

## Evidence of soil clay minerals transformation in some physiographic units, west of Langrood - Guilan

H. Ramazanpour<sup>1</sup>, R. Bakhshipour<sup>2</sup>

1- Soil Sci. Dept, Faculty of agri., Guilan univ., Rasht-Iran.

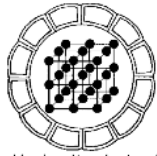
E-mail: Ramazanpour@guilan.ac.ir

2- Res. Cent. of agri Natur and Resour, Rasht-Iran.

(received: 24/9/2002 , received in revised form: 9/4/2003)

**Abstract:** The mineralogical composition of soils formed on phyllite and alluvium as well as examination of their mineral weathering characteristics should provide an insight into the stage of weathering. Three soil profiles from mountain, plain and low lands were selected. Based on XRD analysis, clay fractions were dominated by chlorite-vermiculite, vermiculite, HIV, illite, mica-vermiculite or mica-smectite. Persistence of 13.9 Å peak on 550 °C treated specimens indicate discrete chlorite, however, presence of 12.2 Å peak on 550 °C pattern, further suggesting partial, random removal of interlayer hydroxide sheets and then, interstratified chlorite-vermiculite formation. Therefore, decrease in chlorite and illite is accompanied by increasing vermiculite in surface horizon. Higher intensity of even-ordered reflections (002,004) than odd ordered reflections (001,003) in chlorites revealed the presence of iron ions which further increased the susceptibility of them to chemical weathering through oxidation process and caused to degrade the interlayer sheets. The shoulder on the low angle side of 10 Å peak upon 550 °C pattern and on the high angle side of 14 Å peak under glycol solvation as well as gradual decrease in 14 Å peak intensity and gradual enhancement in 10 Å peak intensity at higher temperature may confirm Al- polymers within the interlayered space and HIV formation. Consequently, presence of mixed layer mineals indicate the effect of acid-leaching weathering on clay mineral transformation.

**Keywords:** *Hydroxy interlayered vermiculite (HIV), Clay mineral transformation, Al- polymers, Physiographic unit.*



## شواهد تغییر شکل کانی‌های رسی خاک در بعضی از واحدهای فیزیوگرافیکی غرب لنگرود، گیلان

حسن رمضانپور<sup>۱</sup>، رمضان بخشی‌پور<sup>۲</sup>

۱- رشت، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

پست الکترونیکی: [Ramazanpour@guilan.ac.ir](mailto:Ramazanpour@guilan.ac.ir)

۲- رشت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی.

(دریافت مقاله ۱۳۸۱/۷/۲، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۲/۱/۲۰)

**چکیده:** ترکیب کانی‌شناختی خاکهای تشکیل شده از فیلاپت و مواد آبرفتی، و نیز بررسی ویژگیهای هوازدگی آنها کمک کرد تا اطلاعات مراحل مختلف هوازدگی آنها به دست آید. سه نیمرخ خاک از کوه، دشت و اراضی پست انتخاب شدند. نتایج پراش سنجی پرتو ایکس نشان دادند که کانیهای غالب از کلریت - ورمیکولیت، ورمیکولیت دارای هیدروکسید بین لایه‌ای، ایلیت و میکا- ورمیکولیت یا میکا- اسمکتیت تشکیل شده‌اند. پایداری قله  $13.9 \text{ \AA}$  در دمای  $550^\circ\text{C}$  نشان دهنده کلریت بوده ولی حضور قله  $12.2 \text{ \AA}$  در این دما بر تخریب بعضی از ورقه‌های هیدروکسید بین لایه‌ای در کلریت دلالت دارد. در نتیجه کانی مختلط و نامنظم کلریت - ورمیکولیت تشکیل شده است، به طوری که کاهش کلریت و ایلیت در سطح با افزایش ورمیکولیت همراه بوده است. شدت زیاد قله حاصل از بازتاب از صفحات زوج ( $0.02$  و  $0.04$ ) نسبت به صفحات فرد ( $0.01$  و  $0.03$ ) در کلریت‌ها، نشان دهنده وجود یونهای آهن است که پذیرفتاری آنها به هوازدگی شیمیایی از طریق اکسایش را، زیاد کرده و منجر به تخریب ورقه بین لایه‌ای می‌شود. پیدایش یک شانه در سمت زاویه کمتر قله  $10 \text{ \AA}$  تیمار شده در  $550^\circ\text{C}$  یا در سمت شیب بیشتر قله  $14 \text{ \AA}$  تیمار گلیکول و نیز کاهش تدریجی قله  $14 \text{ \AA}$  همراه با افزایش تدریجی شدت قله  $10 \text{ \AA}$  در دمای بالاتر ممکن است وجود پلیمرهای آلومینیوم در فضای بین لایه‌ای و تشکیل HIV را نشان دهد. در نتیجه، وجود کانیهای مختلط در نمونه‌ها مبین تأثیر فرایندهای هوازدگی در شرایط اسیدی - آبشویی روی تغییر شکل کانیهای رسی است.

واژه‌های کلیدی: ورمیکولیت دارای هیدروکسید بین لایه‌ای (*HIV*)، تغییر شکل کانیهای رسی، پلیمرهای آلومینیوم، واحد فیزیوگرافیکی.

## مقدمه

علم کانی‌شناسی رس برای آگاهی بیشتر از پیدایش خاک، خصوصیات ساختار خاک، و فرایندهای هوازدگی مفید است [۱ و ۲]. بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها با کانیهای خاک کنترل می‌شوند [۱ و ۳]. بیول و همکاران [۱] نه تنها آب، هوا و شرایط محیطی بلکه غلظت یون‌ها و شرایط Eh - pH را نیز تعیین کننده نوع کانیها در خاک می‌دانند.

کانیهای اسمکتیت در شرایط آبشویی زیاد و غلظت زیاد یون H، تخریب شده و تغییر شکل می‌دهند [۱]. سنکایی و همکاران [۴] معتقدند کلریت‌های آهن و منیزیم‌دار در خاک ناپایدارند و برای از بین رفتن هیدروکسید بین لایه‌ای باید pH خاک کمتر از ۶ و شرایط آبشویی نیز فراهم باشد. در این حالت وقتی آهن عمدتاً در ورقه هیدروکسید بین لایه‌ای قرار گیرد، سریعتر اکسید می‌شود ولی اگر در ورقه ۸ وجهی از واحد ۲:۱ کلریت قرار گیرد خیلی کندتر اکسید خواهد شد و اکسایش آهن در واحد ۲:۱ منجر به کاهش بیشتر بار الکتریکی شده و اسمکتیت به جای ورمیکولیت تشکیل می‌شود. بنابر گزارش تریبوت و همکاران [۵]، خروج K از ایلیت در خاکهای با pH پایین منجر به تخریب ایلیت و تشکیل کانی مختلط ایلیت - اسمکتیت خواهد شد. راس و کوداما [۶] معتقدند که پیش از تخریب کلریت، نخست صفحه OH در هیدروکسید بین لایه‌ای از بین می‌رود، سپس اکسایش آهن و کاهش pH صورت گرفته و کلریت تخریب می‌شود. گراهام و همکاران [۷] در مطالعه سنگهای فیلایت متوجه شدند که کلریت در سنگها وجود دارد ولی در ساپرولیت (افق C)، کلریت وجود ندارد. در نتیجه کلریت - ورمیکولیت و کلریت - اسمکتیت، از تغییر شکل کانی کلریت حاصل می‌شوند.

با توجه به اطلاعات پراش پرتو ایکس، بازتاب از صفحات ۰۰۱ و ۰۰۲ و ۰۰۳ و ۰۰۴ کلریت دارای قله‌های ۱۴ و ۷ و ۴/۷ و ۳/۵۴ آنگستروم است [۸]. قله ۱۴ Å کلریت در اثر تیمار با گلیکول و پتاسیم همراه با دما تغییری نمی‌کند [۲]، ولی تیمپسون و همکاران [۹] در یک بررسی، جایجایی جزئی قله ۱۴ Å به سمت ۱۰ Å در دمای ۵۵۰ °C و نیز به سمت ۱۵ Å در تیمار با گلیکول (به دلیل انبساط جزئی) را مشاهده کرده‌اند و نتیجه گرفتند که بعضی از ورقه‌های هیدروکسید بین لایه‌ای کلریت به خاطر هوازدگی، بطور تصادفی از بین رفته و با نفوذ اتیلن گلیکول در آن موجب انبساط بخشی از کلریت شده است.

## موقعیت جغرافیایی و محل نیمرخ های خاک

بیشتر بخش شرقی منطقه گیلان از تشکیلات شمشک است. به طوری که شمال سنگر تا املش را سنگهای آهکی و ماسه‌ای و شیل ژوراسیک می‌پوشانند. نزدیک به املش و اطراف لاهیجان تشکیلات آذرین و توفهای آتشفشانی نیز دیده می‌شوند. بخشی از کوههای شمال لاهیجان از سنگهای دگرگونی مثل شیست، فیلایت، و گنایسهای گرانیت‌دار تشکیل شده است [۱۰]. رژیم

رطوبتی منطقه یودیک است که مخصوص مناطق مرطوب با پراکنش خوب باران است. میانگین دمای سالانه در دامنه  $22^{\circ}\text{C}$  -  $15^{\circ}\text{C}$  است و ترمیک گفته می‌شود [۱۰]. سه نیمرخ خاک شاهد در واحدهای فیزیوگرافی کوه، دشت و اراضی پست در ۹ کیلومتری غرب شهرستان لنگرود انتخاب و حفر شدند که عبارتند از:

- ۱- واحد کوه در پایین کت شال با پوشش جنگلی بلوط - ممرز و مواد مادری فیلایت.
- ۲- واحد دشت‌های آبرفتی واقع در گوهرسرا با پوشش چای و مواد مادری آبرفتی.
- ۳- واحد اراضی پست آبرفتی واقع در قصاب محله با پوشش نهالستان صنوبر و مواد مادری آبرفتی.

### روش‌ها

نمونه‌ها پس از خشک‌شدن در هوا و سرندها با الک ۲ میلیمتری برای آزمایش آماده شدند. pH نمونه‌های گل اشباع [۱۱] ماده آلی به روش اکسایش تر [۱۱]، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم در  $\text{pH}=7$  [۱۲]، و میزان رس به روش پیپت [۱۱] تعیین شد. از هر نیمرخ شاهد، سه افق برای بررسی با دستگاه پراش‌سنج پرتو ایکس انتخاب و سپس با استفاده از روش کیتریک وهوپ [۱۳] جداسازی اجزای مختلف شن و سیلت و رس صورت گرفت (از افق‌های سطحی، زیر سطحی و انتهایی به منظور بررسی تأثیر آبشویی مواد، انباشت مواد، و نوع مواد مادری روی کانی‌شناسی رسها، نمونه برداری شد). پیش تیمار برای جداسازی اجزاء، از جمله حذف آهک (با استات سدیم در  $\text{pH}=5$ )، حذف مواد آلی (با آب اکسیژنه ۳۰٪) و حذف اکسیدهای آهن (با فرسیترات سدیم و دی تیونات سدیم در  $\text{pH}=7.3$ ) انجام گرفت. دستگاه پراش سنج پرتو ایکس مورد استفاده از نوع شیمادزو مدل XD-610 با لامپ مس بوده و کلیه نمونه‌های رس حداکثر تا  $2\theta=30^{\circ}$  با جریان ۴۰ میلی آمپر و ولتاژ ۴۰ کیلوولت قرار گرفتند. سرعت زاویه سنج ۲ درجه در دقیقه انتخاب شد. نمونه‌های رس پس از اشباع با کلرور منیزیم یک نرمال و قرار دادن چند قطره از آن روی لام و خشک‌کردن در دمای اتاق، در پراش‌سنج پرتو ایکس قرار گرفت. سپس نمونه اشباع شده، پس از تیمار با بخار اتیلن گلیکول در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  به مدت یک شبانه روز، دوباره در دستگاه قرار داده شد. نمونه‌های دیگر هر افق را پس از اشباع با کلرور پتاسیم یک نرمال در پراش‌سنج قرار داده و پس از آنالیز، دوباره در دمای  $110^{\circ}\text{C}$  و  $300^{\circ}\text{C}$  و  $550^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت در هر دما قرار گرفت، سپس در معرض پرتو ایکس قرار داده شدند [۲ و ۸].

### بحث و برداشت

نتایج پراش‌سنج پرتو ایکس (XRD) از بخش رس خاکها در افق A1 نیمرخ خاک ۱ (شکل ۱) نشان می‌دهد که قله  $14.2 \text{ \AA}$  در تیمار با اتیلن گلیکول تغییر نمی‌کند ولی در اشباع با پتاسیم

و دمای  $550^{\circ}\text{C}$ ، بخشی از این قله پایدار مانده و بخشی نیز به سمت  $12\text{ \AA}$  جابجا شد. پایداری بخشی از قله  $14.2\text{ \AA}$  در دمای  $550^{\circ}\text{C}$  و جابجایی آن به سمت زاویه بزرگتر ( $13.9\text{ \AA}$ ) دلیل بر وجود کلریت است [۸]. ولی چون شدت قله  $10\text{ \AA}$  مربوط به نمونه تیمار شده با پتاسیم در دمای معمولی و دمای  $550^{\circ}\text{C}$  افزایش داشته است، بنابراین باید مقداری ورمیکولیت در آن وجود داشته باشد، زیرا در نمونه اشباع شده با پتاسیم و پیش از گرم کردن، ورمیکولیت دارای ضخامت  $10\text{ \AA}$  بوده است [۸ و ۱۴ و ۱۵]. پیدایش قله  $13.9\text{ \AA}$  در دمای  $550^{\circ}\text{C}$  و نیز قله  $12.2\text{ \AA}$  در این دما به این دلیل است که بعضی از هیدروکسیدهای OH دار بین لایه‌های کلریت از بین رفته و موجب فشردگی در بعضی از لایه‌های کلریت شده است [۸ و ۱۴ و ۱۵].

مطالعات پرتو ایکس نمونه رس از افق C نیمرخ خاک ۱ (شکل ۲)، نشان می‌دهد که قله  $14.1\text{ \AA}$  در تیمار با Mg شکل گرفته است که در اثر تیمار با گلیکول تغییری نداشته ولی شدت قله  $14.1\text{ \AA}$  اشباع شده با پتاسیم کاهش یافته و این کاهش شدت قله در تیمار با  $550^{\circ}\text{C}$  نیز دیده می‌شود تا جایی که در این تیمار، بخش کوچکی از قله  $14.1\text{ \AA}$  باقیمانده، در حالی که شدت قله  $10\text{ \AA}$  افزایش یافته است. پایداری بخشی از قله  $14.1\text{ \AA}$  در دمای بالا و پیدایش قله  $4.7\text{ \AA}$  در تیمار با Mg دلیل بر حضور کلریت در نمونه است، ولی کاهش شدت قله  $14\text{ \AA}$  در دمای  $550^{\circ}\text{C}$  و پیدایش قله  $12\text{ \AA}$  در تیمار با پتاسیم و دمای بالا، دلیلی بر وجود کانی مختلط نامنظم کلریت-ورمیکولیت است. تحقیقات گراهام و همکاران [۷] نیز همین نتایج را روی سنگ فیلایت نشان می‌دهد.

در تمام این نمونه‌ها، قله  $10\text{ \AA}$  در تیمار با منیزیوم و پایداری آن در تیمار با پتاسیم و گرما دلیل بر وجود مقداری میکا (ایلیت)، و قله  $3.3\text{ \AA}$  در تیمار با منیزیوم دلیل بر وجود کوارتز در نمونه است.

از آنجا که بیشتر کلریت‌های موجود در منطقه مورد مطالعه آهن‌دار هستند، و پراش نگاشت شکل ۲ افق C نیز نشان می‌دهد که بازتاب از صفحات زوج کلریت در تیمار با Mg و K (قله  $7.1$  و  $3.5$  آنگستروم) شدیدتر از بازتاب از صفحات فرد است (قله  $14.2$  و  $4.7$  آنگستروم)،

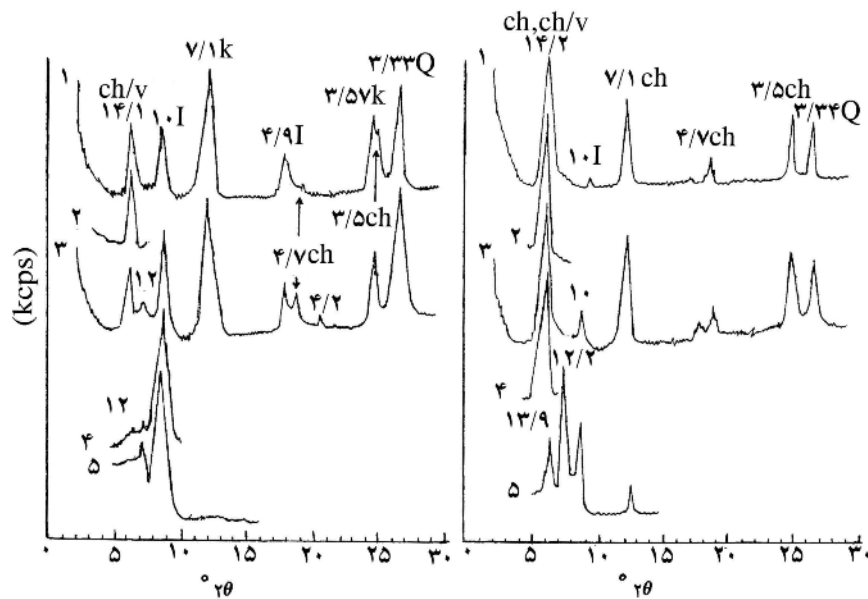
بنابراین کلریت باید آهن‌دار باشد [۲ و ۶ و ۸]. در کلریت‌ها، هر چه نسبت  $\frac{\text{Fe}}{\text{Mg}}$  بیشتر شود

پذیرفتاری هوازدگی افزایش می‌یابد زیرا در اثر اکسایش آهن و خارج شدن ورقه هیدروکسید بین لایه‌ای، تخریب ساختمان کلریت شروع [۶]، و شرایط برای تغییر شکل بخشی از کلریت و تشکیل ورمیکولیت در خاک فراهم می‌شود.

جدول ۱ برخی مشخصات مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاکهای بدون شاهد.

رده‌بندی در سیستم تاکسونومی (۱۶)	CEC (cmol/kg)	کربن آلی (%)	pH	رس (%)	رنگ مرطوب	عمق سانتی متر	افق	نیمرخ خاک	واحد فیزیکوگرافیکی
Typic Argiudolls	۲۴٫۴	۳	۵٫۸	۳۱	10YR3/2	۰-۱۳	A1	۱	کوه - ناحیه پایین کت شال شیب ۶۵٪ - ۲۰
	۱۶٫۹	۲٫۲	۵٫۹	۳۵	10YR3/3	۱۳-۳۱	A2		
	۱۶٫۹	۰٫۷۷	۵٫۹	۴۷	7.5YR4/6	۳۱-۶۲	Bt1		
	۱۸٫۶	۰٫۵۷	۵٫۹	۵۰	5YR4/6	۶۲-۸۶	Bt2		
	۱۷٫۲	۰٫۳۵	۵٫۹	۴۹	5YR4/4	۸۶-۱۲۲	Bt3		
	۱۷٫۴	۰٫۳۵	۵٫۷	۳۹	5YR4/4	۱۲۲-۱۷۵	C		
Aquic Fragiudepts	۱۵	۱٫۶۸	۴٫۴	۲۶	10YR5/3	۰-۲۵	Ap	۲	دشت آبرفتی ناحیه گوهرسرا شیب کمتر از ۳٪
	۱۵	۱٫۱	۴٫۹	۲۲	10YR5/4	۲۵-۳۸	Bw		
	۱۸٫۴	۰٫۳۴	۵٫۳	۲۸	7.5YR5/4	۳۸-۶۷	Bg		
	۱۶٫۸	۰٫۲۹	۵٫۶	۲۴	7.5YR5/4	۶۷-۱۰۷	Bxg1		
	۱۴٫۵	۰٫۲۲	۶	۱۵	7.5YR5/4	۱۰۷-۱۳۰	Bxg2		
	۱۳٫۵	۰٫۲	۶٫۱	۱۴	7.5YR4/4	۱۳۰-۱۵۰	Bxg3		
Typic Haplaquolls	۱۹٫۲	۱٫۸	۵٫۸	۴۶	10YR3/2	۰-۲۵	A	۳	اراضی پست آبرفتی، رسوبی ناحیه قصاب محله شیب کمتر از ۳٪
	۲۳٫۷	۱٫۳	۵٫۹	۴۴	10YR4/2	۲۵-۵۰	Bw		
	۲۶٫۳	۱	۵٫۹	۴۶	10YR4/3	۵۰-۹۰	Bg		
	۲۶٫۳	۱	۶٫۱	۴۷	10YR4/4	۹۰-۱۴۵	BCg		
	۲۲٫۷	۱	۶٫۱	۴۳	10YR4/4	۱۴۵-۱۷۵	Cg1		
	۲۲٫۹	۰٫۹۳	۶٫۱	۴۰	10YR4/4	۱۷۵-۲۰۰	Cg2		
۱۷٫۴	۰٫۶۴	۶٫۲	۳۰	10YR5/4	۲۰۰-۲۲۵	Cg3			

نتایج پراش‌سنجی با پرتو ایکس از مواد مادری در شکل ۳ نشان می‌دهد که در سنگ فیلیت هوازدگی مقداری کانی مختلط کلریت-ورمیکولیت وجود دارد. از طرف دیگر وجود این کانی نشان می‌دهد که تغییر شکل کانی کلریت سنگزاد در اثر هوازدگی در شرایط اسیدی و آبشویی صورت گرفته است. بنابراین برای حضور کلریت در افق A1 نیمرخ خاک ۱ چند راه می‌توان در نظر گرفت. یا مواد مادری کلریت‌دار (فیلیت هوازده) از ناحیه بالا دست کوه با شیب زیاد در اثر فرسایش به نقطه پایین دست با شیب کمتر (محل حفر نیمرخ خاک) انتقال یافته و فرصت لازم برای تغییر شکل را پیدا نکرد و یا پایداری قله  $13.9 \text{ \AA}$  در واقع به HIV های خیلی تکامل یافته مربوط می‌شود که فضای بین لایه‌ای را از پلیمرهای آلومینیوم به طور کامل پر کرده است، و همانند کلریت عمل کرد و کلریت خاکزاد نیز خوانده می‌شود به طوریکه در اثر فرایندهای خاکزایی در شرایط pH اسیدی خاکهای منطقه حاصل شد و پایدار مانده است.



شکل ۲ پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس

افق A1 (۱۳-۰ نیمرخ خاک ۱).  
افق C (۱۷۵-۱۲۲، نیمرخ خاک ۱).

(آنالیز بعضی تیمارها (۲ و ۴ و ۵ در شکل ۱ و ۲) در زاویه محدود به  $2\theta$  صورت گرفته است.)

S = اسمکتیت

I = ایلیت

ch = کلریت

Q = کوآرتز

K = کائولینیت

V = ورمیکولیت

mi = میکا

شکل ۱ پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس

افق A1 (۱۳-۰ نیمرخ خاک ۱).

پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم

پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ + گلیکول

پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع شده با پتاسیم

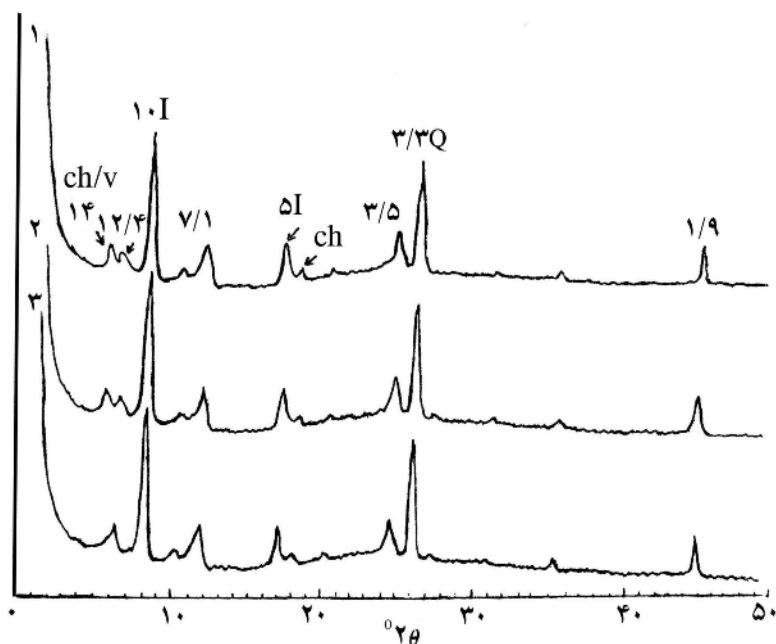
پراش نگاشت ۴: نمونه ۳ + دمای  $350^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت

پراش نگاشت ۵: نمونه ۳ + دمای  $550^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت

(اعداد روی قله ها به انگستروم)

در نیمرخ خاک ۲ (شکل‌های ۴ و ۵) حضور قله  $14 \text{ \AA}$  در تیمار با منیزیم و کاهش شدت این قله همراه با تغییر و پیدایش آن در فاصله  $14 \text{ \AA}$  تا  $10 \text{ \AA}$  (پیدایش  $12 \text{ \AA}$ ) در تیمار با پتاسیم در دمای  $110^\circ\text{C}$  و افزایش شدت قله  $10 \text{ \AA}$  در تیمار با پتاسیم و دمای  $350^\circ\text{C}$  و  $550^\circ\text{C}$  نشان دهنده ورمیکولیت است [۶ و ۸] وجود یک شانه در قله  $14 \text{ \AA}$  (شکل ۴) تیمار با اتیلن گلیکول و تغییر قله  $14 \text{ \AA}$  به  $10 \text{ \AA}$  در دمای بالاتر که منجر به افزایش شدت قله  $10 \text{ \AA}$  در این دما شده است، نشان می‌دهد که در فضای بین لایه‌ای ۲:۱، مقداری از مواد هیدروکسی آلومینیوم پر شده، و اجازه نمی‌دهد تا در دمای پایین، قله  $14 \text{ \AA}$  به راحتی به سمت  $10 \text{ \AA}$  جابجا شود. به عبارت دیگر توصیف شرایط بالا تأییدی است بر وجود HIV که منجر به پدیده فشرده‌شدن در کانی ۲:۱ در تیمار با پتاسیم در دمای بالاتری شده است.

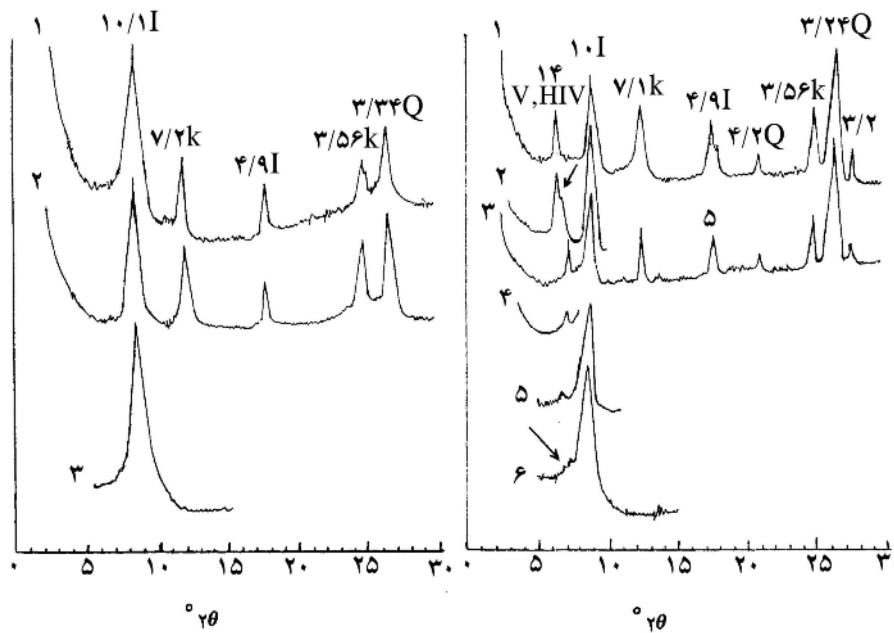




شکل ۳ پراش نگاشت پرتو ایکس از ذرات رس سنگ فیلیت هوازده (نیمرخ خاک (۱) پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم، پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ + گلیکول، پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع با پتاسیم + دمای  $550^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲ ساعت.

بسته به درجه پر شدن بین لایه‌ها، ترکیب بین لایه ای و نوع کانی ۱:۲، رفتار ورمیکولیت دارای هیدروکسی بین لایه‌ای در مقابل تیمارهای گرمایی، حد واسط بین کانی‌های ورمیکولیت، اسمکتیت و کلریت بوده و رفتار نمونه رس آنها در تیمار با اتیلن گلیکول، شبیه کلریت یا ورمیکولیت است.

برای تشخیص کانیهای بالا می‌توان از تیمارهای پتاسیم و گرما کمک گرفت، به این صورت که پر نشدن کامل فضای بین لایه‌ها با پلیمرهای آلومینیوم منجر به ناپایداری قله  $14 \text{ \AA}$  در تیمارهای پتاسیومی و دماهای  $25^{\circ}\text{C}$  تا  $550^{\circ}\text{C}$  می‌شود. دمای مورد نیاز برای تغییر قله  $14 \text{ \AA}$  به سمت  $10 \text{ \AA}$ ، برای تخمین درجه نسبی پر شدن این فضا استفاده می‌شود، به طوری که هر چه دمای بیشتری برای تغییر قله  $14 \text{ \AA}$  به  $10 \text{ \AA}$  نیاز باشد درجه پر شدن در فضای بین لایه‌ها بیشتر خواهد بود [۸]. بارن هیسل و همکاران [۸] معتقدند که این کانی‌ها همانند کلریت است زیرا در اثر حلالهای قطبی و نیز تیمارهای در دمای متوسط تغییری نمی‌کنند، ولی یک تفاوت با کلریت دارند و آن این است که هیدروکسید آلومینیوم بین لایه‌ای را در اثر عصاره‌گیری با سیترات سدیم می‌توان خارج کرد. مواد باقیمانده همانند ورمیکولیت در تیمارهای متفاوت عمل می‌کنند.



شکل ۵ پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس افق ۱ Bxg1 (۱۰-۱۷٪ نیمرخ خاک ۲).

پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم  
پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ به اضافه گلیکول به مدت ۲ ساعت.  
پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع با پتاسیم + دمای ۵۵۰ °C به مدت ۲ ساعت.

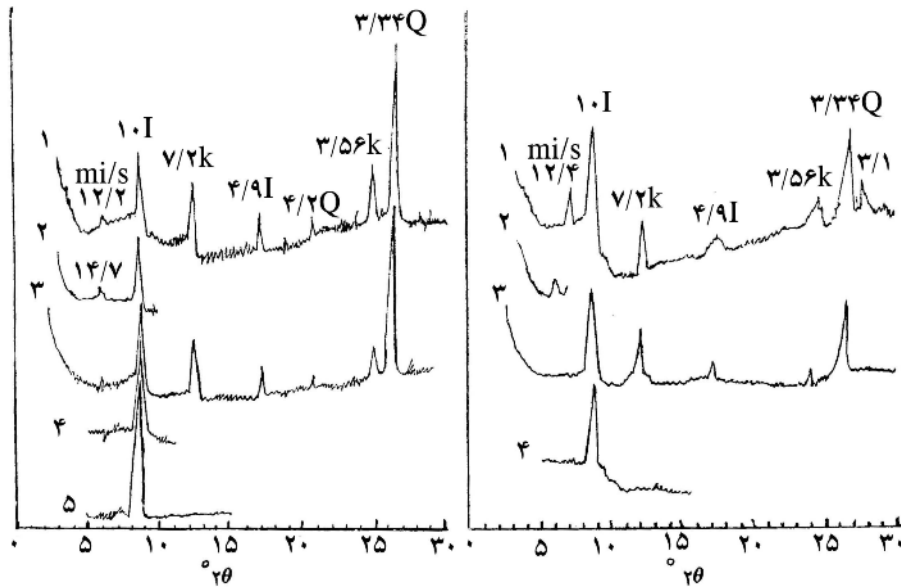
شکل ۴ پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس افق Ap (۰-۲۵٪ نیمرخ خاک ۲).

پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم  
پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ + گلیکول  
پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع شده با پتاسیم.  
پراش نگاشت ۴: نمونه ۳ + دمای ۱۱۰ °C.  
پراش نگاشت ۵: نمونه ۳ + دمای ۳۵۰ °C.  
پراش نگاشت ۶: نمونه ۳ + دمای ۵۵۰ °C.

در نیمرخ خاک ۲ (شکل‌های ۴ و ۵) از سطح به عمق، ورمیکولیت کاهش یافت به طوری که اثری از آن در اعماق دیده نمی‌شود (افق Bxg1)، و احتمالاً بخشی از ورمیکولیت در سطح خاک ناشی از آبهویی در pH اسیدی (جدول ۱) و در اثر تغییر شکل ایلیت (میکای آبدار) به ورمیکولیت حاصل شده است. (کاهش شدت قله  $10 \text{ \AA}$  در سطح با افزایش شدت آن در عمق همراه است.)

در نیمرخ خاک ۳ (شکل ۶ و ۷)، حضور قله  $12/4 \text{ \AA}$  در تیمار با Mg نشان‌دهنده وجود یک کانی مختلط نامنظم است که حد واسط بین  $14 \text{ \AA}$  و  $10 \text{ \AA}$  است. چون قله  $10 \text{ \AA}$  در نمونه در تمام تیمارها پایدار است پس باید میکا یا ایلیت وجود داشته باشد، و چون در اثر تیمار با اتیلن گلیکول قله  $12/2 \text{ \AA}$  به  $14/7 \text{ \AA}$  آنگستروم جابجا می‌شود در نتیجه باید مقداری از

اسمکتیت یا ورمیکولیت به صورت مختلط با کانی میکا به طور نامنظم وجود داشته باشد. از طرف دیگر در تیمار با پتاسیم، قله  $12 \text{ \AA}$  به سمت  $10 \text{ \AA}$  جابجا می‌شود. ولی با افزایش دما، شدت قله  $10 \text{ \AA}$  نیز ممکن است افزایش یابد (کانی مختلط نامنظم میکا - اسمکتیت، شکل ۷) یا ممکن است شدت آن در دماهای بالا تقریباً ثابت بماند (میکا - ورمیکولیت، شکل ۶) [۱۵] و وجود این کانی مختلط نشان دهنده تغییر شکل کانی میکا به کانی‌های دیگر از جمله اسمکتیت یا ورمیکولیت است.



**شکل ۶** پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس افق Bg (۵۰-۹۰ نیمرخ خاک ۳).  
پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم.  
پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ + اتیلن گلیکول.  
پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع شده با پتاسیم.  
پراش نگاشت ۴: نمونه ۳ + دمای  $550^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت.

**شکل ۷** پراش نگاشت پرتو ایکس ذرات رس افق Cg2 (۱۷۵-۲۰۰ نیمرخ خاک ۳).  
پراش نگاشت ۱: نمونه اشباع شده با منیزیم.  
پراش نگاشت ۲: نمونه ۱ + گلیکول.  
پراش نگاشت ۳: نمونه اشباع شده با پتاسیم.  
پراش نگاشت ۴: نمونه ۳ + دمای  $350^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت.  
پراش نگاشت ۵: نمونه ۳ + دمای  $550^\circ\text{C}$ .

## مراجع

- [1] Buol S.W., Hole F.D., Mc Craken R.J., *Soil genesis and classification*, Iowa State University Press, Ames. (1989) p. 360.
- [2] Moore D.M., Reynolds R.C., *X- ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*, Oxford Univ Press., New Yourk (1989).
- [3] Juo A.S.R., Chi C.L., Wu M.H., *Clay mineralogy of certain rice Soils in southern Taiwan*, Soil Sci. Am. J. **35** (1971) pp. 831-834.
- [4] Senkayi A.L., Dixon J.B., Hossner L.R., *Transformation of chlorite to smectite through interstratified intermediate*, Soil Sci. Soc. Am. J. **45** (1981) pp. 650-656.
- [5] Tributh H., Boguslawski E.V., Lieres A.V., Steffens D., Mengel K., *Effect of Potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals*, Soil Sci. **143** (1987) pp. 404-409.
- [6] Ross G.J., Kodama H., *Experimental transformation of chlorite into a vermiculite*. *Clays Clay Miner.* **22** (1974) 205- 211.
- [7] Graham R.C., Diallo M.M., Lund L.J., *Soil and minelal weathering on phyllite colluvium and serpentinite in northwestern California*, Soil Sci. Soc. Am. J. **54** (1990) pp. 1682- 1690
- [8] Barnhisel R.I., Bertsh P.M., *Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite* (1989) p.729-788. In: J.B. Dixon, S.B. Weed (ed.), *Minerals in soil environments*, 2<sup>nd</sup> ed., SSSA Book ser. I. SSSA, Madison, WI.
- [9] Timpson M.E., Lee S.Y., Ammons J.T., Foss J.E., *Mineralogical investigation of soils formed in calcareous gravelly alluvium, Eastern Crete, Greece*, Soil Sci. Soc. Am. J. **60** (1996) pp. 299- 308.
- [۱۰] رمضان پور ح., اثر غرقاب بر روی برخی خواص مورفولوژیکی، فیزیکی شیمیایی و مینرالوژیکی خاکهای شالیزار در استان گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۶۹).
- [12] Page A.L., Miller R.H., Keneey D.R., *Methods of soil analysis*, ASA, Madison, WI (1986).
- [13] Rhodes J.D., *Cation exchange capacity* (1986) pp. 146 – 157. In: A.L. Page et.al (eds.), *Methods of soil analysis, part2.*, 2<sup>nd</sup> ed., ASA and SSSA, Madison, WI.
- [14] Kittrick J.A., Hope E.W., *A procedure for particle size separations of soil for X-ray diffraction*. Soil Sci. **35** (1971) pp. 621-626.

- [15] Pevear D.R., Goldin A., Sprayuw J.W., *Mineral transformations in soils formed in glacia marine drift. northwestern Washington*, Soil Sci. Soc. Am. J. 48 (1984) pp. 208–216
- [16] Sawhney B.L., *Interstratification in layer silicates* (1989). In: J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.), *Minerals in soil environment*, 2'nd ed., SSS A. Book ser. I. SSSA, Madison, WI.
- [17] Soil Survey Staff, *Keys to Soil Taxonomy*, 8'th ed., USDA- NRCS, Washigton DC (1999).