استفاده از فلوگوپیت و موسکویت حرارت‌دیده به عنوان منبع پتاسیم در محیط کشت

آسیه هادی‌نژاد[1]، حسین خادمی[2]، شمس‌اله ایوبی[3]، حسن لطفی‌پارسا[4]

1 و 4- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

2- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

3- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: as.hadinejad@gmail.com

چکیده

بمنظور بررسی اثر تیمارهای حرارتی بر آزادشدن پتاسیم از میکاها، کانی‌های موسکویت و فلوگوپیت در اندازه کوچکتر از 60 میکرون بمدت 5 ساعت در دماهای 100 تا 900 درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بوسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی تغییرات مورفولوژی سطح کانی‌ها بر اثر حرارت مورد بررسی قرار گرفت. کانی‌های حرات‌دیده بصورت مخلوط با شن کوارتزی به محیط کشت یونجه اضافه و پس از 150 روز، مقدار جذب پتاسیم توسط گیاه تعیین شد. نتایج نشاندهنده افزایش آزادسازی پتاسیم در دماهای 100 و 200 درجه بترتیب در موسکویت و فلوگوپیت بود.

کلمات کلیدی: پتاسیم، تیمارهای حرارتی، فلوگوپیت، موسکویت، یونجه

مقدمه

بسیاری از خاک‌ها مقدار قابل توجهی پتاسیم دارند که بین لایه‌های منقبض‌شده میکاها قرار گرفته است. بخشی از پتاسیم بین لایه‌ای به جذب یون توسط لایه‌های سیلیکاتی نسبت داده می‌شود اما بخشی از آن جزء ساختار بلورین ذرات میکاست. این بخش از پتاسیم برای استفاده توسط گیاه باید به شکل‌های قابل دسترس تبدیل شود (کوزاک و اسکات، 1985). تیمارهای حرارتی با تأثیر بر فاصله d و هیدراسیون (کوزاک و اسکات، 1985و ماروا و همکاران، 2009) موجب می‌شوند که آزادسازی پتاسیم بین لایه‌ای تحت تأثیر قرار گیرد.

اطلاع از تأثیر تیمارهای حرارتی روی کانی‌های میکایی می‌تواند به فهم فرآیندهایی کمک کند که در تبادل کاتیون‌های بین لایه‌ای درگیرند (فنینگ و همکاران، 1989). سرعت حرارت‌دهی می‌تواند بر تغییر ویژگی‌های کانی تأثیر داشته باشد (جاستو و همکاران، 1989). در مواردی اعمال تیمارهای حرارتی بر کانی‌ها منجر به بهبود برخی ویژگی‌های زراعی نظیر ظرفیت نگهداشت آب و افزایش آزادسازی عناصر از جمله پتاسیم گردیده است (ماروا و همکاران، 2009). در این پژوهش اثر چندین تیمار حرارتی بر آزادسازی پتاسیم از فلوگوپیت و موسکویت در شرایط زیر کشت بررسی گردید.

مواد و روشها

کانی‌های میکایی پس از آسیاب شدن از الک 230 مش عبور داده شد و ذرات با قطر کمتر از 60 میکرون برای آزمایش جمع‌آوری شدند. کانی‌های موسکویت و فلوگوپیت در کوره الکتریکی به مدت 5 ساعت در دماهای 100 (T_1)، 200 (T_2)، 350 (T_3)، 500 (T_4)، 700 (T_5) و 900 (T_6) درجه سانتیگراد قرار گرفتند. وزن نمونه‌ها پیش و پس از

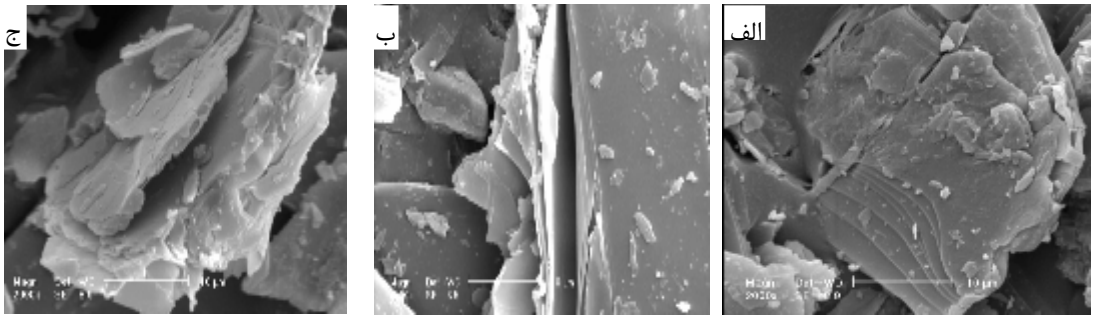
حرارت‌دهی به وسیله ترازویی با دقت بالا (هزارم گرم) اندازه‌گیری شد تا کاهش وزن نمونه‌ها بر اثر حرارت محاسبه گردد. به منظور بررسی تغییرات مورفولوژی سطح کانی بر اثر حرارت و مقایسه آن با شاهد، عکس‌برداری از سطح نمونه شاهد و نمونه‌های حرارت‌دیده با میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام شد.

آزمایش گلدانی با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. بستر کشت شامل مخلوط شن کوارتزی (به عنوان ماده پرکننده) و کانی میکایی (به عنوان منبع تأمین پتاسیم گیاه) بود. شن ابتدا با آب مقطر و اسید کلریدریک 0/2 نرمال و سپس با آب مقطر روی الک 200 مش چندین بار شسته شد. ذرات باقیمانده روی الک، جمع‌آوری و در آون با دمای 105 درجه سانتیگراد خشک شد. پس از حرارت‌دهی کانی‌ها و با اعمال کاهش وزن نمونه‌ها در اثر حرارت، مقداری از هر نمونه، تأمین کننده میزان یکسانی از پتاسیم (0/35 درصد وزنی بستر کشت K_2O)در کلیه نمونه‌ها، وزن شد که به صورت مخلوط با شن کوارتزی جهت گلدان‌گیری استفاده گردید. تیمار شاهد (T_0) نیز حاوی شن و کانی‌های حرارت‌ندیده بود.

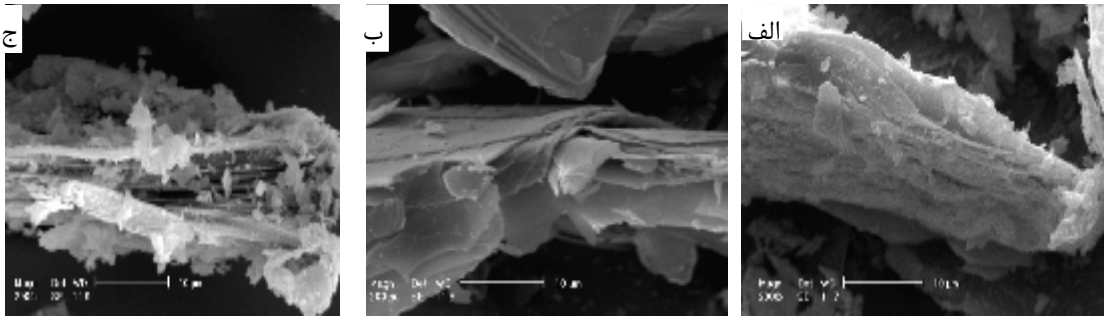
بذور یونجه، رقم رهنانی، در عمق 1 سانتیمتری بستر کشت قرار گرفت. در طول دوره رشد به منظور آبیاری از آب مقطر و بسته به نیاز گیاه از محلول غذایی استفاده شد. پس از اتمام دوره کشت (150 روز)، گیاهان برداشت شده و قسمت هوایی و ریشه گیاه جدا و در آون با دمای 70 درجه سانتیگراد به مدت 72 ساعت خشک شد. وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه اندازه‌گیری، عصاره‌گیری از گیاه به روش خاکسترگیری خشک انجام و غلظت پتاسیم موجود در عصاره به روش شعله‌سنج نوری تعیین شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

مشاهدات میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ورقه ورقه شدن فلوگوپیت را در دمای 200 درجه سانتیگراد نشان می‌دهد (شکل 1). ورقه ورقه شدن تا دمای 100 درجه سانتیگراد اتفاق نیفتاده است. این امر ممکن است به این دلیل باشد که تا دمای 100 درجه سانتیگراد هنوز آب بین لایه‌ای به طور کامل حذف نشده باشد. در دمای 700 درجه سانتیگراد علاوه بر ورقه ورقه شدن، تغییر شکل سطح صفحات نیز قابل مشاهده است (شکل 1-ج). در این دما ورقه-های کانی در لبه‌ها، خرد و شکسته می‌شوند. در موسکویت ورقه ورقه شدن در دمای 350 درجه سانتیگراد رخ داده است (شکل 2). در دماهای بالا خرد و متلاشی شدن سطح صفحات شدید است (شکل 2-ج).



شکل 1- میکروگراف‌های الکترونی روبشی از کانی فلوگوپیت (الف) پیش از حرارت‌دهی (ب) پس از تیمار حرارت 200 و (ج) پس از تیمار حرارت 700 درجه سانتیگراد



شکل 2- میکروگراف‌های الکترونی روبشی از کانی موسکویت (الف) پیش از حرارت‌دهی (ب) پس از تیمار حرارتی حرارت 350 و (ج) پس از تیمار حرارتی 900 درجه سانتیگراد

با توجه به اینکه در شرایط تغذیه با محلول غذایی بدون پتاسیم، کانی‌های میکایی تنها منبع تأمین پتاسیم برای گیاه هستند، بنابراین می‌توان مقدار کل پتاسیم جذب شده توسط گیاهان در این تیمارها را برابر با مقدار پتاسیم آزادشده از کانی‌های میکایی دانست. جذب از حاصلضرب دو پارامتر عملکرد و غلظت پتاسیم بدست آمده است. جدول 1 نشان می‌دهد که روند تغییرات آزادسازی پتاسیم با حرارت در ریزوسفر در دو کانی متفاوت است. درواقع آزادسازی پتاسیم فقط تابع دما نیست، بلکه به نوع کانی نیز بستگی دارد و در دماهای مشابه، کانی‌ها ممکن است رفتار متفاوتی داشته باشند.

جدول 1– متوسط درصد پتاسیم تخلیه شده از کانی‌ها توسط گیاه در شرایط تغذیه با محلول غذایی بدون پتاسیم

تیمارها	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
موسکویت	3/5b	4/5a	2/9b	1/6c	1/4c	1/6c	0/3d
فلوگوپیت	28/0b	28/6b	34/5a	29/6b	27/8b	18/5c	12/2c

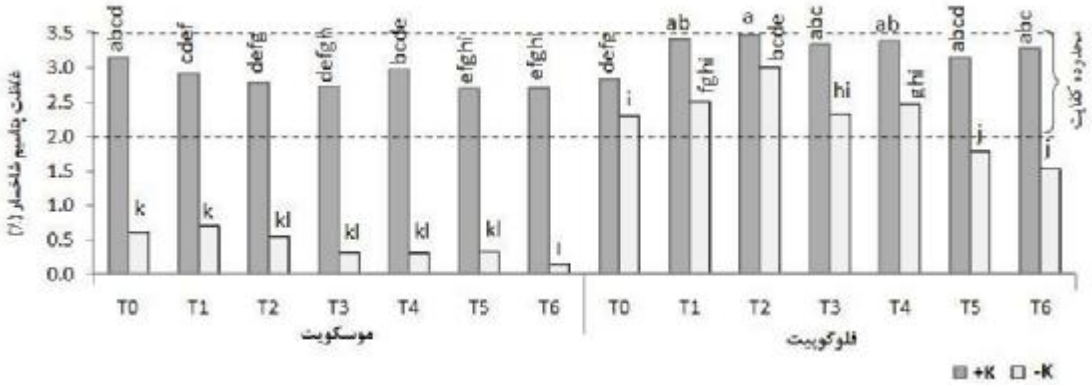
میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بیشترین درصد تخلیه پتاسیم در فلوگوپیت و موسکویت به ترتیب در تیمار حرارتی 200 و 100 درجه سانتیگراد اتفاق افتاده است. میکروگراف‌های الکترونی روبشی بازشدن صفحات کانی و ورقه ورقه شدن فلوگوپیت را در دمای 200 درجه نشان می‌دهد. این امر می‌تواند موجب سهولت آزادسازی بخشی از پتاسیم بین‌لایه‌ای شده و گیاه قادر به جذب این بخش از پتاسیم شده باشد. در دماهای بالا درصد تخلیه پتاسیم در هر دو کانی به شدت کاهش یافت. خرد و متلاشی‌شدن صفحات کانی که احتمالاً به دلیل خروج آب هیدروکسیل است می‌تواند بر آزادسازی پتاسیم در دماهای بالا تأثیر گذاشته باشد. در دماهای بالا فروپاشی[1] ساختار و کلوخه‌ای شدن کانی اتفاق می‌افتد و در نتیجه خروج پتاسیم از ساختار کانی دشوار می‌شود.

تخلیه پتاسیم در بسترهای حاوی کانی تری‌اکتاهدرال فلوگوپیت بسیار بیشتر از بسترهای موسکویتی است و در واقع کانی موسکویت در برابر هوادیدگی مقاوم بوده و گیاهان قادر به استفاده از پتاسیم موجود در این کانی نبوده‌اند. این در حالی است که آزاد شدن پتاسیم غیرتبادلی و ساختاری کانی فلوگوپیت، پتاسیم مورد نیاز برای رشد گیاهان کشت شده در این بستر را فراهم نموده است. در بسترهای کشت فلوگوپیت و در هر دو حالت تغذیه‌ای، غلظت پتاسیم شاخسار کلیه تیمارها به استثنای دماهای 700 و 900 درجه سانتیگراد در حالت تغذیه‌ای بدون پتاسیم، در محدوده

1- Collapse

کفایت برای گیاه یونجه قرار دارد. در حالیکه بسترهای کشت موسکویت فقط در حالت تغذیه با محلول غذایی کامل قادر به تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه بوده و در شرایط تغذیه با محلول غذایی بدون پتاسیم، هیچ یک از تیمارها قادر به تأمین پتاسیم در محدوده کفایت گیاهان نبوده‌اند (شکل 3). این مسئله نشان می‌دهد در بسترهایی که پتاسیم ساختاری کانی تنها منبع تأمین پتاسیم گیاهان بوده است، موسکویت قادر به تأمین نیاز پتاسیمی گیاهان تحت کشت نبوده است، اما فلوگوپیت توانسته است نیاز گیاهان به پتاسیم را مرتفع نماید. گیاهان کشت شده در بسترهای فلوگوپیتی تا پایان دوره کشت علائم کمبود پتاسیم را نشان ندادند. هینسینجر و جیلارد (1993) توانایی رای‌گراس ایتالیایی را در رهاسازی پتاسیم از فلوگوپیت به عنوان تنها منبع منیزیم و پتاسیم به مدت 1 تا 32 روز بررسی کردند. رای‌گراس پس از 8 روز توانست به طور معنی‌داری پتاسیم بین لایه‌ای کانی را آزاد کند و پس از 32 روز ریشه‌های گیاه توانستند 191 گرم بر کیلوگرم از کل پتاسیم را آزاد کنند که تأمین کننده بخش مهمی از نیاز گیاه بود.



شکل 3- مقایسه غلظت پتاسیم شاخسار در تیمارهای مختلف (K+ و K– به ترتیب شرایط تغذیه با پتاسیم و بدون پتاسیم)

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد اعمال دماهای 100 و 200 درجه سانتیگراد به ترتیب بر موسکویت و فلوگوپیت شرایط را برای آزادسازی بیشتر پتاسیم از این کانی‌ها فراهم می‌کند. دمای 100 درجه باعث بهبود جزئی رفتار آزادسازی پتاسیم در موسکویت گردیده است، هرچند این تفاوت با تیمار شاهد به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. بنابراین پیشنهاد می‌شود پیش از استفاده از این کانی‌ها در بستر کشت جهت بهبود وضعیت تغذیه پتاسیمی گیاه، دماهای مذکور را بر این کانی‌ها اعمال کرد.

منابع

Hinsinger P. and B. Jaillard. 1993. Root-induced release of interlayer potassium and vermiculitization of phlogopite as related to potassium depletion in the rhizosphere of ryegrass. J. Soil Sci. 44:525-534.

Justo, A., C. Maqueda, J.L. Perez-Rodriguez and E. Morillo. 1989. Expansibility of some vermiculites. Appl. Clay Sci. 4: 509–519.

Kozak L.M. and A.D. Scott. 1985. Changes in potassium exchangeability in heated lepidomelane. Appl. *Clay Sci*. 1: 29-42.

Marwa, E.M.M., A.A. Meharg and C.M. Rice. 2009. The effect of heating temperature on the properties of vermiculites from Tanzania with respect to potential agronomic applications. *Appl. Clay Sci.* 43: 376-382.

Fanning D.S., V.Z. Keramidas and M.A. El-Desoky. 1989. Micas. PP. 551–634. In: J.B. Dixon, and S.B. Weed (Eds.), *Minerals in Soil Environments*. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.