران، رفاهی [۲۳ و ۲۴] در خاکهای شهر کرد و جزیره ابوموسی، مهجوری [۴ و ۲۵] در خاکهای قزوین و کرج و شیراز، محمودی [۲۶] در خاکهای کرج، حقنیا [۱۶] در خاکهای مشهد، لکزیان [۱۷] و خادمی [۱۸] در خاکهای اصفهان گزارش کرده بودند.

## ۶- کوارتز

این کانی در بررسیهای کانی‌شناختی رس‌های ریزدانه و درشت‌دانه در نمونه اشباع شده از منیزیم، با قله‌های در حدود  $42\text{\AA}$  و  $35\text{\AA}$  مشخص می‌شود، که در تیمار با اتیلن گلیکول، پتاسیم و گرم کردن آن تا  $550^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت تغییر نمی‌کند. در پراش نگاشتهای نمونه‌های مورد آزمایش، قله‌های وابسته به این کانی به ویژه در نمونه‌هایی که از رس درشت دانه افق‌ها تهیه شده بودند، شدت بیشتری داشتند. این کانی در مطالعات کانی‌شناختی بیشتر پژوهشگران ایرانی دیده شده است [۸، ۱۶، ۱۷].

در جمع‌بندی نتایج، می‌توان گفت که در نیمرخ تراس پایینی، کانیهای کوارتز، کائولینیت، ایلیت و کلریت و به مقدار کمی پالیگورسکایت وجود دارند. با توجه به اینکه مواد مادر همه نیمرخها از حوضه آبریز زاینده رود ریشه گرفته‌اند و افق‌های C1 و 2C2 تراس پایینی سن چندانی ندارند کانی‌های موجود در این افق‌ها به عنوان کانیهای مواد مادری کلیه خاکها فرض شده‌اند. همه کانیهای یاد شده در نیمرخهای تراس بالایی و دشت قدیمی نیز وجود دارند. در تراس بالایی کانی اسمکتایت هم تشکیل شده است. در نیمرخ دشت قدیمی دو کانی اسمکتایت و پالیگورسکایت غالب خاک‌اند. جدول ۱ انواع کانیهای موجود در خاکها را نشان می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد که بخشی از پالیگورسکایت موجود در خاکهای دشت قدیمی از مواد مادر به ارث رسیده و بخش دیگر باگذشت زمان در اثر پدیده‌های خاک‌زدایی تشکیل شده باشد. این نکته با گزارشات ابطحی در مورد خاکهای شیراز [۸] مطابقت دارد.

پلکانی شدن و انبساط قله کانی اسمکتایت در تیمار با اتیلن گلیکول، نشان از وجود انواع اسمکتایت با بارهای مختلف به صورت مخلوط دارد. شدت قله کانی اسمکتایت در دشت قدیمی از سطح به عمق بیشتر می‌شود، که نشان می‌دهد که تشکیل این کانی در آن خاک احتمالاً خودزا بوده است. بالا بودن pH، سنگینی بافت (با بیش از ۵۵ درصد رس)، زه‌کشی ضعیف خاک به ویژه در لایه‌های تحت الارضی، بالا بودن سفره آب زیرزمینی در گذشته شرایط برای تشکیل رس اسمکتایت را فراهم ساخته‌اند. از آنجا که ارتباطی بین افزایش یا کاهش پالیگورسکایت با کاهش یا افزایش اسمکتایت مشاهده نشد، لذا تبدیل این دو کانی به یکدیگر محتمل نیست.

جدول ۱: مقایسه خاکها از نظر وجود کانی های مختلف

بخش رس درشت دانه	بخش رس ریز دانه	عمق (cm)	افق
I - K - Q - Pa Cl - I - K - Q - Pa	تراس پایینی	۰ - ۲۰	C1
		۲۰ - ۵۰	2C2
Cl - I - K - Q - Pa Cl - I - K - Q - Pa	تراس میانی	۰ - ۱۵	Ap
		۱۵ - ۵۰	B
Cl - I - K - Q Cl - I - K - Q	تراس بالایی	۰ - ۲۲	Ap
		۴۰ - ۶۰	B
Cl - I - K - Q Cl - I - K - Q	دشت قدیمی	۰ - ۲۰	Ap
		۴۵ - ۸۲	Bw
		۸۲ - ۱۰۳	Bwss1
		۱۰۳ - ۱۳۲	Bwss2
		۱۳۲ - ۲۰۰	B <sub>kg</sub>

Pa = پالیگورسکایت      Q = کوآتز      Cl = کلریت

K = کائولینیت      Sm = اسمکتایت      I = ایلیت

مراجع

- 1 - Buol, S.W., Hole, F.D., and McCracken, R.J (1973) *Soil genesis and Classification*. Iowa State University press, Ames. 360 P.
- 2 - Brady, N.C.(1990) *The nature and Properties of soils*. 10th ed. Macmillan publishing Company , 570 P.

- 3 – Fanning D.S., Keramidas, V.Z., and Mohammad A.E.L. Desoky. Micas. In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2d. Soil Sci. Soc. Am. Madison . WI. U.S.A., 1244 P.
- 4 – Mahjoory, R.A.(1975) Clay mineralogy , physical and chemical properties of some soils in arid regions of Iran . *Soil Sci. Soc. Am. Proc* **39**:1157 – 1164.
- 5 – Nettleton, W.D., and Peterson, F.F. (1983) *Aridisols*, P: 165–210, In : *Pedogenesis and Soil Taxonomy. II-The soil orders*. Elsevier scientific Pub. Co. Amesterdam.
- 6 – Singer, A. *Palygorskite and Sepiolite group minerals* In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2nd edition *Soil Sci. Soc. Am.* Madison . WI. U.S.A., 1244 P.
- 7 – Abtahi, A.(1980) Soil genesis as affected by topography and time in highly calcareous parent materials under semiarid conditions in Iran . *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol. **44**, 329 – 336.
- ۸ - ابطحی، علی، کریمیان، نجفعلی، و محمود صلحی، ۱۳۷۰. گزارشات مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی اراضی منطقه باجگاه - استان فارس، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی - دانشگاه شیراز، ۶۷ صفحه.
- 9 – Kleiss, H.J., and Fehrenbacher, J.B.(1973) Loess distribution as revealed by minerals variations. *Soil Sci. Am. Proc* , **37**, 291–295.
- 10 – Borchardt, G., *Smectites*, In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2nd edition *Soil Sci. Soc. Am.* Madison . WI. U.S.A., 1244 P.
- 11 – Gol, M., Amiel, A. J., and Revikovitch, S.(1974) Clay minerals distribution and origin in the soil types of Israel *J. Soil Sci.* **25**, 79–89.
- 12 – Tan–Kim, H.(1980) *Principles of soil chemistry*. Marcel Dekker Inc. 293 p.
- 13 – Sawney, B. L. *Interstratification in layer silicates*, In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2nd edition *Soil Sci. Soc. Am.* Madison . WI. U.S.A., 1244 P.
- 14 – Kittrick, J. A., and Hope, E.W. (1971) A procedure for particle size separations of soil for X–Ray diffraction. *Soil Sci . Soc. Am.* **35**, 621 – 626.
- 15 – Grim, R.E.(1963) *Clay mineralogy*. 2nd ed. McGraw Hill Book Company, NewYork, 296 P.



- ۱۶ - حق نیا، غلامحسین، ۱۳۶۱. بررسی کانیهای رسی برخی از خاکهای دشت مشهد با استفاده از اشعه ایکس، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱۳، صفحات ۱-۱۷.
- ۱۷ - لکریان، امیر. ۱۳۶۸. چگونگی تحول، تکامل و بررسی خصوصیات کانیهای رسی خاکهای سری خمینی شهر در مزرعه آزمایشی نجف آباد، پایان نامه فوق لیسانس خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۷۱ صفحه.
- ۱۸ - خادمی موغاری، حسین. ۱۳۶۸. مطالعه تکوین و شناسایی کانیهای رسی خاکهای منطقه رودشت اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۰ صفحه.
- ۱۹ - دادگری، فرزاد و علی ابطحی. ۱۳۶۵، گزارش مطالعات خاک شناسی نیمه تفصیلی اراضی منطقه دشت ارژن - استان فارس، بخش خاک شناسی دانشکده کشاورزی - دانشگاه شیراز، ۶۴ صفحه.
- 20 - Barnhisel, R.J., and Bertsh, P.M. *Chlorites and hydroxy interlayered Vermiculite and Smectite*. In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2nd edition *Soil Sci. Soc. Am. Madison . WI. U.S.A.*, 1244 P.
- 21 - Dixon, J.B. *Kaolinite and serpentine group minerals*. In: Dixon, J.B., and Weed, S.B.(eds)(1989) *Minerals in Soil environment*. 2nd edition *Soil Sci. Soc. Am. Madison . WI. U.S.A.*, 1244 P.
- ۲۲ - حکیمان، مسعود. ۱۳۵۶، بررسی کانیهای رسی یک خاک اکوئیک هاپل یودالف در منطقه شمال ایران با استفاده از میکروسکوپ الکترونی، مجله علوم کشاورزی ایران جلد یک، صفحات ۸-۱۵
- ۲۳ - رفاهی، حسینقلی. ۱۳۵۶. بررسی کانیهای رسی خاکهای آبرفتی برخی از نقاط ایران، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد یک صفحات ۱۶-۲۳.
- ۲۴ - رفاهی، حسینقلی. ۱۳۵۸. بررسی مقدماتی خاکهای جزیره ابوموسی، مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳، صفحات ۱۱-۲۳.
- 25 - Mahgoory, R.A.(1979) The nature and genesis of some salt - affected soils in Iran. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **43**, 1016-1024.
- ۲۶ - محمودی، شهلا. ۱۳۶۲. مطالعه میکرومورفولوژیکی خاک زرآلفیک هاپل آرجید در منطقه گلدشت کرج، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱۴، صفحات ۲۰-۳۲.

- 23 – Evans, W.J., Chamberlain, L.R., Ulibarri, T.A., and Ziller, J.W.,(1988) *J. Am. Chem. Soc.*, **110** , 6423.
- 24 – Mabbs, M.B., and Machin, D.J.(1973) *Magnetism and Transition Metal Complexes*, Chapman and Hall, London.
- 25 – Foese, G., Gorter, G.J., and Smits, L.J.(1957) *Constantes Selectionnees Diamagnetisme, Paramagnetisme , Relaxation Paramagnetique.*, Masson, Paris.