

اثر میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر روی، بور، پتاسیم بر ویژگی‌های زراعی و کیفی توتون

پیمان یاری^۱، بابک پاساری^{۲*}، سالار شعفر^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۶

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران
۲ و ۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: bpassary@yahoo.com

چکیده

تاثیر میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر روی، بور، پتاسیم بر خصوصیات زراعی و کیفی توتون، در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در مزارع توتون‌کاری روستای بیلو واقع در شهرستان مریوان مورد تحقیق قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح یکبار خرد شده یا اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار بود. کرت اصلی شامل تلقیح با قارچ میکوریزا (گلوبوس اینترارادیسس) در دو سطح شاهد (عدم کاربرد میکوریزا) و تلقیح با قارچ میکوریزا و عامل فرعی محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف در پنج سطح شامل شاهد (آب مقطر)، روی، بور، پتاسیم، روی+ بور+ پتاسیم در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در کمربرگ صفاتی از قبیل وزن تر و خشک برگ و در لچه برگ توتون کیفیت یا قیمت برگ تحت تاثیر تلقیح با میکوریزا کاهش معنی‌داری نشان دادند. حداکثر وزن خشک برگ تحت تاثیر محلول‌پاشی با عنصر روی حاصل گردید. همچنین در کمر برگ حداکثر وزن تر بوسیله روی و حداکثر وزن خشک تحت تاثیر بور بدست آمد. نهایتاً در لچه برگ نیز حداکثر وزن خشک برگ و کیفیت برگ بوسیله پتاسیم حاصل گردید.

واژه های کلیدی: توتون، عناصر پر مصرف، عناصر کم مصرف، محلول‌پاشی، میکوریزا

The Effect of Mycorrhiza and Foliar Application of Zinc, Boron, Potassium Elements on Agronomic Characteristics and Quality of Tobacco

Payman Yari¹, Babak Pasari^{*2}, Salar Shaaf³

Received: January 22, 2017 Accepted: March 7, 2018

1-Graduated MSc Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

2,3-Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

*Corresponding Author Email: bpassary@yahoo.com

Abstract

The effect of mycorrhiza and foliar application of Zinc + Boron + Potassium elements on agronomic characteristics and quality of tobacco was studied at Marivan- Bilo tobacco field during 2014- 2015. The experiment was split plots based on randomized complete block design with three replications. The main factor was two levels of inoculation by mycorrhiza (*Glumus interaradices*) including control (no inoculation) and inoculation by mycorrhiza and subplots were foliar application of micro and macro elements in 5 levels including control as distilled water, Zinc, Boron, Potassium, Zinc + Boron + Potassium. The results showed that in middle leaf of plant some traits such as leaf fresh and dry weight and in upper leaf, leaf cash were decreased significantly. The maximum value of leaf dry weight were achieved by foliar application of zinc. Also in middle leaf, the maximum values of leaf dry weight were obtained by Boron and also the maximum leaf fresh weight by zinc. Finally in upper leaf, the maximum dry weights and leaf cash were affected by Potassium foliar application.

Keywords: Foliar Application, Macroelement, Microelement, Mycorrhiza, Tobacco

مقدمه

کودهای شیمیایی رونق یافته است. کودهای زیستی به صورت ماده تلقیح میکروبی با راندمان بالا برای تامین یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، استفاده می‌شوند در واقع این کودها میکروارگانسیم‌هایی هستند که قادرند طی یک فرایند زیستی، عناصر غذایی خاک را از شکل غیر قابل استفاده به شکل قابل استفاده برای گیاه تبدیل کنند (آسر ۲۰۰۸). یکی از این میکروارگانسیمهای مفید قارچ میکوریزا آرباسکولار می‌باشد به طوری که میکوریزا رشد ریشه را افزایش

امروزه افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه توتون به عنوان چهارمین محصول وارداتی ایران و به دلیل صرف هزینه روزانه بیش از ۲/۶ میلیارد تومان جهت خرید و مصرف سیگار در ایران گام اساسی در خودکفایی این محصول به شمار می رود (زمانی ۱۳۸۹). به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی، در سالهای اخیر کاربرد دسته‌ای دیگر از کودها با عنوان کودهای زیستی یا بیولوژیک به عنوان جایگزین

همکاران ۲۰۰۶) بهبود پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویا (تالوت و همکاران، ۲۰۰۶) تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر کم مصرف گزارش گردیده است. با توجه به موارد مذکور این تحقیق به منظور بررسی امکان افزایش عملکرد کمی و کیفی توتون در اثر تلقیح با میکوریزا و محلول پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف در منطقه مریوان که از قطب‌های مهم تولید توتون در ایران می باشد، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی کاربرد میکوریزا و برخی عناصر کم مصرف و پرمصرف بر خواص کمی و کیفی توتون (رقم بارلی ۲۱) در شهرستان مریوان، در سال زراعی ۱۳۹۴ در روستای بیلو با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و عرض ۴۶ درجه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۴ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. مریوان با بارندگی سالانه بیش از ۷۵۰ میلی‌متر، از پر باران‌ترین مناطق ایران به شمار می‌رود. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا گذاشته شد. عامل اصلی شامل شاهد (یا عدم کاربرد میکوریزا) و میکوریزا و عامل فرعی شامل محلول پاشی عناصر کم مصرف و پرمصرف در ۵ سطح شامل: شاهد (آب مقطر)، روی، بور، پتاسیم، روی+بور+پتاسیم (با غلظت دو در هزار) انتخاب گردید. بذور گواهی شده و پوشش‌دار توتون (رقم بارلی ۲۱) از شرکت دخانیات شهرستان مریوان تهیه گردید و در خزانه درون گلدان‌های فیبری با دستگاه بذرکار پرومستر نیمه اتوماتیک کشت گردید. خزانه مورد استفاده به صورت فلوت سیستم (شناور در آب) طراحی گردید. عملیات مرسوم شامل کوددهی در خزانه و کنترل علفهای هرز در خزانه به صورت وجین دستی به طور مرتب انجام گرفت. قبل از انتقال نشاء آماده‌سازی زمین انجام گرفت. با توجه به حساسیت گیاه توتون به علف هرز انگلی گل جالیز، زمین زراعی

داده و به دنبال آن، سیستم گسترده ای از ریشه را برای جذب آب و مواد غذایی فراهم می‌نماید (فرانک ۲۰۱۰). تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزا جذب و به گیاه منتقل می‌شوند (جوز-میگویل و همکاران ۲۰۰۵؛ پاول ۲۰۰۷؛ بریتو و همکاران ۲۰۰۸). همزیستی میکوریزی همچنین سبب افزایش تحمل گیاهان میزبان به دمای زیاد، آلودگی قارچ‌های بیماریزا و اسیدیته بالای خاک و همچنین تحمل به خشکی می‌شود (چن و همکاران ۲۰۰۶).

عناصر کم مصرف برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند و ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. به عنوان مثال، عنصر روی در تولید هورمونهای رشد (اکسین) و انجام فتوسنتز، عنصر بر در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل نقش دارند (راوی و همکاران ۲۰۰۸). در کشورهای پیشرفته ۲ الی ۴ درصد از کودهای مصرفی را کودهای حاوی عناصر ریز مغذی تشکیل می‌دهد در حالی که این نسبت در ایران ناچیز بوده و تقریباً نزدیک صفر است (ملکوتی و تهرانی ۱۳۸۴). از طرف دیگر بیش از ۳۰ درصد خاک‌های قابل کشت دنیا با مشکل کمبود روی مواجه هستند که به تبع این امر گیاهان و محصولات زراعی که در این خاک‌ها پرورش می‌یابند همواره دچار کمبود عنصر روی می باشند (حافظ و همکاران ۲۰۱۳). بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه اسفرزه (مرودی و همکاران ۱۳۹۰)، افزایش درصد روغن گلرنگ (راوی و همکاران ۲۰۰۸)، افزایش عملکرد دانه کلزا (عزیزی و همکاران ۱۳۹۱) و یانگ و همکاران، ۲۰۰۹) افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در بادام زمینی (آتیا و همکاران ۲۰۰۴)، افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در بادام زمینی و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی (ناسیف و

مورد استفاده برای اولین بار جهت کشت توتون اختصاص یافت. پس از نمونه برداری خاک، مهمترین خصوصیات خاک که مورد نظر شرکت دخانیات ایران می باشد، تعیین گردید (هدایت الکتریکی: ۰/۳ دسی زیمنس بر متر، کلر: ۰/۵ میلی اکی والان بر لیتر، درصد نیتروژن: ۰/۱۰۵، کربن آلی: ۰/۶۴، فسفر و پتاسیم به ترتیب: ۷ و ۶۶۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک).

جهت تهیه بستر بذر ابتدا شخم پاییزه صورت گرفت، شخم بعدی در اوایل بهار اجرا گردید. سپس با کمک دیسک کلوخ های خاک خرد شدند. سپس قبل از نشاء کاری علف کش های ارادیکان (۵ لیتر در هکتار) و سونالان (۳ لیتر در هکتار) به خاک اضافه گردید و بلافاصله با دیسک و کولتیواتور با خاک مخلوط شد، عملیات انتقال نشاء به زمین اصلی بعد از ۲۰ روز جهت جلوگیری از اثر سوء سم بر گیاه بعد از دادن علف کش به زمین انجام گرفت. هر کرت دارای ۴ خط کاشت به طول چهار متر، با فواصل ۱۰۰ سانتیمتر بین خطوط کاشت و ۴۰ سانتیمتر بین بوته ها روی هر ردیف کاشت در نظر گرفته شد. پس از آماده سازی زمین و سربرگ زنی نشاء ها، کشت در زمین اصلی در ۹۴/۳/۹ به صورت جوی و پشته ای انجام گرفت. در مرحله انتقال نشاء و قبل از قراردادن نشاء در محل کاشت در تیمارهای مربوطه قارچ میکوریزا از نوع گلوموس اینترارادیسس (*Glumus intaradices*) (تولید شرکت ارگانیک ایران نماینده شرکت یوتا پان کانادا) در حفره نشاء ایجاد شده (۳/۳۳ گرم مایه تلقیح به ازای هر نشاء) چال گردیده و سپس نشاء ها کشت شدند.

اولین آبیاری بعد از انتقال نشاء ها به زمین (کشت در محل داغاب درون جوی های غرقاب) به فاصله سه روز و آبیاری های بعدی با طول دوره یک هفته انجام گرفت. عملیات محلول پاشی عناصر کم مصرف و پرمصرف یک ماه قبل از برداشت اولین چین به میزان دو در هزار در ساعت ۱۸-۲۰ بعد از ظهر صورت گرفت. در مراحل مختلف اجرای آزمایش مراقبت های لازم از قبیل آبیاری

با فواصل منظم و مناسب و مبارزه با علف هرز صورت گرفت. همچنین در زمین اصلی بعد از آبیاری چهارم و با توجه به مشاهده اولین لکه های علف هرز و بعد از خشک شدن جوی ها، وجین و سله شکنی و یک هفته بعد از آن خاک دادن پای بوته انجام گرفت. لازم به ذکر است در طی فصل رویشی در مزرعه آزمایشی، بیماری و آفت خاصی مشاهده نگردید. در این آزمایش در زمان برداشت هر چین صفاتی از قبیل: طول برگ، عرض برگ، ضخامت برگ، وزن خشک برگ، وزن تر برگ و قیمت برگ (قیمت بر اساس دستورالعمل اداره دخانیات) محاسبه گردید. لازم به ذکر است که برای اندازه گیری صفات از هر کرت ۲ بوته در هر سه چین (پا برگ، کمر برگ و لچه برگ) برداشت شد. جهت اندازه گیری طول و عرض برگ، در هر چین تعداد ۲ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت شد و پس از اندازه گیری دقیق طول و عرض تمامی برگ ها در هر سه چین، میانگین هر چین ثبت گردید. برای تعیین اندازه ضخامت برگ ها نیز از کولیس استفاده گردید. همچنین برای تعیین وزن خشک و تر برگ، تعداد ۲ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت شد و پس از جدا نمودن کلیه برگ ها در هر چین، مجموع وزن کل برگ ها در هر سه چین به طور جداگانه به عنوان وزن تر محسوب گردید و سپس برگ ها درون انبار قرار گرفت و پس از خشک شدن برگ ها در هر سه چین برگ ها مجدداً توزین شدند و داده ها به عنوان وزن خشک برگ ثبت گردید. برگ های برداشت شده پس از عمل آوری و خشک شدن، قبل از ورود به بازار فروش توسط کارشناس دخانیات و بر اساس ۳۵ درجه بین المللی که در آن ها چین، کیفیت و رنگ برگ ملاک ارزیابی می باشد و بر مبنای قیمت مقطوع شرکت دخانیات ایران خریداری می گردد، تعیین قیمت شدند. لازم به ذکر است درآمد توتون از طریق حاصل ضرب قیمت فروش در وزن خشک برگ بدست می آید. در نهایت پس از جمع آوری اطلاعات و داده های ثبت شده و پس از اطمینان از

بادام زمینی و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود. همچنین گزارش شده است که محلول پاشی عناصر بور، روی، پتاسیم یا منیزیم پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویای مصرفی را در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد (تالوت و همکاران ۲۰۰۶). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها همچنین نشان داد که اثر متقابل میکوریزا × محلول پاشی در سطح احتمال پنج درصد بر طول پابرگ تاثیر معنی دار دارد (جدول ۱). با توجه به شکل ۱ بیشترین طول برگ تحت تاثیر اثر متقابل میکوریزا با آب مقطر و عدم کاربرد میکوریزا با محلول پاشی روی به ترتیب به طول ۴۲/۳۳ و ۴۲/۳۷ بدست آمد. با توجه به نتایج می‌توان نتیجه گیری نمود که احتمالاً میکوریزا از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و در نتیجه افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی زمینه تامین عناصر مورد نیاز گیاه به ویژه عناصر کم مصرف و پرمصرف را فراهم نموده است. بنابراین تحت شرایط عدم تلقیح افزایش طول برگ تحت تاثیر روی مشاهده می‌گردد. ابوقالیا و خلف الله (۲۰۰۸) اعلام کردند که در شرایط تنش، گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به طور معنی‌داری غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، منگنز و روی بیشتری در درون دانه نسبت به گیاهان شاهد داشتند. شکری و مدی (۲۰۰۹) طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که میکوریزا با افزایش جذب عناصری چون فسفر، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، روی، منگنز و نیتروژن توسط ریشه‌های خود، نقش مهمی در تعادل یونی گیاهان ایفا می‌کند. همچنین در آزمایشی گلخانه‌ای توسط اصلانی کتولی (۲۰۱۲) مشخص شد که گونه‌های میکوریزایی تحت شرایط خشک نسبت به شاهد (بدون میکوریزا) بیوماس بیشتری تولید کردند.

نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس به وسیله نرم افزار آماری SAS انجام گرفت. میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۰.۵٪ مقایسه گردید.

نتایج و بحث

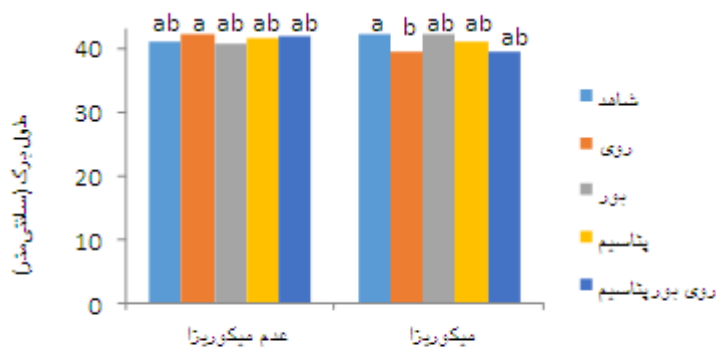
۱- طول برگ

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری را بر روی صفت طول برگ تحت تاثیر تلقیح با میکوریزا نشان نداد (جدول ۱). هر چند طول برگ در پابرگ اندکی افزایش ولی در کمربرگ اندکی کاهش یافت. به نظر می‌رسد با توجه به تشکیل زودتر برگهای پابرگ و نزدیکی این برگها به ریشه های گیاه تاثیر تلقیح با میکوریزا در آنها نمایان گردیده است. از طرفی در برگهای لچه به نظر می‌رسد چون مرحله تشکیل این برگها با فرا رسیدن روزهای خنک و آفتابی اواخر تابستان و اوایل پاییز مصادف می‌گردد تاثیر میکوریزا در تامین آب و مواد غذایی این برگها بیشتر بوده است. در این آزمایش اثر محلول پاشی عناصر نیز بر طول برگ معنی‌دار نبود. هر چند در پابرگ حداکثر طول برگ تحت تاثیر عنصر بور و در کمربرگ و لچه برگ تحت تاثیر تیمار روی + بور + پتاسیم حاصل گردید. طی تحقیقاتی که عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) در شرایط اقلیمی خرم آباد در خاک لوم سیلتی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش روی و بور در برگ عملکرد دانه کلزا به شدت افزایش یافت. همچنین این محققان اعلام کردند که به وجود این دو عنصر غذایی در خاک‌های آهکی جهت تغذیه مناسب گیاه باید توجه زیادی نمود. از طرفی ناسیف و همکاران (۲۰۰۶) اعلام نمودند که کاربرد بور باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی توتون تحت تاثیر میکوریزا و محلولپاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف

منابع تغییر	درجه آزادی	طول برگ			عرض برگ			ضخامت برگ		
		لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا
بلوک	۲	۶/۲۹ ^{ns}	۲۷/۵۳ ⁿ _s	۷/۷۱ ^{ns}	۷/۳۴ ^{ns}	۱/۹۳ ^{ns}	۵/۹۹ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}	۸/۰۲ ^{ns}	۱/۰۱ ^{ns}
میکوریزا	۱	۰/۵۷۶ ^{ns}	۰/۲۱۶ ⁿ _s	۳/۱۷ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۱۴/۱ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۲/۲۵ ^{ns}	۸/۵۳ ^{ns}
خطای اصلی	۲	۵/۵۵	۱۱/۶۴ ⁿ _s	۱/۴۶ ^{ns}	۲/۰۷	۷/۳۲ ^{ns}	۱/۵۶ ^{ns}	۴/۳۳ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۲/۱۳
محلولپاشی	۴	۵/۶۸ ^{ns}	۳/۶۷ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۳/۸۲ ^{ns}	۳/۴۷ ^{ns}	۱/۳۵ ^{ns}	۱/۶۶ ^{ns}	۱/۸ ^{ns}	۷/۸۳ ^{ns}
اثر متقابل	۴	۰/۷۷۴ ^{ns}	۹/۵۵ ^{ns}	۶/۲۴*	۰/۴۵۵ ^{ns}	۳/۶۹ ^{ns}	۱/۱۲ ^{ns}	۹/۶۶ ^{ns}	۱/۱۶ ^{ns}	۲/۱۱ ^{ns}
خطا	۱۶	۵/۵۱	۹/۱۷	۱/۹۸	۱/۶۵	۲/۵۳	۱/۹۵	۱/۸۹	۲/۲۵	۱/۰۵
ضریب تغییرات (%)		۴/۴	۵/۸۳	۳/۴۱	۵/۱۴	۵/۸۹	۵/۷۹	۳/۳۷	۳/۶	۲

** و *** و ns به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.



شکل ۱- طول پا برگ در ترکیبات تیماری کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلولپاشی

۲- عرض برگ

کردند. هر چند مبصر و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که قارچ میکوریزا اثر معنی داری بر روی عرض برگ نداشت.

در این آزمایش از نظر محلولپاشی نیز علی الرغم عدم وجود اختلاف معنی دار حداکثر عرض برگ در پابرج و کمر برگ تحت تاثیر پتاسیم ایجاد گردید. پتاسیم در افزایش سوزش توتون که از معیارهای افزایش کیفیت برگ توتون می باشد، اهمیت بسزایی دارد در حالت کمبود پتاسیم، عطر و طعم و خاصیت سوزش برگ کمتر می شود (قلی زاده و همکاران ۱۳۹۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱ نشان داد که هیچکدام از فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل از لحاظ عرض برگ اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان ندادند. به نظر می رسد در صورت اعمال تنش خشکی و حاصلخیزی پایین خاک نقش مثبت میکوریزا در این آزمایش محتمل تر می نمود. در این خصوص اصلانی کتولی (۲۰۱۲) در آزمایشی گلخانه‌ای مشاهده نمود که گونه‌های میکوریزایی تحت شرایط خشک نسبت به شاهد (بدون میکوریزا) بیوماس بیشتری تولید

سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری، کم آبی، انواع تنش‌ها، آفات و بیماری‌ها گردیده و همچنین کارایی مصرف آب و کود را افزایش می‌دهد. این عنصر جهت تشکیل و انتقال کربوهیدرات‌ها، انجام فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاه ضروری است (جعفرزاده و همکاران ۱۳۹۲).

۴- وزن تر برگ

در اثر کاربرد میکوریزا و محلول پاشی عناصر و همچنین اثرات متقابل آنها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در رابطه با وزن تر برگ مشاهده گردید (جدول ۲). مطابق جدول ۳ بیشترین وزن تر در هکتار مربوط به تیمار عدم تلقیح با میکوریزا (شاهد) می‌باشد. همچنین مطابق جدول ۴ بیشترین مقدار وزن تر برگ در تیمار محلول پاشی در پابرج مربوط به بور در کمربرگ مربوط به روی و در لچه برگ تحت تاثیر عنصر پتاسیم مشاهده گردید. به نظر می‌رسد تفاوت اندازه و مراحل رشد برگها و همچنین نیاز به نوع و مقادیر متفاوت عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد برگها سبب تفاوت واکنش نسبت به محلول پاشی عناصر گردیده باشد. اثرات متقابل داده‌های لچه برگ در جدول ۲ نیز نشان داد که از لحاظ وزن تر برگ اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در این آزمایش حداکثر وزن تر برگ تحت تاثیر تلقیح با میکوریزا و محلول پاشی روی و همچنین در تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و محلول پاشی مخلوط روی+بور+پتاسیم حاصل گردید. که این موضوع بر اساس نتایج صفات مورد بررسی قبلی منطقی به نظر می‌رسد. از آنجایی که تلقیح با میکوریزا قابلیت جذب بسیاری از عناصر از خاک را فراهم می‌آورد لزوم محلول پاشی احتمالا کمتر ضروری به نظر می‌رسد. ولی در تیمار عدم تلقیح به دلیل تثبیت عناصر غذایی در خاک و عدم امکان جذب آنها توسط ریشه های گیاه محلول پاشی ترکیب عناصر غذایی مطلوب ارزیابی می‌گردد. شکری و

تحقیقات نشان می‌دهد که پتاسیم موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ نرت می‌شود (پیری و همکاران ۲۰۱۱). نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان منطبق بود (کیوچون و همکاران ۲۰۱۱؛ بهمن‌یار و سودایی مشایی ۲۰۱۰؛ حاتمی و همکاران ۲۰۱۰).

۳- ضخامت برگ

این صفت تحت تاثیر هیچکدام از فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در این آزمایش حداکثر ضخامت برگ در پابرج توسط عنصر پتاسیم و در کمربرگ بوسیله بور حاصل گردید. از آنجایی که در زمان محلول پاشی (یک ماه قبل از برداشت پابرج) کمربرگها در حال رشد سریع بوده اند و نظر به تاثیر مثبت بور در افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز برگها، افزایش تجمع ماده خشک و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی (ناسیف و همکاران ۲۰۰۶) و افزایش رشد اندام ها (موخوپادهای ۲۰۱۳) این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. کریستوبال و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که بور از عناصر ضروری در گیاهان آوندی است و کمبود آن باعث صدمه به فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌شود، نقش آن مرتبط با متابولیسم فنل، جذب نیترات، سنتز ساختمانی دیواره سلولی و پایداری غشاء در گیاهان است. این محقق اعلام نمود که تأثیر محلول پاشی بور ممکن است به نقش این عنصر در واکنش‌های متابولیکی اساسی و تسریع در سنتز پروتئین باشد.

گزارش شده است که محلول پاشی عناصر ریز مغذی بور، روی، پتاسیم یا منیزیم پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویای مصرفی را در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد (تالوت و همکاران ۲۰۰۶). همچنین در بین عناصر غذایی ضروری گیاهان، پتاسیم از عناصر پرمصرف می‌باشد که علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول،

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی توتون تحت تاثیر میکوریزا و محلول پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر برگ			وزن خشک برگ			قیمت برگ		
		لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا
بلوک	۲	ns ^{۳۶۱۹/۴}	ns ^{۷۸۷۷۱۵/۵}	ns ^{۶۹۰۰۵۰}	ns ^{۱۳۴۱/۵}	ns ^{۲۲۵۱۸}	ns ^{۵۴۲/۷}	na ^{۲۹۲۸۰۰۰۰۰}	ns ^{۷۰۰۰۰۰}	ns ^{۳۶۳۰۰۰۰۰}
میکوریزا	۱	ns ^{۳۹۳۸/۸}	** ^{۱۲۲۲۸۱۰۰۳۸}	ns ^{۴۲۵۷۳۴/۸}	ns ^{۳۷۸}	** ^{۲۲۸۲۳/۴}	ns ^{۵۱۱۲/۳}	na ^{۱۹۲۰۰۰۰۰۰}	ns ^{۳۰۰۰۰۰۰}	** ^{۲۵۸۱۳۳۳۳۳/۳}
خطای اصلی	۲	ns ^{۴۲۹۸۹۲/۹}	۵۳۲۱۱۵/۵	۶۳۷۰۹۹/۷	۲۶۷۷/۵	ns ^{۹۲۷۶/۴}	na ^{۶۸۴/۹}	۷۰۰۰۰۰	۲۳۶۰۰۰۰۰	۴۰۳۳۳۳۳/۳
محلول پاشی	۴	** ^{۳۷۵۰۹۴۰۴/۷}	ns	ns ^{۲۹۹۸۷۷/۴}	** ^{۴۳۵۸۹/۶}	** ^{۴۱۸۹۹/۴}	** ^{۵۶۱۶/۱}	na ^{۵۵۲۰۰۰۰۰}	ns ^{۱۳۳۳۳۳}	ns ^{۷۰۵۸۳۳۳۳/۳}
اثر متقابل	۴	** ^{۲۶۴۶۳۵۶/۴}	ns ^{۶۲۹۸۲۷}	** ^{۲۳۵۱۴}	** ^{۱۵۳۹۷۸/۶}	** ^{۸۳۱۸۵۸/۸}	** ^{۲۳۵۱۴}	na ^{۵۵۲۰۰۰۰۰}	ns ^{۳۰۰۰۰۰۰}	* ^{۸۶۷۱۶۶۶۶/۷}
خطا	۱۶	۵۷۹۹۳۳/۴	۵۹۹۳۴۳/۵	۱۰۳۰۳۶	۲۹۴۸/۴	۴۶۳۰۲/۶	۵۲۳/۹	۳۶۶۶۶۶	۵۵۲۰۰۰۰۰	۴۵۳۷۵۰۰۰
ضریب تغییرات (%)	-	۴	۲۱/۵	۴/۸	۴/۵	۶/۳۲	۴/۴۶	۷/۸	۹/۹	۱۱

و* و NS به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری می باشد.

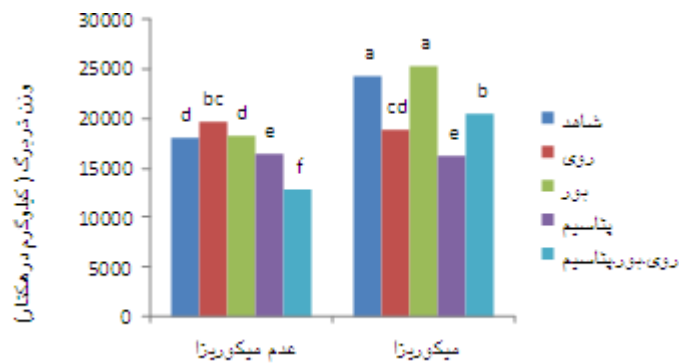
جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات کمی توتون تحت تاثیر میکوریزا و محلول پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف

عامل	سطح	وزن تر برگ (کیلوگرم در هکتار)			وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)			قیمت (ریال)		
		لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا	لچه	کمر	پا
میکوریزا	عدم تلقیح	۲۱۰۰۰/۷ ^a	۲۴۶۹/۵ ^a	۶۶۸۶/۵ ^a	۵۲۵/۷۱۷ ^a	۳۵۳۹/۹۵ ^a	۵۲۵/۷۱۷ ^a	۱۱۹۸/۸۴ ^a	۶۲۰۰۰ ^a	۹۵۶۰۰ ^a
	تلقیح	۱۷۰۱۲/۸ ^b	۳۷۰۷/۷ ^a	۶۶۶۳/۶ ^a	۴۹۹/۶۰۸ ^a	۳۲۶۶/۰۱ ^b	۴۹۹/۶۰۸ ^a	۱۱۹۱/۷۴ ^a	۶۰۰۰۰ ^a	۹۴۰۰۰ ^a
	شاهد (آب مقطر)	۱۹۲۵۹/۱ ^b	۳۶۸۵/۸ ^a	۶۸۸۵ ^a	۵۳۳/۴۸ ^a	۲۳۶۰/۸ ^a	۵۳۳/۴۸ ^a	۱۱۹۸/۱۹ ^a	۶۰۳۳/۳ ^a	۹۸۰۰۰ ^a
	روی	۲۱۷۴۶/۳ ^a	۳۱۵۳/۶ ^a	۷۲۴۵ ^a	۵۳۹/۵۴ ^a	۳۴۷۲/۷ ^a	۵۳۹/۵۴ ^a	۱۲۱۲/۹ ^a	۶۲۰۰۰ ^a	۹۰۰۰۰ ^a
محلول پاشی	بور	۲۱۱۸۰/۱ ^a	۴۰۴۷/۸ ^a	۵۲۱۹ ^a	۵۲۴/۶۵ ^{ab}	۳۶۳۳/۷ ^a	۵۲۴/۶۵ ^{ab}	۱۰۸۳/۵۴ ^c	۶۲۰۰۰ ^a	۹۶۰۰۰ ^a
	پتاسیم	۱۶۵۷۶/۳ ^c	۳۴۶۳/۵ ^a	۷۲۸۴ ^a	۴۶۴/۶ ^c	۳۶۱۱/۶ ^a	۴۶۴/۶ ^c	۱۳۱۸/۶۷ ^a	۶۲۰۰۰ ^a	۹۶۰۰۰ ^a
	روی + بور + پتاسیم	۱۶۳۹۷/۱ ^c	۳۵۹۲/۸ ^a	۶۷۴۱ ^a	۵۰۱/۰۴ ^b	۲۹۳۶/۳ ^b	۵۰۱/۰۴ ^b	۱۱۶۳/۱۷ ^b	۵۸۶۶/۷ ^a	۹۴۰۰۰ ^a

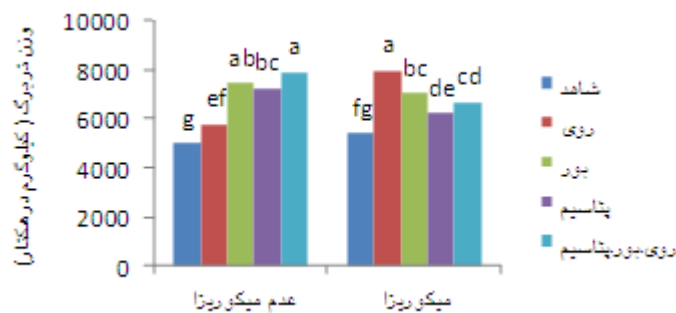
اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ندارند.

شاهد بود. همچنین گزارش شده است که محلول پاشی عناصر بور، روی، پتاسیم یا منیزیم پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویای مصرفی را در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد (تالوت و همکاران ۲۰۰۶). همچنین شایان مهر و همکاران (۱۳۹۱) و مهدوی و قلی زاده (۲۰۰۷) طی تحقیقی جداگانه تاثیر نیتروژن و پتاسیم را بر قطر ساقه توتون بارلی ۲۱ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گزارش نمودند.

مدی (۲۰۰۹) طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که میکوریزا با افزایش جذب عناصری چون فسفر، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، روی، منگنز و نیتروژن توسط ریشه‌های خود، نقش مهمی در تعادل یونی گیاهان ایفا می‌کند. رمودی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) بر عملکرد بیولوژیکی گیاه اسفرزه معنی‌دار بوده و تیمار محلول پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوری که عملکرد آن ۲۲ درصد بیشتر از



شکل ۲- وزن تر کمر برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول پاشی بر



شکل ۳- وزن تر لچه برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول پاشی بر

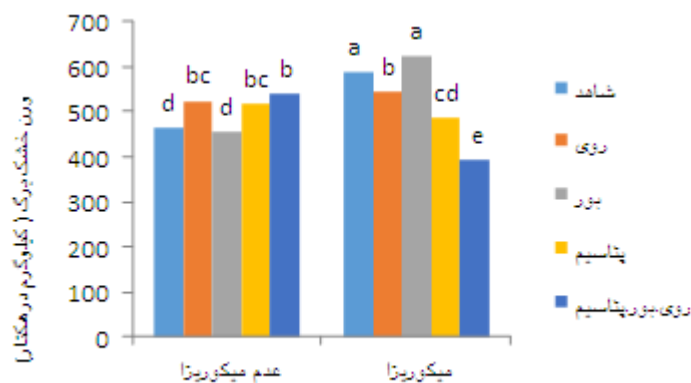
به ریشه‌ها در گیاهان میکوریزایی این انتقال تاثیری بر وزن خشک نمی‌گذارد. این محققین تایید کردند که بخشی از فتوسنتز اضافی در گیاهان میکوریزایی به وسیله خود میکوریزا مصرف می‌شود.

۵- وزن خشک برگ

وزن خشک برگ تحت تاثیر تلقیح با میکوریزا کاهش معنی‌داری نشان داد. آلن و همکاران (۱۹۸۸) بیان داشتند که با وجود انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی

افزایش روی و بور در برگ عملکرد دانه کلزا به شدت افزایش یافت. کاربرد مولیبدن و بور بر افزایش عملکرد سویا (گویرتال ۲۰۰۴) محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بور، روی، پتاسیم یا منیزیم بر افزایش پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویا (تالوت و همکاران ۲۰۰۶) افزایش ۴۶/۱ درصدی عملکرد کلزا با کاربرد بور (یانگ و همکاران ۲۰۰۹) افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد خردل هندی تحت تاثیر بور (ورما و همکاران ۲۰۱۲). افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در سویا تحت تاثیر بور (علی حسین پور و همکاران ۱۳۹۰) مثبت گزارش گردیده است. طی مطالعات متعدد نیز مصرف کود پتاسیم سبب افزایش عملکرد دانه برنج (کیوچون و همکاران ۲۰۱۱؛ بهمن‌یار و سودایی مشایی ۲۰۱۰) افزایش عملکرد غده سیب زمینی (حاتمی و همکاران ۲۰۱۰) افزایش عملکرد دانه سویا گردیده است. اثرات متقابل میکوریزا و تیمارهای مختلف محلول‌پاشی در رابطه با وزن خشک برگ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). مطابق شکل ۴ در تیمار اثرات متقابل میکوریزا با بور به میزان ۶۲۳/۰۴ کیلوگرم در هکتار حداکثر وزن خشک پابرگ حاصل گردید.

همچنین تیمار محلول‌پاشی عناصر تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ پابرگ کمربرگ و لچه برگ نشان داد. به طوری که در پابرگ محلول‌پاشی عنصر روی در کمربرگ عنصر بور و در لچه برگ عنصر پتاسیم حداکثر وزن خشک برگ مشاهده گردید. رمرودی و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده نمودند که در بین عناصر ریز مغذی محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. همچنین استفاده از محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و آهن در گیاه بادام زمینی باعث افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در مقایسه با شاهد گردید (آتیا و همکاران ۲۰۰۴). روی، فرایندهای اکسیداسیون را در سلول‌های گیاهی کاتالیز می‌کند و برای انتقال کربوهیدرات‌ها، حیاتی می‌باشد، این عنصر سوختن قند را تنظیم می‌کند و در تولید کلروفیل و تشکیل اکسین کمک می‌کند و همچنین جذب آب را افزایش می‌دهد (محبوب و رحمان و همکاران ۲۰۱۱). ناسیف و همکاران (۲۰۰۶) اعلام نمودند که کاربرد بور باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در بادام زمینی و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود. طی تحقیقاتی که عزیززی و همکاران (۱۳۹۱) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با



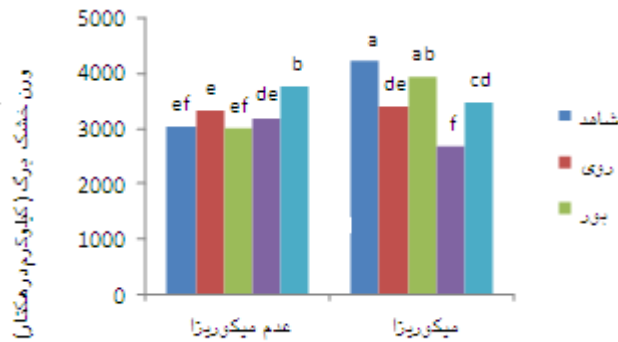
شکل ۴- وزن خشک پابرگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر

میزان ۴۲۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. در اینجا نیز به نظر می‌رسد تلفیح با میکوریزا از طریق

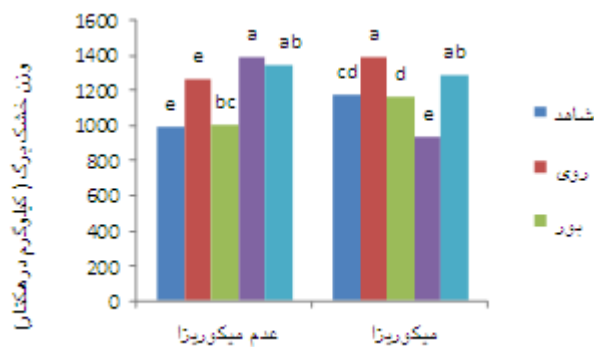
همچنین مطابق شکل ۵ در تیمار اثرات متقابل میکوریزا با آب مقطر (شاهد) حداکثر وزن خشک کمربرگ به

مطابق شکل ۶ در تیمار اثرات متقابل عدم میکوریزا با پتاسیم و روی به ترتیب ۱۳۹۲/۶۷ و ۱۳۹۲/۱۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقدار وزن خشک بدست آمد.

افزایش جذب عناصر غذایی نیاز گیاه به عناصر مذکور را تامین نموده است بنابراین تحت شرایط تلقیح با میکوریزا و محلول پاشی عناصر حداکثر وزن خشک برگ در تیمار شاهد حاصل گردیده است. از طرف دیگر



شکل ۵- وزن خشک کمر برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول پاشی بر



شکل ۶- وزن خشک لچه برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول پاشی بر

عمل آوری برگهای توتون می‌گردد شده باشد. تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که علاوه بر عناصر متعدد نیتروژن یا ازت نیز توسط سیستم میکوریزا جذب می‌شوند و به گیاه منتقل می‌شوند (چن و همکاران ۲۰۰۶). همچنین ابوقالیا و خلف الله (۲۰۰۸) اعلام کردند که در شرایط تنش، گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به طور معنی‌داری غلظت نیتروژن بیشتری در درون دانه نسبت به گیاهان شاهد داشتند. شکری و مدی (۲۰۰۹) نیز طی تحقیقاتی افزایش جذب عناصری چون فسفر، منیزیم، پتاسیم،

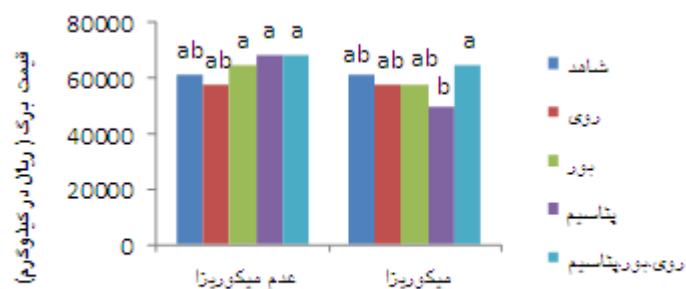
۶- قیمت یا کیفیت برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های پا برگ و کمر برگ در جدول ۲ نشان داد که هیچکدام از فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل از لحاظ محتوای قیمت یا کیفیت برگ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در این آزمایش تیمار تلقیح با میکوریزا باعث کاهش معنی‌دار کیفیت برگ گردید. احتمال می‌رود میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن در اواخر فصل که سبب کاهش کیفیت و

در شرایط تلقیح با مایکوریزا حداکثر کیفیت برگ تحت تاثیر محلول پاشی با مخلوط عناصر روی + بور + پتاسیم حاصل گردید. به نظر می‌رسد با توجه به توانایی قارچ مایکوریزا در جذب عناصر از خاک در تیمار عدم تلقیح با مایکوریزا محلول پاشی تاثیر بیشتری در افزایش کیفیت برگ به دلیل جذب این عناصر داشته است.

کلسیم، روی، منگنز و نیتروژن توسط ریشه‌های مایکوریزا را گزارش نمودند.

نتایج حاصل از اثرات متقابل کیفیت یا قیمت لچه برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید و همچنان که در شکل ۷ مشاهده می‌گردد حداکثر قیمت برگ در شرایط عدم تلقیح با مایکوریزا و تحت تاثیر محلول پاشی با عناصر حاصل گردیده است. در این آزمایش همچنین



شکل ۷- اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا در سطوح مختلف محلول پاشی بر قیمت لچه برگ

بر روی شاخص‌های مورد نظر بود. از طرف دیگر محلول پاشی عناصر اثرات مثبتی بر صفات مورد بررسی داشت. از آنجایی که در گیاه توتون بیشترین وزن و تعداد برگها مربوط به کمر برگ است و این صفت تحت تاثیر محلول پاشی عنصر بور به حداکثر رسید تیمار برتر از نظر عملکرد کمی شناخته شد. از نظر کیفی یا شاخص قیمت برگ حداکثر کیفیت تحت تاثیر پتاسیم حاصل گردید. در نهایت از آنجایی که درآمد زارعین از طریق حاصل ضرب وزن خشک برگ در قیمت بدست می‌آید. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش حداکثر درآمد در تیمار محلول پاشی با عنصر پتاسیم حاصل گردید. همچنین نتیجه گیری گردید که در صورت عدم استفاده از میکوریزا محلول پاشی عناصر تاثیر مثبت بر کمیت و کیفیت توتون خواهد داشت.

تأثیر مطلوب محلول پاشی عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) بر افزایش عملکرد موسیلاژ اسفرزه (رمرودی و همکاران ۱۳۹۰) محلول پاشی روی و منگنز بر افزایش روغن گلرنگ (موحدی دهنوی و همکاران ۲۰۱۰) محلول پاشی بور بر افزایش درصد پروتئین و روغن سویا (علی حسین پور و همکاران ۱۳۹۰) محلول پاشی عنصر پتاسیم موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ ذرت (پری و همکاران ۲۰۱۱) همچنین پتاسیم در افزایش عطر و طعم و بهبود خاصیت سوزش برگ که از معیارهای افزایش کیفیت برگ توتون می‌باشد (قلی‌زاده و همکاران ۱۳۹۲) گزارش گردیده است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق بیانگر عدم تاثیر مطلوب و تاثیرگذار مورد انتظار تحت تاثیر تلقیح با قارچ میکوریزا

منابع مورد استفاده

- Abo-Ghaliya HH, and Khalafallah AA, 2008. Responses of wheat plants associated with arbuscular mycorrhizal fungi to short term water stress followed by recovery at three growth stages. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(5), 570-580.
- Ali hoseinpor F, Rafii M, and Farnia A, 2012. Study the foliar application of boron on quality and quantity characters of soybean genotype. *Crop Physiology Journal*, 3(11):33-46. (In Persian).
- Allen MF, 1988. Below ground structure: A key to reconstructing a productive arid ecosystem. In: Allen, E. (Ed.), *Reconstruction of disturbed arid ecosystems*. Westview Press, Boulder, Colorado. 113-135.
- Aser Gk, 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*punica granatum* L.). *Bioresource Technology*, 97 (6): 98-109.
- Aslani-Katoli E, 2012. Study of symbiotic relationship between some range plants and mycorrhizae fungi. M.Sc. thesis, Ferdowsi University of Mashhad. 98p
- Attia KK, 2004. Response of two peanut varieties to phosphorus fertilization and foliar application of certain micronutrients under sandy calcareous soil conditions. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 35: 253-267.
- Azizi Kh, Norouzian A, Heydar S, and yaghubi M, 2012. The study of effect of zinc and boron foliar application on yield, yield components, seed oil and protein content and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Khorramabad climatic conditions, *Journal of Agronomy Science*, 4(15): 1-15. (In Persian).
- Ayad HS, Reda F, and Abdalla MSA, 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 6: 601-608.
- Bahmanyar MA, and Soodaee Mashae S, 2010. Influences of nitrogen and potassium top dressing on yield and yield components as well as their accumulation in rice (*Oryza sativa* L.). *African Journal of Biotechnology*. 9: 18. 2648-2653.
- Brito I, Michael J, Goss M, and Carvalho DE, 2008. Agronomic management of indigenous Mycorrhizas. *Universidade de Evora, ICAM, Apartado*. 94:547-554.
- Chen B D, Zhu Y. G, and Smith FA, 2006. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on uranium and arsenic accumulation by Chinese brake fern (*Pteris vittata* L.) from a uranium mining-impacted soil. *Chemosphere*. 62: 1464-73.
- Cristobal J C, Rodriguez MBH, Beato VM, Rexach J, Gochicoa MTN, Maldonado JM, and Fontes AG, 2008. The expression of several cell wall- related genes in Arabidopsis roots is down-regulated under boron deficiency. *Environmental and Experimental Botany*. 63(1): 351-358.
- Eraslan F, Inal A, Savasturk O, and Gunes A, 2007. Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*. 114: 5-10.
- Frank O, 2010. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production usinsphosphate solubilizing fungi. *Bioresource Technology*, 101(11):1-13.
- Jafarzade R, Jami Moeini M, and Hokmabadi M, 2013. Response of yield and yield components in wheat to soil and foliar application of nano potassium fertilizer. *Crop production Research*, 5(2): 189-198. (In Persian).
- Jose´-Miguel B, Mari´a JP, Rosario A, Concepcio´ N, and Azco´ N. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Experimental Botany*, 56 (417): 1761-1778.
- Ghazi N, and Al-Karaki M, 1998. Benefit, cost and water-use efficiency of arbuscular mycorrhizal durum wheat grown under drought stress. *Mycorrhiza*, 8:41-45.

- Gholizadeh A GH, Dordipour E, and Mahdavi AR, 2013. Determining the critical level of potassium in the soils of tobacco farms of Golestan and Mazandaran Provinces. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 3(1):215-229. (In Persian).
- Guertal EA, 2004. Boron fertilization of bentgrass. *Crop Science*, 44: 204–208.
- Hafeez BA, Khanifa YM, Samsuria AW, Radziaha O, Zakariab W, and Saleem M, 2010. Evaluation of rice genotypes for zinc efficiency under flooded condition. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for an acidic Changing World. 1-6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Hafeez Y, Khanif M, and Saleem M, 2013. Role of zinc in plant nutrition. *American Journal of Experimental Agriculture*, 39(142):304-339.
- Hatami H, Aynehband A, Azizi M, Soltani A, and Dadkhah AR, 2010. Effect of potassium fertilizer on growth and yield of soybean cultivars in North Khorasan. *Journal of Crop Ecophysiology*, 2(2): 75-90. (In Persian).
- Kaya C, Tuna AL, Dikilitas M, and Ashraf M, 2009. Supplementary phosphorous can alleviate boron toxicity in tomato. *Scientia Horticulturae*. 121: 284-288.
- Mahbubur Rahman KM, Abul Khair Chowdhury MD, Sharmeen F, Sarkar A, Hye MA, and Biswas GCh, 2011. Effect of Zinc and Phosphorus on yield of *Oryza sativa* (cv. BR-11). *Bangladesh Research. Publication Journal*, 5(4): 351-358.
- Mahdavi AA, and Golizadeh A A, 2007. Investigation of branch congestion effects and different fertilization levels on quantity and quality particular. Publishing's of Central Tobacco Research Tirtash. Tobacco number 326 K. 30 Pp. (In Persian).
- Malakoti M, and Tehrani J, 2006. The role of micronutrient in yield increasing and improving agriculture product quality. *Tarbiat modares university publishing*. 396 page. (In Persian).
- Mobasser H, Mehraban A, Kohkan S, and Moradgholi A, 2012. Mycorrhiza (*Glomus mossea*) effects on protein percent and agronomic traits of four varieties of corn in the Sistan region. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 103: 105-114. (In Persian).
- Movahedy Dehnavy MSA, Modarres Sanavi M, and Barzegar M, 2010. Effects of withholding irrigation and foliar application of Z and Mn on fatty acid composition and seed oil content in winter safflower. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 86: 2-10 (In Persian).
- Mukhopadhyay M, Ghosh PD, and Mondal TK, 2013. Effect of boron deficiency on photosynthesis and antioxidant responses of young tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) plantlets. *Russian Journal of Plant Physiology*, 60:633–639.
- Nasef MA, Badran NM, and Abd El-Hamide AF, 2006. Response of peanut to foliar spray with boron and/or rhizobium inoculation. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(12): 1330-1337.
- Paul A. 2007. *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. 514 p.
- Perry TW, Rhykerd CL, Holt DA, and Mayo HH, 2011. Effect of potassium fertilization on chemical characteristics, yield and nutritive value of corn silage. *Journal of Animal science*, 34:642-646.
- Qi-chun Z, Guang-huo W, Yu-ke F, Peiyuan Q, and Schoenau JJ, 2011. Effect of potassium fertilization on soil potassium pools and rice response in an intensive cropping system in China. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174: 73-80.
- Ramroudi, M, Keikha Jaleh, M, Galavi, M, Seghatoleslami, M J, and Baradran, R, 2011. The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on quantitative and qualitative yields of (*Plantago ovata* Forsk.). *Journal of Agroecology*, 3(2): 219-226. (In Persian).
- Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN, and Dharmatti PR, 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agriculture Science*, 32: 382-385.

- Sarker SK, Chowdhury MAH, and Zakir HM, 2002. Sulphur and boron fertilization on yield quality and nutrient uptake by bangladeesh soybean-4. *Journal of Biologica Science*, 2: 729-733.
- Shayanmehr A, Roshdi M, Rezaost S, and Khalili mohaleh H, 2013. The effect of nitrogen and potassium on yield and growing characters of tobacco. *Research in Agronomy Sciences Journal*. 5 (18): 27-35. (In Persian).
- Shokri S, and Maadi B, 2009. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on the mineral nutrition and yield of *Trifolium alexandrinum* plants under salinity stress. *Journal of Agronomy*, 8:79-83.
- Thalooth AT, Tawfik MM, and Magda Mohammad H, 2006. A compartative study on the effect of foliar application of zinc, potassium, boron and maganesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress condition department of field crops research, national research center, dokki, Giza, Egypt.
- Verma CK, Prasad K, and Yadav D, 2012. Studies on response of sulphur zinc and boron levels on yield, economics and nutrients uptake of mustard (*Brassica napus* L.) (Czernj & Cosson). *Crop Research*, 44(1-2): 75-78.
- Yang M, Shi L, Xu FS, Lu JW, and Wang YH, 2009. Effects of B, Mo, Zn and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*, 19(1): 53-59.
- Zamani, P. 2010. Tobacco agronomy and quring. First print. Publishing of Tehran Behandishan. 164 Pp (In Persian).