بررسی توان آزادسازی پتاسیم برخی جدایه‌های باکتریایی و چگونگی پخش پتاسیم حل شده در دو بخش محلول و زیتوده میکروبی

میترا ابراهیمی[۱]، علی‌اکبر صفری سنجانی[۲]، محمدرضا ساریخانی[۳]، ناصر علی‌اصغرزاد[۴]

به ترتیب دانشجوی دکترا و استاد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشگاه بوعلی سینا همدان و دانشیار و استاد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک دانشگاه تبریز

چکیده

بهره‌گیری از باکتری‌های آزادکننده پتاسیم یک روش زیستی برای افزایش فراهمی این عنصر برای گیاه است. بخشی از پتاسیم آزادشده در زیتوده باکتری‌ها اندوخته می‌شود و بخشی از آن به گونه محلول خواهد بود که هر دوی این بخش‌ها برای گیاه می‌تواند فراهم‌کننده پتاسیم باشد. برای بررسی توان آزادسازی پتاسیم از کانی موسکویت و بیوتیت در کشتگاه الکساندروف و چگونگی پخش آن در بخش روشناور کشت و زیتوده باکتری، ۲۴ جدایه از جنس‌های *ازتوباکتر*، *سودوموناس*، *ریزوبیوم*، *بیجرینکیا*، *کلبسیلا*، *اگروباکتریوم*، *آلکالیژنز*، *اسفینگوموناس*، *میکروباکتریوم*، *اکروموباکتر* و *سیتروباکتر* کشت و آزمون شد. آزمایش به گونه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. یافته‌ها نشان داد که بیشترین اندازه پتاسیم روشناور در کشت باکتری *ازتوباکتر* جدایه 14SPI (۱۶ میلی‌گرم بر لیتر) در کشتگاه دارای کانی بیوتیت و کشت باکتری *سیتروباکتر* جدایه 44A-4S (۱۲/۷ میلی‌گرم بر لیتر) در کشتگاه دارای موسکویت بدست آمد که در برابر کنترل آزمایش افزایش چشمگیری داشته است. بیشترین پتاسیم زیتوده در باکتری‌های *اسفینگوموناس* جدایه 37SP و *کلبسیلا* جدایه 47A1-3 (۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) در کشتگاه دارای کانی بیوتیت به دست آمد. این آزمایش نشان داد که باکتری‌ها بخش بزرگی از پتاسیم رها شده از کانی‌ها را در زیتوده خود انباشته می‌کنند و در گزینش جدایه‌های برتر در ساخت کودهای زیستی نیاز است افزون بر پتاسیم روشناور، پتاسیم زیتوده جدایه‌ها اندازه‌گیری و آزمون شود.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های آزادکننده پتاسیم، بیوتیت، موسکویت، پتاسیم روشناور، پتاسیم زیتوده

مقدمه

پتاسیم یکی از عنصرهای مهم و ضروری برای گیاه است که اندازه جذب آن در گیاه با اندازه جذب نیتروژن برابری می‌کند (Owa, 2006). پوسته خارجی زمین نزدیک ۳ درصد پتاسیم دارد که بیشترین اندازه آن در یکمین کانی‌های خاک مانند (فلدسپارها و میکاهای سپید و سیاه) و دومین کانی‌های خاک مانند (ایلایت و ورمیکولایت و ...) یافت می‌شوند. اندازه پتاسیم فراهم در بیشتر خاک‌ها بیش از عنصرهای پرنیاز دیگر مانند نیتروژن و فسفر می‌باشد. پتاسیم در خاک به چهار ریخت محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی یافت می‌شود (Fageria et al., 2009). کارکرد پتاسیم در گیاه در برابر نیتروژن و فسفر، ساختمانی نیست و جنبش آن در گیاه بسیار بالا است.

ریزجانداران خاک کارایی ویژه‌ای در چرخه پتاسیم دارند. عناصر ساختمانی کانی‌ها هنگامی برای گیاهان فراهم خواهند بود که کانی‌ها دچار هوازدگی شوند. در این میان ریزجانداران خاک، برخی از قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها توان دگرگونی ساختار بلوری کانی‌ها را داشته و پتاسیم ساختار آن‌ها را می‌توانند رها کنند (Sugumaran and Janarthanam, 2007). باکتری‌های رها کننده پتاسیم بیشتر هتروتروف و هوازی بوده و آنها با ساخت و تراوش اسیدهای آلی و پروتون، تراوش پلی‌ساکاریدهای برون یاخته‌ای، ساخت لیگاندهای آلی و سایدروفورها مایه دگرگونی کانی‌ها و رها شدن پتاسیم می‌شوند. هو و همکاران (۲۰۰۶) برای ارزیابی رهاسازی پتاسیم با سویه‌های KNP413 و KNP414 از کانی‌های کائولینایت، فلدسپار و مونت-موریلونیت در کشتگاه الکساندروف بهره‌گیری نمودند. آن‌ها پس از مایه‌زنی و انجام انکوباسیون در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و تکان دادن کشتگاه با ۲۰۰ دور در دقیقه برای ۵ روز با انجام سانتریفیوژ اندازه پتاسیم آزاد شده در روشناور را اندازه‌گیری

نمودند. گزارش شد که باکتری سویه KNP414 دارای توان رهاسازی پتاسیم بیشتری در مقایسه با باکتری *B. mucilaginosus* AS1.153 است، باکتری اخیر در قالب کود زیستی در کشور چین به گونه گسترده‌ای بهره‌گیری می‌شود (Hu et al., 2006).

ریزجاندارانی که توانایی آزادسازی پتاسیم از کانی‌های سیلیکاتی را دارند، بخشی از پتاسیم رها شده را در زیتوده خود اندوخته می‌نمایند که این بخش خود پس از نابودی باکتری در زمان رشد گیاه می‌تواند بخشی از نیاز گیاه به پتاسیم را فراهم نمایند. بر این پایه در این پژوهش افزون بر بررسی پتاسیم رها شده در آبگونه رویین، این بخش از پتاسیم رها شده از کانی‌ها که در ساختار یاخته‌ای باکتری‌ها انباشته شده است نیز اندازه‌گیری شده است. بررسی و اندازه‌گیری این بخش از پتاسیم نشان‌دهنده توان ریزجانداران در رهاسازی پتاسیم کانیها داشته که به افزایش زیست‌فراهمی پتاسیم در زیستگاه‌های گوناگون می‌انجامد. در بیشتر پژوهش‌های انجام شده بر توان ریزجانداران در رهاسازی پتاسیم کانی‌ها این بخش از پتاسیم نادیده گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

باکتری‌های آزمون شده

در این پژوهش از ۲۴ جدایه باکتریایی (2A-1، 2SP-5، 3A-1S، 4A-1، 12A-3، 14A-4، 14SPI، 14SPIII، 16SP-2، 16SP7-2، 16SP8-2، 22SP-1، 34A-3، 34SPIII، 35SP-2، 35SP-3، 35A، 36A-2M، 37SP، 43SP-2، 44A-AS، 44A-AZ، 44SP-2 و 47A1-3) که از جنس‌های *سودوموناس*، *ازتوباکتر*، *اگروباکتریوم*، *کلبسیلا*، *اسفینگوموناس*، *ریزوبیوم*، *آلکالیژنز*، *میکروباکتریوم*، *اکروموباکتر* و *بیجرینکیا* بود، بهره‌گیری شد. باکتری‌های یادشده از بانک میکروبی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه همدان و تبریز دریافت شد.

اندازه‌گیری پتاسیم روشناور و زیتوده در کشتگاه الکساندروف

کشت تازه (یک شبه) باکتری‌ها در کشتگاه نوترینت براث آماده شد تا در آزمایش‌های این پژوهش بهره‌گیری شود. برای بررسی توان آزادکنندگی پتاسیم جدایه‌ها، هر جدایه با سه تکرار در کشتگاه آبکی الکساندروف که دارای گلوکز ۵ گرم، تری‌کلسیم فسفات ۲ گرم، کلرید آهن III ۵ میلی‌گرم، کلرید کلسیم ۰/۱ گرم و میکا (بیوتیت یا موسکویت) ۲ گرم در لیتر است، کشت شد (Welch and Ullman, 1993). pH کشتگاه پیش از سترون شدن و مایه‌زنی باکتری‌ها، برابر ۷ شد. ارلن‌های دارای کشتگاه آبکی الکساندروف با ۰/۵ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جوان باکتری‌ها (کشت شده در نوترینت براث با چگالی نوری ۰/۸) مایه‌زنی شد. در این پژوهش تیمار کنترل که بدون مایه‌زنی باکتری بود، نیز آزمون شد. کنترل آزمایش تنها با ۰/۵ میلی‌لیتر کشتگاه نوترینت براث سترون مایه‌زنی شد. نمونه‌های دارای باکتری و کنترل (بدون باکتری) در شیکر انکوباتور در تاریکی و با دمای ۲۶ درجه سلسیوس برای یک هفته نگهداری و با دور ۱۲۰rpm تکان داده شد. برای برداشت نمونه از کشتگاه، در آغاز کشتگاه خوب به هم زده شد و سپس برای ۵ تا ۱۰ دقیقه آرام رها شد تا دانه‌های آب آویز کانی میکا در کشتگاه ته‌نشست شوند. سپس از بخش رویین آن نمونه‌برداری شد. در روشناور این نمونه برخی از دانه‌های کانی و یاخته‌های باکتری آب آویز نیز می‌تواند باشد، که از نمونه کنترل آزمایش (بدون باکتری) برای اندازه‌گیری و برآورد دانه‌های آب آویز کانی در نمونه بهره‌گیری شد. برای این کار از سوسپانسیون‌های یاد شده، ۲ میلی‌لیتر برداشته شد و در دور ۱۳۰۰۰rpm و برای ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در این گام یاخته‌های باکتری، دیگر دانه‌های آب‌آویز و کانی به کمک سانتریفیوژ ته‌نشین شده و از آبگونه رویین جدا شد. پس از آن پتاسیم محلول یا روشناور در آبگونه روشن و رویین به کمک فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (Zhang and Kong, 2014). برای اندازه‌گیری پتاسیم زیتوده از آنچه ته میکروتیوپ است، بهره‌گیری شد. برای این کار، ۲ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۳ نرمال بر روی هر نمونه و کنترل آزمایش ریخته شد و برای ۵ الی ۱۰ دقیقه گرما داده شد تا ته‌نشست باکتری و کانی مانده در ته لوله سانتریفوژ، به‌خوبی گوارش شده و پتاسیم زیتوده و کانی مانده در آن‌ها آزاد گردد. پس از سرد شدن چند قطره معرف فنل فتالئین ریخته شد و ۲/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۳ نرمال ریخته تا اسید بهره‌گیری شده خنثی شود، سپس به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد (Chapmann and Pratt, 1962). پتاسیم زیتوده از یاخته‌هایی که با اسید سولفوریک گوارش شده اند، با فلیم فتومتر خوانده شد و پس از اندازه‌گیری پتاسیم روشناور و بخش ته نشین شده در نمونه‌های مایه‌زنی شده با جدایه‌ها و کنترل آزمایش، همه پتاسیم رها شده از کانی بر پایه میلی‌گرم بر لیتر

برآورد شد. در این پژوهش pH وEC هر یک از کشتگاه‌های آبکی بکار رفته نیز پس از مایه‌زنی باکتری‌ها و گذشت یک هفته انکوباسیون اندازه‌گیری و آزمون شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، آزمایش انجام شده به گونه فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بود. فاکتور نخست آزمایش جدایه باکتری (۲۴ جدایه باکتری و ۱ نمونه کنترل آزمایش، سرهم ۲۵ تیمار) و فاکتور دوم کانی میکای بکار رفته در کشتگاه الکساندروف (بیوتیت و موسکویت) بود. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت و آزمون میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در پایه آماری ۱ درصد انجام شد. همچنین همبستگی میان ویژگی‌های بررسی شده نیز به کمک نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

پتاسیم روشناور و زیتوده باکتری‌ها

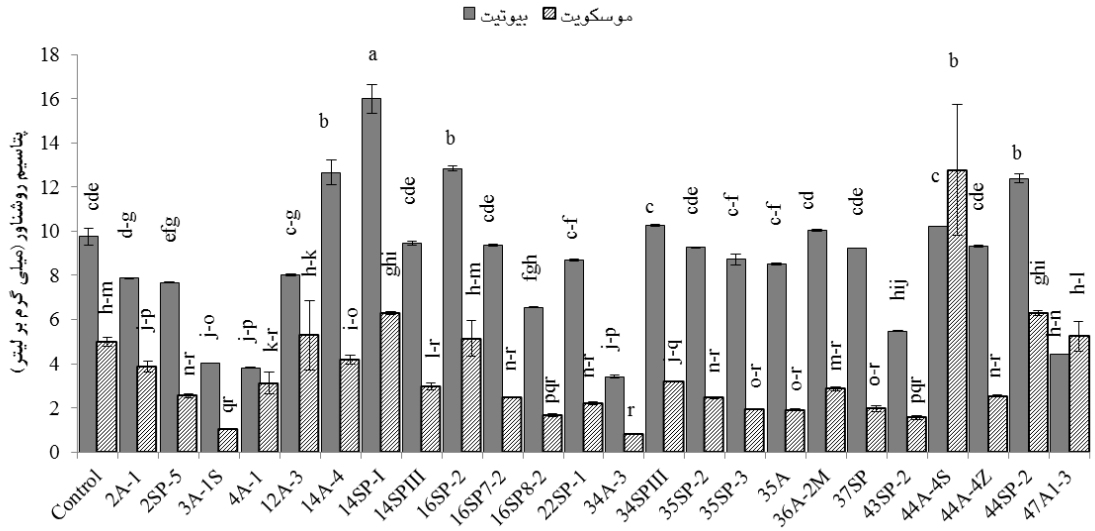
تجزیه واریانس داده‌های اندازه‌گیری پتاسیم رها شده از کانی‌های بکار رفته در کشتگاه الکساندروف در بخش روشناور و زیتوده باکتری‌ها، نشان داد که جدایه باکتری، کانی‌های میکا بکار رفته و برهمکنش آن‌ها از دیدگاه آماری پیامد چشم‌گیری در پایه آماری ۱ درصد بر ویژگی‌های یاد شده دارند.

آزمون میانگین ویژگی‌های یاد شده نشان داد که اندازه پتاسیم روشناور در کشت *ازتوباکتر* جدایه 14SPI درکشتگاه دارای کانی بیوتیت بیشترین است (۱۶ $mg.l^{-1}$) و از دیدگاه آماری ناهمانندی چشم‌گیری با کنترل آزمایش (۹/۷۶ $mg.l^{-1}$) دارد. پتاسیم روشناور در مایه‌زنی کشتگاه دارای بیوتیت با این باکتری در برابر کنترل آزمایش افزایشی نزدیک به ۱/۶۳ برابر را به دنبال داشت. پس از آن جدایه‌های 16SP-2، 14A-4 و 44SP-2 به ترتیب با میانگین ۱۲/۸۳، ۱۲/۶۶ و ۱۲/۳۹ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین میانگین را در کشتگاه دارای بیوتیت داشتند (شکل ۱). در برابر آن‌ها باکتری *سیتروباکتر یا* جدایه 44A-4S در کشتگاه دارای کانی موسکویت بیشترین پتاسیم روشنارو را داشت که بسته به ویژگی کانی موسکویت این یافته کمی دور از آنچه پیش‌بینی می‌شود است. این یافته شاید وابسته به دانه‌های آب آویز کانی هنگام برداشت نمونه از سوسپانسیون رویین کشتگاه باشد. یادآور می‌شود که کانی بیوتیت در برابر کانی موسکویت ناپایدارتر می‌باشد و این وابسته به سرشت و ساختار کانی بیوتیت است. کانی بیوتیت تری‌اکتاهدرال و در برابر آن کانی موسکویت دی‌اکتاهدرال است و برای هوادیدگی زیستی آماده‌تر می‌باشد (Öborn et al., 2005). از سوی دیگر بودن آهن فرو در ساختار این کانی آن را ناپایدارتر نیز می‌کند. از میان کانی‌های سیلیکاته پتاسیم‌دار، میکا بالاترین توان رهاسازی پتاسیم در فرایند هوادیدگی را داراد (Dixon and Weed, 1989). هو و بویر (۱۹۹۶) گزارش کرده‌اند که گونه‌های *سودوموناس* توانایی بالایی در آزادسازی پتاسیم از میکا دارند. توانایی باکتری‌ها در آزادسازی پتاسیم تا اندازه فراوانی به گونه و سرشت کانی‌های پتاسیم وابسته است (Zeng et al., 2012; Hu and Boyer, 1996).

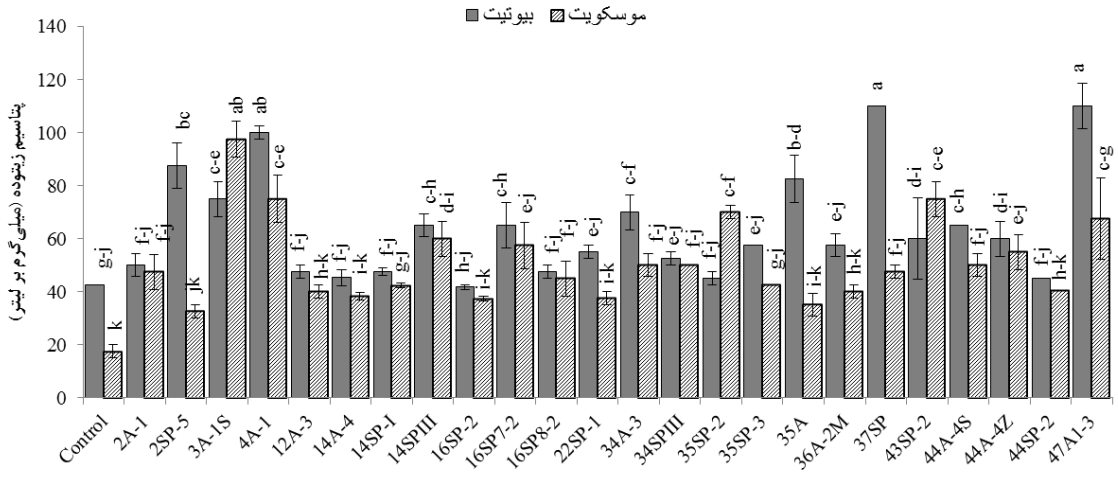
اندازه‌گیری pH وEC کشتگاه پس از مایه‌زنی باکتری‌ها و گذشت یک هفته انکوباسیون نشان داد که آن‌ها نیز دگرگونی چشم‌گیری دارند. به گونه‌ای که در بررسی pH کشتگاه برخی باکتری‌ها، این ویژگی به گونه چشم‌گیری تا ۳/۱۵ برابر pH کنترل آزمایش (که برابر ۷ بود) کاهش یافته بود. در برابر آن، شوری کشتگاه‌ها بسته به هوادیدگی زیست‌زمین‌شیمیایی[1] کانی‌ها افزایش یافته بود. هر چند در بیشتر پژوهش‌ها میان پتاسیم محلول با pH کشتگاه همبستگی منفی دیده می‌شود ولی در این پژوهش، همبستگی این دو نشان داد که پتاسیم روشناور با pH و EC کشتگاه یک همبستگی مثبت و ناچشم‌گیر داشته است. این شاید وابسته به خنثی شدن اسیدهای آلی با پلی ساکاریدهای باکتری‌ها باشد (Liu et al., 2006). بهترین سازوکارهایی که ریزجانداران رهاکننده پتاسیم برای آزادسازی پتاسیم از کانی‌های سیلیکاته دارند، ساخت اسیدهای آلی، کلاته کردن و انجام واکنش‌های تبادلی می‌باشد (Meena et al., 2014).

[1] -Biogeochemical weathering

پتاسیم یاخته‌های ریزجانداران، پس از مرگ آن‌ها در خاک همانند پتاسیم فراهم برای رشد گیاه سودمند است (Yamashita et al., 2014). پتاسیم اندوخته شده در زیتوده باکتری‌ها از جذب یون پتاسیم روشناور در کشتگاه و بکارگیری آن در زیتوده میکروبی پدید آمده است. این بخش از پتاسیم اگر چه در یاخته باکتری‌ها بی جنبش شده[۲] و برای گیاهان فراهم نیست ولی پس از زمان کوتاهی با مرگ باکتری‌ها از ریخت بی‌جنبش شده و آلی به ریخت کانی دگرگون شده و برای گیاه فراهم و در دسترس خواهد شد. آزمون میانگین‌ها نشان داد که اندازه پتاسیم زیتوده در کشت باکتریایی *اسفینگوموناس* جدایه 37SP (۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) و *کلبسیلا* جدایه 47A1-3 (۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) در کشتگاه دارای کانی بیوتیت بیشترین است (شکل ۲).



شکل۱- میانگین پتاسیم روشناور جدایه‌های باکتری در کشتگاه‌های دارای بیوتیت و موسکویت



شکل ۲- پتاسیم زیتوده جدایه‌های باکتری در کشتگاه دارای بیوتیت و موسکویت

به دنبال آن‌ها باکتری جنس *کلبسیلا* جدایه 4A-1 (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نیز میانگین بالایی را در کشتگاه دارای بیوتیت داشت. در برابر آن‌ها جنس *کلبسیلا* جدایه 3A-1S (۹۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و به دنبال آن جدایه 4A-1 (۷۵ میلی‌گرم بر لیتر)

1 Immobilized

در کشتگاه دارای کانی موسکویت بالاترین اندازه پتاسیم زیتوده را نشان دادند. بنابراین بیشترین اندازه پتاسیم زیتوده در باکتری *کلبسیلا* جدایه 4A-1 در کشتگاه‌های دارای هر دو کانی میکا دیده شد. در بررسی همبستگی میان پتاسیم زیتوده با pH دیده شد که یک همبستگی وارونه و چشمگیری در پایه آماری ۵ درصد دارند (r=-۰/۴۰۵*). ولی آن با رسانندگی الکتریکی (EC) همبستگی وارونه و ناچشمگیری نشان داد. همبستگی وارونه pH کشتگاه و پتاسیم زیتوده نشان می‌دهد که با اسیدی شدن آن، گشایش و رهاسازی بیشتر پتاسیم از کانی‌ها رخ داده و اندازه بیشتری از آن در زیتوده ریزجانداران جذب و اندوخته شده است.

زیتوده ریزجانداران کارایی ویژه‌ای در فراهمی عناصر غذایی همانند نیتروژن، فسفر و سولفور برای گیاهان دارد. جنکینسون و لاد (۱۹۸۱) گزارش کردند که اندازه زیتوده ریزجانداران در خاک شناسه خوبی از دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان است(Jenkinson and Ladd, 1981).

نتیجه‌گیری

بررسی توان رهاسازی پتاسیم برخی از جدایه‌های باکتریایی درکشتگاه‌های آبکی دارای دو کانی بیوتیت و موسکویت با ارزیابی چگونگی پخش پتاسیم رها شده در دو بخش روشناور و زیتوده جدایه‌ها نشان داد که رهاسازی پتاسیم از کانی بیوتیت در برابر موسکویت بیشتر است. از سوی دیگر بررسی سنجش پتاسیم زیتوده در برابر پتاسیم روشناور نشان داد که بخش بزرگی از پتاسیم رها شده از کانی‌های بکاررفته به ریخت پتاسیم زیتوده در می‌آید که از پتاسیم روشناور نیز فزونی می‌گیرد.

هرچند که در گذشته در گزینش باکتری‌ها بیشتر پتاسیم روشناور یا گشوده در کشتگاه اندازه‌گیری و آزمون می‌شد، این پژوهش نشان داد که در گزینش جدایه‌های برتر باکتری‌های رهاکننده پتاسیم برای ساخت کودزیستی، اندازه‌گیری و سنجش پتاسیم اندوخته شده در یاخته ریزجانداران بسیار کمک کننده است. برپایه یافته‌های این پژوهش جدایه‌های *کلبسیلا* 47A1-3، *کلبسیلا* 3A-1S، *کلبسیلا* 4A-1 و *اسفینگوموناس* 37SP کارایی بیشتری در رهاسازی پتاسیم از کانی‌های پتاسیمی داشته و اندازه بیشتری از آن را در زیتوده خود انباشته نمودند و این با آنچه که از بررسی پتاسیم گشوده شده در روشناور بدست آمد، بسیار ناهمانند است.

منابع

Chapmann H.D. and Pratt P.F. 1962. Methods of Analysis for Soil and Water, Berkeley. Agricultural Publications, University of California.

Dixon J.B. and Weed S.B. 1989. Minerals in Soil Environments. Soil Science Society of America.

Fageria N.K., Baligar V.C. and Li Y.C. 2009. Differential soil acidity tolerance of tropical legume cover crops. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 40: 1148-1160.

Hu X. and Boyer G.L. 1996. Siderophore-mediated aluminum uptake by Bacillus megaterium ATCC 19213. Applied and Environmental Microbiology, 62: 4044-4048.

Hu X., Chen J. and Guo J. 2006. Two phosphate- and potassium- solubilizing bacteria isolated from Tianmu Mountain, Zhejiang, China. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 22(9): 983-990.

Jenkinson D.S. and Ladd J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. Soil Biochemistry, Ed. Paul EA, Ladd JN, Vol. 5, pp. 415-471. Marcel Dekker, New York and Basel.

Liu W., Xu X., Wu X., Yang Q., Luo Y. and Christie P. 2006. Decomposition of silicate minerals by Bacillus mucilaginosus in liquid culture. Environmental Geochemistry and Health, 28: 133-140.

Meena V.S., Maurya B.R. and Prakash verma J. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance k availability in agricultural soils?. Microbiology Research, 169: 337-347.

Öborn I., Andrist Rangel Y., Askekaard M., Grant C.A., Watson C.A. and Edwards A.C. 2005. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. Soil Use and Management, 21: 102-112.

Owa N. 2006. The fundamentals of fertilization. In Encyclopedia of Fertilizers, Ed. Owa N., Kimura M., Koshino M., Saigusa M., Tadano T., Hasegawa I. and Yoshiba M. pp. 207-212. Asakura Publishing, Tokyo. (In Japanese).

Sugumaran P. and Janarthanam B. 2007. Solubilization of potassium containing minerals by bacteria and their effect on plant growth. World Journal of Agricultural Sciences, 3: 350-355.

Welch S.A. and Ullman W.J. 1999. The effect of microbial glucose metabolism on bytownite feldspar dissolution rates between 5 and 35°C. Geochimica et Cosmochimica ACTA, 63: 3247-3259.

Yamashita K., Honjo H., Nishida M., Kimura M. and Asakawa S., 2014. Estimation of microbial biomass potassium in paddy field soil. Soil Science and Plant Nutrition. 60: 512-519.

Zeng X., Liu X., Tang J., Hu S., Jiang P., Li W. and Xu L. 2012. Characterization and Potassium-Solubilizing Ability of Bacillus Circulans Z 1–3. Advanced Science Letters, 10: 173-176.
Zhang Ch. and Kong F. 2014. Isolation and identification of potassium- solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. Applied Soil Ecology, 82: 18-25.

Study on potassium releasing ability of some bacterial isolates and determination of released K fractionation in supernatant and microbial biomass

M. Ebrahimi[*1], A.A Safari sinegani[2], M.R Sarikhani[3], N. Aliasgharzad[4]

[1]PhD Student of Soil Biology and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-AliSina University of Hamedan, Iran
[2]Professor of Soil Biology and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-AliSina University of Hamedan, Iran
[3,4]Associate Prof. and Professor of Soil Biology and Biotechnology, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
*Corresponding Author Email:mtrr_ebrahimi@yahoo.com

Abstract
One biological approach to increase K availability in soil is using potassium releasing bacteria (PRB). Some parts of released K by PRB are immobilized in bacterial cells and some parts are existing in solution phase (in supernatant), which both parts are available to the plants. Accordingly, in order to assess K releasing ability of bacteria in Aleksandrov medium in presence of biotite and muscovite, 24 isolates belonged to different genera (including *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Beijerinckia*, *Klebsiella*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Sphingomonas*, *Microbacterium*, *Achromobacter* and *Citrobacter*) were selected and this fractionation was measured in more detail. The study was carried out in a factorial experiment based on CRD. Results showed that highest potassium in supernatant of culture was recorded in *Azotobacter* (16 mg/l) and *Citrobacter* (12.7 mg/l) in presence of biotite and muscovite, respectively, with a significant increase compared to the control (with no bacterial inoculation). Maximum mean of microbial biomass potassium was measured in media containing biotite and inoculated by *Sphingomonas* and *Klebsiella* (110 mg/l). This research exhibited that PRB immobilized greatest part of released K in its cells and it suggest in selection of PRB we should attention to the potassium of microbial biomass as well as the supernatant K in culture.
Key words: Potassium releasing bacteria, biotite, muscovite, supernatant K, biomass K