Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۳ / پاییز ۱۳۹۸

ارزیابی نقش گونه‌های میکوریزا و سطوح فسفر بر صفات مرتبط با برگ و تولید اسانس نعنا فلفلی در شرایط متفاوت آبی

سمیه اسلامی فرد[۱]، مهرداد یارنیا[۲*]، فرهاد فرح‌وش[۲]، ابراهیم خلیلوند بهروزیار[۲]، ورهرام رشیدی

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/٤/۱۹

۱-دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۲-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
*نویسنده مسئول: Email: m.yarnia@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه تاثیر سطوح آبیاری شامل آبیاری پس از ۷۰ ، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، سطوح کود شیمیایی فسفره شامل کاربرد صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد از کود شیمیایی فسفره توصیه شده و قارچ میکوریزی بصورت عدم کاربرد، *Glomus mossae*، *G. intraradices*، *G. hoci* و کاربرد مخلوطی از گونه‌های قارچ‌های میکوریزی بر گیاه نعناع فلفلی آزمایشی به صورت اسپلیت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹٤ اجرا شد. در این بررسی، کم‌آبی کاهش معنی‌داری در صفات رویشی، فیزیولوژیک و عملکرد اسانس ایجاد نمود. در حالی که کاربرد مخلوطی از سه گونه میکوریز وزن خشک کل را تا ۳٦/۹ درصد افزایش داد. در سال اول، مصرف کود فسفره شیمیایی و مخلوط گونه‌های میکوریزی افزایش بیشتری را در وزن خشک کل و عملکرد اسانس باعث گردید. در چین دوم در سال دوم کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کود شیمیایی فسفره و کاربرد مخلوطی از گونه‌های مورد بررسی باعث افزایشی ۳۷/۱۸ و ۳۸/۱۹ درصدی عملکرد اسانس شد. کاربرد کودهای شیمیایی فسفره و میکوریزی در تیمارهای آبیاری باعث بهبود شاخص کلروفیل و محتوای کلروفیل a و b نعناع فلفلی باعث شد. کاربرد مخلوطی از گونه‌های میکوریز و ضمن کاهش مقدار مصرف کود شیمیایی فسفره به ۵۰ درصد دز توصیه شده می‌تواند باعث بهبود رشد، عملکرد اسانس و برخی خصوصیات فیزیولوژیک گیاه در هر دو شرایط کم‌آبی و آبیاری کامل گردد.

واژه‌های کلیدی: کم آبی، فسفر، عملکرد اسانس، میکوریز، نعناع فلفلی

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluating the Role of Mycorrhiza Species in Phosphorus Levels on Peppermint Production under Different Water Conditions

Somayyeh Eslami Fard[1], Mehrdad Yarnia[2*], Farhad Farahvash[2], Ebrahim Khalilvand[2], Varahram Rashidi[2]

Received: September 29, 2018 Accepted: July 10, 2019
1-PhD Student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: m.yarnia@yahoo.com

Abstract

In order to study the effect of irrigation levels (irrigation after 70, 110 and 150 mm evaporation from pan), phosphate fertilizer levels (control, 25 and 50% recommended phosphorus fertilizer) and mycorrhizal fertilizer (no application, *G. mossae*, *G. intraradices*, *G. hoci* and application of a mixture of mycorrhizal species) on peppermint,anSplit plot experimentlayout based on randomized complete block design with three replications at Azad University of Tabriz during two years of 2017 and 2018. In this study, Dehydration of soil caused a significant reduction in growth, yield and physiological functions, while the application of a mixture of three mycorrhizal species, the total dry weight increased by 36.9%. In the first year, the use of chemical phosphorus fertilizer and mixture of mycorrhizal species increased the total dry weight and essential oil yield.In the second harvest, in the second year, the application of 50% of the recommended dose of phosphorus fertilizer and the application of a mixture of studied species increased the yield of 18.37 and 38.19 percent in essential oil yield. The application of phosphate and mycorrhizal fertilizers in irrigation treatments improved the chlorophyll index and the content of chlorophyll a and b peppermint. Application of a mixture of mycorrhizal species and reducing the amount of phosphorus fertilizer to 50% of the recommended dose can improve the growth, essential oil yield and some physiological characteristics of the plant in both conditions of irrigation and dehydration.

Keywords: Dehydration of Soil, Essential Oil Yield, Mycorrhiza, Peppermint, Phosphorus

مقدمه

نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) از گیاهان دارویی مهم در سرتاسر جهان است. این گ مهم‌ترین جز این گیاه $C_{10}H_{19}OH$، ترکیبی مونوترپنه است که در دمای اتاق جامد و به حالت کریستال است. روغن نعناع فلفلی حاوی منتول (۳۷/٤) و منتیل استات (۱۷/٤ درصد و منتون (۱۲/۷ درصد) هستند. سایر اجزا شامل پولگون، منتوفوران و لیمون، گلوکوزیدهای فلاونوئید به نام ناریروتین، هسپیریدین، اسید رزمارینیک، اسید سینامیک، اسید کافئیک و سایر اجزا هستند. اسانس این گیاه دارای خواص ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی است (عسگری و همکاران ۲۰۱٦).

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌آبی مهمترین عامل تنش‌زای غیرزیستی محدودکننده رشد است که تاثیر منفی بر رشد و تولید گیاهان زراعی دارد. عوامل تنش زا باعث فرآیندهای فیزیولوژیکیغیر عادی در گیاهان می‌شود که بر یک یا ترکیبی از عوامل بیولوژیکی و یا محیطی تاثیر می‌گذارد. عوامل تنش زا می‌توانند باعث کاهش عملکرد گیاهان شوند که ناشی از به هم ریختگی متابولیسم گیاهان و کاهش رشد است که می‌تواند در نهایت باعث مرگ گیاهان شود (فتحی و بارادی تادی ۲۰۱٦). کاهش آب در دسترس باعث شده است تا تحقیقات روی نیاز آبی گیاهان زراعی و تاثیر کمبود آب بر عملکرد و کیفیت محصول متمرکز شود (اسنودن و همکاران ۲۰۱۳). برای حفظ رشد در گیاهان تحت شرایط کم آبی، کاهش مقدار آب مورد نیاز به کار برده شده به روشی که نسبت تولید به ازای واحد آب مصرفی را حفظ نماید (از جمله افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی با کارایی مصرف آب توسط گیاه)، ضروری خواهد بود (ون و همکاران ۲۰۱۳ و خیلا و همکاران ۲۰۱۳).

کمبود فسفر رشد گیاهان را کاهش داده و گیاهان نابالغ باقی می‌مانند. فسفر در بسیاری از فرآیندهای ضروری گیاهان دخالت دارد. فسفر از اجزای ATP نقش مهمی‌را در انتقال انرژی بر عهده دارد. فسفر به جذب مواد غذایی از طریق افزایش رشد ریشه‌ها کمک می‌کند، بنابراین تجمع ماده خشک در گیاه افزایش می‌یابد (نهار و همکاران ۲۰۱٤). فسفر وظایف مهمی را در فعالیت‌های عمده فیزیولوژیکی گیاهان مانند تقسیم سلولی، فتوسنتز و توسعه سیستم ریشه‌ای بر عهده دارد. کمبود فسفر منجربه قهوه‌ای شدن و کوچک ماندن برگ‌ها، ساقه و نمو کند گیاه می‌شود (قندهی و همکاران ۲۰۱٤). گیاهان به شدت تحت تاثیر کمبود فسفر قرار می‌گیرند، چرا که فسفر یکی از اجزای غیر قابل جایگزین شونده اسیدهای نوکلئیک و فسفرلپیدهای غشائی است. علاوه بر آن فسفر نقش مهمی را در انتقال انرژی و تنظیم فعالیت آنزیم‌ها و انتقال سیگنال‌ها بر عهده دارد (سارکر و همکاران ۲۰۱۵). فسفر نقش مهمی‌را در متابولیسم کربوهیدرات‌ها برعهده دارد. این عنصر همچنین مقاوت به تنش هایی مانند کم‌آبی را در گیاه افزایش می‌دهد (زمانی و همکاران، ۲۰۱٤). فسفر همچنین رشد گیاه را با افزایش رشد ریشه ها افزایش می‌دهد (اومار ۲۰۱٤).

همکاری گیاهان با قارچ‌های میکوریزی نقش مهمی را در فرآیندهای میکروبیولوژیکی و اکولوژیکی دارد. در رابطه همیاری، قارچ‌ها به گیاه کمک می‌کنند، فسفر و نیتروژن و تعداد از عناصر میکرو غیر متحرک مانند روی، مس و آهن را جذب کنند. قارچ‌های میکوریزی همچین جذب آب را توسط گیاه افزایش می‌دهند، مقاومت گیاه را به پاتوژن‌های بیماری زا افزایش داده و پاتوژن های بیماری زا را کنترل می‌کنند. همچنین سازگاری گیاه به تعدادی از عوامل تنش زای محیطی مانند کم آبی، گرما، شوری، آلودگی فلزات سنگین را افزایش داده، آنزیم‌ها و هورمون‌های خاصی را تولید می‌کنند وحتی در جذب عناصر رادیواکتیو مهم هستند (گارگ و چاندل ۲۰۱٤).

هزومی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که کاربرد کود میکوریزی همراه با کم‌آبی بیشترین عملکرد اسانس *Ocimum gratissimum* را تولید کرد، در حالی که کمترین آن مربوط به عدم کاربرد کود میکوریزی و آبیاری کامل بود. کم‌آبی محتوای ترکیبات فنولیکی و پرولین را در این گیاه دارویی افزایش داد، در حالی که محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت تاثیر کم‌آبی کاهش یافت. آرانگو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که گیاهان تیمار شده با میکوریز، وزن تر، وزن خشک و سطح برگ بیشتری در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزی داشتند. تیمار میکوریز باعث افزایش محتوای فسفر، پتاسیم و کلسیم اندام هوایی شد. این تیمار همچنین درصد اسانس و عملکرد اسانس را در نعناع فلفلی افزایش داد. در بین گونه‌های مورد بررسی تیمار با *G. intraradices* A4 بیشترین سطح فسفر را در اندام هوایی و عملکرد اسانس باعث شد. این محققین اظهار داشتند که تیمار نعناع فلفلی با میکوریزی روشی مناسب

www.SID.ir

Archive of SID

برای افزایش عملکرد اسانس می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده هدف از این بررسی، تعیین اثرات تنش آبی، سویه‌های میکوریزا و مقادیر فسفر بر برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد و اسانسنعناع فلفلی و ارزیابی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی فسفره و همچنین خسارات تنش کم‌آبی با فراهم نمودن شرایط همزیستی این گیاه با سویه‌های قارچ میکوریزا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزی در سطوح مختلف کود فسفره بر برخی صفات مورفو-فیزیولوژیک نعناع فلفلی در شرایط کم‌آبی، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، به اجرا درآمد. این منطقه در ۵ کیلومتری تبریز، با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳٦۰ متر از سطح دریا واقع شده است. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سیلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۱٦ درجه سیلسیوس و میانگین حداقل دمای سالیانه ۲/۲ درجه‌ی سیلسیوس است. میانگین بارندگی سالانه‌ی این ناحیه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است. pH خاک‌های منطقه در محدوده‌ی قلیایی تا متوسط می‌باشد. قبل از شروع آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری انجام گرفت و نمونه‌ها برای تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه خاک نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت لوم شنی، شوری ds/m ۱/۵٦ و اسیدیته ۷/۵۳ بود (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه مورد بررسی

درصد کربن آلی	درصد ماده آلی	sand	silt	clay	هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	pH	(ppm) P	پتاسیم محلول (mg^{-1})
۱/۷	۲/۹	۷٦	۱۳	۱۱	۱/۵٦	۷/۵۳	۳/۱۵	٤۵

این آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: سطوح مختلف کم‌آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح: A_1: آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A (شاهد)، A_2: آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، A_3: آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، سطوح فسفر در سه سطح به عنوان عامل فرعی: ۱) عدم مصرف فسفر، ۲) ۲۵ درصد مقدار توصیه شده و ۳) ۵۰ درصد توصیه شده و گونه‌های مختلف میکوریزا در پنج سطح به عنوان عامل فرعی فرعی شامل: ۱-عدم مصرف (شاهد)، ۲- گونه *Rhizophagus intraradices* (*Glomus intraradices*)، ۳- گونه (*G. mossae*)*Funneliformis mosseae*، ٤- گونه *G. hoci* و ۵- مخلوط هرسه گونه بودند.

در هر کرت، سه ردیف کاشت به صورت جوی‌پشته‌ای با فواصل ٤۵سانتی متر در جهت شرقی غربی ایجاد شد. فاصله کرت‌های فرعی از یکدیگر یک خط نکاشت، فاصله کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک ۲ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت گونه‌های مختلف مایکوریزای تهیه شده از موسسه آب و خاک براساس نقشه آزمایش و به ازای هر نشا مقدار ۹ گرم و در حالت مخلوط از هر گونه ۳ گرم برای هر نشا در چاله محل استقرار نشا اضافه گردید و سپس نشاکاری انجام

www.SID.ir

Archive of SID

پذیرفت. اوایل بهار پس از آماده سازی زمین سطوح مختلف فسفر بر اساس نقشه کاشت در کرت‌های آزمایشی اعمال شدند. نشاهای نعناع فلفلی پس از تهیه و در اواسط اردیبهشت ماه به صورت ریزوم به زمین اصلی انتقال یافت. نشاها با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و در داغ آب پشته‌ها کاشته شدند. بلافاصله پس از کاشت نشاها آبیاری انجام شد. جهت استقرار نشاها، آبیاری هر ۳-۲ روز یک بار صورت پذیرفت. برای کنترل علف هرز در صورت نیاز، وجین دستی در زمان‌های مختلف انجام شد. برای تامین نیاز کود نیتروژنه، اوره بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله، ۱/۳ قبل از کاشت، مرحله ۱/۳ بعد از استقرار نشاها و ۱/۳ در مرحله ۱۰-۸ برگی و قبل از اعمال تیمارهای کم‌آبی مصرف و سطوح تنش کم‌آبی براساس آبیاری پس از تبخیر از تشتک کلاس A اعمال شد. با ظهور گل‌آذین اقدام به برداشت نهایی بوته‌ها گردید. صفات مورد بررسی در هر دو سال شامل شاخصسطح برگ، شاخصکلروفیل، محتوایکلروفیل a، محتوایکلروفیل b، محتوایکاروتنویید، وزن خشکبرگ، درصد اسانس و عملکرد اسانس بود.

در مرحله‌ی گل‌دهی کامل، سطح برگ بوته‌ها با استفاده از رابطه سطح و وزن برگ‌ها تعیین و با محاسبه سطح برگ در واحد سطح، شاخص سطح برگ تعیین شد. برای اندازه گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل سنج مدل CCM -۲۰۰ استفاده شد.

برای تعیین میزان کلروفیل a، b و کل و محتوای کاروتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ از روش آرنون[1] (۱۹۴۹) استفاده شده و دانسیته جذبی عصاره‌ها در طول موج‌های ٦٦٣، ٦٤٥، ٥١٠ و ٤٨٠ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و در روابط زیر جهت اندازه‌گیری پارامترها وارد شد. در این روابط، C کلروفیل، A طول موج، V حجم محلول و W وزن نمونه برگ می‌باشد.

$$C_a = 12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645}) \times V/P50\%\ M0W$$
$$C_b = 22.9\ (A_{645}) - 2.69\ (A_{663}) \times V/P50\%\ M0W$$
$$C_T = 20.2\ (A_{645}) + 8.02\ (A_{663}) \times V/P50\%\ M0W$$
$$\text{Carotenoid} = 7.6\ (A_{480}) - 14.9\ (A_{510}) \times V/P50\%\ M0W$$

برای تعیین درصد اسانس، برگ‌های خشک شده در شرایط سایه توسط آسیاب پودر شده و اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. اسانس استخراج شده زرد رنگ با استفاده از سولفات سدیم بدون آب و اتیل اتر رطوبت‌زدایی شده و مقدار به دست آمده به درصد تبدیل شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش کرت دو بار خرد شده با استفاده از نرم افزارSAS 9.1انجام شد و میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات بررسی شده در یک چین تولیدی در سال اول آزمایش و دو چین سال دوم تحت تاثیر عوامل آزمایشی در جدول ۲ ارایه شده است.

صفات مرتبط با برگ

شاخص سطح برگ: در این بررسی در سال اول، چین اول و دوم از سال دوم با کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، از شاخص سطح برگ نعناع فلفلی به میزان ۹/۸، ۱۰/۳ و ۱۸/۸ درصد کاسته شد، با این وجود آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تاثیری بر شاخص سطح برگ

[1] Arnon

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در نعناع فلفلی

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	درصد اسانس	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)
				سال اول					
تکرار	۲	۰/۰۰۳	۰/۲۵۷	۲۶ ۶۱۷/۲	۲۳۸/۰۰۲	۲۶۹۳/۳۲۴	۱/۲۶۵	۰/۰۶۴	۷۳۲/۷۹۷
سطوح آبیاری (A)	۲	۱/۵۳**	۹/۱۶**	۱۹۰۰۹/۱۲**	۱۳۴۷۰/۳**	۴۶۹۲۲/۵۷*	۳۹۳/۳۵**	۱/۵۸۶**	۵۲۴۲/۱۰۳**
خطای اصلی	۴	۰/۰۵۴	۰/۱۳۸	۲۰۵/۱۱۹	۳۳۰/۷۴۸	۵۸۹۳/۷۱۲	۱۳/۱۰۸	۰/۰۶۱	۱۵۱/۱۱۵
میکوریز (B)	۴	۰/۲۰۲	۰/۹۳۵	۷۰۴۳/۸۲۷**	۷۲۷۹/۴۲**	۱۶۲۰۹/۳۷**	۸۱/۶۳۰*	۰/۲۸۸*	۴۶۹۴/۳۹۶**
AB	۸	۰/۱۵۱	۰/۵۶۶	۶۷۱/۹۱۴	۳۵۷/۰۶۱	۱۲۸۶/۷۹۵	۲۵/۰۷۴	۰/۱۹۱*	۴۹۹/۹۴۵
خطای فرعی	۲۴	۰/۰۹۹	۰/۳۴۹	۱۲۰۶/۳۰۱	۱۳۰۱/۸۴۶	۳۱۲۱/۹۰۴	۲۲/۸۰۳	۰/۰۷۵	۴۶۰/۷۷۹
فسفر شیمیایی (C)	۲	۰/۶۰**	۱/۹۳**	۱۹۷۷۷/۸۱**	۵۸۵۳/۳۶۸*	۷۴۹۰۰/۱۷**	۲۵۱/۳۹**	۰/۸۱۰**	۱۴۴۸۱/۴۱**
AC	۴	۰/۱۰۳	۰/۱۵۹	۲۰۸۰/۸۵۵	۳۷۴/۸۸۶	۱۴۴۲/۶۹۱	۵/۵۰۸	۰/۱۲۹	۲۴۴/۳۶۸
BC	۸	۰/۱۳۵	۰/۶۰۷*	۶۷۰/۶۰۱	۹۸۳/۳۸۸	۲۴۸۴/۲۷۵	۱۵/۸۰۶	۰/۰۴۲	۳۵۱/۲۱۲
ABC	۱۶	۰/۱۱۱	۰/۱۶۱	۸۹۶/۳۹	۱۰۷۲/۵۸۵	۳۱۷۲/۶۳	۲۱/۹۷۲	۰/۰۷۶	۳۵۱/۶۹۲
خطای فرعی فرعی	۶۰	۰/۰۹۶	۰/۲۸۹	۸۴۵/۲۸۲	۱۲۶۴/۵۲۱	۲۳۲۶/۸۴۳	۲۱/۳۶۱	۰/۰۹۳	۳۷۳/۲۰۶
ضریب تغییرات (%)		۸/۸۷	۲۶/۲۶	۸/۳۳	۱۰/۲۴	۸/۹۸	۲۷/۰۱	۱۵/۸۴	۲۳/۶۴

ادامه جدول ۲

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	درصد اسانس	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)
				چین اول سال دوم					
تکرار	۲	۰/۰۴۶	۰/۱۰۵	۷۵۷/۰۱	۱۸۳۲/۴۱۹	۱۴۵۸/۶۴۱	۲/۲۰۳	۰/۰۲۹	۴۷۰/۳۰۸
سطوح آبیاری (A)	۲	۰/۷۵۳	۵/۴۱*	۱۲۳۳۵/۴۹*	۱۴۶۹۴/۵۲*	۳۶۰۳۱/۴۷۸*	۱۵۴/۸**	۲/۷۲۴**	۴۷۲۰/۸۶۰*
خطای اصلی	۴	۰/۰۴۷	۰/۳۴۳	۱۵۸۸/۱۹	۹۲۷/۲۶۳	۳۲۷۳/۹۹۳	۴/۶۶۲	۰/۰۲۳	۳۴۴/۰۴۸
میکوریز (B)	۴	۰/۱۴۱	۰/۳۱۸	۳۶۲۴/۷۶**	۴۲۹۶/۳۰۴**	۷۶۷۸/۸۱۸	۲۵/۹۰**	۰/۴۸۰**	۲۵۰۲/۸۸**
AB	۸	۰/۰۴۷	۰/۵۷۸	۵۷۲/۶۳۱	۸۸۷/۴۳۴	۲۳۹۷/۰۵۳	۷/۷۷۲	۰/۲۳۰*	۴۹۳/۵۹۲*
خطای فرعی	۲۴	۰/۰۶۴	۰/۳۸۵	۸۴۵/۴۸۹	۷۷۰/۹۸۱	۳۶۰۱/۳۵	۵/۹۶۵	۰/۰۸۴	۲۰۳/۴۶۲
فسفر شیمیایی (C)	۲	۰/۶۱**	۱/۲۲۶	۸۱۶۴/۱**	۱۱۰۳۶/۱۶۱**	۸۹۸۸/۱۱۳*	۶۱/۸۵**	۱/۲۱۴**	۱۲۴۶۴/۹**
AC	۴	۰/۰۱۹	۰/۳۵۷	۱۹۶۳/۷۲۱	۱۳۰۰/۰۴۱	۳۲۷۴/۴۸	۱۴/۱۱۱	۰/۲۶۸	۲۳۳/۹۲۲
BC	۸	۰/۱۲۲*	۰/۴۳۲	۱۳۴۳/۵۲۵	۲۰۸۱/۹۹۵*	۲۳۲۵/۵۶	۵/۲۰۱	۰/۱۲۴	۳۲۸/۰۲۱
ABC	۱۶	۰/۰۷۲	۰/۳۹۸	۷۸۶/۱۴۲	۵۴۲/۷۶	۲۲۸۱/۲۴۱	۷/۴۸۵	۰/۱۳۳	۴۳۰/۹۱۴*
خطای فرعی فرعی	۶۰	۰/۰۴۷	۰/۴۸۲	۸۴۶/۱۹	۹۵۷/۸۹۷	۲۲۵۰/۹۴۷	۶/۴۵۱	۰/۱۱۲	۲۲۹/۹۲۹
ضریب تغییرات (%)		۹/۲	۳۵/۹۸	۸/۳۵	۸/۹	۹/۰۲	۲۳/۲۵	۱۶/۴۶	۲۳/۹۲

ادامه جدول ۲

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	درصد اسانس	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)
				چین دوم سال دوم					
تکرار	۲	۰/۰۰۶	۰/۴۶۶	۲۵۶۶/۸۹	۸۸۶/۷۳۴	۳۰۴۳/۱۳۹	۰/۲۶۱	۰/۰۱۲	۲/۶۶
سطوح آبیاری (A)	۲	۱/۱۸۸**	۴/۱۲۱ **	۱۹۸۶۴/۶۳۱**	۱۹۲۹۳/۲۴۶**	۴۰۹۳۱/۵۷۸**	۹/۱۳۸**	۱/۷۸۲**	۱۷/۶۷۱
خطای اصلی	۴	۰/۰۱۸	۰/۱۲	۷۷۸/۴۶۸	۱۳۴/۰۴۲	۹۹۵/۹۰۷	۰/۱۶	۰/۰۶۶	۱۰/۳۳۹
میکوریز (B)	۴	۰/۰۳۴	۱/۰۹۳ *	۹۳۵۰/۴۸۳ **	۷۸۷۳/۰۲۴*	۶۵۴۰/۰۷	۱/۰۰۴**	۰/۳۷۴**	۱۰۱/۸۵۳**
AB	۸	۰/۰۱۸	۰/۲۴۳	۶۳۳/۵۷۶	۲۰۸/۸۱۱	۲۳۵۷/۴۷۴	۰/۳۳۲	۰/۰۸۲	۶/۹۳۵
خطای فرعی	۲۴	۰/۰۷۳	۰/۳۵	۸۷۳/۸۱۴	۷۵۸/۳۳۳	۳۲۴۶/۵۷۷	۰/۱۹	۰/۰۷۷	۵/۲۴۹
فسفر شیمیایی (C)	۲	۰/۶۵۵**	۳/۴۴۷ **	۱۷۳۸۷/۱۳۵**	۱۵۱۶۷/۹۵۵*	۱۸۰۰۲/۲۰۸**	۳/۶۸۸**	۰/۷۵۷**	۲۸۷/۱۲۶**
AC	۴	۰/۰۰۴	۰/۱۸۹	۵۱۶/۰۹۶	۱۵۹۱/۶۰۹	۲۶۲/۶۸۹	۰/۸۵۱	۰/۲۱۸*	۱۷/۴۱۴
BC	۸	۰/۰۴۹	۱/۰۶۷ **	۱۱۲۸/۰۳۴	۵۱۴/۴۲۸	۳۴۷۰/۱۹۸	۰/۷۵۹	۰/۱۵۶*	۱۳/۳۳۲
ABC	۱۶	۰/۰۷۴	۰/۳۵۵	۱۵۰۲/۰۵۴	۷۳۹/۷۵۱	۲۶۴۹/۴۰۴	۰/۲۷۵	۰/۱۲۲	۱۲/۴۲۷
خطای فرعی فرعی	۶۰	۰/۰۷۴	۰/۳۶۳	۸۴۱/۲۶۳	۱۱۲۷/۰۰۸	۱۶۵۵/۵۳۱	۰/۵۴۷	۰/۰۷۳	۱۱/۹۱۶
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۳۷	۳۰/۳۲	۸/۲۳	۹/۵۵	۷/۷۱	۱۸/۵۸	۱۶/۲۲	۲۳/۲۴

www.SID.ir

Archive of SID

نعناع فلفلی نداشت (جدول ۳). در بررسی قنبری و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داده شده است که کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ‌های نعناع فلفلی می‌شود. کم‌آبی با کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها از طول برگ می‌کاهد (فاروق و همکاران، ۲۰۱۲). کاهش رشد در اثر کم‌آبی ناشی از کاهش تقسیم سلولی، طویل شدن سلول و تمایز است که وقایع ژنتیکی فیزیولوژیکی، اکولوژیکی و مورفولوژیکی را درگیر می‌کند. کم‌آبی پتانسیل آبی برگ‌ها را کاهش می‌دهد و در نتیجه رشد برگ‌ها و سطح برگ کاهش می‌یابد (اکرم و همکاران ۲۰۱۲).

در این مطالعه در سال اول و چین دوم از سال دوم، تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود فسفره شاخص سطح برگ را به ترتیب به میزان ٦/٨ و ۱۵/۷ درصد افزایش داد (جدول ٤). بررسی‌های آناتومیک نشان داده است که با کاربرد کود فسفره طول سلول‌های برگی افزایش می‌یابد که این امر باعث افزایش رشد برگ ها می‌شود (کاوانوا و همکاران ۲۰۰٦).

در چین اول سال دوم تاثیر کود شیمیایی فسفره وابسته به کاربرد میکوریز بود. بیشترین شاخص سطح برگ نعناع فلفلی با ۲/٦۲ متعلق به تیمار کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره همراه با *G. hoci* بود. کمترین آن نیز با ۲/۱ در تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره و عدم کاربرد میکوریزا به دست آمد. با توجه به نتایج در صورت عدم کاربرد کود شیمیایی فسفره، میکوریزا تاثیری معنی‌داری بر شاخص سطح برگ نعناع فلفلی نداشت ولی با کاربرد کود شیمیایی فسفره نتایج متفاوتی به دست آمد. در تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره، *G. mossae* افزایش معنی‌دار ۱۳/٦ درصدی را در شاخص سطح برگ نعناع فلفلی باعث شد (جدول ٦). آرانگو و همکاران (۲۰۱۲) نیز تاثیر گونه‌های مختلف میکوریزا را بر سطح برگ بررسی و اعلام کردند که کاربرد میکوریزا افزایش معنی‌داری را در سطح برگ نعناع فلفلی باعث شد. در بررسی این محققین کاربرد کود شیمیایی فسفره نیز افزایش معنی‌داری را در سطح برگ نعناع فلفلی باعث شد، ولی میزان تاثیر وابسته به گونه میکوریز بود. بیشترین سطح برگ با کاربرد کود شیمیایی فسفره و گونه *Glomus intraradices* به دست آمد.

کلروفیل

در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم، تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب به میزان ۲۱/۲ ، ۲٦/۳۷ و ۲۰ درصد از شاخص کلروفیل در برگ‌های نعناع فلفلی کاست (جدول ۳).بررسی‌های مختلف نشان داده است که در شرایط کم آبی شدید از میزان تولید کلروفیل کاسته می‌شود. چرا که پیش ساز کلروفیل در اثر افزایش تولید پرولین کاهش می‌یابد (فلکزاس و مدرانو ۲۰۰۸). گیاهانی که در شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند، جذب منیزیم و آهن از خاک در آنها کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش میزان سنتز کلروفیل می‌باشد (کلس و اونجل ۲۰۰٤). از طرف دیگر، از مهمترین اثرات منفی ناشی از تنش کم‌آبی در گیاهان افزایش رادیکال‌های آزاد بوده که سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه کلروفیل می‌شود (فلکزاس مدرانو ۲۰۰۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر سطوح آبیاری

سال اول

سطوح آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک)	شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ
۷۰	۲/۰۷۳a	۳۶۳/۷a	۳۵۳/۹b	۵۵۲/۶a	٤/٤٤٤a	۱/۷۱۱a
۱۱۰	۲/۲۳۸a	۳۶۵/۷a	۳۷۱/۰a	۵۳۵/۸a	۳/۹۵۳b	۱/۵۸۷a
۱۵۰	۱/۶۵۱b	۳۲۸/٤b	۳۲۹/۸c	٤۹٤/۱b	۳/۵٤٤c	۱/۳۸۹b

ادامه جدول ۳

چین اول سال دوم

شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ
a ۲/۰۸۲	a ۳۵۹/۲	ab ۳۵۰/۶	a ۵۵۳/۸	a ۱۲/۵۱	a ۲/٤۷۱
a ۲/۱۷۶	a ۳۵۷/۵	a ۳۶۳/۶	ab ۵۲۶/۳	a ۱۱/۳۸	a ۲/۳۷۸
b ۱/۵۳۳	b ۳۲۷/۱	b ۳۳۰/۷	b ٤۹۷/۲	b ۸/۸۸۷	b ۲/۲۱۶

ادامه جدول ۳

چین دوم سال دوم

شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)
b ۲/۰۳۳	b ۳٤۹/۲	a ۳۵۰/۰	a ۵۶۶/۸	a ۱۹/۵۶	a ۳/۶٤۲	a ۸۷/۱۹
a ۲/۵۰٤	a ۳۶۹/٤	a ۳۶۳/۰	ab ۵٤۲/۱	a ۱۷/۹٤	a ۳/۵۳۶	a ۸۸/۶۹
c ۱/۶۰۲	c ۳۲۸/۳	b ۳۲۸/۷	b ۵۰۲/۷	b ۱۳/۸۳	b ۳/۲۸۲	b ۶۹/۲۹

محتوای کلروفیل a : در این بررسی در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاهش ۵/۸ ، ۸/۹ و ۸/۹ درصدی را در محتوای کلروفیل a برگ‌های نعناع فلفلی باعث گردید (جدول ۳). بررسی‌ها نشان داده است که در بین عوامل تنش‌زا کمبود آب، بیشترین کاهش را در میزان کلروفیل برگ‌های گیاهان زراعی ناشی می‌شود که دلیل اصلی آن تولید فرم‌های فعال اکسیژن در تیلاکوییدها است (کیانی و همکاران ۲۰۰۸).

در سال اول، کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره محتوای کلروفیل a را به ترتیب ۱۰/٤۱ درصد افزایش داد (جدول ٤).در چین دوم از سال دوم نیز تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a به میزان ۱۰/۹ درصد گردید (جدول ٤). خلیل و یوسف (۲۰۱٤) نیز در گیاه *Lepidiumsativum* مشاهده نمودند که کاربرد کود شیمیایی فسفره باعث افزایش میزان کلروفیل a می شود. با افزایش سطح کود فسفره میزان افزایش بیشتری در این صفت به دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر سطوح کود شیمیایی فسفره

سال اول							
سطوح کود شیمیایی فسفره (درصد از دز مطلوب)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	درصد اسانس	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)
۰	۳۸۳/۳b	۳۴۲/۵b	۵۱۲/۱b	۱/۸۲b	۳/۷۸۲b	۱/۴۶۷b	۱۲/۹۱b
۲۵	۳۷۵/۰a	۳۷۲/۷a	۵۵۰/۱a	۱/۸۶b	۴/۳۰۹a	۱/۶۹۸a	۱۷/۷۱a
۵۰	۳۴۴/۴b	۳۳۹/۵b	۵۲۰/۳b	۲/۰۷a	۳/۸۵۱b	۱/۵۲۲b	۱۳/۹۴b

ادامه جدول ۴

چین اول سال دوم												چین دوم سال دوم											
محتوای کلروفیل b (mg.gr)	کاروتنویید (mg.gr)	درصد اسانس	وزن خشک برگ (gr)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	درصد اسانس	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)		محتوای کلروفیل b (mg.gr)	کاروتنویید (mg.gr)	درصد اسانس	وزن خشک برگ (gr)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	درصد اسانس	وزن خشک برگ (gr)	شاخص سطح برگ	عملکرد اسانس ($gr.m^2$)	
۳۳۲/۹b	۵۱۱/۳b	۱/۹۳۸b	۱۰/۰۸b	۳۳۸/۰b	۳۳۶/۱b	۵۰۷/۳b	۱/۸۲۷b	۱۶/۲۰b	۳/۳۷۱b	۶۹/۶۷b													
۳۵۴/۴a	۵۲۶/۵ab	۱/۹۳۸b	۱۰/۴۳b	۳۳۵/۸b	۳۴۶/۷ab	۵۲۰/۷b	۱/۸۶۴b	۱۵/۳۴b	۳/۴۸۷ab	۷۳/۱۶b													
۳۵۷/۶a	۵۳۹/۵a	۲/۲۲۲a	۱۲/۲۶a	۳۷۳/۲a	۳۵۸/۹a	۵۸۳/۷a	۲/۰۷۶a	۱۹/۷۹a	۳/۶۰۲a	۱۰۲/۳a													

در چین اول از سال دوم در صورت عدم کاربرد کود شیمیایی فسفره، بیشترین محتوای کلروفیل a مربوط به کاربرد ترکیبی گونه‌های قارچ‌های میکوریزی بود. این تیمار همراه با *G. intraradices* افزایش معنی‌داری را بر محتوای کلروفیل a باعث شدند، ولی سایر گونه‌های قارچ میکوریزی تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. کاربرد *G. intraradices* و کاربرد مخلوط هر سه گونه محتوای کلروفیل a را در برگ‌های نعناع فلفلی به ترتیب به میزان ۱۲/۴ و ۲۰/۱ درصد افزایش دادند (جدول ۶). ثامیزینیان و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که کاربرد کود زیستی میکوریزا افزایش معنی‌داری را در محتوای کلروفیل a در گیاه دارویی *Coleus aromaticus*، باعث شد.

در سال اول، کاربرد گونه‌های قارچ میکوریزی به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل a در برگ های نعناع فلفلی نداشت و تنها کاربرد گونه‌ها به صورت توام اثر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل a داشته و این صفت را به میزان ۱۳/۳ درصد افزایش داد. در سال دوم نیز نتایج مشابهی به دست آمد و تنها کاربرد توام کودها افزایش معنی‌داری را در محتوای کلروفیل a باعث گردید. در تیمار کاربرد مخلوط هر سه گونه محتوای کلروفیل aبه میزان ۳۸۱ میلی گرم در گرم وزن تر برگ‌های نعناع فلفلی به دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد میکوریز به میزان ۱۴/۷ درصد بیشتر بود (جدول ۵). هزومی و همکاران (۲۰۱۵) نیز اثر مثبت کاربرد *G. intraradices* را بر محتوای کلروفیل *Ocimum gratissimum* مشاهده نمودند.

محتوای کلروفیل b: نتایج نشان داد که در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به میزان ۶ ، ۵/۶۸ و ۶/۷ درصد کلروفیل b برگ‌های نعناع فلفلی را نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر کاهش داد (جدول ۳). رهداری و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کرده است کاهش در میزان کلروفیل تحت تاثیر خشکی، به شدت تنش بستگی دارد، کاهش در میزان کلروفیل نتیجه کاهش تولید

www.SID.ir

Archive of SID

کلروفیل در گیاهان و تخریب کلروفیل‌های موجود است. هزومی و همکاران (۲۰۱۵) طی بررسی که انجام دادند، مشاهده نمودند که کم‌آبی محتوای کلروفیل b را در گیاه دارویی *Ocimum gratissimum* کاهش می‌دهد.

در سال اول و چین اول از سال دوم کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره، محتوای کلروفیل b برگ‌های نعناع فلفلی را به ترتیب به میزان ٦/٧ و ٦/٥٦ کاهش داد (جدول ٤). خلیل و یوسف (٢٠١٤) تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره و کاربرد قارچ میکوریزی را بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه دارویی *Lepidium sativum* بررسی و مشاهده نمودند که کاربرد کود زیستی میکوریزی همراه با کود فسفره شیمیایی، افزایشی ۳۸۳ درصدی در میزان کلروفیل b برگ‌های *Lepidium sativum* باعث شد.

در چین دوم از سال دوم محتوای کلروفیل b تحت تاثیر کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره قرار نگرفت، ولی کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره اثر معنی‌دار افزایشی بر محتوای کلروفیل b در برگ‌های نعناع فلفلی داشت و این صفت را به میزان ۸/۷ درصد افزایش داد (جدول ٤).

در سال اول و چین اول از سال دوم تنها کاربرد تلفیقی گونه‌های قارچ میکوریزی اثر معنی‌دار و مثبتی را بر محتوای کلروفیل b در برگ‌های نعناع فلفلی داشت. در شرایط کاربرد تلفیقی گونه‌های قارچ میکوریزی محتوای کلروفیل b در برگ‌های نعناع فلفلی در مقایسه با عدم کاربرد کود به ترتیب به میزان ۱۳/۳ و ۹/۳۹ درصد بیشتر بود (جدول ۵). ثامیزینیان و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که کاربرد کود زیستی میکوریزی افزایش معنی‌داری را در محتوای کلروفیل b در گیاه دارویی *Coleusaromaticus* باعث شد.

در چین دوم از سال دوم کاربرد *G. intraradices* و مخلوط هر سه گونه اثر افزایشی معنی‌داری معادل به ترتیب ۷/۲ و ١٤/٢ درصد در محتوای کلروفیل b داشتند (جدول ۵).

محتوای کارتنوئید برگ: در این بررسی، در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاهشی به ترتیب ۱۱/۳۱ ، ۱۰/۲۲ و ۱۰/۵ درصدی را در محتوای کارتنوئید در برگ‌های نعناع فلفلی باعث شد (جدول ۳). بررسی‌ها نشان داده که عوامل محیطی مختلفی می‌توانند تاثیر متفاوتی در میزان تولید کارتنوئیدها داشته باشند. عباسی و همکاران (٢٠١٤) در ماشک نشان دادند که کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در کل محتوای کاروتنوییدها باعث می‌شود.

در سال اول کاربرد انفرادی گونه‌های میکوریزا تاثیری بر محتوای کارتنوئید در برگ‌های نعناع فلفلی نداشت، ولی کاربرد تلفیقی گونه‌های قارچ میکوریزی اثر معنی‌داری بر محتوای کاروتنوئید در برگ‌های نعناع فلفلی داشت. در این شرایط محتوای کاروتنوئید ۵۸۰ میلی گرم در گرم وزن تر برگ نعناع فلفلی بود که در مقایسه با عدم کاربرد میکوریزا ۱۱/۹ درصد بیشتر بود (جدول ۵).در بررسی مشابهی رحمتزاده و کمال کاظمی تبار (۲۰۱۳) نیز مشاهده نمودند که کاربرد میکوریز افزایش معنی‌داری را در محتوای کاروتنوئیدها در برگ های *Catharanthus roseus* باعث می‌شود. رابینسون و همکاران (٢٠١٤) در کنجد نشان دادند با کاربرد کود میکوریزی بر محتوای کاروتنوییدهای برگ‌ها چه در شرایط آبیاری کامل و چه در شرایط کم‌آبی افزوده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر میکوریز

نوع کود میکوریزی	سال اول				چین اول سال دوم				چین دوم سال دوم				
	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	عملکرد اسانس	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	عملکرد اسانس	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}$)	کاروتنویید ($mg.g^{-1}$)	وزن خشک برگ (gr)	عملکرد اسانس
شاهد	۳۳۲/۳b	۳۳۰/٤c	۳/۷۷٤b	۱۳/۱۷b	۳۳۳/٥b	۳۳۳/٥b	۹/٦۰۰b	۱۳/۱۷b	۳۳۳/٥b	۳۳۰/۰b	٥۱۸/۲b	۱٥/۰۰b	٦۳/۹۰c
G. intraradices	۳٤۲/۰ b	۳٥٤/٦ b	۳/۹۰۷b	۱٤/۳۰b	۳٤۲/٦ab	۳٤۲/٦ab	۱۰/۲۷ab	۱٤/۳۰b	۳٥٥/۱ab	۳٤۰/۰b	٥۲۸/۱b	۱٦/٥٤b	۸۲/۲٤b
G .mossae	۳٥۲/۰ b	۳٤٤/٥ bc	۳/۸۸۹b	۱٤/۰٥b	۳٥۱/٤ab	۳٥۱/٤ab	۱۱/۳٤ab	۱٤/۰٥b	۳۳۸/۹b	۳٤۸/٦ab	٥۳۲/۳b	۱٦/٥۷b	۸۰/۸۸bc
G. hoci	۳٥٤/۷ b	۳٥۱/۱bc	٤/۰٥۹ab	۱٤/٥٤b	۳٤۹/۳ab	۳٤۳/۳ b	۱۲/۰٦a	۱٤/٥٤b	۳٤۳/٦b	٥۲۷/۳b	٥۲۷/۳b	۱۷/۷٤ab	۸۰/٥۰ bc
مخلوط هرسه گونه	۳۸۱/۹ a	۳۷۷/۲a	٤/۲۷٤a	۱۸/۲۰a	۳٦٤/۸a	۳٦٤/۸a	۱۱/۳٦ab	۱۸/۲۰a	۳۷٤/۲ a	۳۷٤/۰a	٥۸۰/۱a	۱۹/٦۹a	۱۰۱/۱a

وزن خشک برگ: در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، وزن خشک برگ‌ها را در مقایسه با آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب به میزان ۲۹/۲ ، ۲۸/۹ و ۲۰/۲۵ درصد کاهش داد (جدول ۳). سرحدی و همکاران (۲۰۱٤) نیز نشان دادند که کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ‌ها در گیاه دارویی *Indigofera tinctoria* می‌شود. این محققین کاهش میزان اسمیلاسیون خالص برگ‌ها را از دلایل مهم کاهش وزن خشک برگ بیان کردند.

در سال اول، چین اول و چین دوم از سال دوم کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره وزن خشک برگ ها را به ترتیب به میزان ۲۲/۱ ، ۲۱/٦ و ۱۳/۹ درصد افزایش داد. کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ‌ها در نعناع فلفلی نداشت (جدول ٤). سیلوا و همکاران (۲۰۱٤) نیز طی بررسی خود افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ‌های نعناع فلفلی را با افزایش سطح کاربرد کود شیمیایی فسفره به دست آوردند. کاربرد کودهای فسفره و میکوریزی به روش‌های مختلف می‌توانند بر وزن خشک برگ‌های گلرنگ بیفزایند. فسفر از عناصر غذایی ضروری برای رشد برگ‌ها است. این عنصر غذایی در تولید برگ‌های جدید و افزایش سطح هر برگ در گیاهان نقش مهمی دارد (ترینداده و همکاران ۲۰۱۰).

در سال اول و چین دوم از سال دوم، کاربرد هر یک از گونه‌های میکوریزی به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ‌های نعناع فلفلی نداشت ولی کاربرد مخلوطی از گونه‌ها اثر معنی‌داری بر وزن خشک برگ داشته و این صفت را به میزان ۱۹/٦ و ۱۳/۲ درصد افزایش داد. این در حالی است که در چین اول از سال دوم *G. intraradices*، *G .mossae* و کاربرد مخلوط سه گونه تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ‌های نعناع فلفلی نداشت و کاربرد *G. hoci* اثر افزایشی معنی‌دار معادل ۲٦/٦ درصدی بر وزن خشک برگ‌های نعناع فلفلی داشت (جدول ۵). کاناده و بوسال (۲۰۱٤) تاثیر کاربرد سطوح مختلف کود فسفره شیمیایی را همراه با کاربرد قارچ میکوریزی در گیاه *Cassia tora* مطالعه و مشاهده نمودند که وزن خشک برگ با کاربرد کود زیستی میکوریزی به ویژه در شرایط عدم کاربرد کود شیمیایی فسفره افزایش یافت. در این بررسی اختلاف معنی‌داری بین گونه‌های قارچ میکوریزی از نظر وزن خشک برگ مشاهده گردید. سیلوا و همکاران (۲۰۱٤) نیز طی بررسی خود افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ‌های نعناع فلفلی را با کاربرد کود میکوریزی به دست آوردند.

تولید اسانس

درصد اسانس: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات در سال اول و چین اول از سال دوم، اثر متقابل سطوح آبیاری و نوع کود میکوریزی و اثر کود

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی فسفره در صفت درصد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر دو چین بیشترین درصد اسانس نعناع فلفلی به ترتیب با ۲/۳٤ و ۲/۵ درصد مربوط به تیمار کاربرد مخلوط هر سه گونه در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بود. در کل کم‌آبی افزایش درصد اسانس نعناع فلفلی را باعث گردید. در سال اول بررسی در *G. hoci*، کم‌آبی تاثیر معنی‌داری بر درصد اسانس نعناع فلفلی نداشت، ولی در سایر تیمارهای کود میکوریزی کم‌آبی افزایش معنی‌داری را در درصد اسانس باعث گردید. در تیمارهای عدم کاربرد کود زیستی،*G. intraradices* و کاربرد مخلوط هر سه گونه با کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایشی ۱۹/۵، ۳۷/۱ و ۲۸/۵ درصدی را در درصد اسانس نعناع فلفلی باعث شد (جدول ٦). این در حالی است که در چین اول سال دوم، در صورت عدم کاربرد کود میکوریزی و *G. mossae*، کاهش آب آبیاری تاثیری بر درصد اسانس نعناع فلفلی نداشت، ولی در تیمارهای*G. intraradices*، *G. hoci*و کاربرد مخلوط هر سه گونه ، کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، افزایش به ترتیب ۲۷/۷ ، ٤۳/۷ و ٤۷ درصدی را در درصد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید. عباس زاده و همکاران (۲۰۱۲) در گیاه دارویی*Melissa officinalis* نشان دادند که کم‌آبی افزایش معنی‌دار درصد اسانس این گیاه دارویی باعث می‌شود. ایزدی و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری را بر درصد اسانس نعناع فلفلی بررسی نمودند، این محققین مشاهده نمودند که با افت محتوای رطوبتی خاک، بر درصد اسانس نعناع فلفلی به طور معنی‌داری افزوده شد. بر اساس اظهار نظر این محققین اعمال تنش های ملایم و به نسبت شدید برای به دست آوردن درصد بالاتر اسانس مناسب خواهد بود. در بررسی این محققین درصد اسانس تحت تاثیر کم‌آبی تا ۱۸۰ درصد افزایش یافت.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر سطوح آبیاری و میکوریز

سطوح آبیاری (میلی‌متر تبخیر از تشتک)	نوع کود میکوریزی	سال اول	چین اول سال دوم
		درصد اسانس	درصد اسانس
۷۰	شاهد	۱/٦٤٤g	۱/٦٦۷e
۷۰	*G. intraradices*	۱/٦۳۳g	۱/۸۱۱de
۷۰	*G. mossae*	۱/۷٤٤defg	۱/۸۷۸cde
۷۰	*G. hoci*	۱/۷۳۳efg	۱/٦۷۸e
۷۰	مخلوط هرسه گونه	۱/۸۲۲cdefg	۱/۷۲۲e
۱۱۰	شاهد	۱/۷۰۰fg	۱/۹٤٤cde
۱۱۰	*G. intraradices*	۲/۰٤٤bcd	۲/۱۲۲bcd
۱۱۰	*G. mossae*	۲/۱۰۰abc	۲/۱۷۸bc
۱۱۰	*G. hoci*	۲/۰۲۲bcde	۲/۰۸۹bcd
۱۱۰	مخلوط هرسه گونه	۱/۹۷۸bcdef	۲/۳٦۷ab
۱۵۰	شاهد	۱/۹٦۷bcdef	۱/۹۳۳cde
۱۵۰	*G. intraradices*	۲/۲۵٦ab	۲/۳۱۱ab
۱۵۰	*G. mossae*	۱/۸٤٤cdefg	۱/۹۳۳cde
۱۵۰	*G. hoci*	۲/۰۰۰bcdef	۲/۳۰۰ab
۱۵۰	مخلوط هرسه گونه	۲/۳٤٤a	۲/۵۵٦a

در سال اول و چین اول سال دوم بررسی در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک درصد اسانس تحت تاثیر کود میکوریزی قرار نگرفت. در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تنها کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط هر سه گونه اثر افزایش معنی‌داری بر درصد اسانس نعناع فلفلی داشت (جدول ٦). افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی با کاربرد کود میکوریز توسط ذولفقاری و ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۳) نیز در گیاهان دارویی *Ocimum basilicum* گزارش شده است. ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تاثیر گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزی از نظر تاثیر بر درصد اسانس *Ocimum basilicum* متفاوت است. در بررسی این محققین تلقیح گیاهان با *G. mossae* افزایشی چهار برابری را در درصد اسانس این گیاه باعث شد.

در سال اول و چین اول سال دوم، تیمار کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره تاثیر معنی‌داری بر درصد اسانس نعناع فلفلی نداشت، ولی تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره اثر معنی‌داری بر این صفت داشته و این صفت را به میزان ۱۳/٦ و ۱۵ درصد افزایش داد (جدول ٤). ترکیبات دارویی ناشی از متابولیسم ثانوی هستند که تحت تاثیر کاربرد کودها قرار می‌گیرند. کود شیمیایی فسفره از جمله کودهایی است که نقش مثبت آن در افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی در گیاهان به اثبات رسیده است (نل و همکاران ۲۰۰۹). سحرخیز و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی که بر روی گیاه دارویی *Osmium sanctum* انجام دادند، مشاهده نمودند که کاربرد کود شیمیایی فسفره افزایش معنی‌دار ۱۸ درصدی را در درصد اسانس *Osmium sanctum* باعث می‌شود. در این بررسی تیمارهای کاربرد ۳۸ کیلوگرم در هکتار کود فسفره شیمیایی همراه با گونه *Glomus intraradices* و مخلوطی از هر سه گونه مورد بررسی درصد اسانس را در مقایسه با عدم کاربرد کود شیمیایی و زیستی ۱۹ درصد افزایش داد.

در چین دوم سال دوم، بر هم کنش سطوح آبیاری در کود شیمیایی فسفره و سطح کود شیمیایی فسفره در میکوریز در صفت درصد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲). در این بررسی در شرایط عدم کاربرد کود، تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تاثیر معنی داری بر درصد اسانس نداشت، ولی تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایش ۱٦/٤ درصدی را در درصد اسانس باعث گردید. در تیمارهای کاربرد کود شیمیایی فسفره نتایج متفاوتی به دست آمد. در تیمار کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تاثیری بر درصد اسانس نداشت. ولی تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایش ٤٦/٤ درصدی را در درصد اسانس باعث گردید (جدول ۸). در این بررسی در بین ترکیب‌های تیماری کودی بیشترین درصد اسانس با ۲ درصد مربوط به *G. hoci* همراه با کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره و کمترین آن با ۱/۳ درصد متعلق به کاربرد مخلوط هر سه گونه همراه با کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره بود. در این مطالعه تنها این دو تیمار در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. تیمار *G. hoci* همراه با کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایش ۱۷/٦ و تیمار کاربرد مخلوط هر سه گونه همراه با کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره کاهش ۲۱/٦ درصدی درصد اسانس نعناع فلفلی را باعث شد (جدول ۷). آرانگو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کاربرد کود میکوریزی افزایش معنی‌داری را در درصد اسانس نعناع فلفلی باعث شد، ولی گونه‌های مختلف کود میکوریزی بر وزن تر کل اثر متفاوتی داشتند. گونه *Glomus intraradices* A_4 موثرترین گونه در افزایش این صفت بود. در بررسی این محققین کاربرد کود شیمیایی فسفره نیز افزایش معنی داری را در درصد اسانس نعناع فلفلی باعث شد، ولی میزان تاثیر وابسته به گونه میکوریز مورد بررسی بود. بیشترین درصد اسانس با کاربرد کود شیمیایی فسفره و گونه *Glomus intraradices* A_4 به دست آمد.

عملکرد اسانس: با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس نعناع فلفلی تحت

www.SID.ir

Archive of SID

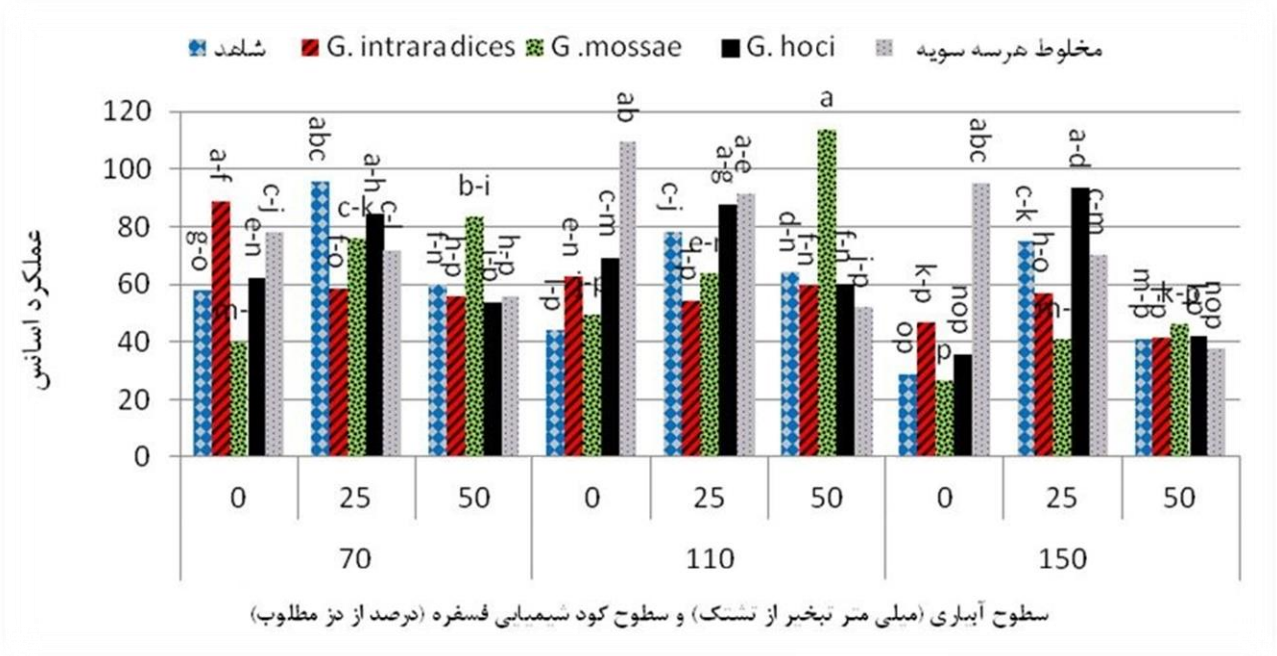
تاثیر سطوح آبیاری، عملکرد اسانس به طور منفی تاثیر سطوح آبیاری قرار گرفت. با کاهش آب آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک عملکرد اسانس در سال اول از ۸۷ گرم به ٦۹ گرم رسید که معادل ۲۰/۵ درصد کاهش در این صفت بود. آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تاثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی نداشت (جدول ۳). در سال اول و چین دوم از سال دوم کاربرد کود شیمیایی فسفره افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید. کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایش معنی‌دار ٤٦/۸ و ۳۷/۱ درصدی را در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید، ولی سایر سطوح کود شیمیایی فسفره تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ٤). صدیق و همکاران (۲۰۱۳) نیز تاثیر کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره را بر عملکرد اسانس گیاه دارویی *Cuminum cyminum* بررسی و مشاهده نمودند که کاربرد ٦۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفره افزایش ۵۷ درصدی را در عملکرد اسانس *Cuminum cyminum* گردید. طلایی و همکاران (۲۰۱۵) و درزی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی را در *Carum copticum* و *foeniculum vulgare* گزارش نمودند.

در سال اول در بین تیمارهای میکوریزا، تنها *G. intraradices* اثر افزایشی معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشت. با کاربرد *G. intraradices* عملکرد اسانس ۸۲/۲ گرم به دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد آن به میزان ۲۸/۷ درصد بیشتر بود. کاربرد انفرادی *G.mossae* و *G.hoci* تاثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی نداشت. کاربرد تلفیقی گونه‌های میکوریزا افزایش بیشتری (۵۸/۲ درصد) را در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید (جدول ۵). در چین دوم از سال دوم کاربرد انفرادی میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس بوته‌های نعناع فلفلی نداشت و تنها کاربرد توام گونه‌های میکوریزا اثر افزایشی معنی‌داری را در عملکرد اسانس باعث گردید. در شرایط کاربرد مخلوط هر سه گونه، عملکرد اسانس ۱۸/۲ گرم بود که در مقایسه با عدم کاربرد کود میکوریزی به میزان ۳۸/۱ درصد بیشتر بود (جدول ۵). سیلوا و همکاران (۲۰۱٤) گزارش نمودند که کاربرد تلفیقی کودهای میکوریزی تاثیر مثبت بیشتری را بر عملکرد اسانس *Mentha piperita* باعث می‌شود.

در چین اول از سال دوم بیشترین عملکرد اسانس با ۱۱۳ گرم با کاربرد *G. mossae* همراه با ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره و سطح آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. کمترین آن نیز با ۲٦/۱ گرم در شرایط کاربرد *G. mossae* به تنهایی و سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک به دست آمد. در این مطالعه در شرایط آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک استفاده از *G. intraradices* به تنهایی و *G. mossae* همراه با کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره کاهشی معادل ٤۷/۲ و ٤٦/۹ درصد در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث شدند (جدول ۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس تحت تاثیر سطوح آبیاری، کود شیمیایی فسفره و گونه‌های مختلف میکوریزی

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ، کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایش ٦٥/٩ درصدی را در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید، ولی سایر تیمارهای کودی تاثیری بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی نداشت. در سطح آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تیمارهای کاربرد مخلوط سه گونه، *G. mossae* همراه با کاربرد ۵۰ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره، کاربرد *G. hoci* و کاربرد مخلوط هر سه گونه همراه با ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایش معنی‌دار به ترتیب ۱۵۳، ۱٦۲، ۱۰۲ و ۱۱۱ درصدی در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث شد. در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نیز کاربرد مخلوط هر سه گونه، کاربرد ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره، استفاده از *G. hoci* و کاربرد مخلوط هر سه گونه همراه با ۲۵ درصد دز توصیه شده کود شیمیایی فسفره افزایشی به ترتیب ۲۳۹، ۱۵۸، ۲۳۲ و ١٤٦ درصدی را در عملکرد اسانس نعناع فلفلی باعث گردید. آرنگو و همکاران (۲۰۱۲)تاثیر کاربرد و عدم کاربرد کود شیمیایی فسفره را همراه با گونه‌های مختلف کودهای میکوریزی بر عملکرد اسانس مریم گلی بررسی و نشان داد که تاثیر گونه‌های مختلف کود میکوریزی همراه با کاربرد کود شیمیایی فسفره و یا بدون کاربرد کود شیمیایی فسفره متفاوت است. در بررسی این محقق گونه *G. intraradices* همراه با کاربرد کود شیمیایی فسفره موثرترین ترکیب کودی در افزایش عملکرد اسانس بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر سطوح کود شیمیایی فسفره و میکوریز

سطوح کود شیمیایی فسفره (درصد از دز مطلوب)	نوع کود میکوریزی	سال اول	چین اول سال دوم		چین دوم	
		شاخص کلروفیل (cci)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}$)	سطح برگ	شاخص کلرفیل (cci)	درصد اسانس
۰	شاهد	۱/۵٦۷ c	۳۱۳/٦g	۲/۲۲۲de	۱/۵۳۳e	۱/۷۱۱bcde
۰	*G. intraradices*	۲/٤۷۸ab	۳۵۲/٤bcdef	۲/٤۱۱abcd	۲/۵۲۲ab	۱/۷۰۰bcde
۰	*G .mossae*	۱/٦۳۳bc	۳۲۱/۱fg	۲/۲٤٤de	۱/۷۵٦cde	۱/٤۱۱ef
۰	*G. hoci*	۱/۸۰۰bc	۳۳۲/۸defg	۲/۳٦۷bcde	۱/۹۱۱cde	۱/۵۳۳cdef
۰	مخلوط هرسه سویه	۱/۸۵٦bc	۳۷٦/٤ab	۲/٤۵٦abcd	۲/۱۰۰bcde	۱/۷٦۷bcd
۲۵	شاهد	۱/۷٤٤bc	۳٤٤/٦bcdefg	۲/۱۳۳e	۱/۸٦۷cde	۱/٦۵٦bcde
۲۵	*G. intraradices*	۱/۸۸۹bc	۳۳۵/۰cdefg	۲/۳۳۳cde	۱/۹۵٦bcde	۱/۵۲۲def
۲۵	*G .mossae*	۱/۸۱۱bc	۳۸۷/٦a	۲/٤۲۲abcd	۱/۷۲۲de	۱/٦٦۷bcde
۲۵	*G. hoci*	۱/۹٦۷bc	۳٤۹/۳bcdef	۲/۳۱۱cde	۲/۰۷۸bcde	۱/٦۵٦bcde
۲۵	مخلوط هرسه سویه	۱/۸۲۲bc	۳۳۰/۰efg	۲/۲۳۳de	۱/۹۱۱cde	۱/۳٤٤f
۵۰	شاهد	۲/۲۳۳bc	۳٦۳/۹abcde	۲/۵۳۳abc	۲/۳۳۳abc	۱/۸۳۳abc
۵۰	*G. intraradices*	۲/۰۷۸bc	۳۳۲/۱defg	۲/۲۲۲de	۱/۹۱۱cde	۱/٦۲۲bcdef
۵۰	*G .mossae*	۲/۰۰۰bc	۳٦۷/۲abc	۲/۲۲۲de	۲/۲۱۱abcd	۱/٦٦۷bcde
۵۰	*G. hoci*	۳/۱۵٦a	۳٤۷/۵bcdef	۲/٦۲۲a	۲/۷٤٤a	۲/۰۸۹a
۵۰	مخلوط هرسه سویه	۱/۷۷۸bc	۳٦۵/۲abcd	۲/۵۸۹ab	۲/۱٤٤bcd	۱/۸۷۸ab

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های صفات در نعناع فلفلی تحت تاثیر سطوح کود شیمیایی فسفره و میکوریز

سطوح آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک)	سطوح کود شیمیایی فسفره (درصد از دز مطلوب)	چین دوم سال دوم
		درصد اسانس
۷۰	۰	۱/٤۰۷de
۷۰	۲۵	۱/٦۰۷cd
۷۰	۵۰	۱/۳٦۷e
۱۱۰	۰	۱/٦۷۳c
۱۱۰	۲۵	۱/۷۷۳bc
۱۱۰	۵۰	۱/٦٤۰c
۱۵۰	۰	۱/۵۸۷cd
۱۵۰	۲۵	۲/۰۵۳a
۱۵۰	۵۰	۱/۹۲۷ab

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش،درصورت وجود آب کافی استفاده از کود شیمیایی فسفره و یا کاربرد *G. intraradices* می‌تواند تولید اسانس نعناع فلفلی را افزایش دهد ولی با کاهش دسترسی به آب استفاده ترکیبی از گونه‌های میکوریزا حتی بدون استفاده از کود شیمیایی و یا استفاده از *G. mossae* به همراه دز ۵۰ درصد از کود شیمیایی توصیه شده تولید بالای برگ و اسانس را حتی نسبت به آبیاری کامل به همراه خواهد داشت، در شدت‌های بالای کم‌آبی نیز استفاده ترکیبی از

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌های میکوریزا بدون مصرف کود شیمیایی و یا استفاده از *G. hoci* به همراه ۲۵٪ کود شیمیایی توصیه شده محصولی تقریباً معادل آبیاری کامل تولید می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که با استفاده از میکوریزا در شرایط عدم کمبود آب این گیاه از توان تولید بالایی برخوردار خواهد بود. در این بررسی با مصرف حدود نصف آب در گیاه به همراه ترکیبی از گونه‌های میکوریزا بدون استفاده از کود شیمیایی می‌توان تولیدی معادل با شرایط آبی مطلوب به دست آورد.

منابع مورد استفاده

Abbasi A R, Sarvestani R, Mohammadi B and Baghery A. 2014. Drought stress-induced changes at physiological and biochemical levels in some common vetch (*Vicia sativa* L.) Genotypes. Journal of Agricultural Science and Technology, 16: 505-516.

Akram HM, Sattar A, Ali A and Nadeem M. 2012. Agro-physiological performance of wheat genotypes under normal moisture and drought conditions. Iranian Journal of Plant Physiology, 4 (2): 361-374.

Arango MC, Ruscitti MF, Ronco MG and Beltrano F. 2012. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.). Rev. Bras. Pl. Med, Botucatu, 14: 692-699.

Arango MC, RuscittiMF, RoncoMG, Beltrano F. 2012. Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinai, 14: 692-699.

Askary M, Mehdi Talebi S, Amini F and Dousti Balout Bangan A. 2016. Effect of NaCl and iron oxide nanoparticles on Mentha piperita essential oil composition. Environmental and Experimental Biology, 14: 27–32.

Darzi MT, 2012. Effect of biofertilizers application on quantitative and qualitative yield of fennel (*Foeniculum vulgare*) in a sustainable production system. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 187-192.

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra SMA. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, SpringerVerlag (Germany), 29 (1):185-212.

Fathi A. and Barari Tari D. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. International Journal of Life Sciences 10 (1): 1 - 6.

Flexas J and Medrano H. 2008. Drought-inhibition of photosynthesis in C3- plants: Stomatal and nonstomatal limitation revisited. Annals of Botany, 183: 183-189.

Gandhi A, Muralidharan G and Sudhakar E. 2014. Isolation and identification of elite phosphate solubilizing bacteria from soil under paddy cultivation. International Letters of Natural Sciences, 11(1): 62-68.

Garg N and Chandel S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process and functions. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30: 581–599.

Ghanbari M and Ariafar S. 2013. The effect of water deficit and zeolite application on growth traits and oil yield of medicinal pepermint (*Menta piperta*). International Journal of Aromatic plants, 3: 32-39.

Hazzoumi Z, Moustakime Y, Elharchli E and Amrani Joutei K. 2015. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and water stress on growth, phenolic compounds, glandular hairs, and yield of essential oil in basil (*Ocimum gratissimum* L). Hazzoumi et al. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2:10.

Hazzoumi, Z., Y. Moustakime, E. Elharchli and K. Amrani Joutei. 2015. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and water stress on growth, phenolic compounds, glandular hairs, and yield of essential oil in basil (*Ocimum gratissimum* L). Hazzoumi et al. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2:10

www.SID.ir

Archive of SID

Kanade AM and Bhosale RS. 2014. Influence of VAM (*Glomus fasciculum*) on Vegetative and Reproductive Parameters of *Cassia tora* Linn. International Journal of Life Sciences, 2(4): 363-365.

Kavanova M, Alfredo Lattanzi F, Alberto Grimoldi A and Schnyder H. 2006. Phosphorus deficiency decreases cell division and elongation in grass leaves. Plant Physiology, 141: 766–775.

Keles Y and Oncel I. 2004. Growth and solute composition on two wheat species experiencing combined influence of stress conditions. Russian Journal of Plant Physiology, 51: 203-208.

Khalil SE and Yousef RMM. 2014. Interaction effects of different soil moisture levels, arbuscular mycorrhizal fungi and three phosphate levels on growth, yield and photosynthetic activity of garden cress (*Lepidium sativum* L.) plant. International Journal of Advanced Research, 2: 723-737.

Khila SB, Douh B, Mguidiche A, Ruget F, Mansour M and Boujelben A. 2013. Yield and Water use efficiency of a durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar under the Influence of various irrigation levels in a Mediterranean climate. Journal of Natural Product and Plant Resources, 3 (1):78-87.

Kiani SP, Maury P, Sarrafi A and Grieu P. 2008. QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. Plant Science, 175: 565–573.

Morgan B and Dolphin D. 2010. Synthesis and structure of biomimetic porphyrins.Metal Complexes with Tetrapyrrole Ligands I, 115-203

Nahar K and Gretzmacher R. 2011. Response of shoot and root development of seven tomato cultivars in hydrophonic system under water stress. Academic Journal of Plant Sciences, 4 (2): 57-63.

Nell M, Otsch MV, Vierheilig H, Steinkellner S, Zitterl-Eglseer K, Franza C and Novaka J. 2009. Effect of phosphorus uptake on growth and secondary metabolites of garden sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 89: 1090–1096.

Omar A. 2014. Effect of FYM and phosphorus fertilization on yield and its component of maize. Asian Journal of Crop Science. 5: 1-12.

Pal J, Adhikari RS and Negi JS. 2016. Effect of different level of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and green herb yield of *Origanum vulgare*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 5(2): 425-429.

Rahdari P and Hoseini SM. 2012. Drought stress: a review. International journal of Agronomy and Plant Production, 3 (10): 443-446.

Rahmatzadeh S and Kamal Kazemitabar S. 2013. Biochemical and antioxidant changes in regenerated periwinkle plantlets due to mycorrhizal colonization during acclimatization. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5: 1535-1540.

Ramezani S, Reza Rezaei M and Sotoudehnia P. 2009. Improved growth, yield and essential oil content of basil grown under different levels of phosphorus sprays in the field. Journal of Applied Biological Sciences, 3(2): 105-110.

Robinson J, Nithya K, Ramya R, Karthikbalan B and Kripa K. 2014. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza *Glomus fasiculatum* on the growth and physiological response in *Sesamum indicum* L. International Letters of Natural Sciences, 23: 47-62.

Saharkhiz M, Merikhi M, Zarei M and Teixeira da Silva J. 2011. Responce of *Ocimum sanctum* to inoculation with arbascular mycorrhizal fungi and fertilization with different phosphorus sources. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 5: 114-118.

Sarhadi H, Reza Afsharmanesh G and Mokhtari, Z. 2014. Effect of drought stress on some morphological traits and seed yield of indigo (*Indigofera tinctoria* L.) under different levels of nitrogen. TLS, 2319–5037.

www.SID.ir

Archive of SID

Sarkar J, Ray A, Chakraborty B and Chakraborty U. 2016. Antioxidative changes in *Citrus reticulata* L. induced by drought stress and its effect on root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi. European Journal of Biological Research, 6 (1): 1-13.

Sarker BC, Rashid P and Karmoker J. 2015. Anatomical changes of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under phosphorus deficiency stress. Bangladesh Journal of. Botany, 44(1): 73-78.

Sedigh A, Azizi K and Azizi F. 2013. Studying the effects of biological and chemical fertilizing systems on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences,) 7-2): 60-65.

Silva FA, Silva FSB and Maia LC. 2014. Biotechnical application of arbuscular mycorrhizal fungi used in the production of foliar biomolecules in ironwood seedlings [*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. ferrea]. Journal of Medicinal Plant Research, 8(20): 814-819.

Talaei GH, Ghazi Harsini M, Asghar Ghaderi A, Feizi M and Shahgholi H. 2015. Effect of biological phosphate and chemical phosphorus fertilizer on growth, quantity and quality of ajowan (*Carum copticum*). International Journal of Life Sciences Research, 5(2): 8-14.

Thamizhiniyan P, Panneerselvam M and Lenin M. 2009. Studies on the growth and biochemical activity of coleus aromaticus benth. As influenced by am fungi and azospirillum. Recent Research in Science and Technology, 1(6): 259–263.

Trindade RS, Paulo Araújo A and Grandi Teixeira M. 2010. Leaf area of common bean genotypes during early pod filling as related to plant adaptation to limited phosphorus supply. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34: 115-124.

Wen Y, Rowland DL, Piccinni G, Tom Cothren J, Leskovar DI, Kemanian AR and Woodard JD. 2013. Lint yield, lint guality, and economic returns of cotton production under traditional and regulated deficit irrigation schemes in southwest Texas. The Journal of Cotton Science, 17:10–22.

Zamani Z, Zeinali H, Masood Sinaki J and Madani H. 2014. Effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on the yield and secondary metabolites of medicinal plant *Rubia tinctorum* L. under saline conditions. Iranian Journal of Plant Physiology. 4 (2): 949-955.

Zolfaghari M, Nazeri V, Sefidkon F and Rejali F. 2013. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Plant Physiology, 3 (2): 643-650.

www.SID.ir