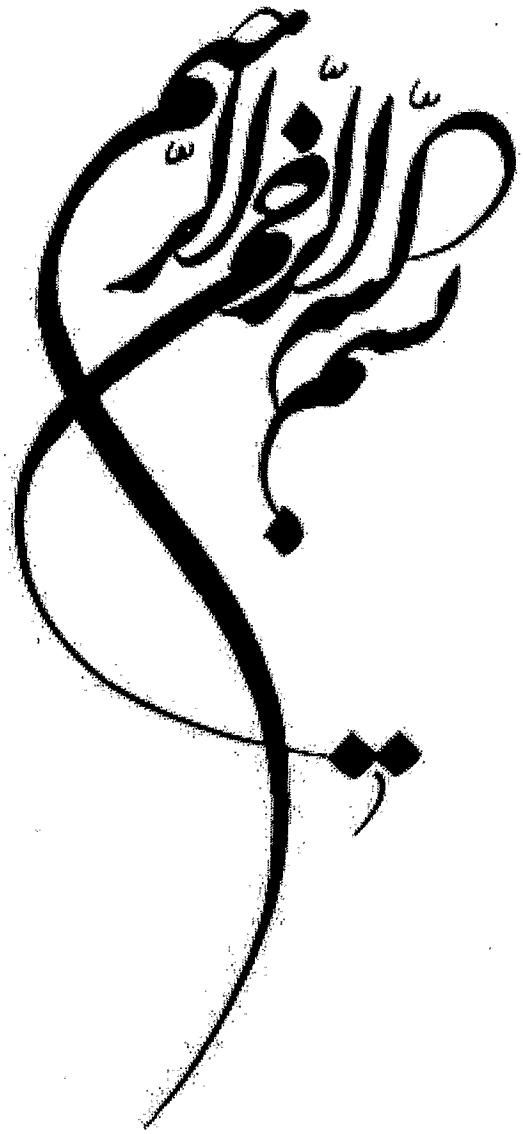


١١٦١٢٥

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی
گروه علوم خاک
شیمی و حاصلخیزی خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی سرنوشت پتاسیم کودی در چند خاک انتخابی مناطق تحت کشت گندم در دو شرایط رطوبتی

از

مهردخت طالبی

استادان راهنما

دکتر پیروز عزیزی دکتر کامبیز بازرگان

استادان مشاور

دکتر مسعود کاووسی دکتر کریم شهبازی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

۱۳۸۸/۶/۱۱

اردیبهشت ۸۸

دفتر تحصیلات تکمیلی

۱۱۶۱۲۵

تقدیم به

یکتا بهانه‌های قشنگ زندگی، که خوبیهایشان یک قصیده ناتمام است:

پدر مهربانم

که با صفای وجودش و زمزمه کلامش در جذبه محراب

به بودنم معنا بخشید

و

مادر نازنینم

که طنین دلنواز قلبش همواره آرامش‌بخش روح بی‌قرار من است

مهربانانی که هرگز برای سخاوت بی‌دریغشان پاسخی نیافتم.

تشکر و قدردانی

ای هستی‌بخش، مرا بر نعمات بی‌کرانت توان شکر نیست. ذره ذره وجودم برای تو و نزدیک شدن به تو می‌تپد. الهی مرا مدد کن تا دانش اندکم نه نردبانی باشد برای فزونی تکبر و غرور، نه حلقه‌ای برای اسارت و نه مایه‌ای برای تجارت، بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران

حال که توفیق گردآوردی و تهیه این مجموعه را یافته‌ام بر خود لازم می‌دانم از همه عزیزانی که به نحوی در مراحل انجام این تحقیق اینجانب را صمیمانه یاری دادند، سپاسگزاری نمایم:

در ابتدا صمیمانه‌ترین تقدیرها تقدیم به خانواده عزیزم، به ویژه پدر و مادر مهربانم که پیمودن روزهای سخت و آسان زندگی بدون دعای خیر و برکت وجودشان غیر ممکن و همواره وجود مقدسشان سرمایه جاودانی زندگی من بوده است.

از جناب آقای دکتر پیروز عزیزی، استاد راهنمای محترم، که دلسوزانه و بی‌توقع در به انتها رساندن این تحقیق یاریگرم بودند سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر کامبیز بازرگان، که زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را به عهده داشتند و با وجود مشغله‌های فراوان علمی و اجرایی در تک تک مراحل تحقیق، با صبر و حوصله فراوان صمیمانه اینجانب را یاری کردند قدردانی می‌نمایم.

از مشاوران محترم پایان‌نامه، جناب آقای دکتر مسعود کاووسی و جناب آقای دکتر کریم شهبازی، که تجربیات علمی خود را در اختیارم قرار دادند کمال تشکر را دارم.

از تمام معلمان عزیزم و اساتید گرانقدر که در تمام طول دوران تحصیل، از محضرشان استفاده‌های علمی و اخلاقی برده‌ام کمال تشکر و امتنان را دارم.

از کلیه همکلاسیها و دوستان عزیزم بخصوص خانمها مهندس حدیثه علیخانی فرد، لیلا اسماعیل زاده، مژگان یگانه، سودا امینی، معصومه پور معصومی و آقای مهندس حسین شهریاری و همچنین از خواهر عزیز و دلسوزم خانم مهندس مهرنوش طالبی بخاطر همکاریهای صمیمانه‌شان سپاسگزاری می‌نمایم.

از تمامی پرسنل محترم بخش آزمایشگاه شیمی موسسه تحقیقات خاک و آب تهران به ویژه سرکار خانم مهندس اردبیلی، معاون محترم بخش که با همکاری بی‌دریغشان شرایط انجام این تحقیق را برای اینجانب فراهم نمودند، قدردانی می‌نمایم.

برای همه این عزیزان آرزوی توفیق دارم.

مهردخت طالبی

اردیبهشت ۸۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده فارسی ..... د

چکیده انگلیسی ..... ذ

مقدمه ۲

فصل اول: مرور منابع

۱-۱-پتاسیم خاک ۴

۱-۲- شکلهای مختلف پتاسیم در خاک ۴

۱-۲-۱- پتاسیم محلول ۵

۱-۲-۲- پتاسیم تبادلی ۶

۱-۲-۳- پتاسیم غیر قابل تبادل ۶

۱-۲-۴- پتاسیم مینرالی(ساختمانی) ۷

۱-۳- دینامیک پتاسیم در خاک ۷

۱-۴- رها سازی و تثبیت پتاسیم ۹

۱-۴-۱- رها سازی پتاسیم ۹

۱-۴-۲- تثبیت پتاسیم ۱۰

۱-۵- مکانیزم تثبیت پتاسیم ۱۱

۱-۶- ظرفیت تثبیت پتاسیم ۱۲

۱-۷- فاکتورهای موثر بر تثبیت پتاسیم ۱۳

۱-۷-۱- مینرالوژی(نوع رس، CEC و اندازه ذرات) ۱۳

۱-۷-۲-pH ۱۶

۱-۷-۳- آنیونهای دیگر ۱۹

۱-۷-۴- پتاسیم قابل دسترس ۱۹

۱-۷-۵- تر و خشک شدن ۲۰
۱-۷-۶- ماده‌آلی ۲۶
۱-۷-۷- غلظت ۲۷
۱-۷-۸- زمان ۳۱
۱-۷-۹- یون آمونیوم و کاتیونهای دیگر ۳۳

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- انتخاب محل نمونه‌برداری ۳۶
۲-۲- اندازه گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک ۳۷
۲-۲-۱- تعیین بافت خاک ۳۷
۲-۲-۲- تهیه گل اشباع ۳۸
۲-۲-۳- pH ۳۹
۲-۲-۴- قابلیت هدایت الکتریکی(EC) ۳۹
۲-۲-۵- ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) ۳۹
۲-۲-۶- ماده‌آلی ۴۰
۲-۲-۷- کربنات کلسیم معادل ۴۰
۲-۲-۸- پتاسیم قابل جذب در خاک ۴۱
۲-۲-۹- اندازه گیری مقادیر FC و PWP ۴۱
۲-۳- آزمایش گلخانه‌ای ۴۱
۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری ۴۲

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات عمومی خاکها ۴۴
۳-۲- مقایسه مقادیر پتاسیم قابل جذب خاکها ۲۴ ساعت پس از مرطوب کردن ۴۵
۳-۳- اثر نوع رژیم رطوبتی بر میزان پتاسیم قابل جذب خاکها ۴۶

۳-۴- اثر نوع خاک بر مقادیر پتاسیم قابل جذب در دو رژیم رطوبتی ۴۹

۳-۵- همبستگی بین پتاسیم تثبیت شده و خصوصیات خاک ۵۰

۳-۶- تغییرات پتاسیم قابل جذب در خاکهای مختلف تحت رژیم رطوبتی ثابت..... ۵۳

۳-۷- تغییرات پتاسیم قابل جذب در خاکهای مختلف تحت رژیم رطوبتی خشک و تر شدن..... ۵۷

۳-۸- بررسی تاثیر کوددهی بر میزان پتاسیم قابل جذب..... ۶۰

۳-۹- تغییرات پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کود خورده در مدت شش ماه نسبت به مقدار مورد انتظار ۶۱

نتیجه گیری کلی ۶۵

پیشنهادات..... ۶۶

فهرست منابع ۶۸

فهرست جدولها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- اثر زمان تماس کود پتاسیمی بر تثبیت پتاسیم ۳۱

جدول ۱-۲- اثر زمان تماس و مقدار پتاسیم اضافه شده بر مقدار پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم و بر تثبیت پتاسیم..... ۳۲

جدول ۲-۱- رده بندی و استانهای محل نمونه برداری خاکهای مورد مطالعه ۳۶

جدول ۳-۱- نتایج اندازه گیری بافت و توزیع اندازه ذرات خاکهای مورد مطالعه ۴۴

جدول ۳-۲- برخی از خصوصیات شیمیایی خاکهای مورد مطالعه ۴۴

جدول ۳-۳- تجزیه واریانس اثر تیمارها و بر همکنش آنها بر مقادیر پتاسیم قابل جذب خاکها پس از سه ماه..... ۴۶

جدول ۳-۴- تجزیه واریانس تیماره و برهمکنش آنها بر مقادیر پتاسیم قابل جذب خاکها پس از چهار ماه..... ۴۷

جدول ۳-۵- تجزیه واریانس اثر تیمارها و برهمکنش آنها بر مقادیر پتاسیم قابل جذب خاکها پس از شش ماه..... ۴۷

جدول ۳-۶- میانگین پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کودخورده و کودنخورده تحت رژیم رطوبتی ثابت ۵۳

جدول ۳-۷- میانگین پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کود خورده و کودنخورده تحت رژیم رطوبتی خشک و تر شدن ۵۷

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- روابط تعادلی بین شکلهای مختلف پتاسیم در خاک ۵

شکل ۱-۲- میانگین پتاسیم تثبیت شده در شرایط مرطوب و خشک در غلظتهای مختلف پتاسیم اضافه شده ۱۴

شکل ۱-۳- رابطه پتاسیم تثبیت شده با ظرفیت تبادل کاتیونی کل در شرایط مرطوب ۱۵

شکل ۱-۴- اثر pH بر مقدار تثبیت پتاسیم در رس ایلایت تحت شرایط مرطوب و خشک ۱۷

شکل ۱-۵- اثر pH بر مقدار تثبیت پتاسیم به وسیله رس بنتونیت در شرایط مرطوب و خشک ۱۸

شکل ۱-۶- تغییرات پتاسیم قابل عصاره گیری توسط استات آمونیوم نرمال و پتاسیم به سهولت قابل جذب در طی سه سیکل متناوب خشک و مرطوب شدن ۲۲

شکل ۱-۷- تغییرات پتاسیم قابل عصاره گیری گیری توسط استات آمونیوم نرمال و پتاسیم به سهولت قابل جذب طی ۶۴ روز انکوباسیون در فشارهای ماتریک مختلف ۲۳

شکل ۱-۸- تغییرات پتاسیم تثبیت شده با غلظت پتاسیم در دو خاک دومینو و آلتامونت و در سه عمق مختلف ۲۹

شکل ۱-۹- رابطه تثبیت پتاسیم با میزان پتاسیم خاک ۲۹

شکل ۳-۱- مقایسه پتاسیم قابل جذب در حالت هوا خشک اولیه و مرطوب (ظرفیت مزرعه) پس از یک روز ۴۵

شکل ۳-۲- میانگین پتاسیم قابل جذب در زمانهای مختلف تحت دو رژیم رطوبتی ثابت و خشک و تر شدن ۴۸

شکل ۳-۳- رابطه بین درصد تثبیت پتاسیم و درصد رس در تیمارهای رژیم رطوبتی ثابت پس از شش ماه ۵۱

شکل ۳-۴- رابطه بین درصد تثبیت و درصد رس در تیمارهای رژیم رطوبتی خشک و تر شدن پس از شش ماه..... ۵۱

شکل۳-۵- رابطه بین درصد تثبیت پتاسیم و CEC در تیمارهای رژیم رطوبتی ثابت پس از شش ماه..... ۵۲

شکل ۳-۶- رابطه بین درصد تثبیت پتاسیم و CEC در تیمارهای رژیم رطوبتی خشک و تر شدن پس از شش ماه..... ۵۲

شکل ۲-۷- وضعیت دمای هوای تهران از اول آذر سال ۱۳۸۶ تا آخر اردیبهشت سال ۱۳۸۷..... ۵۴

شکل ۳-۸- تغییرات زمانی پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کود نخورده خاکهای ۲، ۳، ۴، ۵ و ۸ تحت رژیم رطوبتی ثابت..... ۵۵

شکل ۳-۹- تغییرات زمانی پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کود نخورده خاکهای ۱۹، ۴۰، ۴۵ و ۵۱ تحت رژیم رطوبت..... ۵۵

شکل ۳-۱۰- تغییرات زمانی پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کودی خاکهای ۲، ۳، ٤، ٥ و ۸ تحت رژیم رطوبتی ثابت..... ۵۶

شکل ۳-۱۱- تغییرات زمانی پتاسیم قابل جذب در تیمارهای کودی خاکهای ۱۹، ۴۰، ۴۵ و ۵۱ تحت رژیم رطوبتی ثابت ۵۶

شکل ۳-۱۲- مقایسه مقدار مورد انتظار پس از کوددهی با مقدار اندازه‌گیری شده ۶۰

شکل ۳-۱۳- مقایسه مقدار مورد انتظار با میانگین پتاسیم قابل جذب در زمانهای مختلف تحت رژیم رطوبتی ثابت ۶۳

شکل ۳-۱۴- مقایسه مقدار مورد انتظار با میانگین پتاسیم قابل جذب در زمانهای مختلف تحت رژیم رطوبتی خشک و تر شدن..... ۶۴

چکیده

بررسی سرنوشت پتاسیم کودی در چند خاک انتخابی مناطق تحت کشت گندم در دو شرایط رطوبتی[1]

مهردخت طالبی

نیاز گیاهان به پتاسیم در طول دوره رشد یکسان نیست. با توجه به لزوم تأمین پتاسیم متناسب با سرعت جذب آن از خاک، این تحقیق با هدف شناخت رفتار خاکهای مختلف در مواجهه با پتاسیم کودی در طول دوره رشد انجام گرفت. یک آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه فاکتور؛ خاک در ده نوع (از مزارع تحت کشت گندم در استانهای مختلف کشور و با توجه به تنوع در خصوصیات فیزیکوشیمیایی)، کود پتاسیمی در دو سطح (۰ و ۲۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار) و دو رژیم رطوبتی شامل رطوبت ثابت (در حد FC و با کنترل روزانه) و خشک و تر شدن، در سه تکرار برای مدت شش ماه طراحی گردید. پس از اعمال سطوح کود پتاسیمی از منبع سولفات پتاسیم به خاکها، رطوبت تمامی آنها (شاهد و کود خورده) به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. گلدانها به مدت ۶ ماه (آذر۸۶ تا خرداد۸۷) تحت شرایط دمای محیط نگهداری گردیدند. میزان پتاسیم قابل جذب این خاکها در رژیم رطوبتی ثابت در فواصل زمانی ۱، ۲، ۷، ۱۴، ۲۸، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز و در رژیم خشک و تر شدن هر بار پس از خشک شدن (تخلیه ۸۰٪ از آب قابل استفاده) و نیز پس از تر شدن مجدد (تا پایان شش ماه) اندازه‌گیری شد. خشک و تر شدن بسته به خصوصیات خاکها چندین بار در طول شش ماه اتفاق افتاد. بررسی نتایج نشان دادکه اثر رطوبت بر خاکها به دلیل متفاوت بودن خصوصیات آنها از نظر تغییر یا عدم تغییر پتاسیم قابل جذب متفاوت است. نوع رژیم رطوبتی، اثر فاکتور خاک و اثر متقابل خاک و رطوبت در زمانهای سه، چهار و شش ماه تاثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم قابل جذب خاکها داشت. در رژیم رطوبتی ثابت در طول مدت سه ماه کاهش و در رژیم خشک و تر شدن افزایش کل میانگین پتاسیم قابل جذب در خاکها نسبت به اولین نمونه‌برداری مشاهده شد. مقایسه میانگین مقادیر پتاسیم قابل جذب پس از آن تا شش ماه نشان داد که این مقدار در رژیم رطوبتی ثابت به علت نیل به شرایط تعادل تقریبا ثابت و در رژیم خشک و تر شدن از ماه چهارم به بعد به علت افزایش چرخه‌های خشک و تر شدن بطور معنی‌داری کاهش یافت. اعمال تیمار کودی به خاکها باعث بروز تغییرات متفاوتی در خاکها در شرایط رطوبتی متفاوت گردید. مقایسه مقادیر پتاسیم قابل جذب خاکها پس از گذشت سه ماه با مقدار مورد انتظار(پتاسیم تبادلی اولیه+ پتاسیم کودی) نشان داد که این مقدار در رژیم رطوبتی ثابت، کمتر از حد انتظار و در رژیم خشک و تر شدن نزدیک به حد انتظار و یا در بعضی از خاکها بیشتر می‌باشد. این نتیجه در رژیم رطوبتی ثابت تا پایان شش ماه همچنان ادامه داشت در حالی‌که در رطوبت متغیر پس از چهار ماه و با افزایش تعداد چرخه‌های خشک و تر شدن کاهش معنی‌داری در مقدار پتاسیم قابل جذب تعدادی از خاکها اتفاق افتاد.

واژه های کلیدی: پتاسیم تبادلی،رطوبت، خشک و تر شدن، سرنوشت پتاسیم کودی

۱- این تحقیق بخشی از یک پروژه مصوب در موسسه تحقیقات خاک و آب کشور با هدف بهینه‌سازی توصیه کودی پتاسیم در گندم بوده و با اعتبارات آن موسسه انجام پذیرفته است.

Abstract

Study of fate of potassium fertilizer in some selected soil samples from wheat fields under two moisture conditions

Mehrdokht Talebi

Potassium requirement of plants during the growth period is not at the same level. Taking into account the necessity of Potassium supply with respect to its rate absorption from soil, this research was conducted having the objective of identifying behavior of different soils with potassium fertilizer in the growing period. A greenhouse experiment in the form of factorial and in a completely randomized design(CRD) was designed with three factors of soil in 10 levels, Potassium fertilizer in two levels (0 and 200 Kg of K_2o per hectare) and two moisture regimes including constant moisture (FC level and daily control) and wetting-drying cycle in three repeat for a six-month period. After treating the soils with potassium fertilizer sourced from potassium sulphate, moisture of all of them was directed to reach the field capacity. The pots were kept under the environmental temperature four six months (December 2007 to May 2008). The amount of availability potassium of these soils was measured in under constant moisture regime in 1, 2, 7, 14, 28, 90, 120 and 180 days intervals and after drying stage (deplation of 80 percent of available water) and also after becoming wet again (during the whole six-month period). Wetting and drying cycles was occurred several times during this six months depending on soil properties. Result showed that the effect of moisture on soil is not always the same due to their different properties in terms of changing or not changing the available potassium. Treating moisture regime, type of this regime, effect of the soil factor and interaction effect of soil and moisture in 3-month, 4-month and 6-month periods had correlated significantly on the available potassium. Results showed that among three months total average of potassium decreased under moisture regime and increased under w-d cycles compared with the first sample.After comparing the average of available potassium to six months later showed approximate stability in constant moisture regime and significantly decreased under w-d regimes after the fourth month due to more cycles. Fertilization treatment of soil leads to different change in soils under different moisture regimes. Comparing the amounts of available potassium of soils after three months with the expected amount (initial exchangable potassium +fertilized potassium) showed that this amount is less than expected in constant moisture regime, near to expected in w-d cycles or more than expected in some soils. This was continuous during the whole six-month period in constant moisture regime while under w-d cycles, there was a significantly decrease in available potassium of some soils after four months due to more w-d cycle.

Keywords: Exchangable Potassium, Moisture, Wetting-drying cycle, Fate of potassium fertilizer

مقدمه

مقدمه

پتاسیم بعد از ازت یکی از مهمترین عناصر غذایی در حیات گیاهان بوده که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه به عهده دارد در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است[ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴].پتاسیم در خاک به شکلهای محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی وجود دارد. قابلیت استفاده پتاسیم برای گیاهان بستگی به دینامیک موجود بین این شکلهای مختلف دارد[شهبازی و توفیقی، ۱۳۸۵]. تبدیل پتاسیم از شکلی به شکل دیگر جزیی از پویایی پتاسیم در خاک را تشکیل می‌دهد و سرعت این تبدیل از جنبه حاصلخیزی و تغذیه گیاهی و نیز در سرنوشت کود پتاسیم اضافه شده به خاک و توصیه کودی حائز اهمیت می‌باشد[توفیقی، ۱۳۷۴؛ سینگ،۱۹۷۱]. فرآیندهای فیزیکوشیمیایی مختلفی در خاک قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاهان را کنترل می‌کنند که یکی از مهمترین این فرآیندها تثبیت پتاسیم در بین لایه‌های کانیهای رسی می‌باشد[ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴]. بنابراین شناخت عوامل موثر بر دینامیک پتاسیم برای افزایش راندمان جذب پتاسیم از کود اضافه شده به خاک بسیار ضروری می‌باشد. از آنجایی که رطوبت عامل مهمی در فرآیند پخشیدگی پتاسیم در خاک به شمار می‌رود بنابراین یکی از عواملی که بر دینامیک پتاسیم بین شکلهای مختلف اثر می‌گذارد خشک و تر شدن خاک می‌باشد[برچ و توماس، ۱۹۸۵]. با توجه به اینکه در کشور ما از سیستمهای آبیاری مختلفی استفاده می‌شود که در نتیجه باعث ایجاد شرایط رطوبتی متفاوتی(حفظ رطوبت به مدت طولانی و یا خشک و تر شدن متناوب) در طی زمان در خاکها می‌گردد لذا آگاهی از تغییرات میزان پتاسیم افزوده شده به خاک در شرایط رطوبتی متفاوت از نظر فراهمی پتاسیم قابل جذب برای گیاه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. در مطالعات متعددی آزاد شدن پتاسیم از صورت تثبیت شده به صورت تبادلی در اثر خشک و مرطوب شدن خاک گزارش شده است[هانوی و اسکات،۱۹۵۷؛ لویز و همکاران، ۱۹۵۶]. تعدادی از محققان نیز نشان دادند که سیکلهای خشک و مرطوب شدن باعث افزایش تثبیت پتاسیم و کاهش قابلیت استفاده آن می‌گردند[الک و همکاران، ۱۹۹۵؛ زنگ و براون، ۲۰۰۰] که این تغییرات منعکس کننده تعادل تدریجی میان منابع مختلف پتاسیم می‌باشد. بنابراین هر چند تحقیقات گذشته اثر خشک و مرطوب شدن را روی فرآیند تثبیت و رها سازی نشان داده است ولی هنوز سوالات زیادی در این زمینه باقی مانده‌است. به خصوص اینکه نگاهی به مطالعات قبلی نشان می‌دهد که نتایج با یکدیگر متفاوت یا متناقض می‌باشد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر رژیمهای رطوبتی مختلف (ثابت و خشک و تر شدن).بر تغییرات پتاسیم قابل جذب با گذشت زمان، سرنوشت کود پتاسیمی و نحوه تغییر شکل آن از نظر قابل جذب بودن برای گیاه در تعدادی از نمونه‌های خاکهای تحت کشت گندم طراحی گردیده است.

فصل اول

کلیات

و

مروری بر منابع

۱-۱- پتاسیم خاک

به طور متوسط ۲/۶ درصد قشر سطحی زمین را پتاسیم تشکیل می‌دهد و از این رو هفتمین عنصر شیمیایی و چهارمین عنصر غذایی از نظر فراوانی در لیتوسفر می‌باشد. مقدار آن در خاکهای معدنی از ۰/۰۴ تا ۳ درصد و یا بیشتر تغییر می‌کند. جزء مهم پتاسیم خاک در کانیهای اولیه و در کانیهای رس سیلیکاتی لایه ای ۲:۱ نظیر میکا و ایلایت وجود دارد. به همین دلیل خاکهای غنی از این نوع کانیها معمولا از نظر پتاسیم نیز غنی هستند[منگل و کرکبای[1]، ۱۹۸۷؛ آکوا[2] و همکاران، ۱۹۶۷؛ بارکرت و آمرگر[3]، ۱۹۷۷]. به‌طور کلی منشا پتاسیم موجود در خاکها به استثنای پتاسیمی که با کودها به خاک افزوده می‌شود، تجزیه شدن سنگهای دارای کانیهای حامل پتاسیم است.

کانیهایی که عموماً منبع اصلی پتاسیم به حساب می‌آیند، فلدسپارهای پتاسیم($K\ Al\ Si_3\ O_8$)، مسکوویت$_2Al_2O_{10}(OH)_4$K(Si و بیوتیت[$(H,K)_2(Mg,Fe)_2\ Al_2(SiO_4)_3$]هستند[ملکوتی و همدانی، ۱۳۷۰]. قابلیت دسترسی پتاسیم از این کانیها برای گیاهان به ترتیب ذیل کاهش می‌یابد:

فلدسپارهای پتاسیم< مسکوویت< بیوتیت

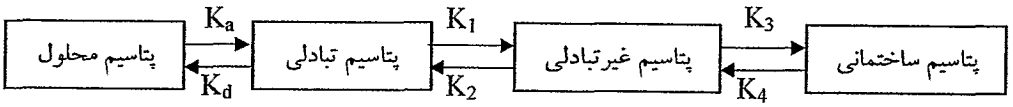
به‌طور کلی پتاسیم در خاک در سیلیکاتهای لایه ای ۲:۱ از قبیل ایلایت یا میکای آبدار، ورمی‌کولایت و کانیهای سیلیکاتی لایه ای ۲:۱:۱ مانند کلرایت وجود دارد[تیسدل[4] و همکاران، ۱۹۹۳].

۱-۲- شکلهای مختلف پتاسیم در خاک

شکلهای مختلف پتاسیم بر اساس قابلیت استفاده آنها برای گیاه عبارتند از: محلول، تبادلی، غیر تبادلی و ساختمانی[اسپارکس و هوانگ[5]، ۱۹۸۵]. بین این چهار شکل واکنشهای تعادلی و سینتیکی وجود دارد. به نحوی که سطح پتاسیم محلول را در هر زمان مشخص، تحت تاثیر قرار می‌دهند[اسپارکس، ۲۰۰۰]. پتاسیم محلول و تبادلی خیلی سریع با هم به تعادل می رسند در حالیکه تعادل بین پتاسیم ساختمانی و پتاسیم تثبیت شده با پتاسیم تبادلی و محلول به کندی حاصل می‌گردد[کاووسی، ۱۳۷۸]. واکنشهای تعادلی بین فازهای مختلف پتاسیم خاک در شکل ۱-۱ نشان داده شده است[ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴]. در این شکل نمادهای K_a معرف ضریب سرعت جذب K_d ضریب سرعت آزاد شدن پتاسیم تبادلی، K_1ضریب سرعت تثبیت،

[1] - Mengle and Kirkby
[2] - Acquaye
[3] - Burkart and Amerger
[4] - Tisdle
[5] - Sparks and Huang

K_2 ضریب آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی، K_3 ضریب سرعت تبلور و K_4 ضریب سرعت حل شدن هوازدگی کانیهای خاک می-باشد.



شکل ۱-۱- روابط تعادلی بین شکلهای مختلف پتاسیم در خاک

۱-۲- ۱- پتاسیم محلول

پتاسیم محلول شکلی از پتاسیم است که به طور مستقیم برای گیاه قابل جذب بوده و بیشترین قسمت پتاسیم آبشویی شده را نیز در بر می‌گیرد[اسپارکس، ۱۹۸۰]. گستره غلظت پتاسیم در محلول خاک وسیع و در عین حال اندک می‌باشد[اسپارکس و هوانگ، ۱۹۸۵].

اسپارکس[۱۹۸۰] سطح پتاسیم محلول خاک را تابعی از واکنشهای تعادلی و سینتیکی بین دیگر شکلهای پتاسیم خاک، مقدار رطوبت خاک و مقدار یونهای دو ظرفیتی موجود در فاز محلول و تبادلی می‌داند. به‌طور متوسط غلظت پتاسیم موجود در فاز محلول، در خاکهایی که برای کشاورزی فشرده استفاده شده اند بین 10^{-4} – 10^{-3} مول بر لیتر می‌باشد[وایلد[1]، ۱۹۸۸].

در اغلب خاکها، پتاسیم تبادلی در ظرف یک ساعت با محلول خاک به تعادل می‌رسد. در برخی خاکها تعادل آنها تقریبا آنی است در حالی‌که برای برخی از رسهای ورمیکولایتی ممکن است حتی ۲۴ ساعت برای برقراری تعادل وقت لازم باشد[اسپارکس و همکاران، ۱۹۸۰]. غلظت پتاسیم محلول خاک در درجه اول به سطح پتاسیم تبادلی مربوط نیست بلکه به مقدار و نوع مینرالهای رسی در ارتباط است[جونز[2]، ۱۹۷۸]

[1] - Wild
[2] - Jones

۱-۲-۲- پتاسیم تبادلی

پتاسیم تبادلی پتاسیمی است که توسط بارهای منفی کلوئیدهای آلی ومعدنی خاک نگهداری می‌شود[باربر[1]، ۱۹۸۴]. بخش نسبتا کوچکی از پتاسیم کل خاک (تقریبا یک درصد) تبادلی بوده و در خاکها از کمتر از ppm[2] ۱۰۰ تا بیش از ppm ۲۰۰۰ تغییر می کند[نادسن[3] و همکاران، ۱۹۸۲]. شواهد زیادی وجود دارد که جز غالب پتاسیم قابل جذب برای گیاه را پتاسیم تبادلی تشکیل می دهد و تنها بخشی کوچکی از این پتاسیم از شکل غیر قابل تبادل (شامل تثبیت شده و ساختاری) تشکیل می گردد[نادسن و همکاران، ۱۹۸۲].

خشک شدن یک خاک می‌تواند باعث کاهش یا افزایش پتاسیم تبادلی شود. هنگامی که میزان پتاسیم تبادلی خاک زیاد باشد یا به تازگی پتاسیم به خاک افزوده شده باشد خشک شدن خاک سبب انقباض رس شده و یونهای پتاسیم در بین لایه‌های رس به تله می‌افتد و در نتیجه میزان پتاسیم تبادلی کاهش می‌یابد. برعکس در خاکهایی که پتاسیم قابل دسترس کمی دارند خشک شدن خاک سبب آزاد سازی پتاسیم می‌شود[مکلین و واتسون[4]، ۱۹۸۵]. وقتی که خاکهایی با CEC کم را با خاکهایی که CEC زیادی دارند مقایسه می کنیم احتمال تاثیر ظرفیت تبادل کاتیونی در جذب پتاسیم وجود دارد، هرچند وقتی اختلاف کم است عواملی نظیر نوع مکان تبادلی ممکن است مهمتر باشد[باربر، ۱۹۸۴].

۱-۲-۳- پتاسیم غیر قابل تبادل

پتاسیم غیر تبادلی پتاسیمی است که به آسانی قابل تبادل نبوده و در زمانهای نسبتا کوتاه نیز توسط محلولهای نمکی آزاد نمی‌شود ولی بخشی از آن با اسید نیتریک جوشان قابل استخراج می‌باشد. همچنین این امر با استفاده از محلولهای نمکی و با شستشوی مکرر نیز امکان‌پذیر است[اسپارکس، ۱۹۸۰]. پتاسیم غیر قابل تبادل در مکانهای گوه‌ای شکل و در حفرات شش وجهی بین چهار وجهی‌های دولایه مجاور درمیکا، ورمیکولایت و سایر کانیهای بی شکل وجود دارد[اسپارکس، ۱۹۸۰]. شدت آزاد شدن پتاسیم به مقدار میکای موجود، میزان لبه‌هایی که در معرض محلول خاک قرار دارند و فاصله‌ای که پتاسیم بایستی طی نماید تا به لبه خارجی ذره برسد بستگی دارد[مدودا[5]، ۱۹۸۳].

---

[1] - Barber
[2] - Part per million
[3] - Kundsen
[4] - Mclean and Watson
[5] - Medvedeva

هرچه پیوند بین پتاسیم و لایه‌های سیلیکاتی مجاورش قوی‌تر باشد غلظت پتاسیم موجود در محلول قبل از اینکه پتاسیم شروع به آزاد شدن از بین لبه‌ها کند، باید کمتر باشد. به عبارت دیگر هرچه پیوند مذکور قوی‌تر باشد عمل آزاد سازی پتاسیم در غلظتهای پایین‌تر محلول صورت می گیرد[مالاولتا[1]، ۱۹۸۵].

۱-۲-٤- پتاسیم مینرالی (ساختمانی)

میکاها و فلدسپارها به عنوان فرم مینرالی پتاسیم، دارای بیشترین مقدار پتاسیم در خاک می‌باشند[بلک[2]، ۱۹۸۴]. فلدسپارها به عنوان بزرگترین منبع طبیعی پتاسیم در خاک محسوب می‌شوند[مکلین و واتسون، ۱۹۸۵]. فلدسپارها ۵ تا ۲۵ درصد بخش سیلت و شن خاک را تشکیل می‌دهند. آنها به طور معمول پنج درصد یا کمتر از بخش رس اغلب خاکها را شامل می‌شوند. در خاکهایی با هوادیدگی متوسط مقادیر قابل توجهی فلدسپارهای پتاسیم وجود دارد ولی در خاکهای به شدت هوا زده مانند خاکهای مناطق حاره‌ای مرطوب مقدار آن بسیار کم است[مکلین و واتسون، ۱۹۸۵].

معمولا چنین فرض می‌شود که پتاسیم ساختاری برای گیاهان، تنها به کندی قابل استفاده است[اسپارکس و هوانگ، ۱۹۸۵]. به هر حال قابلیت استفاده آن به عوامل چندی از قبیل مقدار پتاسیم در سایر شکلها (محلول، تبادلی و غیر تبادلی) و نیز درجه هوادیدگی میکا و فلدسپارها بستگی دارد[اسپارکس، ۱۹۸۷]. معمولترین مینرالهای حاوی پتاسیم خاک به ترتیب قابلیت استفاده پتاسیم آنها برای گیاهان عبارتند از: بیوتیت، مسکوویت، ارتوکلاز و میکروکلاین[هوانگ و همکاران، ۱۹۶۸].

۱-۳- دینامیک پتاسیم در خاک

اشکال مختلف پتاسیم در خاک در تعادل پویا با یکدیگر قرار دارند[منگل، ۱۹۹۳]. تبدیل پتاسیم از شکلی به شکل دیگر جزیی از پویایی پتاسیم در خاک را تشکیل می‌دهد و سرعت این تبدیل از جنبه حاصلخیزی و تغذیه گیاهی و نیز سرنوشت کود پتاسیم اضافه شده به خاک و توصیه کودی حائز اهمیت می‌باشد[توفیقی، ۱۳۷۴؛ شارپلی[3]، ۱۹۸۷]. تعادل بین پتاسیم جذب شده و محلول بخشی از تعادل کلی همه گونه‌های یونی در محلول و کمپلکسهای جذبی می‌باشد[نلسون و سامرز[4]، ۱۹۸۲]. به تعادل موجود

[1] - Malavolta
[2] - Black
[3] - Sharpley
[4] - Nelson and Sommers

بین پتاسیم محلول و تبادلی طی فرآیندهای جذب[1] و واجذبی[2] تبادل گفته می‌شود. رهاسازی پتاسیم تبادلی به محلول خاک واجذبی و واکنش برعکس آن جذب سطحی نامیده می‌شود[اسپارکس، ۱۹۸۷].

هنگامی که پتاسیم محلول تخلیه می‌شود پتاسیم خود را از ذرات خاک رها کرده و وارد فاز محلول می‌گردد. در بیشتر خاکها مقدار پتاسیم محلول در هر لحظه از زمان معادل ۳-۱ درصد پتاسیم تبادلی است. هنگامی که مقدار پتاسیم تبادلی نسبت به محلول کم باشد همانند آنچه از پس کوددهی اتفاق می‌افتد، برخی از یونهای پتاسیم، محلول را ترک کرده و جذب سطحی کلوئیدهای خاک می‌شوند[کرب[3] و همکاران، ۲۰۰۲].

تبادل بین پتاسیم محلول و تبادلی سریع بوده و معمولا ظرف چند دقیقه کامل می‌شود، در حالی که تعادل بین پتاسیم به سختی قابل تبادل با پتاسیم تبادلی و محلول بسیار کند بوده و برقراری تعادل نیازمند روزها یا حتی ماهها است[رائول و توماس[4]، ۱۹۸۵]. تعادل مزبور بسیار پیچیده بوده و به میزان پتاسیم در هر یک ازشکلها بستگی دارد. به عنوان مثال تخلیه سریع پتاسیم از شکلهای محلول و تبادلی منجر به آزاد شدن پتاسیم از شکلهای غیر تبادلی خواهد شد. برعکس غلظت بالای پتاسیم تعادلی چه محلول و چه به شکل تبادلی، از آزاد شدن پتاسیم جلوگیری خواهد کرد[مورتلند[5]، ۱۹۶۱].

فاکتورهایی که انتقال پتاسیم را در خاک تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از:

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)،pH،اضافه کردن آهک، روش و میزان مصرف کود پتاسیمی و جذب پتاسیم توسط گیاه[اسپارکس، ۱۹۸۰]. دریک خاک کشت نشده یعنی جایی که تغییر جهتی در تعادل ایجاد نگردد سطح پتاسیم تبادلی با گذشت زمان افزایش یافته ولی پتاسیم غیر قابل تبادل کم و بیش ثابت باقی می‌ماند[پتینت[6]، ۱۹۷۸].

هرچه نیروی پیوند پتاسیم در مکانهای تبادلی قوی‌تر باشد تعادل بیشتر به سمت پتاسیم جذب شده در سطح ذرات خاک و هرچه این نیروی پیوند کمتر باشد تعادل بیشتر به سمت پتاسیم موجود در محلول خارجی خاک پیش می‌رود. با افزایش مقدار پتاسیم در کمپلکسهای جذبی نیروی پیوند برای یون پتاسیم کاهش یافته و در نتیجه غلظت پتاسیم در محلول خاک افزایش می‌یابد[نلسون و سامرز، ۱۹۸۲].

---

[1] - Adsorption
[2] - Desorption
[3] - Korb
[4] - Raul and Tomas
[5] - Mortland
[6] - Patient