نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۸ / شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۷

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

پیمان یاری[۱]، بابک پاساری[۲*]، سالار شعف[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: bpasary@yahoo.com

چکیده

تاثیر میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر روی، بور، پتاسیم بر خصوصیات زراعی و کیفی توتون، در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹٤ 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 (*گلوموس 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. نهایتا در لچه برگ نیز حداکثر وزن خشک برگ وکیفیت 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 Yari [1], Babak Pasari[*2], Salar Shaaf [3]

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: bpasary@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 inoclution) and inoclution 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

امروزه افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه توتون به عنوان چهارمین محصول وارداتی ایران و به دلیل صرف هزینه روزانه بیش از ۳/٦ میلیارد تومان جهت خرید و مصرف سیگار در ایران گام اساسی در خودکفایی این محصول به شمار می‌رود (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 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 میکروارگانیسم‌هایی 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 میگروارگانیسمهای مفید قارچ میکوریزا آرباسکولار می‌باشد به طوری که میکوریزا رشد ریشه را افزایش

داده و به دنبال آن، سیستم گسترده‌ای 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 وآهن 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 ٤ 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 ۱۳۸٤). 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 خاک ها پرورش می‌یابند همواره دچار کمبود عنصر روی می‌باشند (حافظ و همکاران ۲۰۱۳). بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه اسفرزه (رمرودی و همکاران ۱۳۹۰)، افزایش درصد روغن گلرنگ (راوی و همکاران ۲۰۰۸)، افزایش عملکرد دانه کلزا (عزیزی و همکاران ۱۳۹۱؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۹) افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در بادام زمینی (آتیا و همکاران ۲۰۰٤)، 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 همکاران ۲۰۰٦) بهبود پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویا (تالوت و همکاران ۲۰۰٦) تحت تأثیر محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف در منطقه مریوان که از قطب های 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 بارلی۲۱) در شهرستان مریوان، در سال زراعی ۱۳۹٤ در روستای بیلو با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و عرض ٤٦ درجه شمالی و ارتفاع ۱۳۲٤ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. مریوان با بارندگی سالانه بیش از ۷۵۰ میلی‌متر، از پرباران‌ترین 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 محلول‌پاشی 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 درخزانه 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

مورد استفاده برای اولین بار جهت کشت توتون اختصاص یافت. پس از نمونه‌برداری خاک، مهمترین خصوصیات خاک که مورد نظر شرکت دخانیات ایران می‌باشد، تعیین گردید (هدایت الکتریکی: ۰/۳ دسی زیمنس بر متر، کلر: ۰/۵ میلی اکی والان بر لیتر، درصد نیتروژن: ۰/۱۰۵، کربن آلی: ۰/٦٤، فسفر و پتاسیم به ترتیب: ۷ و ٤٦۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک).

جهت تهیه بستر بذر ابتدا شخم پاییزه صورت گرفت، شخم بعدی در اوایل بهار اجرا گردید. سپس با کمک دیسک کلوخ‌های خاک خرد شدند. سپس قبل از نشاء کاری علف کش‌های 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 ٤ خط کاشت به طول چهار متر، با فواصل ۱۰۰ سانتیمتر بین خطوط کاشت و٤۰ سانتیمتر بین بوته‌ها روی هر ردیف کاشت در نظر گرفته شد. پس از آماده سازی زمین و سربرگ زنی نشاءها، کشت در زمین اصلی در ۹٤/۳/۹ به صورت جوی و پشته‌ای 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 یوتاپان کانادا) در حفره نشاء ایجاد شده (۳/۳۳ گرم مایه تلقیح به ازای هر نشاء) چال گردیده و سپس نشاءها کشت شدند.

اولین آبیاری بعد از انتقال نشاها به زمین (کشت در محل داغاب درون جوی‌های غرقاب) به فاصله سه روز و آبیاری‌های بعدی با طول دوره یک هفته انجام گرفت. عملیات محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و پرمصرف یک ماه قبل از برداشت اولین چین به میزان دو در هزار در ساعت ۱۸-۲۰ بعدازظهر صورت گرفت. در مراحل مختلف اجرای آزمایش مراقبت‌های 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 لکه‌های علف هرز و بعد از خشک شدن جوی‌ها، وجین و سله‌شکنی و یک هفته بعد از آن خاک دادن پای بوته انجام گرفت. لازم به ذکر است در طی فصل رویشی در مزرعه آزمایشی، بیماری وآفت 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 هرکرت 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 برگ‌ها در هر سه چین، میانگین هر چین ثبت گردید. برای تعیین اندازه ضخامت برگ‌ها 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 برگها در هر چین، مجموع وزن کل برگ‌ها درهر سه چین به طور جداگانه به عنوان وزن تر محسوب گردید و سپس برگها درون انبار قرار گرفت و پس از خشک شدن برگ‌ها در هر سه چین برگ‌ها مجددا توزین شدند و داده‌ها به عنوان وزن خشک برگ ثبت گردید. برگ‌های برداشت شده پس از عمل‌آوری و خشک شدن، قبل از ورود به بازار فروش توسط کارشناس دخانیات و بر اساس ۳۵ درجه بین المللی که در آن‌ها چین، کیفیت و رنگ برگ ملاک ارزیابی می‌باشد و بر مبنای قیمت مقطوع شرکت دخانیات ایران خریداری می‌گردد، تعیین قیمت شدند. لازم به ذکر است درآمد توتون از طریق حاصلضرب قیمت فروش در وزن خشک برگ بدست می‌آید. در نهایت پس از جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های ثبت شده و پس از

اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس به وسیله نرم افزار آماری SAS انجام گرفت. میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ مقایسه گردید.

نتایج و بحث

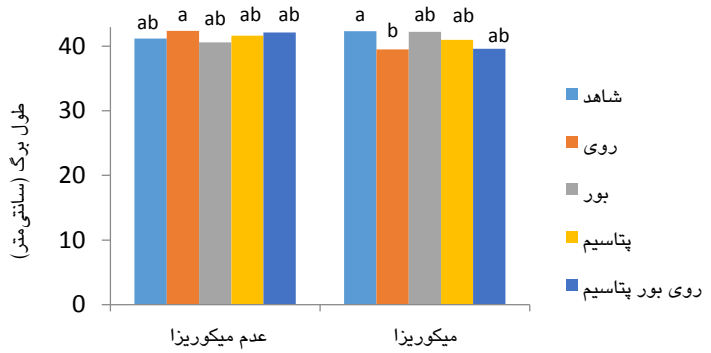
۱- طول برگ

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری را بر روی صفت طول برگ تحت تاثیر تلقیح با میکوریزا نشان نداد (جدول۱). 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 ریشه‌های 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 محلول‌پاشی 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 بادام زمینی و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود. همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی 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 × محلول‌پاشی در سطح احتمال پنج درصد بر طول پابرگ تاثیر معنی‌دار دارد (جدول ۱). با توجه به شکل ۱ بیشترین طول برگ تحت تاثیر اثر متقابل میکوریزا با آب مقطر و عدم کاربرد میکوریزا با محلول‌پاشی روی به ترتیب به طول ۴۲/۳۳ و ۴۲/۳۷ بدست آمد. با توجه به نتایج می‌توان نتیجه گیری نمود که احتمالا میکوریزا از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و در نتیجه افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی زمینه تامین عناصر مورد نیاز گیاه به ویژه عناصرکم 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 ریسه‌های 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.

جدول۱- 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		
		پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه
بلوک	۲	۷/۷۱^{ns}	۲۷/۵۳^{ns}	٦/۲۹^{ns}	٥/۹۹^{ns}	۱/۹۳^{ns}	۷/۳٤^{ns}	۱/٤۳^{ns}	۸/۰۳^{ns}	۱/۰۱^{ns}
میکوریزا	۱	۳/۱۷^{ns}	۰/۲۱٦^{ns}	۰/٥۷٦^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱٤/۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۱/۳۳^{ns}	۲/۲٥^{ns}	۸/٥۳^{ns}
خطای اصلی	۲	۱/٤٦^{ns}	۱۱/٦٤^{ns}	٥/٥٥	۱/٥٦^{ns}	۷/۳۲^{ns}	۲/۰۷	٤/۳۳^{ns}	۱/۹^{ns}	۲/۱۳
محلول‌پاشی	٤	۰/۷۸^{ns}	۳/٦۷^{ns}	٥/٦۸^{ns}	۱/۳٥^{ns}	۳/٤۷^{ns}	۳/۸۲^{ns}	۱/٦٦^{ns}	۱/۸^{ns}	۷/۸۳^{ns}
اثر متقابل	٤	٦/۲٤*	۹/٥٥^{ns}	۰/۷۷٤^{ns}	۱/۱۲^{ns}	۳/٦۹^{ns}	۰/٤٥٥^{ns}	۹/٦٦^{ns}	۱/۱٦^{ns}	۲/۱۱^{ns}
خطا	۱٦	۱/۹۸	۹/۱۷	٥/٥۱	۱/۹٥	۲/٥۳	۱/٦٥	۱/۸۹	۲/۲٥	۱/۰٥
ضریب تغییرات٪		۳/٤۱	٥/۸۳	٤/٤	٥/۷۹	٥/۸۹	٥/۱٤	۳/۳۷	۳/٦	۲

*و** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می باشد.



شکل۱- طول پا برگ در ترکیبات تیماری کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی

۲- عرض برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول۱ نشان داد که هیچکدام از فاکتورهای آزمایشی و اثرات متقابل از لحاظ عرض برگ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. به نظر می‌رسد در صورت اعمال تنش خشکی و حاصلخیزی پایین خاک نقش مثبت میکوریزا در این آزمایش محتمل‌تر می‌نمود. 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 کردند. هر چند مبصر و همکاران(۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که قارچ میکوریزا اثر معنی‌داری بر روی عرض برگ ذرت داشته است.

در این آزمایش از نظر محلول‌پاشی نیز علی‌الرغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار حداکثر عرض برگ در پابرگ و کمربرگ تحت تاثیر پتاسیم ایجاد گردید. پتاسیم در افزایش سوزش توتون که از معیارهای افزایش کیفیت برگ توتون می‌باشد، اهمیت بسزایی دارد در حالت کمبود پتاسیم، عطر و طعم و خاصیت سوزش برگ کمتر می‌شود (قلی‌زاده و همکاران ۱۳۹۲). تحقیقات نشان می‌دهد که پتاسیم موجب افزایش محتوای نشاسته، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و افزایش سطح کاروتن در برگ ذرت 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 پابرگ توسط عنصر پتاسیم و در کمربرگ بوسیله بور حاصل گردید. از آنجایی که در زمان محلول‌پاشی (یک ماه قبل از برداشت پابرگ) کمربرگها در حال رشد سریع بوده‌اند 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 اندام‌ها (موخوپادهیای 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 ساختمان دیواره سلولی و پایداری غشاء در گیاهان است. این محقق اعلام نمود که تأثیر محلول‌پاشی بور ممکن است به نقش این عنصر در واکنش‌های متابولیکی اساسی و تسریع در سنتز پروتئین باشد.

گزارش شده است که محلول‌پاشی 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، 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 محلول‌پاشی 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 ٤ بیشترین مقدار وزن تر برگ در تیمار محلول‌پاشی در پابرگ 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 محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی روی و همچنین در تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی احتمالا کمتر ضروری به نظر می‌رسد. ولی در تیمار عدم تلقیح به دلیل تثبیت عناصر غذایی در خاک و عدم امکان جذب آنها توسط ریشه‌های گیاه محلول‌پاشی ترکیب عناصر غذایی مطلوب ارزیابی می‌گردد. شکری و

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی توتون تحت تاثیر میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر برگ			وزن خشک برگ			قیمت برگ		
		پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه
بلوک	۲	۶۹۰۰۵۰^{ns}	۷۸۷۷۱۵/۵^{ns}	۳۶۱۹/۴^{ns}	۵۴۲/۷^{ns}	۲۲۵۱۸^{ns}	۱۳۴۱/۵^{ns}	۷۰۰۰۰۰^{ns}	۲۹۲۸۰۰۰۰۰^{ns}	۳۶۳۰۰۰۰۰^{ns}
میکوریزا	۱	۴۲۵۷۳۴/۸^{ns}	۱۲۲۲۸۱۰۳۸**	۳۹۳۸/۸^{ns}	۵۱۱۲/۳^{ns}	۲۶۲۸۲۳/۴**	۳۷۸^{ns}	۳۰۰۰۰۰^{ns}	۱۹۲۰۰۰۰۰^{ns}	۲۵۸۱۳۳۳۳۳/۳**
خطای اصلی	۲	۵۳۲۱۱۵/۵	۴۲۹۸۹۲/۹^{ns}	۷۷۶۶/۹	۶۸۴/۹^{ns}	۹۲۷۶/۴^{ns}	۲۶۷۷/۵	۷۰۰۰۰۰	۳۳۶۰۰۰۰۰	۴۰۳۳۳۳۳/۳
محلول‌پاشی	۴	۶۳۷۰۹۹/۷^{ns}	۳۷۵۰۹۴۰۴/۷**	۴۲۹۴۸۷۷/۴^{ns}	۵۶۱۶/۱**	۴۸۱۸۹۹/۴**	۴۳۵۸۹/۶**	۱۳۳۳۳۳^{ns}	۵۵۲۰۰۰۰۰^{ns}	۷۰۵۸۳۳۳۳/۳^{ns}
اثر متقابل	۴	۶۲۹۸۲۷^{ns}	۲۶۴۶۳۵۶۴/۴**	۲۸۸۴۱۵۴/۷*	۲۳۵۱۴**	۸۳۱۸۵۸/۸**	۱۵۳۹۷۸/۶**	۳۰۰۰۰۰^{ns}	۵۵۲۰۰۰۰۰^{ns}	۸۶۷۱۶۶۶۶/۷*
خطا	۱۶	۵۹۹۳۴۳/۵	۵۷۹۹۳۳/۴	۱۰۳۰۳۶	۵۲۳/۹	۴۶۳۰۲/۶	۲۹۴۸/۴	۳۶۶۶۶۶	۵۵۲۰۰۰۰۰	۴۵۳۷۵۰۰۰
ضریب‌تغییرات	-	۲۱/۵	۴	۴/۸	۴/۴۶	۶/۳۲	۵	۹/۹	۷/۸	۱۱

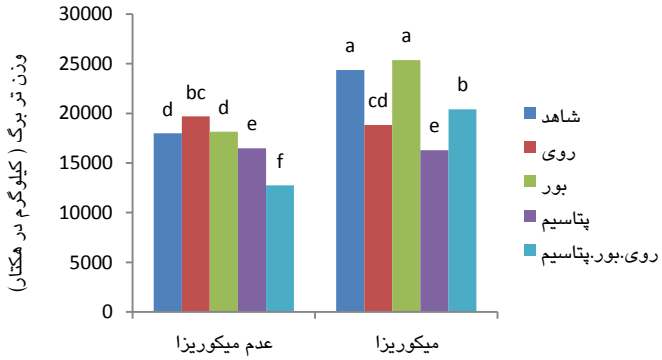
*و** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می باشد.

جدول۳- نتایج مقایسه میانگین صفات کمی توتون تحت تاثیر میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و پر مصرف

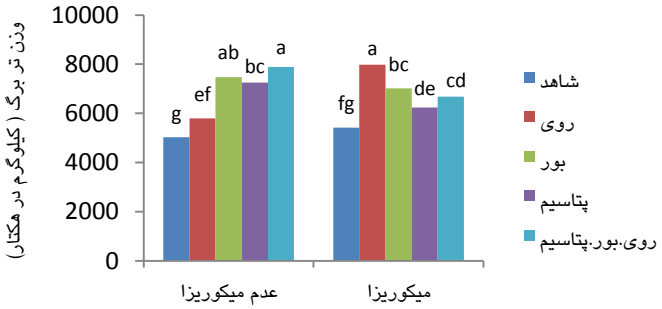
عامل	سطح	وزن تر برگ (کیلوگرم در هکتار)			وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)			قیمت (ریال)		
		پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه	پا	کمر	لچه
میکوریزا	عدم تلقیح	۳۴۶۹/۵^{a}	۲۱۰۵۰/۷^{a}	۶۶۸۶/۵^{a}	۵۲۵/۷۱۷^{a}	۳۵۳۹/۹۵^{a}	۱۱۹۸/۸۴^{a}	۶۲۰۰۰^{a}	۹۵۶۰۰^{a}	۶۳۹۳۳^{a}
	تلقیح	۳۷۰۷/۷^{a}	۱۷۰۱۲/۸^{b}	۶۶۶۳/۶^{a}	۴۹۹/۶۰۸^{a}	۳۲۶۶/۰۱^{b}	۱۱۹۱/۷۴^{a}	۶۰۰۰۰^{a}	۹۴۰۰۰^{a}	۵۸۰۶۷^{b}
محلول‌پاشی	شاهد (آب مقطر)	۳۶۸۵/۸^{a}	۱۹۲۵۹/۱^{b}	۶۸۸۵^{a}	۵۳۳/۴۸^{a}	۳۳۶۰/۸^{a}	۱۱۹۸/۱۹^{a}	۶۰۳۳/۳^{a}	۹۸۰۰۰^{a}	۵۷۳۳۳^{a}
	روی	۳۱۵۳/۶^{a}	۲۱۷۴۶/۲^{a}	۷۲۴۵^{a}	۵۳۹/۵۴^{a}	۳۴۷۲/۷^{a}	۱۲۱۲/۹^{a}	۶۲۰۰۰^{a}	۹۰۰۰۰^{a}	۶۱۰۰۰^{a}
	بور	۴۰۴۷/۸^{a}	۲۱۱۸۰/۱^{a}	۵۲۱۹^{a}	۵۲۴/۶۵^{ab}	۳۶۳۳/۷^{a}	۱۰۸۳/۵۴^{c}	۶۲۰۰۰^{a}	۹۶۰۰۰^{a}	۶۱۰۰۰^{a}
	پتاسیم	۳۴۶۳/۵^{a}	۱۶۵۷۶/۲^{c}	۷۲۸۴^{a}	۴۶۴/۶^{c}	۳۶۱۱/۶^{a}	۱۳۱۸/۶۷^{a}	۶۲۰۰۰^{a}	۹۶۰۰۰^{a}	۶۶۵۰۰^{a}
	روی+ بور+ پتاسیم	۳۵۹۲/۸^{a}	۱۶۳۹۷/۱^{c}	۶۷۴۱^{a}	۵۰۱/۰۴^{b}	۲۹۳۶/۲^{b}	۱۱۶۳/۱۷^{b}	۵۸۶۶/۷^{a}	۹۴۰۰۰^{a}	۵۹۱۶۷^{a}

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

مدی (۲۰۰۹) طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که میکوریزا با افزایش جذب عناصری چون فسفر، منیزیم، پتاسیم، کلسیم، روی، منگنز و نیتروژن توسط ریسه‌های خود، نقش مهمی در تعادل یونی گیاهان ایفا می‌کند. رمرودی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) بر عملکرد بیولوژیکی گیاه اسفرزه معنی‌دار بوده و تیمار محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوری که عملکرد آن ۲۲ درصد بیشتر از شاهد بود. همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی 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 قلی‌زاده (۲۰۰۷) طی تحقیقی جداگانه تاثیر نیتروژن و پتاسیم را بر قطر ساقه توتون بارلی۲۱ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گزارش نمودند.



شکل۲- وزن تر کمر برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر



شکل۳- وزن تر لچه برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر

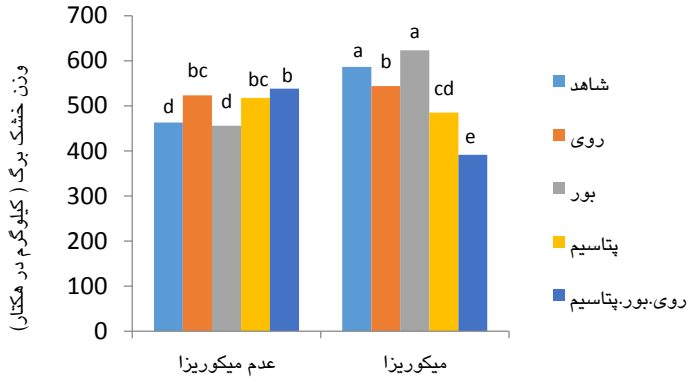
۵- وزن خشک برگ

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 به ریشه ها 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.

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 ۲۰۰٤). 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 (محبوبور رحمان و همکاران ۲۰۱۱).

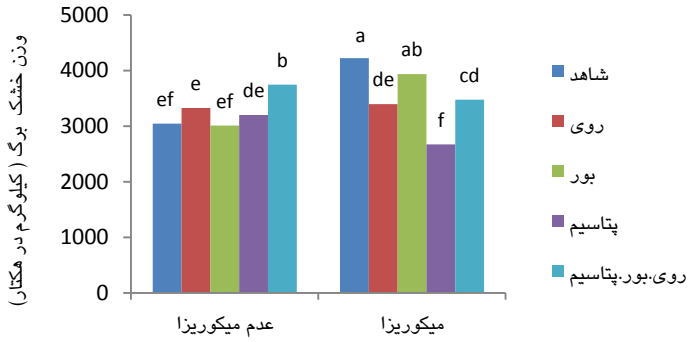
ناسیف و همکاران (۲۰۰٦) اعلام نمودند که کاربرد بور باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در بادام زمینی و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود. طی تحقیقاتی که عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش روی و بور در برگ عملکرد دانه کلزا به شدت افزایش یافت. کاربرد مولیبدن و بور بر افزایش عملکرد سویا (گویرتال ۲۰۰٤) محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بور، روی، پتاسیم یا منیزیم بر افزایش پارامترهای رویشی و صفات عملکردی سویا (تالوت و همکاران ۲۰۰٦) افزایش ٤٦/۱ 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 (جدول۲). مطابق شکل ٤ در تیمار اثرات متقابل میکوریزا با بور به میزان ٦۲۳/۰٤ کیلوگرم در هکتار حداکثر وزن خشک پابرگ حاصل گردید.

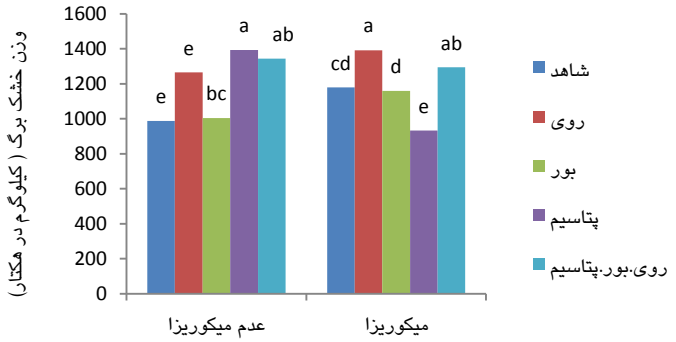


شکل۴- وزن خشک پا برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر

همچنین مطابق شکل ۵ در تیمار اثرات متقابل میکوریزا با آب مقطر (شاهد) حداکثر وزن خشک کمربرگ به میزان ٤٢٢١/٧ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. در اینجا نیز به نظر می‌رسد تلقیح با میکوریزا از طریق افزایش جذب عناصر غذایی نیاز گیاه به عناصر مذکور را تامین نموده است بنابراین تحت شرایط تلقیح با میکوریزا و محلول‌پاشی عناصر حداکثر وزن خشک برگ در تیمار شاهد حاصل گردیده است. از طرف دیگر مطابق شکل ٦ در تیمار اثرات متقابل عدم میکوریزا با پتاسیم و روی به ترتیب ١٣٩٢/٦٧ و ١٣٩٢/١٣ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقدار وزن خشک بدست آمد.



شکل۵- وزن خشک کمر برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر



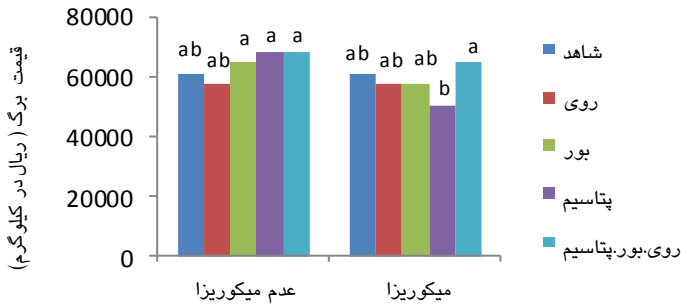
شکل۶- وزن خشک لچه برگ در هکتار تحت کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف محلول‌پاشی بر

۶- قیمت یا کیفیت برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های پا برگ و کمربرگ در جدول۲ 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 عمل‌آوری 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 وهمکاران ٢٠٠٦). همچنین ابوقالیا و خلف الله (٢٠٠٨) 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، کلسیم، روی، منگنز و نیتروژن توسط ریسه‌های میکوریزا 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 محلول‌پاشی با عناصر حاصل گردیده است. در این آزمایش همچنین در شرایط تلقیح با مایکوریزا حداکثر کیفیت برگ تحت تاثیر محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی تاثیر بیشتری در افزایش کیفیت برگ به دلیل جذب این عناصر داشته است.



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

تأثیرمطلوب محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) بـر افزایش عملکـرد موسیلاژ اسفرزه (رمرودی و همکاران۱۳۹۰) محلول‌پاشی روی و منگنز بر افزایش روغن گلرنگ (موحدی دهنوی وهمکاران (۲۰۱۰) محلول‌پاشی بور بر افزایش درصد پروتئین و روغن سویا (علی حسین‌پور و همکاران۱۳۹۰) محلول‌پاشی عنصر پتاسیم بر 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 بر روی شاخص‌های مورد نظر بود. از طرف دیگر محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی 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 حاصلضرب وزن خشک برگ در قیمت بدست می آید. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش حداکثر درآمد در تیمار محلول‌پاشی با عنصر پتاسیم حاصل گردید. همچنین نتیجه گیری گردید که در صورت عدم استفاده از میکوریزا محلول‌پاشی عناصر تاثیر مثبت بر کمیت و کیفیت توتون خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

Abo-Ghalia 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 Mashaee 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.

Frankc O, 2010. Conversion of cassava wastes for biofrtilizer 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, Marı´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 bentagrass. 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). Bangeladesh 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 fertilizationon 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, Rezadost 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).