نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دوازدهم، شماره ۴۸، زمستان ۱۳۹۶ / صفحات: ۱۰۲-۹۲

اثرات هیومیک اسید و میکوریزا بر ویژگی‌های ریختی و غلظت عناصر غذایی لوبیا قرمز (*Vigna radiate* L.)

مجتبی یوسفی‌راد[1*]، ابوالفضل معصومی زواریان[2]

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، ساوه، ایران

[2] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ساوه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۱۰ تاریخ پذیرش:۹۶/۱۲/۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر برهم‌کنش میکوریزا و هیومیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد پروتئین دانه و جذب عناصر غذایی لوبیا قرمز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای تحقیق شامل قارچ میکوریزا در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، استفاده از سویه *Glomus intraradice* و استفاده از سویه *Glomus mossea* و همچنین محلول‌پاشی هیومیک اسید در سه سطح صفر (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر بود. آزمایش به‌صورت گلدانی اما در شرایط طبیعی و کنترل نشده اجرا شد. صفات اندازه‌گیری شده ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، درصد پروتئین دانه و درصد نیتروژن و فسفر برگ بود. کاربرد میکوریزا و هیومیک اسید موجب افزایش صفات اندازه‌گیری شده به جز تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه شد. در صفات مورد بررسی بین دو سویه اعمال شده اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید و بین سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نیز تفاوت معنی‌دار دیده نشد. به طور کلی محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در حضور *Glomus mossea* تأثیر بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات مورفولوژیک، درصد پروتئین، غلظت عناصر غذایی، میکوریزا، هیومیک اسید.

مقدمه

حبوبات دارای ارزش غذایی زیاد، قابلیت نگهداری به مدت طولانی و سرشار از پروتئین می‌باشند (Pormousavi et al., 2007). حبوبات از مهم‌ترین منابع پروتئینی در رژیم غذایی انسان‌ها به شمار می‌آید. میزان پروتئین حبوبات در حدود دو برابر غلات بوده که می‌تواند به‌عنوان مکمل پروتئین غلات در رژیم غذایی جای گیرد. در بین حبوبات، لوبیا از نظر سطح زیر کشت و تولید مقام اول را در جهان دارا است (Dorri, 2008). ارزش غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به علت دارا بودن پروتئین و کربوهیدرات بالا، فیبر فراوان و برخی ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و پلی‌فنل‌ها است (Kumar et al., 2013; Wani et al., 2013).

مصرف غیراصولی و بلندمدت کودهای شیمیایی سبب تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، بر هم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های محیطی شده است. در اکثر نقاط دنیا از جمله کشور ایران مصرف بیش از حد مواد شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا در محصولات زراعی باعث افزایش هزینه‌های تولید همراه با تخریب

*نویسنده مسئول: m.yousefirad@iau-saveh.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

منابع خاکی، آبی و زیستی شده است (Ardakani, 2009). یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط زیست، فراهم سازی شرایط لازم و ضرورت استفاده بیشتر از میکروارگانیسم‌های خاکزی و کودهای زیستی می‌باشد (Alimadadi et al., 2010). از جمله مهم‌ترین کودهای زیستی می‌توان به قارچ‌های میکوریزا اشاره کرد، قارچ‌های میکوریزا در بسیاری از موارد علاوه بر افزایش عملکرد، نقش مهمی در حفظ تعادل اکولوژیک خاک ایفا می‌کنند (Abbott and Murphy, 2007). قارچ‌های میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم پایدار خاک گیاه محسوب می‌شوند (Schreiner et al., 2003) که با ریشه بیش از ۹۷ درصد گیاهان همزیستی دارند (Smith and Read, 2008). همچنین این قارچ سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، فسفر، مس و روی می‌شود (Smith and Read, 2008). قارچهای میکوریزا بدلیل دارا بودن شبکه هیفی گسترده در خاک سبب افزایش سطح تماس ریشه با خاک شده و بنابراین افزایش جذب آب و عناصر غذایی مخصوصاً فسفر، روی، مس و نیتروژن را سبب می‌شوند که در مجموع به بهبود استقرار گیاه منجر می‌گردد (Zeto and Clark, 2000). بنابراین کاربرد کود بیولوژیک با بهبود جذب فسفر و افزایش سطح و دوام برگ، سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه، تعداد غلاف و تعداد دانه، وزن خشک بوته در نخود شد(Mohammadi et al., 2014). در یک پژوهش بر روی نخود مشخص گردید که تلقیح میکوریزایی موجب افزایش عملکرد دانه، ارتفاع بوته و پروتئین دانه شد (Pezeshkpour et al., 2015). در سویا مشاهده شده است که تلقیح میکوریزایی سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و جذب فسفر و نیتروژن گردید (Rezvani et al., 2009). همچنین Rajabzadeh Motlagh (۲۰۱۱) در تحقیقی بیان داشتند تلقیح لوبیا قرمز با میکوریزا سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ شد.

با توجه به تأثیرات زیانبار کودهای شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، امروزه استفاده از انواع مواد آلی برای بهبود کمی و کیفی گیاهان مختلف بیشتر از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. مواد آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، منجر به افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (Natesan et al., 2007). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از منابع مختلفی مانند خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال‌سنگ و غیره استخراج می‌شوند که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند (Puglisi et al., 2009; Rezazadeh et al., 2012). هیومیک اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Dursun et al., 2002). هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (Sharif et al., 2002). تحقیقات نشان داده است رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط هیومیک اسید تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است. هیومیک اسید حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثر بخشی سیستم ریشه می‌شود. همچنین هیومیک اسید جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد (Sebzevari and Khazaei, 2009). محققین با بررسی اثر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی گندم به این نتیجه رسیدند که کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و میزان جذب ازت شد(Tahir et al., 2011). در پژوهشی اثر هیومیک

Archive of SID

www.SID.ir

اسید بر روی چند گراس مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد کابرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود (Verlinden et al., 2010). نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است استفاده از هیومیک اسید باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (Harper et al., 2000). گزارش شده است که محلول‌پاشی هیومیک اسید باعث افزایش عملکرد دانه، وزن دانه، تعداد دانه و غلاف در بوته و شاخص سطح برگ لوبیا شد (Jahan et al., 2013).

با توجه به اولویت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی و نقش‌های میکوریزا و اسید هیومیک در این، در تحقیق حاضر به بررسی امکان همزیستی دو سویه میکوریزا و تاثیر هیومیک اسید در کاشت و تولید لوبیا برای نیل به اهداف کشاورزی پایدار و بررسی امکان تولید محصول بدون مصرف کودهای شیمیایی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش گلدانی در سال ۱۳۹٤ در فضای باز و طبیعی واقع در مهرشهر کرج به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. در این مطالعه تأثیر قارچ میکوریزا در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، استفاده از سویه *Glomus intraradice* و استفاده از سویه *Glomus mossea* به‌صورت مصرف در خاک گلدان به‌عنوان فاکتور اول و همچنین محلول‌پاشی هیومیک اسید به‌عنوان فاکتور دوم در سه سطح صفر (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی بوته‌ها در دوره‌های ۱۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این آزمایش، از بذور لوبیا رقم درخشان که از مؤسسه تحقیقاتی حبوبات خمین تهیه شده بود استفاده شد. برای انجام آزمایش ابتدا گلدان‌ها را از خاک با ترکیبی شامل ماسه، کود دامی و خاک باغچه به نسبت ۱-۱-۲ پر شد. همچنین در هر گلدان ۳ عدد بذر کاشته شد، به‌منظور ضدعفونی بذور و جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی قارچی بذور لوبیا به‌مدت دو دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد قرار گرفتند، سپس به‌ترتیب با آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند. جهت اعمال سویه‌های قارچ میکوریزا به ازای هر کیلوگرم خاک، ۲۰ گرم قارچ میکوریزا به گلدان‌ها اضافه شد و در نهایت به منظور تلقیح بذور و خاک با قارچ میکوریزا، به ۲۰ سانتی‌متری انتهایی گلدان‌ها قارچی اضافه نگردید تا عمل تلقیح به خوبی صورت گیرد. در دوره‌های ۱۰ روزه بوته‌های لوبیا با مقادیر مشخص شده هیومیک اسید محلول‌پاشی شدند. محلول‌پاشی در مجموع ٤ مرحله انجام شد. برداشت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها انجام شد. صفات زیر مورد مطالعه قرار گرفت.

صفات مرفولوژیک: برای اندازه‌گیری طول ریشه پس از خارج نمونه‌ها از گلدان‌ها و شستشوی آن‌ها، از خط کش استفاده شد. برای محاسبه وزن خشک بوته، نمونه‌های مورد نظر در آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن آنها با ترازوی AND مدل GT-300 ساخت کشور آلمان با د قت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد.

درصد فسفر و نیتروژن برگ: نمونه‌های مورد نظر پس از خشک کردن در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت)، به وسیله آسیاب برقی پودر شده و در نهایت به روش هضم توسط اسیدسولفوریک، اسی سالیسیک، آب اکسیژنه و سلنیوم، عصاره آن‌ها تهیه شد. پس از تهیه عصاره برگ، میزان درصد نیتروژن برگ با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر و به کمک دستگاه کجل تک اتو آنالیز و مقدار فسفر با

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات-وانادات) و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شدند (Emami, 2002).

درصد پروتئین: برای اندازه گیری پروتئین دانه، پس از تهیه میزان نیتروزن همانند بخش قبل، میزان پروتئین دانه‌ها از حاصل‌ضرب میزان نیتروژن کل در عدد ٦/٢٥ بدست آمد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

ارتفاع بوته و طول ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر میکوریزا و هیومیک اسید در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل‌شان در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته و طول ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج اثر تؤام میکوریزا با هیومیک اسید نشان داد که در عدم مصرف میکوریزا، محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی هیومیک اسید تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته و طول ریشه نداشت، در سویه *Glomus intraradice* در ارتفاع بوته بین سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری نسبت به عدم مصرف هیومیک اسید دیده نشد اما در صفت طول ریشه، اسید هیومیک ۳۰ میلی‌گرم نسبت به دو سطح دیگر اسد هیومیک طول ریشه بهتری داشت. در سویه *Glomus mossea* ، کاربرد ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نسبت به دو سطح دیگر اسید هیومیک شرایط بهتری را نشان داد در این سویه در صفت طول ریشه، دو سطح اسید هیومیک مصرفی نسبت به سرایط عدم مصرف اسید، طول ریشه بیشتری داشتند و نسبت به در یک سطح آماری قرار داشتند. به‌طورکلی بیشترین ارتفاع بوته در محلول‌پاشی ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هومیک اسید در حضور سویه *Glomus mossea* به میزان ٥٤/٨٤ سانتی‌متر و بیشترین طول ریشه به میزان ۲۳/۱ سانتی‌متر در محلول پاشی ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هومیک اسید در حضور سویه *Glomus mossea* حاصل شد که با تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هومیک اسید در حضور سویه *Glomus intraradice* در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۳).

وزن خشک بوته و تعداد غلاف در بوته: بر اساس نتایج به‌دست آمده، اثر میکوریزا در سطح احتمال یک درصد و هیومیک اسید در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک بوته و تعداد غلاف در بوته داشت، ولی اثر متقابل میکوریزا با هیومیک اسید بر صفات ذکر شده معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج بیانگر آن بود که میکوریزا و هیومیک اسید موجب افزایش وزن خشک بوته و تعداد غلاف در بوته شدند، همینطور بین سویه‌های اعمال شده تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، بیشترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هومیک اسید بود که حاکی از افزایش ١٦/٨٧ درصدی وزن خشک بود و همچنین بیشترین تعداد غلاف در بوته نیز در سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هومیک اسید دیده شد (جدول ۲).

تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر میکوریزا و هیومیک اسید بر تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معنی‌دار نشد، ولی اثر متقابل میکوریزا با هیومیک اسید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بر وزن صد دانه گردید اما در تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نشد(جدول ۱). نتایج وزن صد دانه تحت تأثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید در حضور میکوریزا نشان داد در عدم تلقیح میکوریزایی، محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم بیشترین ومحلول‌پاشی ۳۰ میلی‌گرم اسید هیومیک کمترین وزن صد دانه را سبب شد. از سویه‌های مورد استفاده در

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق، مصرف و عدم مصرف اسید هیومیک تاثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه نداشت. اما به‌طور کلی، بیشترین وزن صد دانه به میزان ۳۳/۷۶ گرم مربوط به محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در عدم مصرف میکوریزا بود (جدول ۳).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تأثیر قارچ میکوریزا و هیومیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد پروتئین دانه و جذب عناصر غذایی لوبیاقرمز

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول ریشه	وزن خشک بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	درصد پروتئین	درصد نیتروژن برگ	درصد فسفر برگ
بلوک	۲	۶۲/۳۵*	۵۲/۶۷**	۱۸۰/۶۱*	۱۷/۰۹**	۹/۰۲**	۱۴/۳ns	۷/۲۹*	۰/۷ns	۰/۰۲*
میکوریزا (M)	۲	۹۶/۰۵**	۱۰۹/۳۲**	۲۷۰/۸۷**	۱۳/۸۲**	۰/۹۶ns	۱۴/۰۲ns	۱۳/۲۳**	۵/۸۲**	۰/۱۹**
هیومیک‌اسید(H)	۲	۱۰۹/۷۶**	۸۸/۹۹**	۱۳۸/۵۹*	۱۲/۵۱*	۰/۴۲ns	۴/۴۱ns	۹/۹۶*	۲/۶۱**	۰/۰۳**
M*H	۴	۴۵/۳**	۱۹/۱۲*	۷/۴ns	۱/۱۱ns	۲/۲۸ns	۲۰/۰۸*	۰/۵۷ns	۱/۴۷*	۰/۰۱*
خطا	۱۶	۱۴/۰۸	۶/۱۳	۳۸/۰۹	۲/۰۷	۰/۶۲	۶/۰۹	۱/۶۵	۰/۳۱	۰/۰۰۴
CV%		۸/۳۲	۱۴/۵۴	۱۲/۴۶	۱۶/۷۹	۱۶/۵۲	۸/۲۱	۶/۳۹	۱۱/۹۱	۱۴/۷۱

* و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns عدم تاثیر معنی‌دار

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات دو سویه و سطوح دو هیومیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد پروتئین دانه و جذب عناصر غذایی لوبیاقرمز

	تیمار	ارتفاع بوته (cm)	طول ریشه (cm)	وزن‌خشک بوته (g)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (g)	درصد پروتئین	درصد نیتروژن برگ	درصد فسفر برگ
میکوریزا	عدم تلقیح (M_0)	۴۲/۰۱b	۱۳/۴۹c	۴۳/۲۲b	۷/۱۸b	۴/۵۱a	۳۱/۱۴a	۱۸/۷۳b	۳/۷۹c	۰/۲۹c
	Glomus intraradice(M_1)	۴۴/۸ab	۱۷/۱۳b	۵۳/۱۹a	۹/۰۳a	۵/۱۴a	۳۰/۳۱a	۲۰/۷۵a	۴/۸b	۰/۴۲b
	Glomus mossea (M_2)	۴۸/۵۲a	۲۰/۴۵a	۵۲/۱۶a	۹/۵۳a	۴/۶۶a	۲۸/۶۹a	۲۰/۸۹a	۵/۳۸a	۰/۵۸a
هیومیک اسید ($mg.lit^{-1}$)	(H_0) ۰	۴۱/۲۳b	۱۳/۶۵b	۴۵/۹۹b	۷/۲۷b	۴/۶a	۳۰/۸۳a	۱۹/۰۱b	۴/۰۴b	۰/۳۷b
	(H_1) ۱۵	۴۶/۰۹a	۱۷/۵۵a	۴۸/۸۳ab	۸/۹۱a	۵/۰۱a	۲۹/۸۳a	۲۰/۲۷ab	۴/۹۱a	۰/۴۷a
	(H_2) ۳۰	۴۸/۰۱a	۱۹/۸۷a	۵۳/۷۵a	۹/۵۶a	۴/۷a	۲۹/۴۸a	۲۱/۱a	۵/۰۲a	۰/۴۶a

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

درصد پروتئین: نتایج تجزیه واریانس مبین آن بود که اثر میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد و اثر هیومیک اسید در سطح احتمال یک درصد بر درصد پروتئین معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل میکوریزا با هیومیک اسید معنی‌دار نشد(جدول ۱). کاربرد میکوریزا موجب افزایش درصد پروتئین نسبت به شاهد گردید، گرچه بین سویه‌های میکوریزا تفاوت معنی‌دار رؤیت نشد، با محلول‌پاشی هیومیک اسید درصد پروتئین افزایش پیدار کرد، به نحوی که بیشترین افزایش (۱۰/۹۹ درصد) در سطح ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید نسبت به شاهد به

Archive of SID

www.SID.ir

دست آمد. البته بین دو سطح اسید هیومیک مصرفی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های تأثیر دو سویه میکوریزا با سطوح هیومیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد پروتئین دانه و جذب عناصر غذایی لوبیاقرمز.

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	طول ریشه (cm)	وزن خشک بوته (g)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (g)	درصد پروتئین	درصد نیتروژن برگ	درصد فسفر برگ
M_0H_0	٤٠/٤٩^{bc}	١٢/١١^{c}	٣٨/٦٨^{c}	٦/٥٧^{b}	٤/٤٢^{a}	٣١/٥٨^{ab}	١٧/٧^{c}	٣/٢٩^{e}	٠/٢٦^{c}
M_0H_1	٤٣/٧^{bc}	١٣/٤٢^{c}	٤١/٥٣^{bc}	٧/٢٩^{ab}	٤/١٢^{a}	٣٣/٧٦^{a}	١٨/٧٧^{bc}	٣/٨٤^{de}	٠/٢٧^{c}
M_0H_2	٤١/٨٥^{bc}	١٤/٩٣^{c}	٤٩/٤٤^{abc}	٧/٦٧^{ab}	٥^{a}	٢٨/٠٩^{b}	١٩/٧١^{abc}	٤/٢٤^{cde}	٠/٣٥^{bc}
M_1H_0	٣٨/٠٨^{c}	١٢/٤٥^{c}	٤٩/٦٨^{abc}	٧/٤١^{ab}	٤/٤٧^{a}	٣٢/٥٧^{ab}	٢٠/٠٨^{abc}	٤/١٣^{cde}	٠/٣٩^{bc}
M_1H_1	٤٨/٩٤^{ab}	١٦/١٢^{bc}	٥٣/٠٥^{ab}	٩/٧٢^{ab}	٥/٣٤^{a}	٢٧/٨١^{b}	٢٠/٧١^{ab}	٤/٤٧^{cd}	٠/٤٤^{b}
M_1H_2	٤٧/٣٧^{ab}	٢٢/٨٢^{a}	٥٦/٨٥^{a}	٩/٩٥^{ab}	٥/٦١^{a}	٣٠/٥٦^{ab}	٢١/٤٦^{ab}	٥/٨^{ab}	٠/٤٣^{b}
M_2H_0	٤٥/١٤^{bc}	١٦/٣٩^{bc}	٤٩/٦٣^{abc}	٧/٨٢^{ab}	٤/٩^{a}	٢٨/٣٤^{b}	١٩/٢٤^{abc}	٤/٧^{cd}	٠/٤٥^{b}
M_2H_1	٤٥/٦٢^{bc}	٢٣/١^{a}	٥٤/٩١^{abc}	٩/٧٢^{ab}	٣/٥٧^{a}	٢٧/٩٣^{b}	٢١/٣٢^{ab}	٦/٤٣^{a}	٠/٧^{a}
M_2H_2	٥٤/٨٤^{a}	٢١/٨٧^{ab}	٥٤/٩٦^{ab}	١١/٠٥^{a}	٣/٥١^{a}	٢٩/٨^{ab}	٢٢/١٢^{a}	٥/٠٢^{bc}	٠/٥٩^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

درصد نیتروژن و فسفر برگ: اثر میکوریزا و هیومیک اسید در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل میکوریزا با هیومیک اسید در سطح احتمال پنج درصد بر درصد نیتروژن و فسفر برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). در عدم تلقیح میکوریزایی، محلول‌پاشی اسید هیومیک نسبت به عدم محلول‌پاشی تاثیر معنی‌داری بر درصد فسفر و نیتروژن برگ نداشت. در تلقیح میکوریزایی با سویه *Glomus intraradice*، مشاهده شد محلول‌پاشی ۳۰ میلی‌گرم درلیتر اسید هیومیک بیشترین درصد نیتروژن را سبب شد اما محلول‌پاشی اسید هیومیک تاثیری بر درصد فسفر برگ‌ها سبب نشد. در تلقیح میکوریزایی با سویه *Glomus mossea* مشاهده شد با محلول پاشی ۱۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک، بیشترین درصد نیتروژن در برگ‌ها دیده شد و محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش درصد فسفر برگ‌ها نسبت به شرایط بودن محلول‌پاشی شد اما بین دو سطح محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین درصد نیتروژن برگ (٦/٤٣ درصد) در محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در حضور سویه *Glomus mossea* حاصل گردید، همچنین بیشترین درصد فسفر برگ (۰/۷ درصد) را محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در حضور سویه *Glomus mossea* نشان داد که با تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید (۰/۵۹ درصد) و تلقیح با سویه *Glomus mossea* در یک گروه آماری قرار داشت.

بحث

نتایج حاکی از آن بود که مصرف میکوریزا سبب افزایش ارتفاع بوته، طول ریشه و وزن خشک بوته شد. به‌نظر می‌رسد دلیل افزایش ارتفاع گیاه، تاثیر مفید میکوریزا در جذب آب و عناصر مورد نیاز گیاه از طریق تولید ریسه و توسعه ریشه و افزایش میزان نیتروژن تثبیت شده در خاک به منظور استفاده گیاه می‌باشد که

Archive of SID

www.SID.ir

سبب افزایش ارتفاع گیاه شده است (Ardakani et al., 2002).

همچنین مشاهده شده است که تلقیح میکوریزا باعث افزایش طول ریشه شد (Berta et al., 2002). همجنین افزایش ارتفاع بوته نخود در اثر تلقیح میکوریزا گزارش شد (Moradi et al., 2009). حضور کودهای زیستی باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر شد (Eydizadeh et al., 2010). با افزایش رشد ریشه، جذب آب بهتر انجام گرفته و ارتفاع بوته افزایش یافت. قارچ میکوریزا به دلیل افزایش سطح ریشه‌ها از طریق نفوذ میسیلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه به حجم بیشتری از خاک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده که نتیجه آن افزایش فتوسنتز، بهبود رشد گیاه و در نتیجه افزایش وزن بوته بود(Smith et al., 2003). در تحقیقی بیان شد کاربرد میکوریزا تعداد غلاف در بوته را افزایش داد. می‌توان اظهار داشت که هم‌زیستی میکوریزایی از طریق تغذیه مناسب و افزایش بیوماس لوبیا، موجب تسریع در گلدهی و بهبود تعداد غلاف در بوته شد (Pezeshkpour et al., 2015).

نتایج حاصل شده در تحقیق حاضر حاکی از افزایش درصد پروتئین دانه و درصد نیتروژن و فسفر برگ بود. افزایش جذب عناصر غذایی می‌تواند به دلیل افزایش سطح جذب ریشه گیاه به وسیله تلقیح میکوریزا باشد، هیف‌های خارجی میکوریزا می‌توانند عناصر غذایی بیشتری برای گیاه میزبان جذب کنند (Khan et al., 2000).

از طرفی، میکوریزا با تولید اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز منجر به افزایش حلالیت فسفر خاک می‌شود و به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Shenoy and Kalagudi, 2005). نقش اساسی قارچ‌های میکوریزا، تأمین فسفر برای گیاه است (Turk et al., 2006). فسفر در خاک، عنصری فوق العاده کم تحرک است بطوری که حتی اگر فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده و به صورت غیر متحرک در می‌آید، لذا قارچ‌های میکوریزا در افزایش جذب مواد معدنی به ویژه فسفر و تجمع ماده خشک در بسیاری از محصولات در خاک‌های با فسفر کم، تأثیر مثبت دارند. تلقیح ریشه گیاهان با میکوریزا از طریق افزایش سطح جذب و با افزایش ناحیه تخلیه فسفر به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Peterso and Massicotte, 2004; Shenoy and Kalagudi, 2005). نتایج تحقیقات آشکار کرد کاربرد میکوریزا موجب افزایش جذب عناصری همچون نیتروژن توسط گیاه شد (Soltani et al., 2010). در آزمایشی اعمال میکوریزا نشان داد که رشد ریشه و گره‌زایی ریشه تحریک گردید که افزایش تشکیل ریشه‌های موئین، جذب آب و مواد معدنی و تثبیت نیتروژن را به همراه داشت (Molla et al., 2001). نتایج تحقیق دیگری نشان داد کاربرد میکوریزا موجب افزایش جذب عناصری همچون نیتروژن و فسفر توسط گیاه شد که در نهایت منجر به افزایش میزان پروتئین تولید شده در دانه گیاه شد (Soaltani et al., 2010).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش ارتفاع بوته، طول ریشه و وزن خشک بوته شد. هیومیک اسید می‌تواند با بهبود جذب نیتروژن سبب افزایش میزان آنزیم‌ها، انواع پروتئین‌ها بخصوص آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت کننده در چرخه فتوسنتزی نظیر سیتوکروم‌ها، فردوکسین‌ها، پلاستوسیانین و آنزیم رابیسکو شده و از این طریق رشد اندام‌های گیاه و وزن خشک بوته را افزایش دهد (Dordas and Sioulas, 2008). بهبود رشد گیاه و وزن خشک بوته در اثر کاربرد هیومیک اسید می‌تواند در اثر افزایش مواد غذایی به ویژه فسفر و اثر شبه هورمونی

Archive of SID

www.SID.ir

هیومیک اسید باشد (Autio, 2000). هیومیک اسید از طریق اثرات هورمونی (Samavat and Malakoti, 2005) و با تأثیر بر قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و وزن گیاه می‌شود (Naderdi et al., 2002). Rezvani و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند تلقیح یونجه با سویه *G. mosseae*، جذب عناصر و رشد گیاه را بیشتر از تلقیح با سویه‌های *G. intraradices* و *G.etanicatum* داشت و کلونی‌زایی سویه موسیه بیشتر از دو سویه دیگر بود. Jiriaie و همکاران (۲۰۱٤) نیز در مطالعه بر دو سویه *G. intraradices* و *G. mosseae* بیان داشتند سویه موسیه خصوصیات رشد و عملکرد گندم را نسبت به اینترارادیسه بیشتر تحت تاثیر قرار داد.

همچنین Mehraban و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق بر روی تاثیر دو سویه میکوریزا (*G. mosseae* و *G.etanicatum*) بر ارقام سورگوم مشاهده نمودند در اثرات اصلی، دو سویه میکوریزا نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در عملکرد سبب شدند اما بین دو سویه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ولی در اثرات متقابل، عملکرد دانه مربوط به رقم KGS25 با حضور *Glomus etanicatum* بیشتر از سایر تیمارها بود.

بر اساس نتایج تحقیق مشخص شد که محلول‌پاشی هیومیک اسید تعداد غلاف در بوته را افزایش داد ولی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نداشت. محققین گزارش کردند که هیومیک اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن، سبب افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه و به طبع آن عملکرد گیاه گردید(Ayas and Gulser, 2005). چون تعداد غلاف در بوته زیاد شده می‌توان بیان نمود که با کاربرد هیومیک اسید تعداد دانه در بوته افزایش پیدا کرد. مواد هیومیکی بر رشد گیاهان و مواد معدنی تأثیر داشته و باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود (Hayes and Clap, 2001). همچنین عدم تأثیر هیومیک اسید بر وزن صد دانه احتمالاً به دلیل افزایش تعداد غلاف و دانه در بوته بود.

نتایج این تحقیق نشان داد محلول‌پاشی هیومیک اسید باعث افزایش درصد پروتئین دانه و درصد نیتروژن و فسفر برگ شد. هیومیک اسید دارای فعالیت شبه هورمونی است و جذب عناصری همانند فسفر، پتاسیم و نیتروژن را در گیاهان افزایش می‌دهد، این امر خود سبب بهبود فتوسنتز، افزایش پروتئین، نیتروژن و فسفر گیاه می‌گردد (Naderi et al., 2002). هیومیک اسید می‌تواند با بهبود جذب نیتروژن سبب افزایش میزان آنزیم‌ها، انواع پروتئین‌ها بخصوص آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت کننده در چرخه فتوسنتزی نظیر سیتوکروم‌ها، فردوکسین‌ها، پلاستوسیانین و آنزیم رابیسکو شده و از این طریق عملکرد و اجزای عملکرد را افزایش دهد (Dordas and Sioulas, 2008).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که تلقیح میکوریزایی و هیومیک اسید اثر مثبتی بر خصوصیات مورفولوژیک و زراعی، درصد پروتئین دانه و جذب عناصر غذایی لوبیاقرمز داشت. در مجموع در اجزاء عملکرد بین دو سویه مورد استفاده در تحقیق تفاوت چندانی دیده نشد ولی در طول ریشه، درصد فسفر و نیتروژن برگ، تلقیح با سویه *Glomus mossea* شرایط بهتری را نسبت به تلقیح با سویه *Glomus intraradice* برای لوبیا قرمز نشان داد و محلول‌پاشی ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در لوبیا قرمز شرایط مناسبی ایجاد نمود. کاربرد میکوریزا و هیومیک اسید می‌تواند سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست شود و همچنین به‌دلیل مصرف کمتر کودهای شیمیایی، هزینه تولید کاهش یابد. در نهایت می‌توان اظهار کرد که استفاده از میکوریزا و هیومیک اسید

Archive of SID

www.SID.ir

علاوه بر اثر مثبت بر لوبیاقرمز، می‌تواند نقش به سـزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا نماید.

References

Abbott, L.K. and Murphy, D.V. (2007). Soil Biological Fertility: A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer.128 p.

Alimadadi, A. Jahansouz, M.R. Besharati, H. and Tavakkol Afshari, R. (2010). Evaluating the effects of phosphate solubilizing microorganisms, *mycorrhiza* `fungi and seed priming on nodulation of chickpea. Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences). 24(1): 43-53. (In Persian).

Ardakani, M.R., Mazaheri. D., Majd, F. and Normohamadi, Gh. (2002). The study of mycorrhiza and strepomyces efficiency and different levels of phosphorus, on grain yield and some characters of wheat. Iranian Journal of Crop Science. 2(2): 17-27. (In Persian).

Ardakani, M.R. (2009). Ecology. Tehran University Publication, Tehran, Iran. 340 pp. (In Persian).

Autio, J. (2000). Supplementary lighting regimes strongly affect the quantity of gerbera flower yield. Acta Horticulturae. 515: 91-98.

Ayas, H. and Gulser, F. (2005). The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal Bio-science. 5(6): 801-804.

Berta G., Fusconi A. and Hooker J.E. (2002). In: S. Gianinazzi, H. Schuepp, J. M. Barea and K. Haselwandter (Eds). Arbuscular mycorrhizal modifications to plant root systems: scale, mechanisms and consequences. Mycorrhiza Technology in Agriculture, from Genes to Bioproducts. Basel, Switzerland, Birkhauser Verlag. p. 71-85.

Clark, R.B. and Zeto, S.K. (2000). Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutrition. 23(7): 867-902.

Dordas, C. and Sioulas, S. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Crop Production. 27: 78-85.

Dorri, H.R. (2008). Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein. pp. 46. (In Persian).

Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M. (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and egg plant. Acta Agrobotanica. 56: 81-88.

Emami, E. (2002). Plant decomposition methods.. Soil and Water Research Institute. 982:128 p. (In Persian).

Eydizadeh, K., Mahdavi Damghani, A., Sabahi, H. and Soufizadeh, S. (2010). Effects of integrated application of biofertilizer and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shoushtar. Agroecology. 2(2): 292-301. (In Persian).

Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G. and Ostatek-Boczynski, Z. (2000). Characterisation of fulic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulesis* and from decomposed hay. Soil Biochemistry. 32: 1331-1336.

Hayes, M. and Clap, C.E. (2001). Humic substances: consideration of composition, aspect of structure and environment influences. Soil Science. 166: 723-737.

Jahan, M., Sohrabi, R., Doayee, F. and Amiri, M.B. (2013). Effect of super absorbent water application in soil and humic acid foliar application on some agroecological characteristics of bean *phaseolus vulgaris* L. in mashhad. Journal of Agroecology. 3(2):71-90. (In Persian).

Jiriaie, M. Fateh, E., Aynehband, A. (2014). The consequence of the application of mycorrhiza and azospirillum inoculation on yield and yield components of wheat cultivars. Agroecology Journal. 6(3) :520-528. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S. and Hayes, W.J. (2000). Plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere. 41: 197-207.

Kumar, S., Verma, A.K., Das, M., Jain, S.K. and Dwivedi, P.D. (2013). Clinical complications of kidney bean (*Phseolus vulgaris* L.) consumption. Nutrition. 29: 821-827.

Rezvani, M., Afshang, B., Gholizadeh, A. and Zaefarian, F. (2011). Evaluation of mycorrhizal fungus and phosphate rock effectiveness on growth and uptake of phosphorous in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Journal of Soil Management and Sustainable Production. 1(2):97-118. (In Persian).

Mohammadi, E., Asghari, H.R. and Gholami, A. (2014). Evaluation the Possibility of Utilization of Biological Fertilizer Mycorrhiza in Phosphorus Supply in Chickpea Cultivation (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 11(4):658-665. (In Persian).

Molla, A.H., Shamsuddin, Z.H., Halimi, M.S., Morziah M., and Putech. A.B. (2001). Potential for enhancement of root growth and nodulation of soybean co-inoculated with *Azospirillum* and *Bradyrhizobium* in laboratory systems. Soil Biology and Biochemistry. 33: 457-463.

Moradi, S., Besharati, H., Feizi Asl, V., Nadian, H., Karimi, E. and Golchin, A. (2009). Effect of different levels of humidity, mycorrhiza and Rhizobium in germination, flowering time and morphological traits in chickpea. In: 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan, Iran, 12-15 July. p. 243-244. (In Persian).

Mehraban, A., Normohammadi, Gh., Ardakani, M.R. and Hydari Sharif Abad, H. (2012). Investigation of the roles microorganisms vesicular – arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi on some characteristics of sorghum cultivars. Journal of Agronomy and Pant Breeding. 8(2):1-9. (In Persian).

Naderi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 34: 1527–1536.

Natesan, R., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S. and Boopathy, P.M. (2007). Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Science World Journal. 7: 1198-1206.

Peterso, R.L., and Massicotte. H.B. (2004). Exploring structural definitions of mycorrhizas, with emphasis on nutrient-exchange interfaces. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique. 82(8): 1074-1088.

Pezeshkpour, P., Ardakani, M.R., Paknejad, F. and Vazan, S. (2015). Effects of Vermicompost, microorganisms mycorrhiza and phosphate biofertilizer on morphological characteristic and seed protein percentage of chickpea in the autumn plantation. Journal of Plant Ecophysiology. 7(22):190-204. (In Persian).

Pormousavi, M., Galavi, M., Danshiyan, J., Ghanbari, A. and Basirani. N. (2007). Effects of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (*Glycine max*). Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences. 60: 125-134. (In Persian).

Puglisi, E., Fragoulis, G., Ricciuti, P., Cappa, F., Spaccini, R., Piccolo, A., Trevisan, M. and Crecchio, C., (2009). Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizsphere under maize (*Zea mays* L.). Chemosphere. 77: 829-837.

Rajabzadeh Motlagh, F. (2011). Evaluation application of arbuscular mycorrhiza, nitrogen fixing bacteria and nitrogen fertilizer on yield and yield component of *Phaseolus vulgaris*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Iran. (In Persian).

Rezazadeh, H., Khrasani, S.K. and Haghighi, R.S.A. (2012). Effects of humic acid on decrease of phosphorus usage in forage maize var. KSC704 (*Zea*

Archive of SID

www.SID.ir

mays L.). Australian Journal of Agricultural Engineering. 3: 34-38.

Rezvani, M., Ardekani, M.R., Rajaei, F., Normohammadi, Gh., Zafarani, F. and Teimori, S. (2009). Effect of different strains of mycorrhizal fungus on some root traits in Alfalfa, *Medicago sativa* L. Agroecology Journal. 5(2):55-66. (In Persian).

Samavat, S. and Malakuti, M. 2005. Samavat, S., and Malakooti, M. (2006). Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and Soil Researchers Technical. 463: 1-13

Schreiner, R.P., Mihara, K.L., Mc Daniel, K.L. and Benthlenfalvay, G.J. (2003). Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and Soil. 188: 199-209.

Sebzevari, S. and Khazaei, H.R. (2009). The effects of different levels foliar spray of humic acid on growth characteristics yield and yield components of wheat pishtaz figure. Agroecology Journal. 1(2): 53-56. (In Persian).

Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic cool derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 33: 3567-3580.

Shenoy, V.V. and Kalagudi, G.M. (2005). Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. Biotechnology Advances. 23: 501-513.

Smith, S.M., Smith, F.A. and Jacobsen, I. (2003). Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plant irrespective of growth responses. Plant Physiology. 133: 16-20.

Smith, S.E. and Read, D.J. (2008). Mycorrhizal Symbiosis. third ed. Academic Press, London, UK.

Soltani, A., K.Khavazi, H., Asadi-Rahmani, M., Omidvari, P., Abaszadeh, and Mirhoseyni, H. (2010). Plant growth promoting characteristics in some *Flavobacterium* spp. isolated from soils of Iran. Journal of Agricultural Science. 2(4): 106 -115.

Tahir M.M, Khurshid M, Khan M.Z, Abbasi M.K. and Kazmi M.H. (2011). Lignite- derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere. 21: 124-131.

Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M. and Tawaha. A.M. (2006). Significance of Mycorrhizae. World Journal Agriculture Science. 2(1): 16-20.

Verlinden, G., Coussens, T., De Vliegher, A. and Baert, G. (2010). Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass and Forage Science. 65: 133-144.

Wani, I.A., Sogi, D.S., Wani, A.A. and Gill, B.S. (2013). Physico-chemical and functional properties of flours from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. LWT-Food Science and Technology. 53: 278-284.

Archive of SID

www.SID.ir