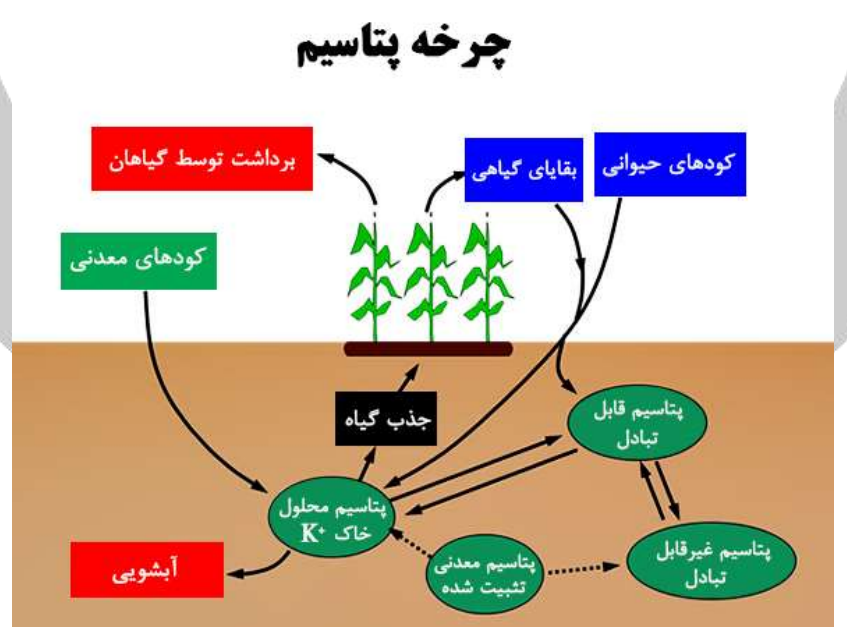
تثبیت پتاسیم در خاک

مقدمه

قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاهان به وسیله فرآیندهای فیزیک و شیمیایی مختلف در خاک کنترل می‌شود. از میان فرآیندهای مختلف، تثبیت پتاسیم و به عبارت دیگر به تله افتادن یون پتاسیم در بین لایه‌های رسی از بیشترین اهمیت برخوردار است این پدیده در تمام رس‌ها به یک اندازه تحقق نیافته بلکه در رس‌های یک به یک حداقل و در رس‌های دو به یک و به خصوص ایلایت به حداکثر می‌رسد.

تثبیت پتاسیم

پژوهشگران ثبیت پتاسیم را به عنوان فرآیندی تعریف نموند که طی آن یون‌های پتاسیم از فاز محلول و یا تبادلی خاک به فضاهای بین لایه‌ای رس‌های میکا، ایلایت و یا ورمیکولایت انتقال و با جایگزینی در حفرات دیتریگونال (Ditrigonal Voids) سبب فرو ریزش لایه‌ای (Colapse) گردیده و در نتیجه بخش اعظم آن در کوتاه مدت قابل تبادل نمی‌باشد. این محققان همچنین بیان نمود که تثبیت پتاسیم از لحاظ حاصلخیزی و تغذیه گیاه در مجموع فرآیندی نافع بوده زیرا از هدر رفت بخشی از پتاسیم در اثر آبشویی جلوگیری می‌نماید ولی ممکن است دربعضی از خاک‌های با ظرفیت تثبیت پتاسیمی بالا در کوتاه مدت موجب بروز مشکلاتی از نظر تغذیه گیاهی گردد.



شکل ۱- چرخه پتاسیم در خاک

PTMP/SK/R&D/A/ potassium 04 /01082021

تثبیت پتاسیم در خاک

منگل و کرکبی در سال ۱۹۸۰ (Mengel & Kirkby, 1980) تثبیت پتاسیم را به مکان‌های بین لایه‌ای کانی‌های رسی نسبت داده و معتقدند که تثبیت پتاسیم به مفهوم جذب یون‌های پتاسیم به وسیله این مکان‌ها و به صورت اختصاصی است. مالاولتا در سال ۱۹۸۵ (Malavolta, 1985) تبدیل پتاسیم محلول و یا تبادلی به فرم غیر تبادلی را به عنوان تعریف دیگری از تثبیت پتاسیم ذکر نموده است.

برخی محققان حرکت تدریجی پتاسیم از محلول خاک و مکان‌های جذب سطحی با نیروی پیوند کم به طرف مکان‌های با نیروی پیوند بیشتر و نیز به طرف مکان‌های بین لایه‌ای با جذب اختصاصی که نتیجه آن کمتر شدن پتاسیم قابل دسترس نسبت به پتاسیم کل می‌باشد را به عنوان تعریفی از تثبیت پتاسیم ارایه داده‌اند. این محققین فرآیند تثبیت پتاسیم را عکس فرآیند هوادیدگی در کانی‌های میکا در نظر گرفته و همچنین بیان نموده‌اند که این پدیده در تمام خاک‌ها به یک اندازه تحقق نیافته بلکه در خاک‌هایی که در آن‌ها رس‌های یک به یک به مقدار زیاد وجود دارد، حداقل و در خاک‌های حاوی مقدار زیاد کانی‌های دو به یک نظیر ورمیکولایت، ایلایت و کلرایت قدرت تثبیت پتاسیم حداکثر است.

گروهی وجود فضاهای خالی که ابعاد آن‌ها برابر ضخامت یون پتاسیم آبدار می‌باشد را دلیل تثبیت پتاسیم می‌دانند. بر اساس این نظریه، یون‌های پتاسیم بر اثر نیروهای الکتریسیتهٔ ثابت (بار دائمی) به طور محکم در این فضاهای خالی نگهداری می‌شوند و یون آمونیوم که شعاع هیدراته آن حدودا با یون آبدار پتاسیم برابری می‌کند، با وضعیتی مشابه در میان لایه‌های سیلیکاتی تثبیت می‌گردد.

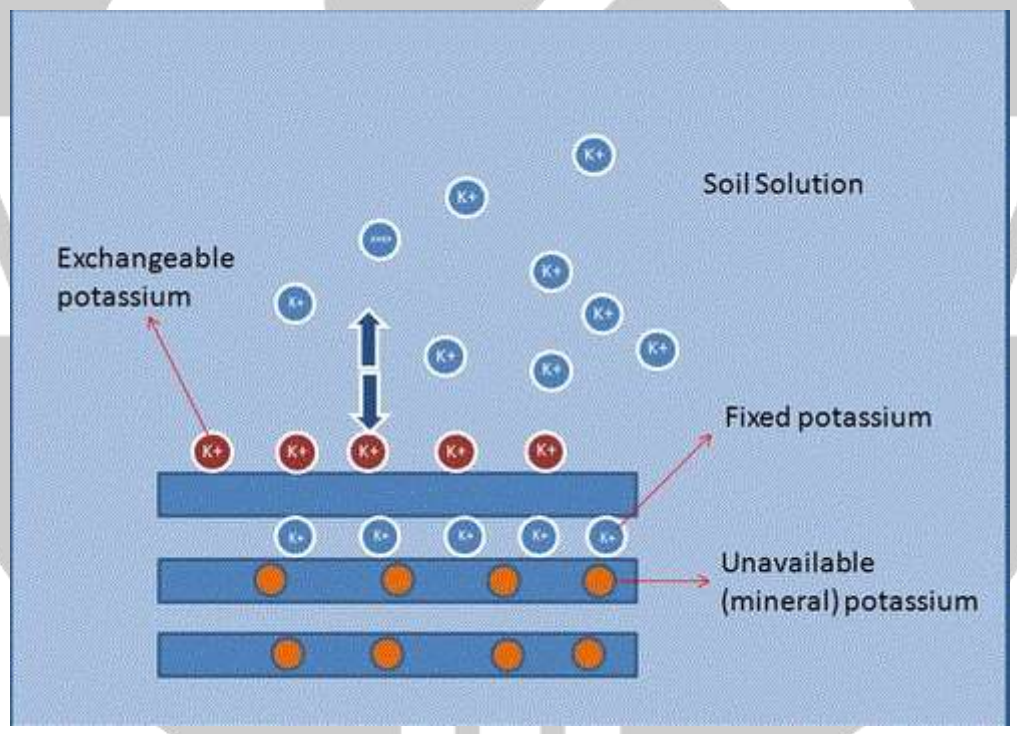
قرار گرفتن یون‌های آمونیوم در بین لایه‌های این کانی موجب می‌گردد تا ظرفیت تثبیت پتاسیم در بین لایه‌ها کاهش یافته و قابلیت جذب آن برای گیاه فزونی یابد. در صورتی که یون‌های پتاسیم بیش از یون‌های آمونیوم در میان لایه‌ها قرار گیرد، ظرفیت تثبیت آمونیوم کاهش یافته و بر قابلیت جذب این یون افزوده می‌گردد. این موضوع از نقطه نظر اقتصادی و مدیریت مصرف کود اهمیت کاربردی فراوان داشته و به هنگام محاسبه مقدار کودهای ازتی و پتاسیمی بایستی مورد توجه کامل قرار گیرد. از نظر کاربردی در خاک‌های تخلیه شده از نظر پتاسیم، اگر مصرف کودهای آمونیومی مقدم بر کودهای پتاسیمی باشد، مقدار تثبیت آمونیوم در بین لایه‌های رسی به مراتب بیشتر از پتاسیم خواهد بود.

برخی محققان گزارش نموده‌اند که پتاسیم تثبیت شده در بین لایه‌های کانی‌های رسی به عنوان یکی از شکل‌های پتاسیم در خاک میتواند نقش قابل ملاحظه‌ای در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه داشته باشد این

PTMP/SK/R&D/A/ potassium 04 /01082021

محققان هچنین بیان نموند که مرز مشخص و معینی بین پتاسیم لایه‌ای بومی و پتاسیم تثبیت شده وجود ندارد اما به طور کلی میتوان گفت که پتاسیم بین لایه‌ای بومی، نسبت به پتاسیم تثبیت شده با نیروی بیشتری نگهداری می‌گردد و به همین جهت به آن پتاسیم به سختی قابل تبادل نیز می‌گویند. البته گاهی اوقات این بخش از پتاسیم نیز ممکن است نقش قابل ملاحظه‌ای در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه داشته باشند.

برخی از محققان عقیده دارند که در خاک‌های با قدرت تثبیت بالاتر از ۶۵ درصد باید میزان مصرف کودهای پتاسیمی نسبت به حالت عادی افزایش یابد. برخی نیز توصیه کرده‌اند که در خاک‌های با ظرفیت تثبیت پتاسیم خیلی زیاد، تعیین مقدار کود مصرفی سالیانه باید مستقل از مقدار پتاسیم قابل جذب خاک صورت گرفته و برای مقابله با قدرت تثبیت بالای پتاسیم کاربرد سالانه ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K_2O) را امری ضروری دانسته‌اند.



شکل ۲- تثبیت پتاسیم بین لایه‌های رسی

سازوکارهای تثبیت پتاسیم

به نظر می‌رسد که تثبیت پتاسیم به وسیله جزو رس خاک توسط دو سازوکار اصلی صورت می‌گیرد. سازوکار اول مربوط به قرار گرفتن پتاسیم در حفرات شش وجهی موجود در سطوح قاعده‌ای رس‌های سیلیکاتی لایه‌ای

دو به یک و سازوکار دوم تشکیل ترکیبات نامحلول پتاسیم به ویژه آلومینوسیلیکات‌های پتاسیم‌دارا است. هرچند که بخش عمده‌ای از تثبیت پتاسیم از طریق سازوکار اول انجام می‌گیرد ولی ضرورتا نمیتوان تمام پدیده تثبیت توسط رس‌ها را با آن توضیح داد. چنین به نظر می‌رسد که این فرآیند با دهیدراته شدن (از دست دادن آب) یون‌هایی نظیر پتاسیم و آمونیم به هنگام نزدیک شدن لایه‌های مجاور سیلیکات‌های لایه‌ای درطول زمان خشک شدن که ابعاد آن‌ها برابر ضخامت یون پتاسیم آبدار می‌باشد، فعال می‌گردد. با توجه به مطالب فوق بنظر می‌رسد که انرژی آبپوشی (هیدراسیون) نسبی یون‌های مختلف در پدیده تثبیت حائز اهمیت باشد. انرژی آبپوشی نسبتا پایین یون‌هایی نظیر پتاسیم، آمونیم، روبیدیم و سزیم باعث سهولت از دست دادن آب و کاهش شعاع هیدراته و به دنبال آن افزایش ضریب ترجیح آن‌ها برای قرار گرفتن در مکان‌های تثبیت می‌گردد. نظریه انرژی آبپوشی به خوبی این واقعیت را توضیح می‌دهد که چرا باریم دو ظرفیتی با شعاع کریستالی یکسان با آمونیم توسط میکا یا ورمیکولایت تثبیت نمی‌شود. ظاهرا یون‌های باریم با انرژی آبپوشی زیادشان نمی‌توانند به سهولت بی‌آب یا دهیدراته شده و توسط لایه‌های مجاور کانی محبوس شوند. با مرطوب شدن مجدد، یون‌های باریم به سهولت آبپوشی شده و شبکه‌های مجاور را به فاصله گرفتن از یکدیگر مجبور می‌کنند. محبوس شدن یون پتاسیم در نتیجهٔ فروریزش (Colapse) لایه‌های سیلیکاتی مجاور انجام می‌گیرد که در ارتباط با از دست دادن آب (دهیدراتاسیون) فضای بین لایه‌ای و کاتیون‌های بین لایه‌ای می‌باشد. دلیل اینکه چرا یون پتاسیم به وسیله رس‌های سیلیکاتی ترجیح داده می‌شود پایین بودن انرژی آبپوشی و مناسب بودن اندازه آن برای قرار گرفتن در حفرات شش گوش در ورقه‌های تتراهدرال می‌باشد. عمل تثبیت پتاسیم با کاهش فضای بین لایه‌ای در شبکه بلور همراه است زیرا یون‌های پتاسیم با نیروی کافی توسط دو لایه جذب می‌شوند و در نتیجه دو لایه را به هم نزدیک می‌کنند. تثبیت پتاسیم با سازوکار فوق با تشکیل کانی‌های میکا شکل توأم است. به طوری که ضخامت کانی در بعد C از ۱/۵ نانومتر به ۱/۲۵ و ۱ نانومتر کاهش پیدا می‌کند. تثبیت پتاسیم به این طریق همانند یک واکنش برگشت ناپذیر باعث کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی اولیه خاک می‌گردد.

دومین سازوکار تثبیت از طریق تشکیل ترکیبات نامحلول پتاسیم به ویژه آلومینوسیلیکات‌ها بوده و در پهاش بالا به شکل مطلوب‌تری انجام می‌گیرد. در چنین شرایطی مقدار پتاسیم تثبیت شده نسبت به کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی بسیار بیشترخواهد بود.

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

منبع

ملکوتی، محمدجعفر؛ شهابی، علی اصغر؛ بازرگان، کامبیز. (۱۳۹۵). پتاسیم در کشاورزی (نقش پتاسیم در تولید محصولات کشاورزی سالم). تهران: مبلغان

PTMP/SK/R&D/A/ potassium 04 /01082021