توانایی مقایسه‌ای سه رقم یونجه در جذب پتاسیم از کانی فلوگوپیت

مریم‌السادات موسوی دستنایی و حسین خادمی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۱۳)

چکیده

مطالعات محدودی در مورد توانایی گیاهان مختلف در جذب پتاسیم غیرتبادلی وجود دارد. این مطالعه با هدف بررسی توانایی ارقام متفاوت یونجه در جذب پتاسیم از فلوگوپیت در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با کشت سه رقم یونجه Pickseed 2065 (MF) ، رهنانی و همدانی در بسترهای حاوی مخلوط شن کوارتزی و فلوگوپیت با اندازه کوچکتر از ۵۳ میکرومتر و تحت دو نوع محلول غذایی (پتاسیم دار و بدون پتاسیم) با سه تکرار در یک دوره شش ماهه انجام شد. در طول دوره کشت چهار برداشت از اندام هوایی انجام شد و در پایان دوره کشت بخش هوایی و ریشه گیاه جدا شده و غلظت پتاسیم آنها اندازه‌گیری شد. در شرایط تغذیه‌ای بدون پتاسیم، بیشترین غلظت و جذب پتاسیم در اندام هوایی و ریشه رقم MF به‌دست آمد. غلظت پتاسیم در اندام هوایی و ریشه این رقم به‌ترتیب ۱/۶ و ۱/۵ برابر رقم رهنانی و ۱/۸ برابر رقم همدانی بود. میزان جذب پتاسیم در اندام هوایی و ریشه این رقم به ترتیب ۱/۶ و ۱/۹ برابر رقم همدانی و ۱/۶ و ۱/۵ برابر رقم رهنانی بود. در نتیجه نوع رقم یونجه در میزان پتاسیمی که جذب گیاه می‌شود اهمیت بسزایی داشته و بایستی در کوددهی مد نظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آزادسازی پتاسیم، میکا، فلوگوپیت، ارقام یونجه

۲. گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hkhademi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

مقدمه

یونجه با نام علمی *Medicago sativa* و نام انگلیسی Alfalfa ملکه علوفه‌ها است که نه تنها پتاسیل زیادی برای تولید محصول دارد بلکه برای دام بسیار خوش‌خوراک و مغذی است. یونجه نسبت به سایر علوفه‌های معمول ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد و به مواد غذایی زیادی هم نیاز دارد (۳۲). پتاسیم برای حیات یونجه بسیار مهم است (۱۰). کشت یونجه، بسته به کانی میکایی پتاسیم‌دار غالب در خاک، شیمی خاک (بیشتر پتاسیم) را تغییر می‌دهد (۱۳).

پتاسیم از عناصر ضروری برای رشد گیاه است که اهمیت آن در کشاورزی به‌خوبی ثابت شده است (۳۷) این عنصر نقش‌های بسیار مهمی در فتوسنتز، تقسیم سلولی و رشد، ساخت پروتئین‌ها، کمیت و کیفیت محصولات و راندمان آب در گیاه دارد (۳۱). پتاسیم در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است و به عنصر کیفیت معروف شده است (۲۱). این عنصر یکی از عناصر تغذیه‌ای اصلی است که معمولاً به مقدار فراوانی در خاک وجود دارد و به‌طور متوسط ۲/۸۵٪ از سنگ‌کره و ۱/۲٪ از خاک را به خود اختصاص می‌دهد (۲۷). سنگ‌های آذرین پوسته زمین نسبت به سنگ‌های رسوبی دارای مقدار زیادی پتاسیم هستند (۲۰). خاک‌های معدنی عموماً بین ۰/۰۴ تا ۳ درصد پتاسیم دارند. مقدار پتاسیم کل در ۰/۲ متری بالای پروفیل خاک بین ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار است. از این مقدار پتاسیم کل، ۹۸٪ به‌صورت پیوند شده با کانی‌ها بوده و فقط ۲٪ از آن در بخش‌های محلول و تبادلی خاک است (۸ و ۳۳).

کانی‌های مهم پتاسیم‌دار در خاک میکاها، فلدسپارهای پتاسیم‌دار و ورمی‌کولیت‌ها هستند. میکاها کانی‌های سیلیکاته ۲:۱ هستند که بسته به کاتیون موجود در لایه اکتاهدرال به دی‌اکتاهدرال (موسکویت و گلیکونیت) و تری‌اکتاهدرال (بیوتیت و فلوگوپیت) تقسیم‌بندی می‌شوند (۳۷). کانی‌های ۲:۱ در مجموعه کانی‌ها نقش خاصی را در ذخیره و آزادسازی پتاسیم دارند (۶). پتاسیم حبس شده بین لایه‌های کانی‌های رسی در اکثر خاک‌ها منبع مهم پتاسیم برای رشد گیاهان می‌باشد. از بین کانی‌های میکایی پتاسیم‌دار، فلوگوپیت به‌عنوان محصول دگرگونی سنگ‌های آهکی- منیزیمی یا سنگ‌های آهکی- دولومیتی و هم‌چنین سنگ‌های سرپنتینی می‌باشد (۱). خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک حاوی مقادیر به‌نسبت زیاد کانی‌های پتاسیم‌دار هستند. این کانی‌ها قادر به رهاسازی پتاسیم مورد نیاز گیاه در وضعیت کمبود این عنصر می‌باشند (۱۸).

پتاسیم خاک به اشکال محلول در آب، تبادلی، غیرتبادلی و ساختاری است (۲۲). بین این اشکال رابطه تعادلی وجود دارد و این روابط تعادلی در تغذیه گیاه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (۴ و ۳۹). پتاسیم غیرتبادلی به‌طور متوسط برای گیاه قابل دسترس است (۹، ۱۷، ۲۸ و ۳۴) و شبیه به NH_4^+ نگهداری شده بین صفحات میکاها و و ورمی‌کولیت‌ها است (۱۷، ۲۶، ۲۷ ، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۸ و ۴۴). پتاسیم در کانی‌های اولیه مثل میکا و فلدسپارها خیلی به آرامی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد (۱۷، ۲۸ و ۳۴). کانسال و سخون (۱۹) مشاهده نمودند که پتاسیم تبادلی و غیرتبادلی با افزایش میزان رس و سیلت خاک افزایش می‌یابد. راماناتان و کریشنامورتی (۲۵) دریافتند که قدرت بافری پتاسیم خاک به‌مقدار پتاسیم ذخیره‌شده در محلول خاک برای رشد گیاه، اشکال تبادلی و غیرتبادلی و قدرت آزادسازی پتاسیم محلول و غیرتبادلی بستگی دارد. کوک و هاچنسون (۱۱) سرعت انتقال و آزادسازی پتاسیم از بیوتیت و ایلیت را بررسی و گزارش کردند که آزادسازی پتاسیم در این دو کانی در مقایسه با واکنش پتاسیم محلول و تبادلی بسیار آهسته است.

اکثر خاک‌های ایران دارای ذخایر بالای پتاسیم، به‌صورت کانی‌های اولیه و ثانویه می‌باشند (۳). اما مطالعات محدودی بر روی گیاهان مختلف و بررسی توانایی آنها در جذب پتاسیم از کانی‌ها انجام شده است. بنابراین باتوجه به نقش گیاه در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

جدول۱. تجزیه عنصری شن کوارتزی و فلوگوپیت مورد استفاده بر حسب درصد با استفاده ازفلورسانس پرتو ایکس (۲۴)

نوع کانی	N_2O	MgO	AL_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	Fe_2O_3	MnO	P_2O_5	TiO_2	LOI*	Total
فلوگوپیت	۰/۴	۲۲/۵	۱۴/۶	۴۲/۲	۹/۳	۴/۲	۴/۷	۰/۱	۰/۰۴	۰/۶	۰/۹	۹۹/۶
شن کوارتزی	<۰/۱	۰/۱	۰/۴	۹۷/۵	<۰/۱	۰/۶	۰/۶	–	–	–	۰/۵	۹۹/۹

*LOI: کاهش وزن در دمای بالا

رهاسازی پتاسیم ساختاری و اهمیت گیاه یونجه به‌عنوان مهم‌ترین محصول علوفه‌ای و هم‌چنین با عنایت به این‌که کشورمان در منطقه خشک تا نیمه‌خشک قرار گرفته است و ذخایر قابل توجه کانی‌های پتاسیم‌دار دارد، این مطالعه با هدف بررسی نقش ارقام متفاوت یونجه بر توانایی جذب پتاسیم از کانی میکایی فلوگوپیت انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلدانی با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طی یک دوره شش ماهه انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه رقم یونجه شامل رهنانی (R)، همدانی (H) و Pickseed (MF) 2065 (رقم کانادایی) و دو نوع محلول غذایی (با و بدون پتاسیم) بود. شن کوارتزی و کانی میکایی فلوگوپیت از معادنی در همدان تهیه گردید و به‌منظور بررسی ترکیب عنصری هر کدام، تجزیه عنصری فلورسانس اشعه‌ایکس (XRF) انجام شد (جدول ۱)، پس از اطمینان از این که شن حاوی مقادیر ناچیزی از پتاسیم است، از این ماده به‌عنوان ماده پرکننده محیط کشت استفاده شد. شن کوارتزی کوچکتر از ۲۰۰ مش زیر فشار آب شهر قرار گرفت. سپس سه بار با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال و ۷ مرتبه با آب مقطر جهت حذف کلر اضافی شستشو و در نهایت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد.

کانی فلوگوپیت پس از آسیاب از الک ۲۷۰ مش عبور داده‌شد. برای حذف پتاسیم محلول و سهل‌الوصول، سطوح تبادلی کانی فلوگوپیت با کلسیم اشباع شد. به‌این منظور از $CaCl_2$ ۰/۵ نرمال به‌نسبت ۵ به ۱ (محلول به کانی) استفاده شد. برای اشباع نمودن به‌مدت ۲۴ ساعت محلول کلرید کلسیم بر روی نمونه‌ها قرار گرفت. در پایان برای خارج نمودن کلر اضافی، نمونه‌ها با آب مقطر شستشو شده و هر بار به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. در نهایت کانی‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک و در گلدان‌ها استفاده شد.

در آزمایش از گلدان‌های ۷۰۰ گرمی استفاده شد. ابتدا در ته هر گلدان دو برگ کاغذ صافی قرار داده شد، سپس ۵۰ گرم شن کوارتزی روی آن ریخته شد، پس از آن مخلوط شن کوارتزی و کانی میکایی به‌میزان ۶۰۰ گرم اضافه گردید. مقدار کانی اضافه شده به هر گلدان به‌گونه‌ای بود که به‌میزان مساوی ۰/۲۵ درصد K_2O تأمین نماید. سپس ۱۰ بذر یونجه قرار گرفت و مجدداً ۵۰ گرم شن کوارتزی روی بذرها ریخته شد و بر روی هر گلدان یک عدد کاغذ صافی قرار داده و آبیاری با آب مقطر انجام شد. مراقبت لازم جهت سبزشدن بذرها به‌عمل آمد. چهار روز بعد از کشت، بذرها جوانه زده و بعد از رسیدن به مرحله‌ی ۳ برگی برای ادامه آزمایش ۳ بوته در هر گلدان نگهداری و بقیه بوته‌ها از گلدان خارج شد. در طول دوره کشت از آب مقطر به‌منظور آبیاری و از محلول غذایی استیگنر (۴۰) برای تغذیه گیاهان استفاده شد.

در طول دوره کشت چهار مرتبه برداشت از اندام هوایی انجام شد و پس از اتمام دوره کشت (۶ ماه) اندام هوایی وریشه گیاه جدا و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

جدول ۲. تجزیه واریانس غلظت و جذب پتاسیم اندام هوایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		غلظت پتاسیم (٪)	جذب پتاسیم(میلی‌گرم در گلدان)
رقم یونجه	۲	۱/۳*	۰/۰۴*
محلول غذایی	۱	۱۰/۳**	۰/۱*
رقم یونجه × محلول غذایی	۲	۰/۰۳ns	۰/۰۰۶ns
خطا	۱۰	۰/۱	۰/۱

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد و ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ۳. تجزیه واریانس غلظت و جذب پتاسیم ریشه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		غلظت پتاسیم(٪)	جذب پتاسیم (میلی‌گرم در گلدان)
رقم یونجه	۲	۰/۱ns	۰/۰۰۰۹ns
محلول غذایی	۱	۳/۳**	۰/۰۷*
رقم یونجه × محلول غذایی	۲	۰/۰۰۴ns	۰/۰۰۳ns
خطا	۱۰	۰/۳	۰/۰۰۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصدو ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

خشک شد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه اندازه‌گیری و عصاره‌گیری از گیاه به‌روش خاکسترگیری خشک انجام شد (۲) و غلظت پتاسیم موجود در عصاره گیاه به‌وسیله شعله‌سنجی تعیین شد. میزان کل پتاسیم جذب شده در ریشه و اندام هوایی براساس غلظت پتاسیم و میزان وزن خشک آنها محاسبه گردید. داده‌های به‌دست آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Statistix 8 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

بحث و نتایج

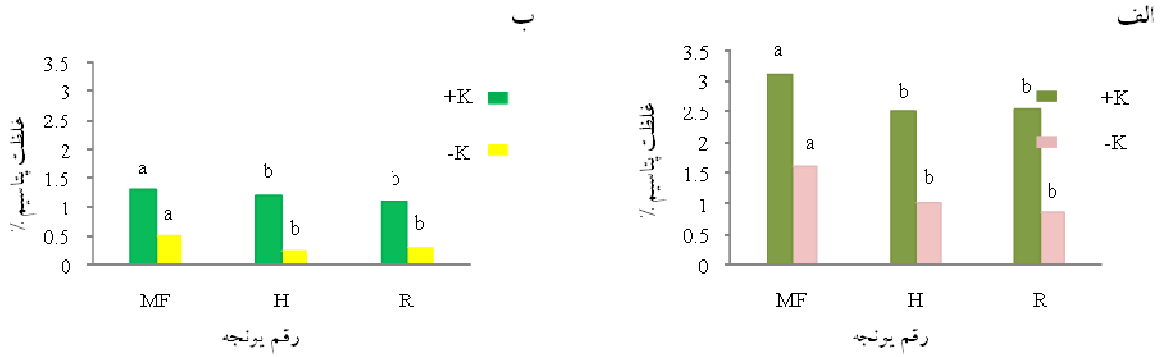
جداول ۲ و ۳ تجزیه واریانس غلظت و جذب پتاسیم اندام هوایی و ریشه گیاه را نشان می‌دهند. اثر رقم یونجه در غلظت پتاسیم اندام هوایی در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. اثر محلول غذایی بر غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد. اثر رقم یونجه بر جذب پتاسیم ریشه معنی‌دار نمی‌باشد، هم‌چنین اثر متقابل رقم یونجه و محلول غذایی بر جذب و غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه معنی‌دار نمی‌باشد. قابل‌توجه‌است که مقایسه میانگین‌ها برای هر محلول غذایی جداگانه انجام شده است.

غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه

شکل ۱- الف غلظت پتاسیم در اندام هوایی را نشان می‌دهد. بیشترین غلظت پتاسیم در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی کامل و تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم در رقم کانادایی (MF) مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از دو رقم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]



شکل ۱. الف) غلظت پتاسیم اندام هوایی ب) غلظت پتاسیم ریشه. در هر یک از تیمارهای تغذیه‌ای میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

رهنانی و همدانی است ($P< ۰/۰۱$). در هر دو محلول غذایی بعد از رقم MF بیشترین مقدار غلظت پتاسیم در رقم همدانی و بعد از آن در رقم رهنانی مشاهده شد. در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم در رقم MF ۱/۶ برابر رقم همدانی و ۱/۸ برابر رقم رهنانی است. باتوجه به حد کفایت غلظت پتاسیم برای گیاه یونجه که ۲ تا ۳/۵ درصد می‌باشد (۷) در تیمارهای تغذیه‌شده با محلول غذایی کامل در سه رقم میزان غلظت پتاسیم در حد کفایت بود. در تیمارهای تغذیه‌شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم در رقم MF علایم کمبود پتاسیم مشاهده نشد، اما در ارقام رهنانی و همدانی علایم کمبود پتاسیم به‌طور خفیف مشاهده شد که البته ممکن است با افزایش طول دوران کشت علایم کمبود در رقم MF دیده شود که مربوط به‌تفاوت در ریزوسفر ارقام مختلف در آزاد کردن پتاسیم بین لایه‌ای از بستر کشت است.

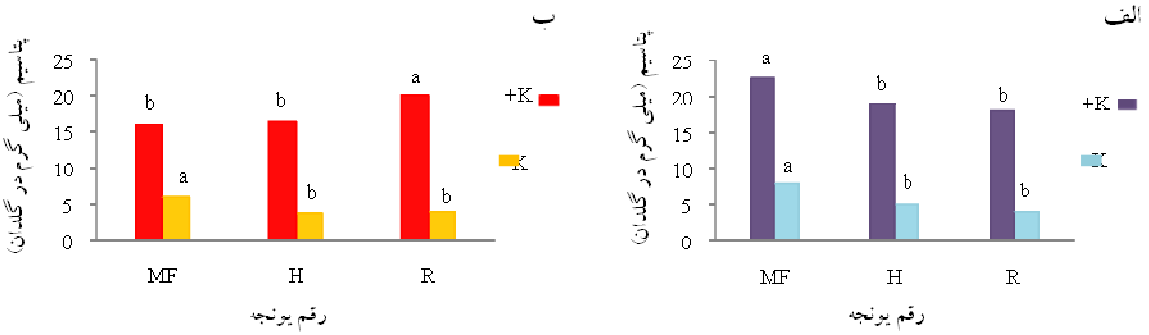
وانگ و همکاران (۴۳) تأثیر نوع گیاه بر رهاسازی پتاسیم از گنیس را بررسی کرده و نشان دادند که میزان رهاسازی به‌طور مستقیم به‌گونه گیاهی وابسته بوده و بیشترین رهاسازی توسط ذرت و رای‌گراس انجام شده است. این پژوهشگران در بررسی دیگری رهاسازی پتاسیم از کانی‌های پتاسیم‌دار را تحت تأثیر ریشه گیاه در شرایط کمبود فسفر، مطالعه کرده و نشان دادند که در شرایط کمبود فسفر برای هر دو گیاه ذرت و کلزا مقدار غلظت پتاسیم اندام هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

شکل (۱–ب) درصد پتاسیم ریشه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان پتاسیم در ریشه روندی کاملاً مشابه با اندام هوایی دارد و تنها نکته قابل توجه درصد کمتر پتاسیم ریشه در مقایسه با اندام هوایی است. غلظت بیشتر پتاسیم در اندام هوایی در مقایسه با ریشه نشان‌دهنده ظرفیت بالای گیاه در انتقال پتاسیم از ریشه به اندام هوایی است. غلظت پتاسیم ریشه در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم در رقم MF ۱/۵ برابر رقم همدانی و ۱/۸ برابر رقم رهنانی است.

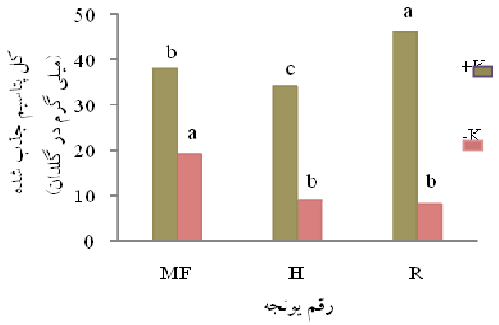
یوآن و همکاران (۴۵) رهاسازی پتاسیم از کانی‌های رسی به‌وسیله قارچ اکتومیکوریزا و ریشه گیاهچه‌های جوان اوکالیپتوس را مورد بررسی قرار دادند. بستر کشت مورد استفاده شامل مخلوط ۳۰ گرم فلوگوپیت یا ورمی‌کولیت بود و تغذیه گیاهان با محلول هوگلند بدون پتاسیم در دوره ۶۰ روزه کشت انجام شد. این محققین میانگین غلظت پتاسیم ریشه، ساقه و برگ را مورد مقایسه قرار داده و نشان دادند که غلظت پتاسیم در برگ بیشتر از ساقه و در ساقه بیشتر از ریشه بوده است. شی و همکاران (۳۵) برای بررسی میزان جذب پتاسیم خاک در محیط ریزوسفری از ۵

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]



شکل ۲. الف) میزان جذب پتاسیم اندام هوایی ب) میزان جذب پتاسیم ریشه. در هر یک از تیمارهای تغذیه‌ای میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. میانگین جذب پتاسیم کل ارقام مختلف یونجه.

ژنوتیپ کلزا استفاده کرده و نشان دادند که میزان تخلیه پتاسیم در فاصله ۱۰ میلی‌متری ریشه بین ۳۱ تا ۴۸ درصد بوده و ارقام پر محصول نسبت به ارقام کم بازده ظرفیت جذب بالاتری دارند.

میزان جذب پتاسیم اندام هوایی و ریشه

شکل (۲- الف) میزان جذب پتاسیم (حاصل‌ضرب غلظت پتاسیم در وزن خشک گیاه) بر حسب میلی‌گرم در گلدان را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار جذب پتاسیم ۲۲/۵۵ میلی‌گرم در گلدان در گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی کامل و رقم MF دیده می‌شود. بیشترین مقدار جذب پتاسیم چه در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی کامل و چه در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم در رقم MF مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو رقم رهنانی و همدانی است ($P < ۰/۰۱$). در هر دو محلول غذایی بعد از رقم MF بیشترین مقدار جذب پتاسیم در رقم همدانی و بعد از آن در رقم رهنانی مشاهده شد. در تیمارهای تغذیه‌شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم میزان جذب پتاسیم در رقم MF ۱/۶ برابر رقم همدانی و ۱/۹ برابر رقم رهنانی است. این نتایج نشان می‌دهد که رقم MF در جذب پتاسیم از فلوگوپیت کارایی بیشتری نسبت به دو رقم دیگر دارد.

شکل (۲- ب) میزان جذب پتاسیم در ریشه را نشان می‌دهد که در تیمارهای تغذیه شده با محلول فاقد پتاسیم روندی مشابه اندام هوایی ولی در میزان خیلی کمتر وجود دارد. اما باید به‌این نکته توجه نمود که پتاسیم جذب‌شده توسط ریشه گیاه به‌علت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

تولید زیست توده کمتر و غلظت کمتر پتاسیم ریشه در مقایسه با اندام هوایی به‌مراتب کمتر است. در تیمارهای تغذیه‌شده با محلول فاقد پتاسیم میزان جذب پتاسیم در رقم MF ۱/۶ برابر رقم همدانی و ۱/۵ برابر رقم رهنانی است. غلظت پتاسیم در رقم MF بیشتر از دو رقم دیگر است اما چون حجم توده زنده این رقم کمتر از دو رقم دیگر می‌باشد و باتوجه به این‌که جذب پتاسیم در گیاه از حاصل‌ضرب غلظت پتاسیم در وزن خشک گیاه به‌دست می‌آید پس اثر رقم یونجه بر جذب پتاسیم در گیاهان غیر معنی‌دار است و تفاوت معنی‌داری در بین میانگین‌ها مشاهده نمی‌شود.

تفاوت میان گیاهان مختلف در رهاسازی پتاسیم از کانی می‌تواند تحت تأثیر عواملی چون نیاز پتاسیمی گیاه، تفاوت در بیومس، ریخت‌شناسی و ژئومتری ریشه باشد (۳۶). استیفنز و منگنل (۴۱) گزارش کردند که رای‌گراس (*Lolium perenne*) می‌تواند پتاسیم غیرتبادلی را جذب کند. رای‌گراس ریشه بلند دارد که به آن اجازه می‌دهد که در غلظت نسبی کم پتاسیم، رشد کند. در غلظت مشابه، شبدر قرمز کمبود پتاسیم را نشان داد. این اختلاف می‌تواند به‌دلیل تفاوت در توده زنده ریشه، طول ریشه و ریخت‌شناسی بین ریشه تک لپه‌ای‌ها و دو لپه‌ای‌ها باشد چون تک‌لپه‌ای‌ها نسبت به دو لپه‌ای‌ها از پتاسیم غیرتبادلی بهتر تغذیه می‌کنند (۲۳).

وانگ و همکارانش (۴۲) تاثیر نوع گیاه بر رهاسازی پتاسیم از کانی گنیس کم هوازده با اندازه کوچکتر از ۱۰ میلی‌متر را در یک آزمایش گلدانی (در دو اندازه گنیس ۱ تا ۲ میلی‌متر و ۲ تا ۵ میلی‌متر) با گیاهان ذرت، رای‌گراس، دو رقم یونجه (Asta و Haifei) و کلزا را بررسی کردند. ریشه رای‌گراس، دو رقم یونجه و کلزا به‌طور معنی‌داری توانستند پتاسیم را به‌طور مستقیم از کانی جذب نماید. رهاسازی خالص پتاسیم به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر گونه گیاه است. در این مطالعه بیشترین آزادسازی پتاسیم از کانی در ذرت و رای‌گراس مشاهده شد. رشد گیاهان در محلول غذایی و گنیس با هم مقایسه شد. گرچه غلظت پتاسیم در ریشه گیاهان رشد کرده در محلول غذایی بیشتر بود اما هیچ علایم کمبودی از پتاسیم در گیاهان رشد یافته در گنیس مشاهده نشد (۴۳). این نتیجه قبلاً توسط کورونئوس (۱۲) و هینسینجر و همکارانش (۱۶) به‌دست آمده بود. هینسینجر و همکارانش (۱۴ و ۱۵) ثابت کردند که ریزوسفر رای‌گراس و کلزا، می‌تواند میکای تری‌اکتاهدرال (فلوگوپیت) را سریع هوازده کرده و بعد از آزادسازی پتاسیم بین لایه‌ای توسط ریشه، فلوگوپیت را به ورمی‌کولیت تبدیل کند. در نتیجه از این کانی‌های میکایی می‌توان به‌عنوان کود پتاسه استفاده نمود (۵).

میزان کل پتاسیم جذب شده

میانگین کل پتاسیم جذب شده (پتاسیم جذب شده ریشه + پتاسیم جذب شده اندام هوایی) در گیاهان در شکل ۳ نشان داده شده است. در میان تمام تیمارها بیشترین جذب پتاسیم در گلدان‌های تغذیه شده با محلول غذایی کامل بوده‌است زیرا در شرایط تغذیه با محلول غذایی کامل تمام عناصر مورد نیاز گیاه از طریق محلول غذایی تأمین می‌شود. در تیمارهای تغذیه شده با محلول غذایی کامل بیشترین جذب پتاسیم اندام هوایی در رقم یونجه رهنانی و در تیمارهای تغذیه‌شده با محلول غذایی فاقد پتاسیم بیشترین جذب پتاسیم اندام هوایی در رقم MF مشاهده شد.

در شرایط تغذیه با محلول غذایی کامل نیز اختلاف معنی‌داری بین گیاهان مشاهده می‌شود. در این شرایط گیاهان علاوه بر جذب پتاسیم از منبع خارجی (محلول غذایی) به‌علت فعالیت بالای ریزوسفر و ترشحات آن توانسته‌اند کانی را هوادیده و مقادیر اضافه بر نیاز خود (مصرف تجملی) جذب نمایند. فرآیند دقیق رهاسازی پتاسیم توسط ریشه گیاهان به‌طور کامل به اثبات نرسیده است. اما این‌گونه می‌توان فرض نمود که جذب پتاسیم به‌وسیله ریشه گیاه باعث کاهش مقدار پتاسیم موجود در ریزوسفر می‌شود و کاهش غلظت پتاسیم به زیر حد بحرانی توسط ریشه گیاهان منجربه ایجاد شیب غلظت می‌شود که این شیب به‌وجود آمده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

اجازه می‌دهد که پتاسیم از فاز جامد رها شود (۱۷).

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه می‌توان یافت که رقم MF در شرایط تغذیه‌ای بدون پتاسیم در محیط دارای فلوگوپیت به‌خوبی می‌تواند از پتاسیم موجود در بین لایه‌های فلوگوپیت استفاده کند. به‌طوری‌که میزان پتاسیم در این محیط برای رقم MF در تمام طول دوره رشد در حد کفایت قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، وقتی گیاهان کشت‌شده با محلول غذایی بدون پتاسیم تغذیه می‌شوند، تنها منبع پتاسیم مورد نیاز گیاهان کانی‌های میکایی هستند. هنگامی‌که کمبود پتاسیم رخ می‌دهد با مکانیزم‌هایی که در محیط ریزوسفر رخ می‌دهد کانی‌ها هوادیده شده و پتاسیم خود را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. میزان آزادسازی پتاسیم از بین لایه‌های میکا علاوه‌بر نوع کانی میکایی، به نوع گیاه و میزان تراوش‌های ریشه بستگی دارد. بنابراین، نوع گیاه و میزان تراوش‌های ریشه‌ای آن در استفاده از پتاسیم ساختمانی بسیار حائز اهمیت است. به‌طورکلی میزان جذب پتاسیم در ریشه تمام گیاهان کمتر از پتاسیم جذب‌شده توسط اندام هوایی می‌باشد که آن را می‌توان به‌نیاز بیشتر شاخسار و ظرفیت بالای انتقال عنصر پتاسیم به اندام هوایی نسبت داد.

در توصیه‌های کودی علاوه بر نوع گیاه، حتی نوع واریته (رقم) باید مد نظر قرار گیرد. در ارقام مختلف یونجه به‌دلیل تفاوت در نوع اسیدهای آلی آزاد شده از ریشه در ناحیه ریزوسفری و تفاوت در ریخت‌شناسی ریشه، جذب پتاسیم متفاوت می‌باشد.

رقم MF در جذب پتاسیم از کانی پتاسیم‌دار فلوگوپیت (یکی از کانی‌های غالب مناطق خشک) نسب به دو رقم دیگر موفق‌تر بوده است. پس می‌توانند این رقم را در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌طور وسیع کشت نمود، چون خاک‌های مناطق خشک غنی از کانی‌های پتاسیم‌دار از جمله فلوگوپیت هستند و هم‌چنین می‌توان از این کانی به‌عنوان کود پتاسه برای گیاهان استفاده نمود که این کار نوعی صرفه جویی اقتصادی است که به‌دنبال آن از آلودگی‌های زیست‌محیطی و نیز مضرات استفاده از کودهای شیمیایی کاسته می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. حسین‌پور، ع. ۱۳۷۸. مطالعه تثبیت پتاسیم، کمیت به‌شدت پتاسیم و سرعت آزاد شدن پتاسیم غیر تبادلی در تعدادی از خاک‌های ایران. رساله دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۲۳ صفحه.

۲. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸٦. *مبانی تغذیه گیاه*. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴٦۲ صفحه.

۳. ضرابی،م.، م. جلالی و ش. مهدوی حاجیلویی. ۱۳۸۵. بررسی سرعت رهاسازی پتاسیم غیرتبادلی و قابلیت جذب آن با استفاده از اسید مالیک در بعضی از خاک‌های استان همدان. مجله علوم کشاورزی ایران.۳۷:۹۵۱-۹٦۴.

۴. ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. *حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک «مشکلات و راه حل‌ها»*. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

5. Badraoui, M., P. R. Bloom and A. Delmaki. 1992. Mobilization of non_exchangeable K by Ryegrass in five Moroccan soils with and without mica. Plant Soil. 140: 55- 63.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

6. Barre, P., B. Velde, C. Fontaine, N. Catel and L. Abbadie. 2008. Which 2:1 clay minerals are involved in the soil potassium reservoir? Insights from potassium addition or removal experiments on three temperate grassland soil clay assemblages.Geoderama 146: 216-223.
7. Benton, J., J. B. Wolf and A. Mills. 1991. *Plant analysis handbook, a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Micro-Macro publishing, Inc, Georgia, USA.
8. Bersch, P. M. and G. W. Thomas. 1985. Potassium status of temperate region soil. PP: 131-162. *In*. Munson. R. D. (Ed.), *Potassium in Agriculture*. Soil Sci. Soc. Am., Madison. WI.
9. Black, C. A. 1968. *Soil-Plant Relationships*. John Wiley and Sons Inc., New York.
10. Bruulsema, T. W., T. S. Murrell and H. F. Reetz. 1998. Managing potassium for high yield alfalfa. A regional newsletter published by the Potash and Phosphate Ins., Canadian Potash and Phosphate Ins. 20: 240-253.
11. Cook, M. G. and T. B. Jr. Hutcheson. 1960. Soil potassium reactions as related to clay mineralogy of selected Kentucky soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 252-256.
12. Coroneos, C., P. Hinsinger and R. J. Gilkes. 1996. Granite powder as a source of potassium for plants: a glass house bioassay comparing two pasture species. Fer. Res. 45: 143- 152.
13. De Chang, L. I., B. Velde, L. I. Feng-Min, G. L. Zhong, M. S. Zhao and L. M. Huang. 2011. Impact of long-term alfalfa cropping on soil potassium content and clay minerals in a semi-arid loess soil in China. Pedosphere 21(4): 522–531.
14. Hinsinger, P. and B. Jaillard. 1992. Rapid weathering of the triochtahedral mica by the roots of ryegrass. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 977-982.
15. Hinsinger, P., F. Elsass, B. Jaillard and M. Robert. 1993. Root induced irreversible transformation of triochtahedral mica in rhizosphere of rape. J. Soil Sci. 44: 535- 545.
16. Hinsinger, P., M. D. A. Bolland and R. G. Gilkes. 1996. Silicate rock powder: effect on selected chemical properties of a range soils from Western Australia and on plant groeth as assessed in a glass house experiment. Fer. Res. 45: 69- 79.
17. Jackson, M. L. 1964.Chemical composition of soils. PP. 71-142. *In:* Bear F. E. (Ed.), *Chemistry of the Soil*. Reinhold Pub. Corp. New York.
18. Jalali, M. 2005. Release kinetics of non-exchangeable potassium in calcareous soils. Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 36: 1903-1917.
19. Kansal, B. D. and G. S. Sekhon. 1976. Influence of amount of native clay in potassium availability of some alluvial soils. Indian Soc. Soil Sci. Bull. 10: 78-85.
20. Malavolta, E. 1985.Potassium status of tropical and subtropical region soils. PP. 163-200. *In*: Munson R. D. (Ed.), *Potassium in Agriculture*. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
21. Marschner, H. 2006. *Mineral Nutrient of Higher Plants,* 2nd Ed., Academic Press, Amsterdam.
22. Martin, H. W. and D. L. Sparks. 1985. On the behavior of non-exchangeable potassium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16: 133-162.
23. Mengel, K. 1985.Dynamics and availability of major Nutrients in soils. Adv. Soil Sci. 2: 65-131.
24. Norouzi, S. and H. Khademi. 2010. Ability of alfalfa *(Medicago Sativa* L.*)* to take up potassium from different micaceous minerals and consequent vermiculitization. Plant Soil. 328: 83-93.
25. Ramanathan, K. M. and K. K. Krishnamoorthy. 1982. Potassium releasing power vis-a-vis potassium supplying power of soils. J. Ind. Soc. Soil Sci. 30: 176-179.
26. Reitemeier, R. F. 1951. The Chemistry of Soil Potassium. Adv. Agron. 3: 113- 159.
27. Rich, C. I. 1964. Effect of cation size and pH on potassium exchange in Nason soil. Soil Sci. 98: 100-106.
28. Rich, C. I. 1968. Mineralogy of soil potassium. PP. 79-108. *In*: Kilmer V. J., S. E. Younts and N. C. Brady (Eds.), The Role of Potassium in Agriculture. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
29. Rich, C. I. 1972. Potassium in minerals. Proceeding of colloquium of Int. Potash Ins. Landshut, F. R. Germany. 9: 15-31.
30. Rich, C. I. and W. R. Black. 1964. Potassium exchange as affected by cation size, pH and mineral structure. Soil Sci. 97: 384-390.
31. Saber, M. S. M. and M. R. Zanaty. 1981. Effectiveness of inoculation with silicate bacteria in relation to the potassiumcontent of plants using the intensive cropping technique. Agric. Res. 59: 280- 289.
32. Sahota. T. S. 2007. Understanding alfalfa Nutrition. North West Link.
33. Schroeder, D. 1979. Structure and Weathering of Potassium Containing Minerals. Proceedings of Congress of International Potash Ins. 11: 43- 63.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]

34. Selim, H. M., R. S. Mansell and L. W. Zelazny. 1976. Modeling Reactions and Transport of Potassium in Soils. Soil Sci. 122: 77- 84.
35. Shi, W., X. Wang and W. Yan. 2004. Distribution patterns of available P and K in rape rhizosphere in relation togenotypic difference. Plant Soil. 261(1-2): 11-16.
36. Sparks, D. L. 1987.Potassium dynamics in soils. Adv. Soil Sci. 6:1-63.
37. Sparks, D. H. and P. M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. PP. 201-276. *In*: Munson R. D. (Ed.), Potassium in Agriculture. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
38. Sparks, D. L., R. L. Blevins, H. H. Bailey and R. I. Barnhisel. 1979. Relationship of ammonium nitrogen distribution to mineralogy in a Hapludalf soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 786-789.
39. Sparks, D. L. and T. H. Carski. 1985. Kinetics of potassium exchange in heterogeneous systems. Appl. Clay Sci. 1: 89-101.
40. Stegner, R. 2002.*Plant Nutrrition Studies*. Lamotte Company, Maryland, USA.
41. Steffens, D. and K. Mengel. 1979. Das Aneignungsvermögen von *Lolium. Perenne* im Vergleich zu Trifolium pretense für Zwischenschicht-Kalium der Tonminerale. Landw. Forsch (with English summary). SH 36: 120-127.
42. Wang, J. G., F. S. Zhang, Y. P. Cao and X. L. Zhang. 2000 a. Effect of Plan Types or Release of Mineral Potassium from Gneiss. Nutr. Cycl. Agronecosys. 56: 37-43.
43. Wang, J. G., F. S. Zhang, Y. P. Cao and X. L. Zhang. 2000b. Release of potassium from K-bearing minerals, effect of plant roots under P deficiency. Nutr. Cycl. Agronecosys 56: 45-52.
44. Wood, L. K. and E. E. DeTurk. 1940. The adsorption of potassium in soils in non-replaceable forms. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 5: 152-161.
45. Yuan, L., J. Huang, X. Li and P. Chiristie. 2004. Biological mobilization of potassium from clay minerals by ectomycorrhizal fungi and eucalypt seeding roots. Plant Soil. 262: 351- 361.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-30]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.70.20.9]