# اثرات کانیهای رس در آلودگی خاک

**Effects of clay minerals in soil pollution**

**پیمان عزیزی*[۱]**

**دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۲** **پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵**

**چکیده**

خاک علاوه بر اینکه تأمین کننده مواد غذایی می‌باشد، خاصیت تصفیه‌کنندگی نیز دارد. این خاصیت خاک در اثر خواص فیزیکی (عمل نفوذ و حرکت آب از منافذ)، شیمیایی (جذب سطحی و...) و بیولوژیکی خاک (تجزیه و فساد مواد آلی) حاصل می‌گردد. کانیهای رس تبادل کننده کاتیونی بوده و در خاکها تأثیر مهمی بر روی ظرفیت نگهداری و تحرک فلزات سنگین در محیط دارند. رابطه مثبتی بین ظرفیت تبادل کاتیونی و جذب فلزات سنگین وجود دارد. کانی کائولینایت همبستگی معنی‌دار با مقدار فلزات سنگین نشان نمی‌دهد و ضعیف‌ترین پیوند کاتیون - رس را تشکیل می-دهد. مطالعات صورت گرفته نشان می دهد که عناصر آلاینده به همراه این کانی وجود ندارد. کانیهای گروه اسمکتایت تبادل کننده کاتیونی قوی بوده و حضور آنها می‌تواند بر تحرک عناصر سمی مؤثر باشد. مطالعات همبستگی مثبت بین حضور ورمیکولایت و فلزات سنگین را تایید می‌نماید که احتمالاً به علت سطوح ویژه و ظرفیت پیوندی بیشتر این نوع کانی می‌باشد. کانیهایی که دارای بار الکتریکی متغیر هستند مثل اکسیدهای آهن و آلومینیوم که دارای بارهای متنوعی از مثبت تا منفی وابسته به pH خاک هستند دارای ظرفیت نگهداری زیادی می‌باشند. جذب سطحی و آزادسازی فلزات سنگین در خاکها بطور قابل توجهی بوسیله مقدار و نسبت کانیهای اکسیدی ثانویه کنترل می‌شود. بنابراین کانیهای رسی فیلوسیلیکاتی و اکسیدی به عنوان یک عامل جذب سطحی کننده برای اصلاح و درمان آلودگیهای بالقوه محیطی تأثیرگذار هستند و ظرفیت به دام انداختن و جذب سطحی فلزات سنگین بوسیله آنها می-تواند یک پارامتر مهمی برای ارزیابی آسیب پذیری ژئوشیمیایی برای یک اکوسیستم باشد.

**کلمات کلیدی:** کانی های رس، آلودگی خاک، جذب سطحی

**مقدمه**

اهمیت مینرالوژی رس در کشاورزی و مهندسی بر هیچکس پوشیده نیست. خاک از یک سیستم چند فازی تشکیل شده است که شامل فازهای جامد، مایع و گاز می باشد. فاز جامد به طورعمده متشکل از مواد معدنی حاصل از تخریب

[۱] استادیار گروه اگرو اکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا و قرچک

* **نویسنده مسئول:** peymanazizi@gmail.com

سنگها و مقدار بسیار کمتری مواد آلی است(Lindsay, 1979) . این فاز باعث حمایت فیزیکی گیاهان می‌شود و با ایجاد حفراتی که با آب و هوا پر شده‌اند امکان رشد گیاه را فراهم می سازد(Stoops and Ilaiwi, 1981).

اطلاعات درباره خصوصیت اصلی خاکها خیلی مهم می‌باشد. اصولاً اطلاعاتی که از مینرالوژی خاکها بدست می آید می تواند رابطه آن را با خصوصیات مختلف مشخص نماید. خواص فیزیکی خاک از قبیل توزیع اندازه ذرات، نیروهای بین ذره ای ساختمان، مقاومت در مقابل تورم و مقاومت برش خاک، نگهداری رطوبت، هدایت آب در خاک، ظرفیت حرارتی و هدایت حرارتی از جمله خواصی هستندکه متأثر از نوع و مقدار رس در خاک می‌باشند.

کانیهای رسی با بعضی از خصوصیات خاک نظیر واکنش، اشباع بازی، تثبیت عناصر، قابلیت جذب مواد غذایی، ماده آلی و . . . ربط داده می‌شود (Al-Rawi et al. 1969). کانیهای رس در خاکها تأثیر مهمی بر روی ظرفیت نگهداری، در دسترس بودن فلزات سنگین و تحرک آنها در محیط دارند.

خاک شامل کانیهای بسیاری است که برخی از آنها بلوری و برخی دیگر بی‌شکل می‌باشند. این کانیها ترکیب شیمیایی فاز مایع را تحت تاثیر قرار می‌دهند(Lindsay, 1979) . هوادیدگی کانیها باعث آزاد شدن عناصر می‌شود که این عناصر با جذب سطحی توسط کانیهای دیگر، تبادل کاتیونی و رسوب کردن در خاک نگهداری می گردند.

اگر محلول خاک به حالت فوق اشباع در آید کانیهای تشکیل شده و رسوب می‌نمایند، و اگر محلول خاک غیر اشباع گردد کانیهای موجود در خاک حل شده و وارد فاز محلول می‌شوند، تا بدین ترتیب با اعمال فوق در خاک تعادل ایجاد شود(Lindsay, 1979) .مقدار و نوع کانیهای رس از محیطی به محیط دیگر متفاوت بوده و تابعی از فاکتورهای خاکسازی می‌باشند.

کانیها شاخص‌هایی از میزان هوادیدگی هستند، حضور و عدم حضور کانیهای معین، اندکسی از نحوه و چگونگی تشکیل خاک به حساب می‌آیند. مقدار نسبی کانیها در خاکهای مختلف تابعی از شرایط زهکشی و هوادیدگی خاک و نیز تکامل افقهای ژنتیکی خاک می‌باشد. در نتیجه کانیهای متنوع در مکانهای با شرایط مختلف ایجاد می‌شود.

محققین دو منشاء برای کانیهای رسی خاکها ذکر کرده اند (Allen and Hajek, 1989):

۱- کانی های به ارث رسیده از مواد مادری که این دسته از کانیها در خاکهای جوان درصد بالایی از کانیهای خاک را تشکیل می‌دهند و با افزایش درجه تکامل خاک مقدار آنها کاهش می‌یابد.

۲- کانی های ناشی از عمل خاکسازی این کانیها ممکن است به دو صورت در خاک تشکیل شوند:

الف)تغییر و تبدیل کانیهای موجود در خاک (کانیهای تبدیلی).

ب)ترکیب شدن یونهای موجود در محلول خاک و متبلور شدن آنها (کانی های با منشاء تشکیل جدید یا کانیهای خود به خود تشکیل یافته).

**نقش رسها در فعالیت های شیمیایی خاک**

کانیهای رس دارای اهمیت زیادی در خصوصیات شیمیایی خاکها داشته و نقش بسیار مهمی را در واکنشهای تبادل یونی، بازی می‌کنند. خاکهای مشابه از نظر فیزیکی و شیمیایی ممکن است که از نظر حضور و یا فقدان مقادیر کانیهای رس با هم متفاوت باشند. برای مثال کانیهای رس اسمکتایت تبادل کننده کاتیونی قوی و مؤثر بوده و حضور آنها می‌تواند به طور چشمگیری بر تحرک عناصر سمی مؤثر باشد. رسها به عنوان یک عامل جذب سطحی کننده برای اصلاح و درمان آلودگیهای بالقوه محیطی تأثیر گذار هستند.

مقادیر ناچیز از عناصر سنگین همواره در سنگها و خاکها حضور دارند و غلظت طبیعی آنها متفاوت و متنوع خواهد بود، که این امر تحت تأثیر سنگهای بستر متفاوت و توزیع غیر یکنواخت آنها در محیط‌های ژئوشیمیایی می‌باشد.

ظرفیت به دام انداختن و جذب سطحی فلزات سنگین بوسیله فیلوسیلیکاتها می‌تواند یک پارامتر مهمی برای ارزیابی آسیب پذیری ژئوشیمیایی برای یک اکوسیستم باشد.

دو منبع عمده برای عناصر سنگین در خاکها عبارتند از :

الف - پیدایش طبیعی : آزاد شدن عناصر از ساختار سنگها بسترمانند اغلب سولفیدها.

ب – پیدایش توسط انسان.

**نتایج مطالعات و بررسیهای انجام شده**

واکنش خاک شاخصی از درجه هوادیدگی است که بر مقدار، نوع کانیهای رسی، بار الکتریکی آنها و جذب عناصر موثر است. مطالعات نشان می‌دهد که مس و سرب در خاکها دارای همبستگی مثبت با یکدیگر هستند و هر دو این فلزات دارای همبستگی منفی با کانیهای رسی مخلوط می‌باشند و این مطلب گویای این است که این دو عنصر در خاکها دارای رفتار مشابه می‌باشند.

رابطه مثبتی بین ظرفیت تبادل کاتیونی و جذب فلزات سنگین وجود دارد. با افزایش کانی کائولینایت، ظرفیت تبادل کاتیونی خاکها کاهش می‌یابد، این کانی، یک کانی رسی غیر قابل انبساط ۱:۱ بوده و محل بارهای منفی فقط در لبه های کانی حضور دارد که این حالت رضایت بخش نیست. ظرفیت تبادل کاتیونی در کانی کائولینایت در مقایسه به سایر کانیهای انبساط پذیر خیلی کم می‌باشد. در مطالعات انجام شده کائولینایت همبستگی قابل توجه و معنی دار با مقدار فلزات آرسنیک، سرب و مس نشان نمی‌دهد.

ورمیکولایت می‌تواند در اثر تغییر کانی میکا تشکیل گردد. کم بودن واکنش خاک و زیاد بودن مقدار آهن از شرایط مطلوب برای تشکیل ورمیکولایت است. همبستگی مثبت بین حضور ورمیکولایت و فلزات سنگین مس، سرب و آرسنیک را تایید شده است که احتمالاً به علت سطوح ویژه بیشتر این نوع کانی می‌باشد.

کانیهای مخلوط ممکن است در اثر هوادیدگی و حذف یا جذب کاتیونها (مثل پتاسیم) و یا حذف هیدروکسید بین لایه‌ای بوجود آید و یا ممکن است که به عنوان یک مرحله حدواسط در تشکیل کانیهای متورم شونده از کانیهای غیر متورم شونده ایجاد گردد و یا برعکس.

کاهش واکنش خاک باعث افزایش آزاد شدن کاتیونها می‌شود و در چنین حالتی واکنش اثر شدیدی بر جذب سطحی و جدایش کاتیونهای فلزی دارد. واکنشهای بالاتر از ۵/۵ باعث رسوب برخی از فلزات مثل آلومینیم شده که ممکن است باعث کاهش بخش قابل استخراج و یا قابل تبادل گردد. واکنش محلول خاک بر یونیزه شدن مکانهای جذب سطحی کانیهای رس موثر است.

مطالعات انجام شده توسط محققین نشان می‌دهد که غلظت آرسنیک، سرب و مس همبستگی خطی با کانیهای رسی کائولینایت، اسمکتایت و ایلایت نشان نمی‌دهند. البته در حالت کلی کائولینایت ضعیف‌ترین پیوند کاتیون ــ رس را تشکیل می‌دهد که در نتیجه کمبود بار الکتریکی آن می‌باشد. بنابراین عناصر آلاینده به همراه کانی کائولینایت دیده نمی‌شود. غلظت آرسنیک، سرب و مس دارای همبستگی مثبت با مقدار کانی ورمیکولایت بوده که این نشان دهنده ظرفیت پیوندی بیشتر در مقایسه با دیگر رسها می‌باشد.

آرسنیک در مقایسه با سرب و مس به روشهای متفاوتی جذب سطحی ذرات خاک می‌شود. تحت شرایط اکسایش آرسنات ( $\underline{V}$ ) AS غالب ترین فرم آرسنیک است که نسبتاً تحرک کمتری نسبت به آرسنیک ( III ) As دارد.

سلطان (۲۰۰۵) نشان داد که در خاکهای ویکتوریای مرکزی هر چه میزان آهن زیادتر و واکنش خاک در محدوده خنثی و شرایط اکسیداسیون حاکم گردد بیشتر به تثبیت آرسنیک کمک خواهد کرد.

کانیهایی که دارای بار الکتریکی متغیر هستند مثل اکسیدهای آهن، آلومینیوم و منگنز که دارای بارهای متنوعی از مثبت تا منفی وابسته به pH خاک هستند دارای ظرفیت نگهداری زیادی می‌باشند. بنابراین جذب سطحی و آزادسازی فلزات سنگین در خاکها بطور قابل توجهی بوسیله مقدار و نسبت کانیهای اکسیدی ثانویه کنترل می‌شود.

در خاکهایی که میزان ماده آلی کم و مقدار شن و سیلت فراوان و نسبت زیاد کانی رسی کائولینات وجود دارد، ظرفیت جذب عناصر نسبتاً کم است. تثبیت عناصر سمی مثل آرسنیک بیشتر وابسته به حضور اکسید آهن می‌باشد.

**استنتاج و نتیجه گیری :**

مقدار نسبی کانیهای رسی به عنوان شاخصی از درجه هوادیدگی می‌باشد و کانی کائولینایت به عنوان محصول پایانی هوادیدگی است. با تبدیل کانیهای اسمکتایت و کانیهای مخلوط (۲:۱) به صورت پدوژنیکی به کانی کائولینایت (۱:۱) مقدار ظرفیت جذب رس کاهش می‌یابد. حضور رسهای مخلوط ظرفیت نگهداری فلزات را در خاک افزایش می‌دهد. وجود کانی ورمیکولایت در خاکها می‌تواند با غلظت عناصر آرسنیک، سرب و مس همبستگی مثبت نشان دهد. اکسیدهای آهن نقش مهمی را در تثبیت کردن آرسنیک و دیگر فلزات سنگین دارد. به علاوه کم بودن مقدار مواد آلی و زیاد بودن سیلت و شن باعث کاهش ظرفیت جذب سطحی در خاکهای می‌شود.

با توجه به موارد فوق الذکر، توانایی خاکها در نگهداری فلزات سنگین می‌تواند بطور زیادی متنوع بوده و بستگی به نوع و مقدار کانیهای رس موجود دارد.

بنابراین اهمیت نوع و مقدار کانیهای رسی در شرایط طبیعی مزرعه، آشکار و مشخص می‌گردد و می‌تواند در مدیریت‌های زیست محیطی خاکهایی که دارای سابقه آلودگی زیاد با فلزات سمی را دارد مورد توجه قرار گیرد.

## References

1- Allen, B. And Hajek, B. F. 1989. Mineral occurrence in soil environments. P. 199-278. In: J. B. Dixon and S. B. Weed (eds.). Mineral in soil environments. 2nd ed. SSSA. Book series:1. SSSA. Madison, WI

2- Al – Rawi, A. H., Jackson, M. L. and Hole, F. D. 1969. Mineralogy of some arid and semiarid land soils of Iraq. Soil Sci. 107:480-486.

3- Lindsay, W. L. 1979.Chemical equilibria in soils. John Wiley and sons, New York.

4- Schulze, D. G. 1989. An Introduction to soil mineralogy. P. 1-34. In: J. B. Dixon and S.B. Weed (eds.) Mineral in soil environments. 2nd ed. SSSA. Book series:1. SSSA. Madison, WI

5- Stoops, G. and Ilaiwi, M. 1981. Gypsum in arid soils morphology and genesis. P.175-185. In: F. H. Beinroth and A. Osman (eds.) Proceeding of the third international soil classification workshop. Damascus, Syria, Arab Center for the studies of Arid Zones and Drylands.

6- Sultan, K. 2006. Clay Mineralogy of Central Victorian (Creswick) Soils: Clay Mineral Contents as a Possible Tool of Environmental Indicator. Soil and Sediment Contamination, 15:339-356.

# Effects of clay minerals in soil pollution

**Peyman Azizi*[1]**

**Received: 2021/10/04** **Accepted: 2022/06/26**

**Abstract**

In addition to providing nutrients, soil also has a purifying property. This characteristic of the soil is obtained as a result of the physical (infiltration and movement of water through the pores), chemical (surface absorption, etc.) and biological properties of the soil (decomposition and decay of organic matter). Clay minerals are cation exchangers and have an important effect on the storage capacity and mobility of heavy metals in the soil. There is a positive relationship between cation exchange capacity and heavy metal absorption. Kaolinite mineral does not show a significant correlation with the amount of heavy metals and forms the weakest cation-clay bond. Studies have shown that there are no polluting elements with this mineral. Minerals of the smectite group are strong cation exchangers and their presence can affect the mobility of toxic elements. Studies confirm the positive correlation between the presence of vermiculite and heavy metals, which is probably due to the higher specific levels and bonding capacity of this type of mineral. Minerals that have variable electric charge, such as iron and aluminum oxides, which have various charges from positive to negative depending on soil pH, have a large storage capacity. Surface absorption and release of heavy metals in soils is significantly controlled by the amount and proportion of secondary oxide minerals. Therefore, phyllosilicate and oxide clay minerals are effective as a surface absorbing agent for the correction and treatment of potential environmental pollution, and the capacity of trapping and surface absorption of heavy metals by them can be an important parameter for evaluating the geochemical vulnerability of an ecosystem.

**Key words:** clay minerals, soil pollution, surface adsorption

[1] **Assistant Professor, Department of Agro-Ecology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, VaraminPishva and Qarchak branch**

*** Corresponding author:peymanazizi@gmail.com**