

# مواد معدنی رسی و ساختار خاک

مقدمه:

خاک رس به خاک ریزدانه ای اطلاق میشود که چسبنده باشد و هنگام ترکیب با مقدار معینی آب حالت خمیری پیدا کند.

لای ها نیز به قدری ریز هستند که با چشم غیر مسلح قابل دیدن نیست ولی لای ها غیر چسبنده و غیر خمیری هستند.

پودر سنگ نیز مثال دیگری از خاکهای ریزدانه ی غیر چسبنده هستند.

- خصوصیات معینی از خاکهای داانه ای ، مثل سایز و شکل دانه ها بر رفتار مهندسی آنها اثر میگذارد و وجود آب به جز چند استثنای مهم، نسبتا در رفتار آنها بی اهمیت است ولی در مقایسه در خاکهای رسی سایز دانه ها اثر نسبتا کمی در رفتار مهندسی دارد ولی آب اثر محسوسی بر رفتارشان دارد.
- لای ها کانی هایی هستند که آب بر رفتار آنها اثر میگذارد . آنها نسبتا غیر خمیری هستند و مقاومتشان مانند ماسه ها ذاتا مستقل از حجم اب موجود در آن میباشد.
- کانی های رسی ریزدانه هایی هستند که از نظر الکتروشیمیایی بسیار فعال هستند. وجود حتی مقدار کمی از کانی رس در یک جرم خاک میتواند اثر محسوسی در خصوصیات مهندسی آن جرم داشته باشد

• ۲-۴ - کانیهای رسی :

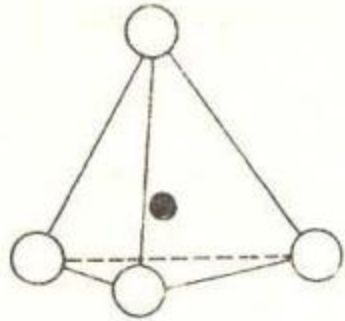
□ کانیهای رسی بلورهای کوچکی هستند که اصولاً در فرسایش شیمیایی از کانیهای به فرم سنگ به وجود آمده و از نظر شیمیایی ترکیبی از سیلیکای ۴ وجهی و آلومینای ۸ وجهی میباشد.

□ کانیهای رسی بسیار کوچک هستند (سایز کمتر از  $1 \mu m$ ) و فقط با میکروسکوپهای الکترونی قابل دیدن هستند.

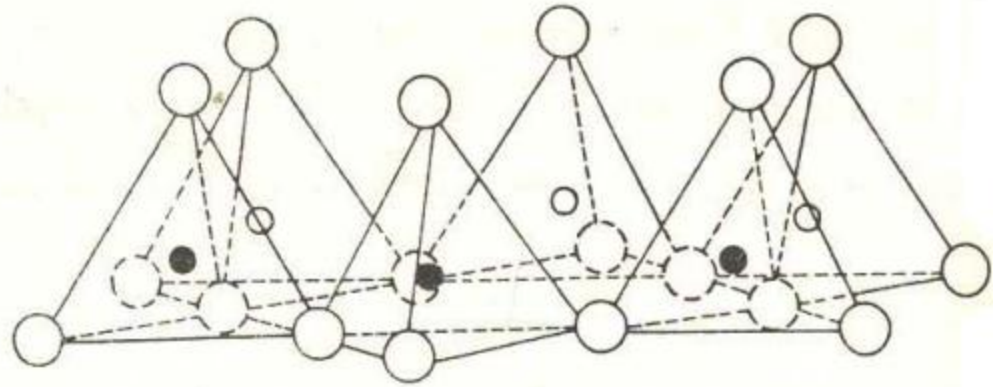
□ بلور شبه ورقه ای دارد که با استفاده از انکسار پرتو ایکس مشخص شده. در حقیقت، آنها از تکرار ۲ بلور اساسی سیلیکای ۴ وجهی و آلومینای ۸ وجهی به وجود می آیند. تفاوت در پیوند و یون فلزی متفاوت در این شبکه، کانیهای رسی متفاوتی را تشکیل میدهد.

□ سیلیکای ۴ وجهی: شامل ۴ اتم اکسیژن در گوشه ها، در مجاور یک اتم سیلیکون

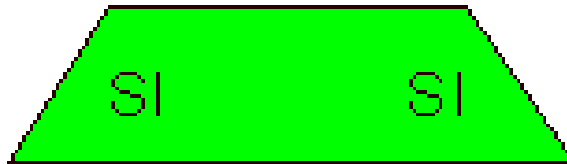
□ آلومینای ۸ وجهی: ۱ اتم آلومینیوم در وسط و ۶ اتم اکسیژن آن را احاطه کرده اند،

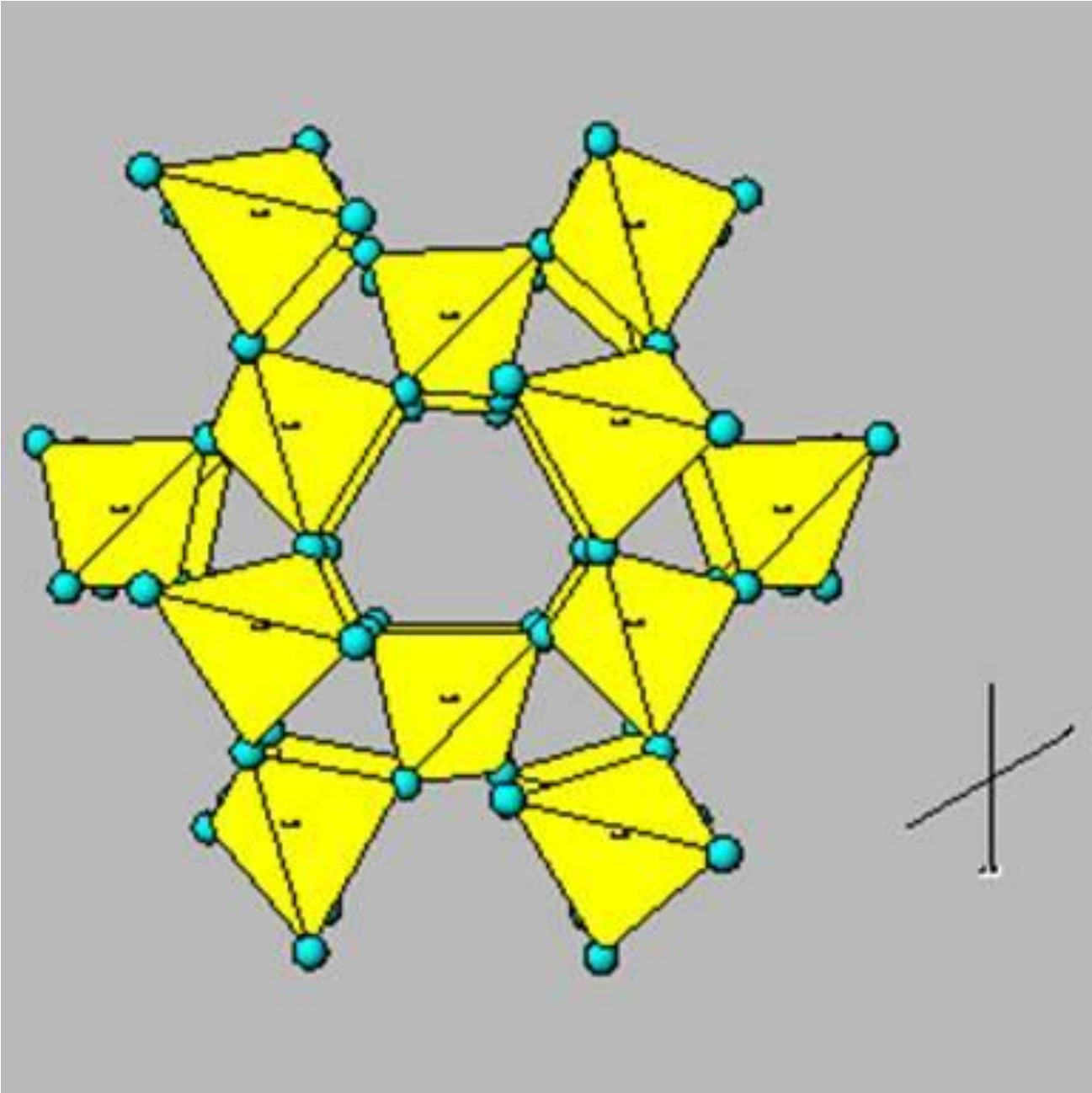


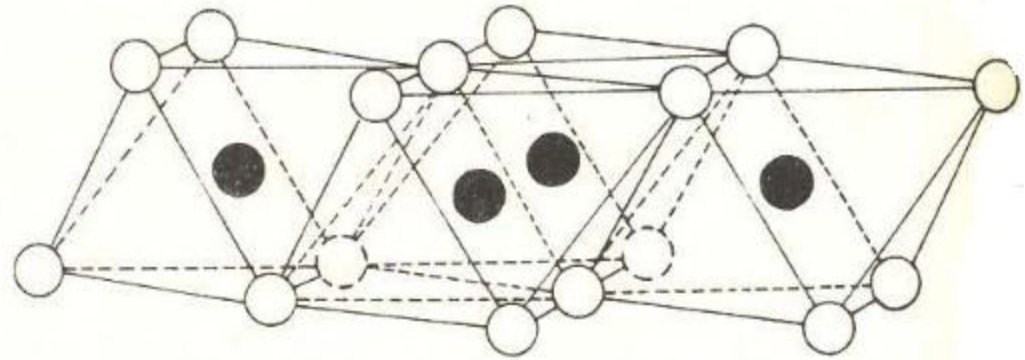
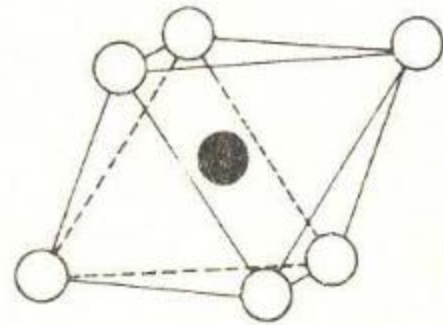
○ & ○ اکسیژن



● & ○ سیلیکون







○ & ○ هيدروكسيل

● آلومينيم

AL

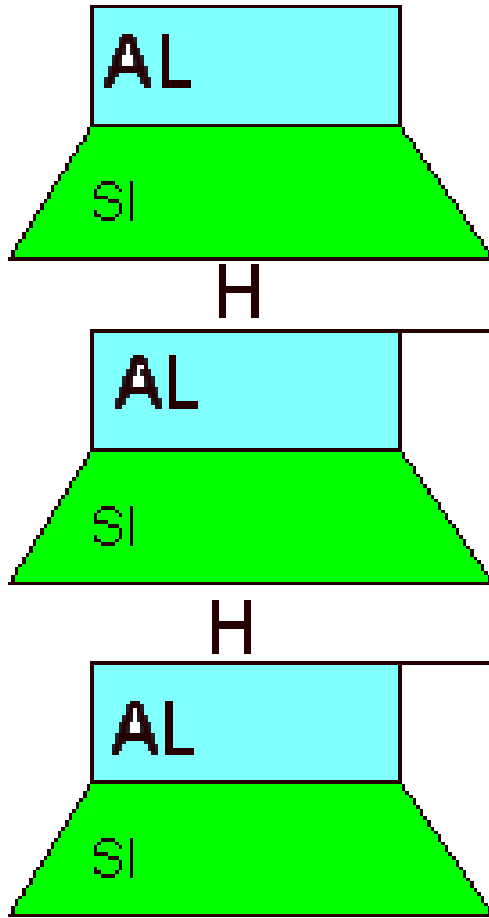
AL

- البته در ورق هشت وجهی به جای آلومینیوم، منیزیوم، آهن و دیگر آنها نیز میتوانند قرار گیرند. جانشینی کاتیونهای متفاوت در ورقهای ۸ وجهی متداول است، جایگزینی یکی به جای دیگری (با سایز مشابه) را بدون تغییر در شکل بلوری و کریستالی، جایگزینی یا تعویض همشکل (ایزومورف) نامیده میشود.

- اگر تمام انیون های ورق هشت وجهی هیدروکسید باشد و  $3/2$  از ظرفیت کاتیونها با آلومینیوم پر شود، گیسیست نامیده میشود و اگر به جای آلومینیوم، منیزیم قرار گیرد بروسیت نامیده میشود.

- کایولینیت:

کایولینیت یک ماده معدنی رسی ۱:۱ ( ۱ ورق سیلیکا به ۱ ورق آلومینا پیوند خورده) میباشد که از تکرار لایه های سیلیکای ۴ وجهی و آلومینا (یا گیسیست) کایولینیت تشکیل میشود. ضخامت هر یک از این لایه  $0.72 \text{ M} \acute{n}$  میباشد.



A ضخامت هر لایه = 500 - 1000

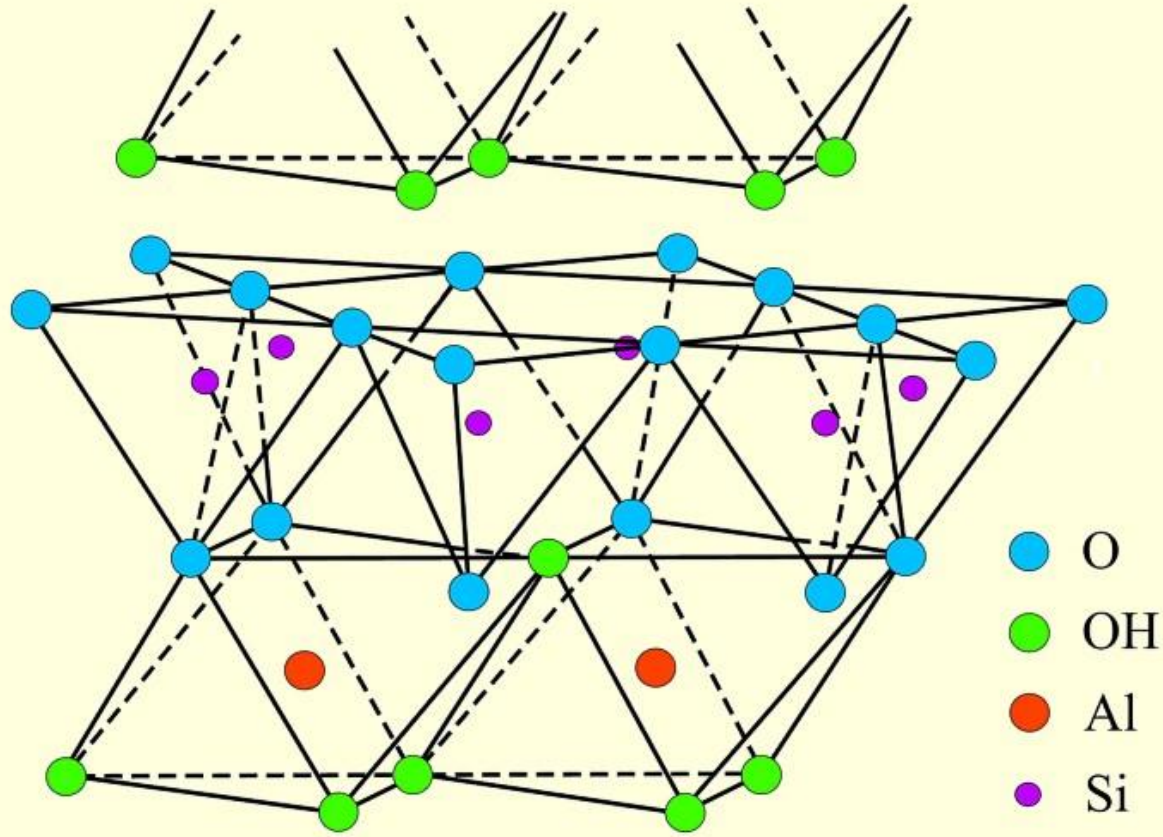
۷۰ - ۱۴۰ واحد

**قویترین پیوند**  $A = 15 \text{ m}^2/\text{gr}$

دیاگرام ساختار کاپولینیت



# STRUCTURE OF A KAOLINITE LAYER



MODIFIED FROM GRIM (1962)

ساختار اتمی کایولینیت

- لایه های متوالی کاپولینیت توسط پیوند هیدروژنی بسیار قوی بین هیدروکسیل ورق هشت وجهی و اکسیژن ورق ۴ وجهی متصل میشوند بنابراین اجازه ساخت یک یک بلور نسبتاً بزرگ (۱۰۰-۷۰ لایه) را میدهد.

- شستشوی بیشتر خاک‌های کائولینیتی موجب برجا ماندن ژئوسپیت که از کانی‌های تشکیل دهنده بوکسیت است می‌گردد. فاصله شبکه‌ای در کائولینیت برابر است ولی نوعی از کائولینیت به نام هالووآزیت (Halloysite) دارای چند مولکول آب بوده و فاصله شبکه‌ای آن به می‌رسد.

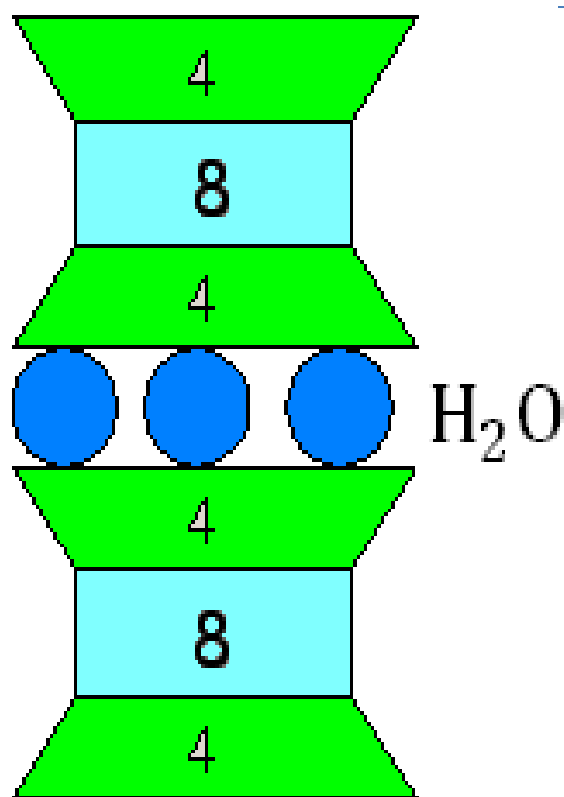
موارد استفاده کاپولین:

کاغذسازی ۵۰٪، سرامیکها ۲۰٪، رنگسازی ۱۰٪ و بقیه در دیرگذاها پلاستیک، لاستیک صنایع دارویی، حشره کشها، جذب کننده ها، مواد پاک کننده و مواد غذایی. نوعی از آن در کوزه گری هم استفاده میشود.

- مونتموریلونیت :

که به آن بعضی مواقع اسمکتیت گفته میشود، یک کانی مهم (۲:۱) که از ۲ ورق سیلیکا و ۱ آلومینا (گیبسیت) تشکیل شده. ضخامت هر یک از لایه های ۲:۱ ۰.۹۶ می باشد و توسط نیروی **واندروالسی** پیوند یافته اند که نسبت به سایر پیونها ضعیف است، بنابراین بلورش بسیار کوچک میباشد ولی آنها جاذبه قوی برای آب دارند. بسیار متورم شونده میباشند و با افزایش آب (گسترش فشار تورم) به آسانی سازه ها و کف سازی اتوبانها آسیب می رسانند.

- در تولید گل حفای، سرامیک سازی ، لوازم آرایشی و غیره از آن استفاده میشود.



A 10-15 = ضخامت هر لایه

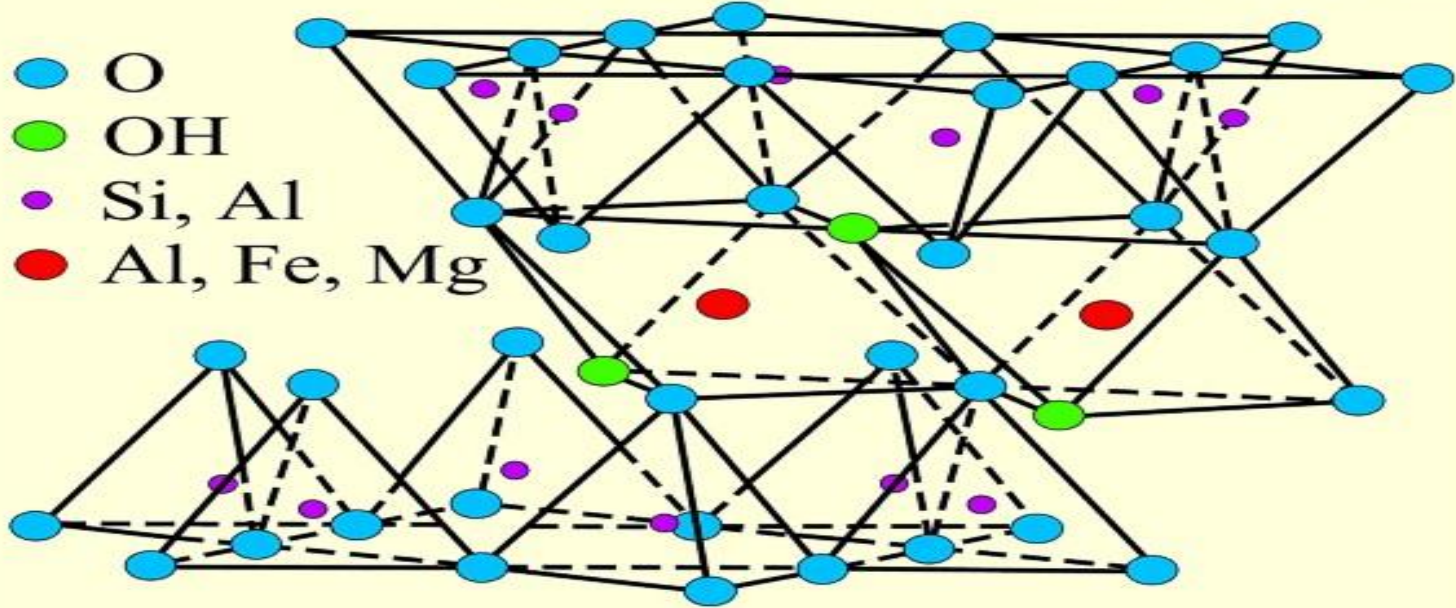
واحد ۱ - ۲

$A = 800 \text{ m}^2/\text{gr} =$  **ضعیف ترین پیوند**

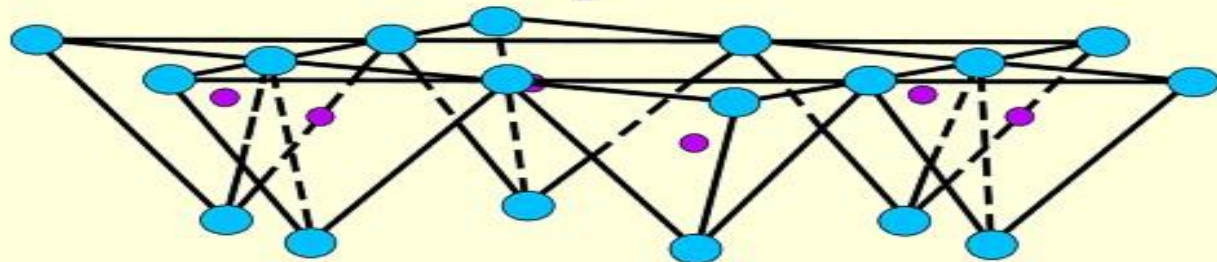
دیاگرام ساختار مونتموریلونیت

# STRUCTURE OF MONTMORILLONITE

- O
- OH
- Si, Al
- Al, Fe, Mg



EXCHANGEABLE CATIONS  
 $n \text{ H}_2\text{O}$



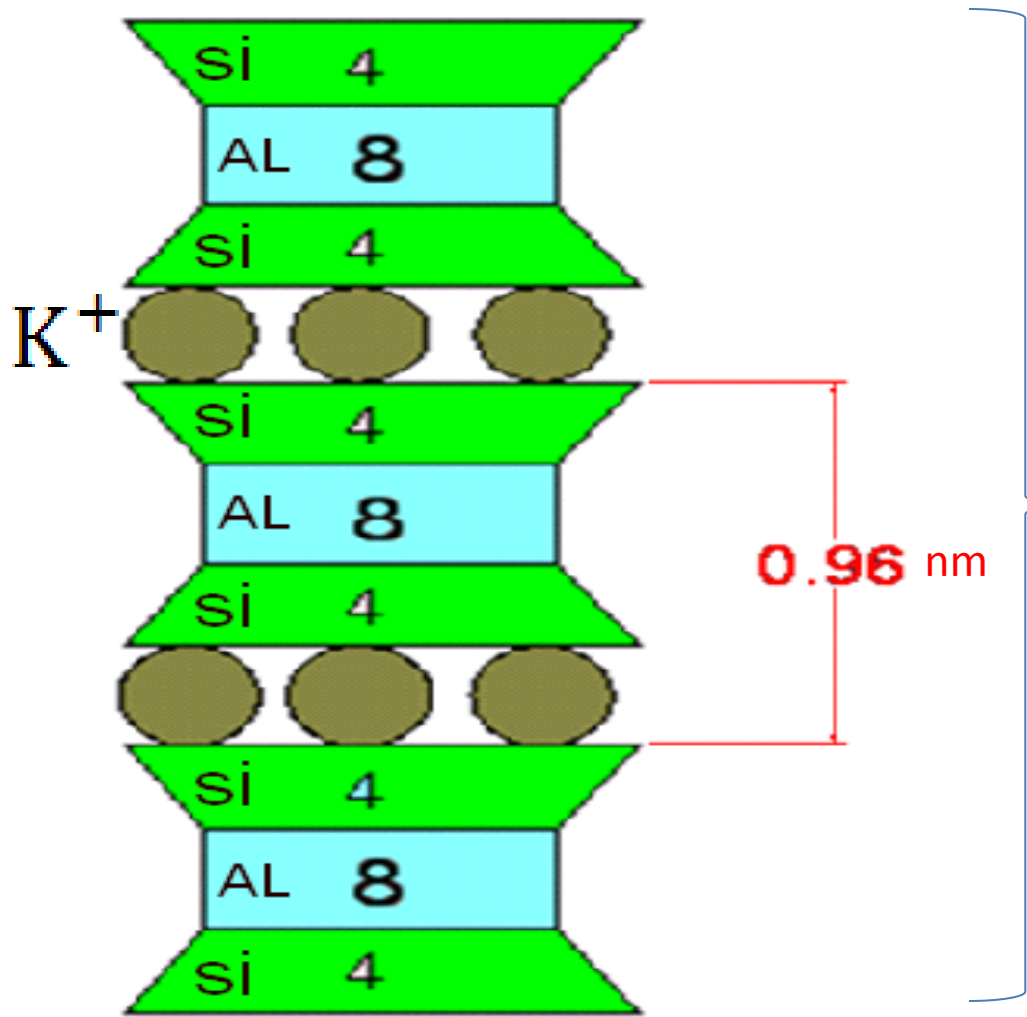
MODIFIED FROM GRIM (1962)

ساختار اتمی مونتموریلونیت

## ایلیت:

- ایلیت نیز مانند مونتموریلونیت ساختار ۲:۱ ( ۲ سیلیکا و ۱ آلومینا) دارد ولی با این تفاوت که مابین لایه ها پیوند پتاسیمی وجود دارد. این پیوند قویتر از پیوند واندر والسی است. ایلیت یک ساختار بلوری شبیه به کانیهای میکا دارد، ولی فعال تر بیشتری نسبت به میکا دارد. بعضی مواقع به ایلیت میکای رسی هم گفته میشود.

- قطر پتاسیم نسبت به حفره ۸ وجهی مکان خود بزرگتر است.
- بار منفی برای تعادل در یونهای پتاسیم از جایگزینی آلومینیوم به جای بعضی از سیلیکونها در ورقهای ۴ وجهی فراهم میشود.
- علاوه بر اینها کانیهای، کانیهای رسی دیگری وجود دارد که عبارتند از: - هالوزیت - ورمیکولیت - آتاپولگیت



ضخامت هر لایه = ۲۰۰ - ۳۰۰ Å

واحد - ۲۰ - ۳۰

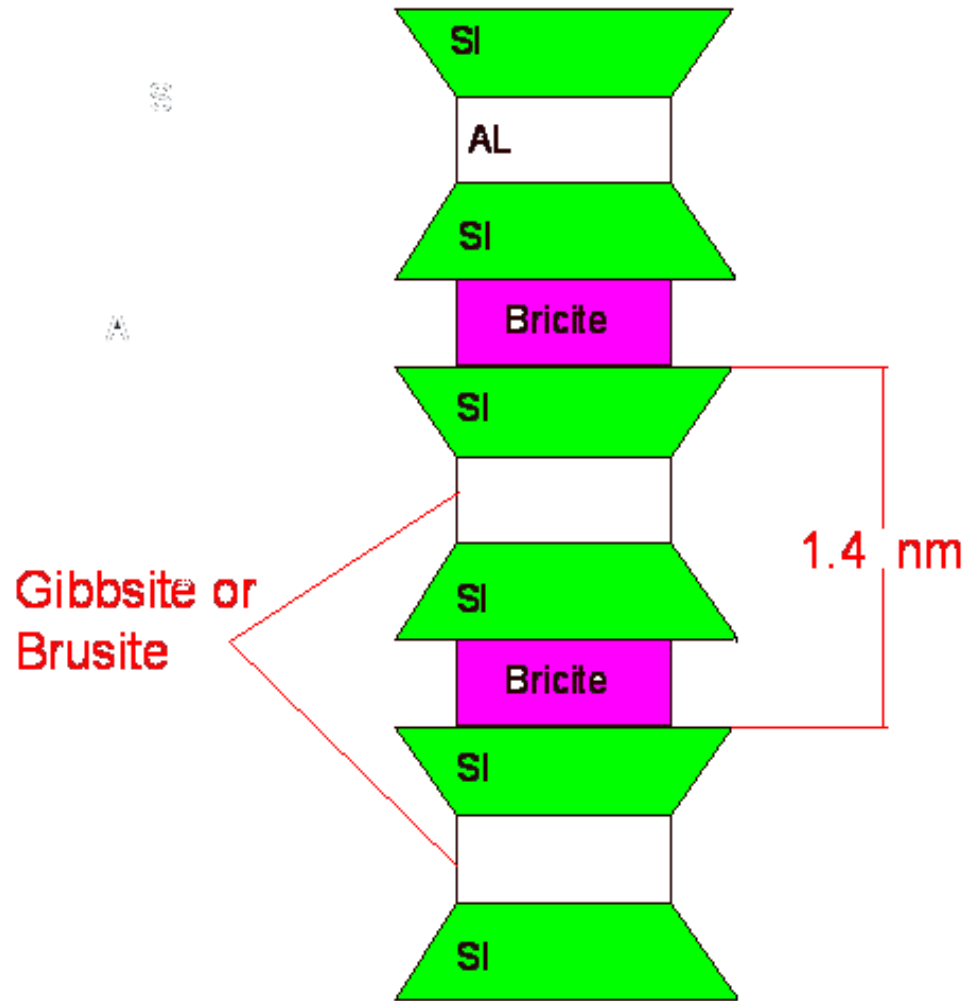
$$A = ۸۰ \text{ m}^2 / \text{gr}$$

دیاگرام ساختار ایلیت

- ورمیکولیت (ئیدرومیکا): در این دسته ورقه ۸ وجهی به نام بروسیت با کاتیون Mg به جای یون پتاسیم رس‌های قبلی (ایلیت) قرار می‌گیرد. فاصله شبکه‌ای آن حدود است. این خاک از نظر مهندسی بسیار مهم است و مانند مونتموریلونیت ۲:۱ میباشد. عایق حرارتی خوبی میباشد.

- کلریت: کلریت‌های رسوبی از نظر ساختمانی شبیه ورمیکولیت هستند با این تفاوت که در چهار وجهی سیلیس مقداری آلومینیم وجود دارد و به جای آلومینیم ممکن است کاتیون‌های ۲ یا ۳ ظرفیتی از قبیل منیزیم - آهن - منگنز - کروم و یا تیتان بنشینند. این دسته از رس‌ها در مقابل اسیدها زود تجزیه شده ولی در مقابل حرارت مقاومند.





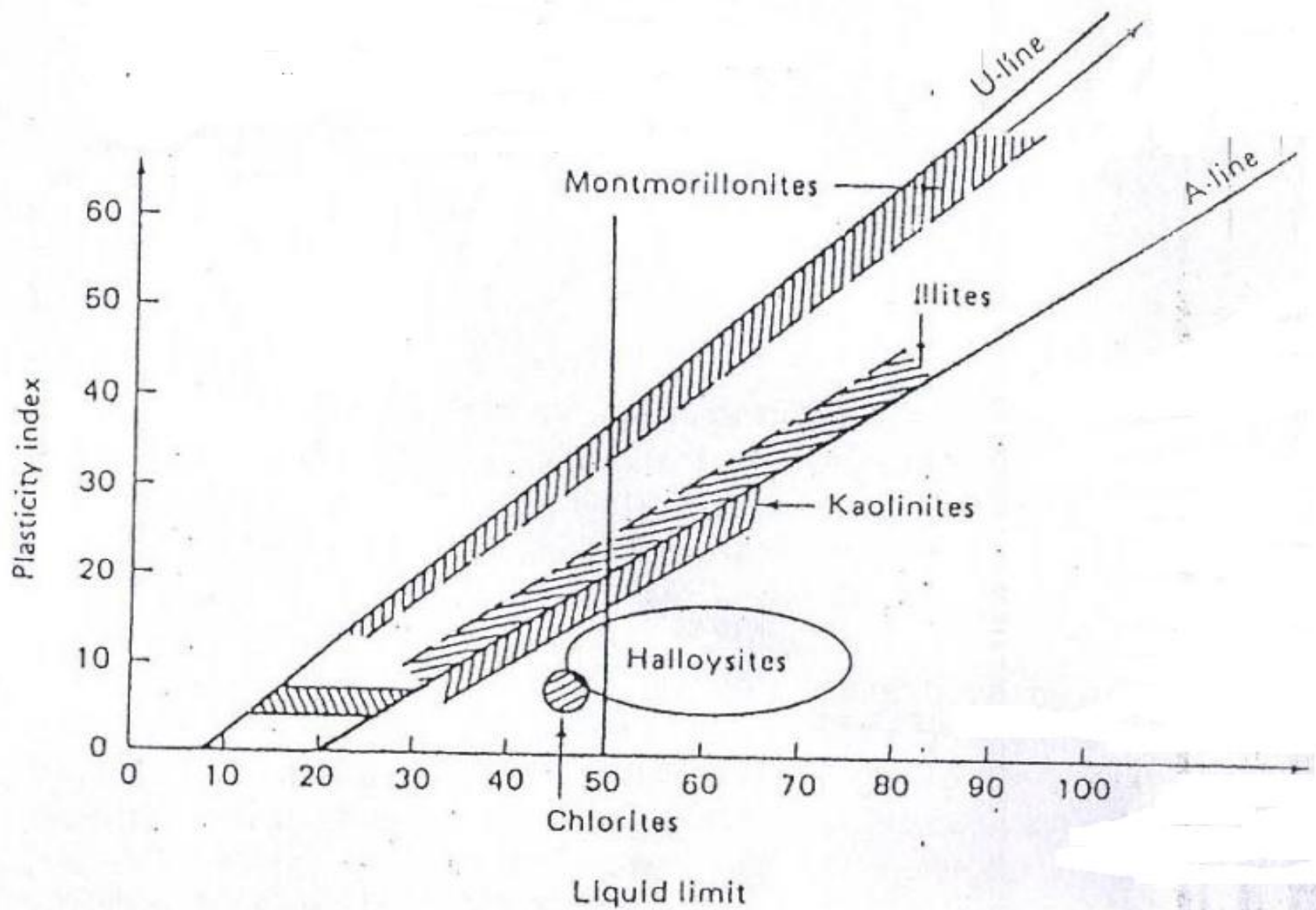
دیاگرام ساختار کلریت

## رسهای زنجیره ای :

- از دیگر کانیهای رسی آتاپولگیت میباشد که ساختار ورقه ای ندارد و یک زنجیره سیلیکاتی است و در نتیجه آن یک ساختار سوزنی یا میله مانند دارد.
- کانیهای با ساختارهای در هم آمیخته هم وجود دارد . به عنوان مثال مونتموریلونیت مخلوط با کلریت یا ایلیت.
- Allophone از سیلیکا و آمومینا تشکیل شده ولی ساختار بلوری ندارد . این ماده ممکن است تحت شرایط ویژه یکی از مواد تشکیل دهنده خاک رس باشد.

## ۳-۴ - شناسایی مواد معدنی رسی:

- موادی با الگوهای معمول یا تکراری ساختار بلوری اشعه ایکس را پراکنده میکنند مواد معدنی متفاوت با ساختارهای کریستالی متفاوت، الگوهای پراکنده سازی اشعه ایکس متفاوتی خواهند داشت ولی با این روش برای تحلیل‌های جزئی در خاکهایی که ترکیبی از مواد معدنی رسی یا خاکهای حاوی مواد معدنی آلی و دیگر ساختارهای معدنی غیر رسی و خاکهایی که دارای لایه های ترکیبی معدنی هستند با مشکلاتی مواجه خواهیم بود.
- از تکنیکهای دیگر، میتوان از تحلیل دمایی متغیر (DTA) نام برد. خاکهای ناشناخته در کوره های برقی حرارت داده میشود. تغییراتی در دماهای خاصی برای مواد معدنی خاصی اتفاق می افتد و ارقام این تغییرات با آن مواد معدنی ناشناخته مقایسه میگردد.
- روش ساده دیگری هست که با استفاده از حدود اتربرگ میباشد. این روش بیان میکند که فعالیت بستگی به فعالیت ویژه یا خاکهای غیرفعال دارد. وقتی مونتموریلنیتها خیلی کوچک و دارای شاخص پلاستیسیته بزرگی باشند، بسیار فعال خواهند بود. در این روش نمونه ی خود را بر روی نمودار LL-PI قرار داده و مکانش را با آن مواد معدنی ناشناخته مقایسه کرد.



شکل ۴-۱۴: محل مواد معدنی معمول بر روی جدول پلاستیسیته کاساگرانده

#### ۴-۴: سطح ویژه :

- مقدار سطح خارجی به جرم یا حجم آن را گویند.

$$\text{ویژه سطح} = \frac{\text{سطح محدوده}}{\text{جرم/حجم}}$$



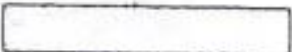
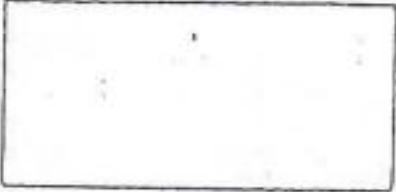
$$1 * 1 * 1 \text{ cm مکعب ویژه سطح} = \frac{6(1 \text{ cm}^2)}{1 \text{ cm}^3} = 6/\text{cm} = 0.6/\text{mm}$$

$$1 * 1 * 1 \text{ mm مکعب ویژه سطح} = \frac{6(1 \text{ mm}^2)}{1 \text{ mm}^3} = 6/\text{mm}$$

- مطالب فوق نشان میدهد که قطعات بزرگ خاک سطح ویژه کمتری نسبت به قطعات کوچکتر دارد .
- سطح ویژه با سطح طبقات خاک رابطه معکوس دارد.
- سطح ویژه خاک با تکه های کوچک بزرگتر از خاکهای با تکه های بزرگ میباشد. مانند طراحی بتن که باید سیمان کافی برای پوشش کل سطح فراهم باشد.

## ۴-۵ فعل و انفعالات بین آب و مواد معدنی رسی:

- آب اثر زیادی بر خاکهای درشت دانه ندارد. برای مثال نیروی برشی ماسه اشباع و خشک تقریبا برابر است. البته یک مورد استثنا وجود دارد که آن نیروی دینامیکی در ماسه های سست زمان زمین لرزه میباشد.
- از طرف دیگر مقدار آب تاثیر زیادی بر خاکهای ریزدانه به خصوص رسها دارد. علت اهمیت آب در ریزدانه ها بزرگی سطح مخصوص آنها و وجود حالت خمیری آنها میباشد و توزیع سایز دانه ها فاکتور تعیین کننده ای نمیباشد.

Edge View	Typical Thickness (nm)	Typical Diameter (nm)	Specific Surface (km <sup>2</sup> /kg)
 Montmorillonite	3	100-1000	0.8
 Illite	30	10 000	0.08
 Chlorite	30	10 000	0.08
 Kaolinite	50-2000	300-4000	0.015

شکل ۴-۱۵: میانگین مقادیر اندازه نسبی، ضخامت، سطح مخصوص مواد معدنی رسی رایج

- بنابر این چون مونتموریلونیت کوچکتر از کایولینیت است، سطح مخصوص بیشتری دارد و در نتیجه فعالترند. و مشاهده میکنیم که فعالیت سطح ماسه نزدیک به صفر است.

$$A = \frac{PI}{\text{رس خاک وزنی درصد}}$$

درصد وزنی خاک رس معمولاً از درصدی از نمونه که اندازه آن کمتر از  $2M\mu$  محاسبه میگردد.



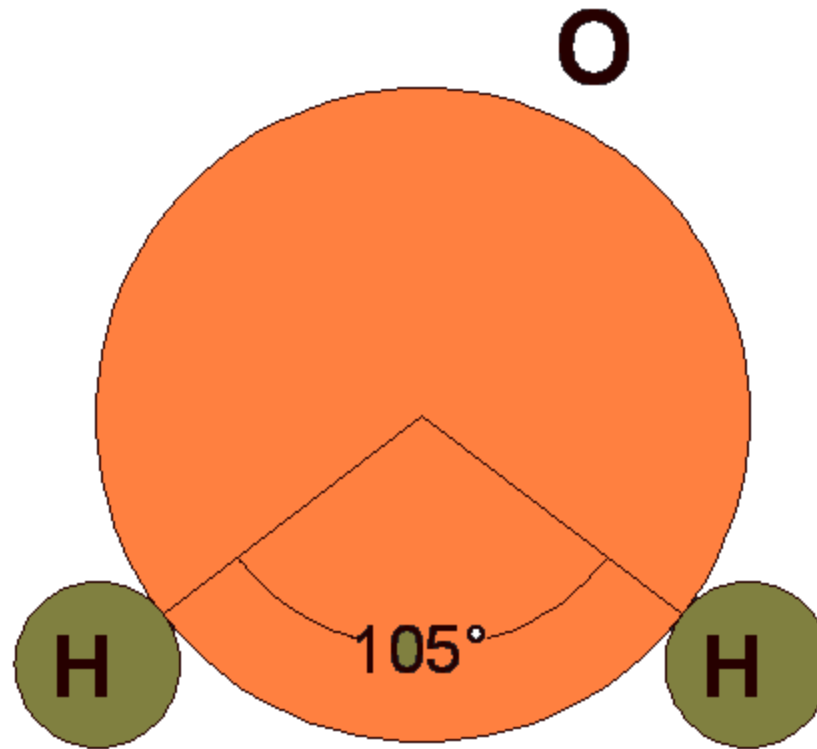
- جذب آب بر روی سطح خاک:

۱- آب مولکول دوقطبی است. از نظر الکتریکی خنثی است ولی ۲ مرکز جداگانه بار الکتریکی دارد. بنابراین این آب به طور الکترواستاتیکی جذب سطح بلور خاک رس میشود.

۲- (مهمترین عامل) : آب توسط پیوند هیدروژنی (هیدروژن آب جذب اکسیژن یا هیدروکسیل سطح رس میشود) بر روی بلور رس نگه داشته میشود.

۳- بار الکتریکی منفی یونهای حاضر در آب را نیز جذب میکند.

-اتمهای هیدروژن آب تحت زاویه ۱۰۵ درجه نسبت به مرکز اتم اکسیژن قرار دارد. در نتیجه مولکول آب به صورت میله ای و در یک طرف بار منفی و یک طرف بار مثبت قرار دارد.



- ✓ جاذبه آب و رس در نزدیکی سطح بسیار شدید میباشد و با افزایش فاصله از سطح کاهش می یابد.
- ✓ آب در نزدیکی سطح خاک نسبت به آب آزاد چسبنلک تر (ویسکوز) است.
- ✓ خاکهای رس متفاوت بارهای متفاوتی دارند، بنابراین تمایلات متفاوتی نیز برای جذب یونهای قابل مبادله خواهند داشت.
- ✓ قابل مبادله نامیده میشود زیرا یک یون میتواند به آسانی با یک ظرفیت مشابه و یا با دو نیم ظرفیت از یون اصلی جابجا شده.
- ✓ -مونتموریلونیت کمبود بار بیشتری دارد، بنابراین نسبت به کایولینیت جاذبه بیشتری برای یونهای قابل مبادله دارد است. ایلیت و کلریت نیز به ترتیب در میانه قرار دارند.
- ✓ -کلسیم و منیزیم، یونهای قابل مبادله غالب در خاکها هستند و آلومنیوم و هیدروژن در خاکهای اسیدی و سدیم و منیزیم در خاکهای رسی دریایی فیونهای قابل مبادله هستند.

پایان