

الله أكبر
الله أكبر
الله أكبر

ابن...



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

دانشکده علوم زراعی

گروه علوم خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم خاک، گرایش

پیدایش رده بندی و ارزیابی خاک

مطالعه میکروسکوپی تخلخل خاک و کانی شناسی رس ها و ارتباط آن با درجه فراهمی پتاسیم در خاک های با رس های متفاوت در استان گلستان

پژوهش و نگارش:

مونا لیاقت

استاد راهنما:

دکتر فرهاد خرمالی

اساتید مشاور:

دکتر سید علیرضا موحدی نائینی

دکتر اسماعیل دردی پور

۱۳۸۹

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **مونا لیاقت** دانشجوی رشته **علوم خاک** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به:

دو ستاره آسمان زندگیم،

پدر و مادر عزیزم،

که دریای محبت آن‌ها همواره در تمام مراحل زندگی شامل حال من بوده و این پایان نامه،
تخت‌های ناچیز در جبران زحمات‌های بی‌کران آن‌ها است،

و خواهران نازنینم، کتیون و کیمیا،

که سلامت و سعادت آن‌ها، آرزوی همیشگی من است.

تقدیر و تشکر:

سپاس خدائی که نام او همیشه بهترین سرآغاز است و همه عالم در ستایش اوست.
وظیفه خود می دانم از تمام کسانی که در این مدت ایجاب را از راهنمایی های خود بهره مند نمودم تشکر کنم.
از جناب آقای دکتر فرهاد خرمالی، استاد راهنمای محترم، که همیشه با صبر و درایت، ایجاب را از تعلیمات و راهنمایی های ارزشمند خود بهره مند نموده و در سرانجام رساندن این تحقیق یاری نمودند بسیار سپاسگزارم.
از جناب آقای دکتر سید علیرضا موحدی نائینی، استاد مشاور محترم، که راهنموده های ایشان در انجام این تحقیق بسیار راهگشا بود، سپاسگزارم.
از جناب آقای دکتر اسماعیل دردی پور، استاد مشاور محترم، برای تمام راهنمایی های ارزشمندشان تشکر می نمایم.
از جناب آقای دکتر مجتبی بارانی و جناب آقای دکتر محسن علایی، داوران محترم پایان نامه، که ارشادات و نکته سنجی های آنها جهت بهبود این تحقیق ارزشمند است، سپاسگزارم.
از جناب آقای دکتر محمد قربانی، نماینده محترم تحصیلات تکمیلی، که زحمات برکزاری و اداره شایسته جلسه دفاع ایجاب را بر عهده گرفتند، قدرانی می نمایم.
از جناب آقای دکتر ایوبی، مدیر گروه محترم بخش علوم خاک دانشکده صنعتی اصفهان، تشکر می نمایم.

از کارشناس محترم بخش علوم خاک، آقای مهندس عجمی و آقای مهندس علاءالدین، جهت تمام همکاریهایشان
سپاسگزارم.

از دوستانم، خانم هایمیرکریمی، رضائی، فرشادی و حاجی زاد بسیار ممنونم.
و تشکر بسیار ویژه ای دارم از پدر و مادر عزیزم، که شمع وجودشان روشنائی بخش زندگی ام است و زبانم در قدردانی
از زحماتشان قاصر است،

و همچنین از خانواده و خواهران نازنینم، بویژه خواهرم و جناب آقای دکتر جلالی، که بدون زحمات و راهنمایی های آنها
امکان طی این مسیر علمی برایم امکان پذیر نبود، بسیار سپاسگزارم.

چکیده:

بسیاری از رفتارهای خاک از جمله تثبیت و آزادسازی عناصر غذایی خصوصا پتاسیم، تحت تاثیر مقدار و نوع کانی‌های رسی قرار دارد. پتاسیم سومین عنصر مهم کودی بعد از نیتروژن و فسفر است، و به چهار شکل مختلف در خاک وجود دارد. ولی تنها دو شکل پتاسیم محلول و تبادلی به سهولت قابل دسترس گیاهان است. علاوه بر میزان رس و نوع کانی‌های رسی موجود در خاک که می‌تواند بر میزان پتاسیم قابل استفاده خاک موثر باشند، به نظر می‌رسد حفرات خاک نیز می‌تواند از طریق تاثیری که بر توسعه ریشه، انتقال آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان دارند، بر میزان پتاسیم قابل استفاده خاک، نقش اساسی ایفا نمایند. هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر کانی‌شناسی و خصوصیات حفرات بر پتاسیم قابل استفاده خاک است. نمونه‌برداری از خاک‌های لسی غرب استان گلستان در یک توالی اقلیم - توپوگرافی - پوشش گیاهی صورت گرفت، که از شمال از اراضی پست شروع شده و در جنوب به اراضی مرتفع جنگلی ختم می‌شوند. چهار پروفیل منتخب از ۱۲ پروفیل مورد مطالعه، در رژیم‌های رطوبتی اریدیک، زریک و یودیک و در محدوده ارتفاع ۲۰ تا ۴۰۰ متری از سطح دریا حفر گردیدند. نمونه دست‌خورده خاک، جهت بررسی آنالیزهای فیزیکوشیمیایی خاک و نمونه دست‌نخورده خاک نیز به منظور مطالعات میکرومورفولوژی از این مناطق جمع‌آوری شدند. خاک‌های مورد مطالعه از شمال به جنوب عبارت بودند از: Gypsic Aquisalids (پروفیل ۱)، Typic Endoaquepts (پروفیل ۲)، Typic Calcixerolls (پروفیل ۳) و Typic Hapludalfs (پروفیل ۴). مقدار مناسب رس و غالب بودن کانی اسمکتیت در خاک مالی‌سولز، مقدار بیشتر پتاسیم قابل استفاده در این خاک را توصیف می‌کند. مقدار رس کمتر و غالب بودن ایلیت، سبب کاهش مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک اریدی‌سولز شده است. زهکشی ضعیف خاک و احیاء آهن (III) کانی اسمکتیت، و نیز هیدروکسی بین‌لایه‌ای اسمکتیت و حضور کانی مخلوط ایلیت-اسمکتیت در خاک اینسپتی‌سولز و حضور کانی‌های ورمی‌کولیت، هیدروکسی بین‌لایه‌ای ورمی‌کولیت و کانی مخلوط ایلیت - ورمی‌کولیت در خاک آلفی‌سولز، می‌تواند سبب تثبیت پتاسیم و کاهش میزان پتاسیم قابل استفاده در این خاک‌ها شوند. همچنین به نظر می‌رسد در خاک‌های با فراوانی حفرات بیشتر، نظیر خاک مالی‌سولز، پتاسیم قابل استفاده بیشتری می‌تواند در دسترس گیاهان قرار گیرد. اطلاعات کمی میکروسکوپی حفرات خاک، با استفاده از آنالیز تصویر انجام پذیرفت. درصد فراوانی حفرات به تنهایی نمی‌تواند مقدار پتاسیم قابل استفاده را توجیه نماید، اندازه و شکل حفرات نیز می‌تواند نقش موثری در انتقال آب و در نتیجه پتاسیم قابل استفاده داشته باشد. به گونه‌ای که مشاهده شد غالب بودن حفرات نوع کانال خاک مالی‌سولز بدلیل شکل طویل و کشیده، بر خلاف حفرات بی‌شکل خاک اینسپتی‌سولز، قادرند آب و پتاسیم قابل استفاده را با سهولت بیشتری در دسترس گیاهان قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: کانی‌های رسی، جذب پتاسیم، تخلخل، میکرومورفولوژی، آنالیز تصویر.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

خاک از جنبه‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، بیولوژی و حاصلخیزی اهمیت دارد. خاک یک محیط متخلخل، ناهمگن و زنده‌ای است که گیاهان در آن رشد و نمو می‌کنند. شناسایی اجزای تشکیل دهنده خاک، در پایدار نگه‌داشتن پتانسیل تولید خاک موثر است (بیول و همکاران، ۱۹۸۹). اساس پتانسیل تولید در تمام خاکهای جهان، تحت تاثیر ترکیب کانی شناسی خاک قرار دارد. آشنائی و بررسی انواع کانی‌های خاک و روند تکامل آن‌ها، نیز می‌تواند در شناخت نحوه پیدایش و تکامل خاک‌ها موثر باشد. همچنین بسیاری از رفتارهای خاک از جمله انبساط و انقباض، تبادل کاتیونی، تهویه، نفوذپذیری و ویژگی‌های تغذیه‌ای خاک، از جمله تثبیت و آزادسازی عناصر غذایی نظیر پتاسیم، تحت کنترل مقدار و نوع کانی‌های رسی قرار دارد.

پتاسیم بعنوان عنصر غذایی پر مصرف^۱، کودی^۲ و یا عنصر غذایی اولیه^۳ معرفی شده است. ضرورت پتاسیم برای رشد گیاه از نتیجه کارهای وان لیبیگ در سال ۱۸۴۰ مشخص شده است (اسپارکر، ۲۰۰۰). این عنصر، سومین عنصر مهم کودی بعد از نیتروژن و فسفر است، و به چهار شکل مختلف در خاک وجود دارد: کانی‌های اولیه، تثبیت شده، قابل تبادل و پتاسیم محلول (تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳).

گیاهان قادرند از دو شکل پتاسیم محلول و تبدالی استفاده نمایند، این دو شکل از پتاسیم، به سهولت قابل دسترس می‌باشند (جلالی و ضرابی، ۲۰۰۶)، ولی پتاسیم غیر تبدالی به کندی قابل استفاده گیاهان و پتاسیم ساختمانی غیرقابل استفاده برای گیاهان می‌باشد. با این حال، گیاهان بیشتر پتاسیم مورد نیاز خود را بصورت یون و جذب فعال از محلول خاک جذب می‌نمایند. پتاسیم محلول خاک، مستقیماً توسط گیاهان جذب می‌شوند (نبی‌اللهی و همکاران، ۲۰۰۶). مقدار پتاسیم محلول خاک ناچیز است (نبی‌اللهی و همکاران، ۲۰۰۶)، به حدی که قادر نمی‌باشد نیاز تغذیه‌ای گیاه را برآورده کند. زائرنوملی (۱۳۸۶) مقدار شکل‌های مختلف پتاسیم را در برخی از خاک‌های انتخابی استان گلستان محاسبه نمود. وی کمترین مقادیر پتاسیم را برای دو شکل تبدالی و خصوصاً محلول بدست آورد. در نتیجه، لازم است پتاسیم محلول برداشت شده توسط گیاهان، به نحوی جایگزین شود. این امر از طریق

-
- 1- Macro nutrient
 - 2- Fertilizer element
 - 3- Primary nutrient

سطوح تبدلی کانی‌های رسی و موادآلی و یا آزادسازی پتاسیم تثبیت شده بین لایه‌ای صورت می‌گیرد. بدین منظور پتاسیم کانی بطور مداوم، به پتاسیم قابل تبادل و تثبیت شده و از آنها به پتاسیم محلول در حال تغییر می‌باشد. قابلیت استفاده پتاسیم توسط گیاه به وجود رابطه دینامیکی بین اشکال مختلف پتاسیم و به سرعت تغییر و تبدیل بین این فازها بستگی دارد.

سرعت تبدیل و تعادل بین شکل‌های مختلف پتاسیم تحت کنترل مقدار کانی‌های رسی غالب خاک می‌باشد. نوع کانی‌های رسی موجود در خاک می‌تواند در تثبیت پتاسیم موثر باشند (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳). خاک‌های غنی از ورمیکولیت، ظرفیت زیادی برای تثبیت پتاسیم دارند (خرمائی و ابطیحی، ۲۰۰۳). غالب خاک‌های استان گلستان لسی هستند (خسرویگی، ۱۳۸۴). یکی از کانی عمده خاکهای لسی، اسمکتیت می‌باشد (بیورز، ۱۹۵۷). اسمکتیت‌ها به دلیل دارا بودن بار منفی سطح، قادر به انجام بسیاری از واکنشها در خاک می‌باشند.

در مطالعات صورت گرفته در برخی از خاکهای استان گلستان، مشاهده شد علی‌رغم افزایش بارندگی و حضور کانی‌های با ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، مقدار پتاسیم قابل عصاره‌گیری با استات آمونیوم افزایش نیافت (زائرنوملی، ۱۳۸۶).

علاوه بر مقدار و نوع کانی موجود در خاک، حفرات نیز بر میزان پتاسیم قابل جذب گیاهان موثر هستند. شرایط اقلیمی مناسب و موادآلی زیاد، می‌تواند باعث افزایش حفرات و توزیع پراکنش اندازه حفرات شود (پاگلیا و همکاران، ۲۰۰۴)، و به این ترتیب هدایت هیدرولیکی و انتقال املاح بیشتر گردد (پرادو و همکاران، ۲۰۰۹).

در نتیجه توجه به نقش حفرات و بررسی تاثیر خصوصیات منافذ بر میزان پتاسیم قابل استفاده گیاهان نیز ضروری به نظر می‌رسد. برای مطالعه خصوصیات حفرات نظیر تعداد و اندازه و همچنین نوع آنها، می‌توان از مطالعات میکرومورفولوژی و یا نرم‌افزار IMAGE TOOL و آنالیز تصویر استفاده کرد. برای بررسی اندازه منافذ علاوه بر استفاده از نرم‌افزار، می‌توان با دقت کمتری از میکرومتر میکروسکوپ استفاده نمود. جانجریوس و همکاران (۱۹۷۲) و مورفی و همکاران (۱۹۷۷ a, b) برای نخستین بار از مقاطع تلقیح شده و نرم‌افزار IMAGE TOOL برای مطالعه خصوصیات حفرات استفاده نمودند.

عدم انجام مطالعات دقیق پیرامون تاثیر مقدار، نوع کانی رسی و نیز حفرات بر میزان پتاسیم قابل استفاده گیاهان، لزوم انجام این تحقیق را نمایان می‌کند.

۱-۲- اهداف مطالعه

✓ بررسی تاثیر نوع کانی بر میزان پتاسیم قابل استفاده گیاه، در خاک‌های واقع در مناطق مختلف اقلیمی در غرب استان گلستان

✓ بررسی اثر تخلخل بر پتاسیم قابل استفاده گیاه، با استفاده از تکنیک میکرومورفولوژی و آنالیز فیزیکی

✓ بررسی مینرالوژی دقیق کانیها

فصل دوم

کلیات و سابقه تحقیق

شناخت خاک و بهره‌گیری درست از آن، یکی از بنیادی‌ترین اقداماتی است که در کشاورزی پایدار می‌توان انجام داد. خاک ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک گوناگونی دارد. نگهداری آب و عناصر غذایی و بسیاری از خصوصیات تغذیه‌ای، به وجود رس و کانی‌های رسی خاک وابسته است.

۲-۱- منشاء و تشکیل کانی‌های رسی

سه عنصر اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیوم بالای ۹۰٪ ساختار کانی را تشکیل می‌دهند. کانی‌های رسی ترکیب اصلی پوسته زمین و سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند. بر خلاف سایر کانی‌ها، سطح ویژه بالایی دارند و در کشاورزی، ساختار خاک را تشکیل می‌دهند. رس‌ها، بسیاری از رفتارهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. رس‌ها، بر نگهداری و نفوذپذیری آب در خاک، نگهداری عناصر غذایی و شکل‌پذیری^۱ خاک اثر می‌گذارند. تثبیت بعضی از کاتیونها نظیر پتاسیم و همچنین آزادسازی عناصر غذایی، بوسیله رس‌ها کنترل می‌شود. کاهش پتاسیم قابل جذب گیاه در نتیجه تثبیت پتاسیم، یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار در تغذیه گیاهان است (گولدینگ، ۱۹۸۳). همچنین اندازه و حجم منافذ خاک، متاثر از رس‌های خاک می‌باشند. از آنجا که منافذ خاک تامین کننده آب و اکسیژن برای گیاهان و جانداران خاکزی هستند، می‌توان گفت رس‌ها تا حدود زیادی کنترل کننده فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک نیز می‌باشند (دیکسون، ۱۹۸۹).

چهار منشاء برای کانی‌های رسی در خاک وجود دارد. که شامل موارد زیر است:

مواد مادری خاک (بیورز و همکاران، ۱۹۵۵)، ردیف هوادیدگی جکسون و همکاران (۱۹۵۲)، گرد و غبار^۲ (اسمیت و همکاران، ۱۹۷۰) و تئوری نوتشکیلی^۳ کانی‌های رسی (بورچات، ۱۹۸۹).

1- Plasticity

2- Dust fall

3- Neoformation

۲-۲- روش‌های شناسائی کانی‌های رسی:

- پراش اشعه ایکس^۱: (شولز، ۲۰۰۲) - تجزیه تفریقی حرارتی^۲ (DTA)

- اشعه مادون قرمز^۳ - SEM, TEM -

۲-۳- مهمترین کانی‌های رسی موجود در خاک‌های مورد مطالعه:

کانی‌های رسی در گروه سیلیکات‌های ورقه‌ای^۴ طبقه‌بندی می‌شوند، و بر اساس تعداد صفحات چهاروجهی و هشت‌وجهی در ساختارشان به دو گروه ۱:۱ و ۲:۱ تقسیم می‌شوند (شولز، ۲۰۰۲).

۲-۳-۱- کائولینیت^۵:

کائولینیت از فیلوسیلیکات‌های نوع ۱:۱ بوده و در اغلب خاکها یافت می‌شود. این کانی دارای فعالیت کلوئیدی کمی می‌باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی آن بسیار پائین و بین ۳ تا ۱۵ سانتی‌مول بر کیلوگرم متغیر است که آن نیز وابسته به pH می‌باشد (دیکسون، ۱۹۸۹).

در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، کائولینیت در نمونه‌های رس اشباع شده با منیزیم با پیک‌های^۶ اول ۷/۲، دوم ۳/۵۷ و سوم ۲/۳۴ آنگسترومی مشخص می‌شود. در صورت اشباع نمونه رس با پتاسیم و همچنین افزودن گلیسرول (اتیلن گلیکول) به تیمار منیزیم در پیک مزبور تغییری ایجاد نخواهد شد، ولی زمانیکه نمونه رس اشباع با پتاسیم به مدت دو ساعت در حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار گیرد، ساختمان آن از هم پاشیده شده، و پیک‌های مزبور از بین خواهند رفت یا بسیار ضعیف خواهند شد. بدلیل منطبق شدن نقاط پیک رده‌های اول (۷/۲) و دوم (۳/۵۷) کائولینیت با نقاط پیک رده‌های دوم (۷/۱) و چهارم (۳/۵۵) کلریت، تشخیص کائولینیت در نمونه‌های حاوی کلریت (حاوی Fe)، مشکل است. به

-
- 1- X-ray Diffraction
 - 2- Differential Thermal Analysis
 - 3- Infrared Spectroscops
 - 4- Layerd silicate
 - 5- Kaolinite
 - 6- Peak

همین دلیل کاهش پیک ۷/۲ آنگستروم نمونه رس اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس نشان از حضور کائولینیت می‌باشد. همچنین تیمار HCl یک نرمال در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت یک شب، موجب تخریب ساختار بلوری کلریت می‌شود. حال آنکه کائولینیت به اسید مقاوم است. بنابراین حضور پیک ۰/۷ نانومتر پس از این تیمار بیانگر حضور کائولینیت می‌باشد (براون، ۱۹۷۲).

۲-۳-۲- ایلیت^۱ (میکای آبدار):

ایلیت جزء میکای دی‌اکتاهدرال است، و در ذرات اندازه رس یافت می‌شوند. شواهد نشان می‌دهد که محل‌های تبدلی با گزینش‌پذیری متفاوت برای یونهای پتاسیم در ایلیت وجود دارد. این محل‌ها شامل سه بخش مختلف محل‌های سطوح پایه، محل‌های لبه ای بین لایه و محل‌های بین لایه می‌باشند. در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، نمونه رس ایلیت اشباع با منیزیم، پیکهای ۱۰، ۵ و ۳/۳ انگستروم را نشان می‌دهد. که البته پیک ۵ آن ضعیف می‌باشد، که عامل موثر این پدیده وجود Fe است. پیک آن در تیمار با اتیلن گلیکول و اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس تغییر نمی‌کند.

۲-۳-۲-۱- میکا^۲:

میکاها جزء سیلیکات‌های لایه‌ای ۲:۱ می‌باشند. در خاک‌ها فراوان یافت شده و اغلب بصورت کانی‌های اولیه وجود دارند. انواع جانشینی در آنها امکان پذیر است که سبب ایجاد بار لایه‌ای زیاد (۱-) در آنها می‌گردد، که به این ترتیب امکان تثبیت پتاسیم فراهم می‌شود. هوادیدگی در میکا به دو صورت هوادیدگی لایه‌ای^۳ و هوادیدگی لبه‌ای^۴ (راسل - کولوم و همکاران، ۱۹۶۵) صورت می‌گیرد. در کانی‌های میکای ریز، هوادیدگی لایه‌ای و در کانی‌های درشت، هوادیدگی از

1- Illite

2- Mica

3- Layer weathering

4- Edge weathering

لبه‌ها متداول است (فانینگ و همکاران، ۱۹۸۹). هوادیدگی لایه‌ای باعث تشکیل کانی‌های حدواسط نظیر میکا-ورمیکولیت یا میکا-اسمکتیت می‌شود (هاف، ۱۹۷۲).

۲-۳-۳- ورمیکولیت^۱:

ورمیکولیت از فیلوسیلیکاتهای ۲:۱ محسوب می‌شود. ظرفیت تبادل کاتیونی آن، ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌مول بر کیلوگرم است، که به میزان کمی وابسته به pH است. مرکز بار لایه‌ای در ورمیکولیت در تتراهدراکس نزدیک به سطح است که در تثبیت پتاسیم نقش دارد. خاک‌های غنی از ورمیکولیت، ظرفیت زیادی برای تثبیت پتاسیم دارند (خرمالی و ابطحی، ۲۰۰۳).

در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، ورمیکولیت در تیمار با منیزیم پیک حدود ۱۴/۲ آنگستروم می‌دهد که در تیمار با اتیلن گلیکول به ۱۴/۴ آنگستروم ارتقاء خواهد یافت. پیک ۱۴/۲ آنگستروم آن هنگام اشباع با پتاسیم به ۱۰/۱ آنگستروم تبدیل می‌شود. زیرا در صورت اشباع با پتاسیم و حرارت کم، ورمیکولیت آب هیدراته خود را از دست داده و پتاسیم را تثبیت می‌کند و برگشت پذیر نمی‌باشد.

۲-۳-۴- اسمکتیت^۲:

به دلیل انقباض و انبساط اسمکتیت‌ها، به آنها رس سریع می‌گویند. اسمکتیت‌ها، مستقیماً در حاصلخیزی نقش ندارند، ولی به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا (۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌مول بر کیلوگرم، که تنها مقدار کمی وابسته به pH است) و قدرت نگهداری کاتیون‌ها، بطور غیر مستقیم در حاصلخیزی خاک نقش دارد. ساختمان اسمکتیت، نخستین بار توسط هافمن و همکاران (۱۹۳۳) مشخص شد، و بعدها تصحیحات بیشتر توسط مارشال (۱۹۳۵) و هندریچز (۱۹۴۲) صورت گرفت. اسمکتیت از سیلیکات‌های لایه‌ای ۲:۱ می‌باشد.

1-Vermiculite

2- Smectite

در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، نمونه رس اسمکتیت اشباع با منیزیم، پیک ۱۴/۲ انگسترومی نشان می‌دهد که در تیمار با اتیلن گلیکول تا حدود ۱۷ انگستروم یا بیشتر می‌شود. این انبساط نشان دهنده رس‌های انبساط‌پذیر از نوع اسمکتیت می‌باشد. اگر پیک ۱۴/۲ انگسترومی تیمار منیزیم بر اثر تیمار با اتیلن گلیکول منبسط شده ولی پیک مشخص ندهد و بصورت پلکانی ظاهر شود، نشان از وجود اسمکتیت با بار لایه‌ای متغیر و بصورت مخلوط و وجود بلور ضعیف است. یعنی با خارج شدن مقداری از کاتیون پتاسیم از لایه‌های رس ایلیت، بسته به مقدار کاتیون پتاسیم موجود، انواع اسمکتیت با بارهای مختلف تشکیل می‌شود. در صورت اشباع با پتاسیم و بدون وجود اتیلن گلیکول و بدون حرارت، همان پیک ۱۴/۲ را نشان می‌دهد که این واکنش، برگشت‌پذیر است.

۲-۳-۵- کلریت !:

کلریت از سیلیکات‌های لایه‌ای ۱:۱ هستند، که توسط یک لایه که معمولاً بروسایت، است خنثی شده‌اند. کلریت بطور طبیعی در سنگ‌های رسوبی و خاک‌های مشتق از آن یافت می‌شود.

در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، نمونه رس کلریت، در اشباع با منیزیم پیک حدود ۱۴/۲ انگستروم نشان می‌دهد، که در تیمار با اتیلن گلیکول و یا اشباع با پتاسیم و همچنین اعمال تیمار حرارتی ۵۵۰ درجه سلسیوس تغییر نمی‌کند. کلریت علاوه بر پیک ۱۴/۲ انگستروم دارای پیک‌های ۷/۱، ۴/۷۲ و ۳/۵۵ انگستروم نیز می‌باشد (بیر، ۱۹۶۴). به دلیل تقارن پیک‌های ۷/۱ و ۳/۵۵ انگستروم با پیک‌های کائولینیت در صورت وجود، قابل شناسائی نمی‌باشد و باید از روش‌های ذکر شده در بخش کائولینیت استفاده نمود. ولی پیک ۴/۷۲ انگستروم آن به خوبی قابل شناسائی است.

۲-۳-۶- هیدروکسی‌های بین لایه‌ای^۱:

هیدروکسی‌های بین لایه‌ای، کانی‌های ۲:۱ هستند. لایه‌ای در بین آنها واقع شده است، که به آنها شبه کلریت نیز می‌گویند. این لایه میانی در بین لایه‌ای‌ها، کاملاً پیوسته است. اسیدیته متوسط، مقدار موادآلی کم، تهویه مناسب و تناوب مکرر خشکی و رطوبت، شرایط محیطی مطلوب برای تشکیل هیدروکسی‌های بین لایه‌ای آلومینیم پدوژنیک می‌باشند (ریچ، ۱۹۶۸). هیدروکسی‌های بین لایه‌ای به دو گروه تقسیم می‌شوند: هیدروکسی‌های بین لایه‌ای اسمکتیت^۲ و هیدروکسی‌های بین لایه‌ای ورمی‌کولیت^۳. هیدروکسی‌های بین لایه‌ای می‌توانند از هوادیدگی کلریت، ورمی‌کولیت و اسمکتیت حاصل شوند (بارن‌هیسل، ۱۹۸۹).

۲-۳-۷- کوارتز^۴:

کوارتز در اغلب مطالعات کانی‌شناسی، قابل مشاهده است.

در مطالعات صورت گرفته توسط اشعه ایکس، نمونه رس کوارتز اشباع با منیزیم عمدتاً دارای پیک‌های ۴/۲۶ و ۳/۳۳ انگستروم است، و در تیمارهای گلیسرول، اشباع با پتاسیم و تیمار حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس تغییر نمی‌کند.

همانگونه که در توضیحات بالا ذکر شد، برخی از کانی‌های خاک، تثبیت بعضی از کاتیونها نظیر پتاسیم و همچنین آزادسازی عناصرغذائی به محلول خاک را تحت کنترل دارند، و از این طریق می‌توانند در تغذیه خاک نقش مهمی ایفا کنند.

پتاسیم عنصر ضروری مورد نیاز مهم بخش معدنی خاک، جهت رشد گیاهان می‌باشد. از آنجا که پتاسیم سومین عنصر کودی مهم پس از نیتروژن و فسفر است، در نتیجه تثبیت پتاسیم بوسیله کانی‌های

1- Hydroxy- Interlayer

2- HIS

3- HIV

4- Quartz

رسی، و کاهش پتاسیم قابل جذب گیاه، یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار در تغذیه گیاهان است (گولدینگ، ۱۹۸۳).

۲-۴- شکل های پتاسیم در خاک:

میزان پتاسیم در بخش روئی کره زمین حدود ۲/۳ درصد است. ولی مقدار آن در خاک به حدود ۱/۹ درصد تقلیل می یابد. تقریباً کل پتاسیم به شکل معدنی وجود دارد، و در کل نیم رخ خاک توزیع می شود. پتاسیم به چهار شکل مختلف در خاک وجود دارد: کانی های اولیه^۱، تثبیت شده^۲ (غیر قابل تبادل)، قابل تبادل^۳ و پتاسیم محلول^۴ (تیسدال و همکاران، ۱۹۹۳).

پتاسیم محلول و تبدالی دو شکل از پتاسیم هستند که به سهولت قابل دسترس می باشند (جلالی و ضرابی، ۲۰۰۶). پتاسیم محلول خاک، مستقیماً توسط گیاهان جذب می شوند (نبی اللهی و همکاران، ۲۰۰۶). در اکثر موارد مقدار پتاسیم کل خاکها غالباً زیاد است. ولی با این وجود، مقدار پتاسیمی که گیاه قادر به استفاده از آن است کم می باشد. بیشتر مقدار پتاسیم خاک، در ساختمان کانیها وجود دارد و تنها درصد کمی به شکل محلول و تبدالی در خاک است (برسچ، ۱۹۸۵).

۲-۴-۱- پتاسیم محلول:

غلظت پتاسیم در محلول خاک به میزان زیادی به هوادیدگی کانی های خاک، نحوه کشت و میزان کود پتاسیمی به کار رفته (اسپارکز، ۱۹۸۷) و نیز به واکنش های تعادلی و سینتیکی که بین شکل های مختلف پتاسیم اتفاق می افتد، مقدار رطوبت خاک، غلظت کاتیون های دوظرفیتی و فاز تبدالی بستگی دارد (اسپارکز، ۲۰۰۰). مقدار پتاسیم محلول خاک ناچیز است (نبی اللهی و همکاران، ۲۰۰۶)، به حدی که قادر نمی باشد نیاز تغذیه ای گیاه را برآورده کند. در نتیجه، لازم است پتاسیم محلول برداشت شده توسط گیاهان،

1- Mineral K

2- Non-exchangeable K

3- Exchangeable K

4- Water soluble potassium

به نحوی جایگزین شود. این امر از طریق سطوح تبدیلی کانی‌های رسی و موادآلی و یا آزادسازی پتاسیم تثبیت شده بین لایه‌ای صورت می‌گیرد.

۲-۴-۲- پتاسیم قابل تبادل:

پتاسیم محلول، از طریق عصاره‌گیری خاک با آب مقطر بدست می‌آید. برای تعیین پتاسیم قابل تبادل، باید مقدار پتاسیم محلول عصاره‌گیری شده با آب مقطر را از مقدار پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم کسر نمود. پتاسیم تبدیلی ممکن است در سه موقعیت مکانی روی سطوح کانی‌ها، از لحاظ انرژی پیوند، قرار بگیرد (ملکوتی و همائی، ۱۳۸۳ و هاولین و همکاران، ۲۰۰۵): ۱- سطوح خارجی: این موقعیت برای پتاسیم در بعضی کانی‌ها نظیر میکا غیر اختصاصی است، ۲- سطوح کناری و ۳- سطوح داخلی که موقعیت اختصاصی برای پتاسیم به شمار می‌روند.

۲-۴-۳- پتاسیم کانی:

پتاسیم ساختمانی یا پتاسیم کانی، مخزن پتاسیم در خاک بشمار می‌رود (منگل و همکاران، ۱۹۹۸). تعداد زیادی از کانی‌ها و اغلب سیلیکات‌ها مانند فلدسپارها و میکا حاوی پتاسیم ساختمانی می‌باشند (جلالی و ضرابی، ۲۰۰۶). برای اینکه پتاسیم ساختمانی برای گیاه قابل استفاده شود باید هوادیدگی اتفاق افتد. درجه هوادیدگی و سرعت آزاد شدن پتاسیم کانی بستگی به عوامل محیطی و ترکیب و ساختمان کانی‌های اولیه دارد (اسپارکز، ۱۹۸۷). پتاسیم کانی، به پتاسیم قابل تبادل و تثبیت شده و از آنها به حالت محلول در حال تغییر می‌باشد. این فرایند در بعضی از وضعیت‌های خاک و یا زمانی که کوددهی سنگین پتاسیم صورت گیرد، ممکن است در جهت تثبیت پتاسیم تغییر جهت دهد (نوربخش و کریمیان اقبال، ۱۳۷۶). میزان کود دهی می‌تواند تحت تاثیر سرعت آزاد سازی پتاسیم باشد (جلالی، ۲۰۰۷). افزایش مقادیر زیاد کود پتاسیمی معمولاً باعث افزایش تثبیت پتاسیم می‌شود. زیرا غلظت پتاسیم محلول به مقدار زیاد افزایش یافته و تعادل بین پتاسیم محلول و تثبیت شده را به سمت تثبیت پتاسیم سوق می‌دهد. تعادل بصورت زیر است: