

بررسی اثر تاریخ کاشت و همزیستی قارچ مایکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیک و مواد موثره سه رقم گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) بومی ایران

مریم برزگر الویردی^۱، حسین افشاری*^۲، نغمه برهان^۱، قنبر لایی^۳، مسعود زاده باقری^۴

^۱ کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دامغان، دامغان، ایران

^۲ استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دامغان، دامغان، ایران

^۳ مربی گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دامغان، دامغان، ایران

^۴ استادیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۲

چکیده

کاربرد کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی در یک نظام کشاورزی پایدار با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی به منظور دستیابی به افزایش کیفیت و پایداری عملکرد از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و همزیستی قارچ مایکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مواد موثره سه رقم گیاه دارویی رازیانه بومی ایران، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه تاریخ کاشت (نیمه اسفند، فروردین و اردیبهشت ماه)، فاکتور فرعی سه رقم (یکتا، وحشی و برزک) و فاکتور فرعی - فرعی قارچ مایکوریزا (۰ و ۳ کیلوگرم در هکتار) بود. سپس بر روی ارقام مذکور اندازه گیری میزان عملکرد اسانس، درصد پروتئین، غلظت کاروتنوئیدها، غلظت کلروفیل a و b مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت بر روی تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد همچنین اثر رقم بر روی کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و حداکثر پروتئین دانه در تاریخ ۱۵ فروردین بدست آمد. قارچ مایکوریزا نیز بر روی صفات مورد بررسی موثر و سبب بهبود این صفات گردید. با توجه به اینکه حداکثر عملکرد دانه و اسانس از گیاهان کشت شده در تاریخ ۱۵ فروردین بدست آمد، بنابراین مناسب ترین زمان برای کاشت رازیانه در منطقه دامغان ۱۵ فروردین قابل توجیه است.

واژگان کلیدی: ارقام، پروتئین، تاریخ کاشت، رازیانه، قارچ مایکوریزا

هر دو شرایط تنش و بدون تنش اثر بگذارند (Auge, 2001). در تحقیقات اولیه در این مورد که توسط سفیر و همکاران (Safir et al., 1971, 1972) صورت گرفت تأثیر قارچ‌های میکوریزا در روابط آبی گیاه به اثرات مستقیم این قارچ‌ها در وضعیت تغذیه‌ای فسفر گیاه نسبت داده شد ولی گزارش‌های متعدد دیگر نشان می‌دهد اثرات قارچ‌های VAM بر روابط آبی گیاه میزبان می‌تواند مستقل از وضعیت تغذیه‌ای فسفر باشد (Bethlenfalvay et al., 1988). طبق گزارشات دیپادوی و همکاران (2010) در به کارگیری سویه از *Glomus fasciculatum*، قارچ میکوریزا سبب افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد تر و خشک ریشه گردید که به نظر می‌رسد علت آن قابلیت قارچ میکوریزا در جذب فسفر می‌باشد. در تحقیقی دیگر گونه‌های قارچ *G. macrocarpum* و *G. fasciculatum*، میزان فسفر، منگنز و آهن را در اندام هوایی گیاه دارویی درمنه افزایش داده و با توسعه شاخ و برگ سبب افزایش اسانس گشتند (Chaudhary et al., 2007) و نیز نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که قارچ میکوریزا *G. mosseae* سبب افزایش بازده اسانس در گیاه دارویی پونه گردید (Khaosaad et al., 2006). کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) طی آزمایشی در رابطه با نقش کودهای زیستی بر افزایش رشد و عملکرد رازیانه نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه قارچ VAM به‌طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد رازیانه می‌گردید. امروزه عقیده بر این است که روابط متقابل بین ریشه گیاه و ریز موجودات خاک توسط مداخلات انسان از طریق فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی تحت تأثیر قرار گرفته است. اثر متقابل ریشه-های گیاه و میکوریزا، عاملی مهم در جذب فسفر توسط گیاه، به‌ویژه در سیستم‌های ارگانیک می‌باشد. برای نمونه، در گیاه

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill، متعلق به تیره Apiaceae یکی از مهمترین گیاهان دارویی قدیمی است که در طب سنتی ایران با نام "رازیانج" مشهور است و به‌صورت گیاهی علفی یک یا دو ساله معطر خودرو و دست کاشت در نواحی شمال ایران و مناطق مختلف البرز می‌روید (Khosravi, 1383). زمان کاشت به‌دلیل تغییر در طول روز، دما و رطوبت نسبی تأثیر بسزایی در رشد، نمو و تولید گیاه طی فصل رشد داشته و یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی موثر در تولید تمام محصولات می‌باشد (Khichar and Niwas, 2006). برای دستیابی به پتانسیل بالای عملکرد دانه بایستی بین میزان رشد قبل و بعد از گرده افشانی توازن وجود داشته باشد. محیط خاک در برگیرنده خواص فیزیکی و شیمیایی بسیاری است که از طریق فرایندهای پویای زیستی تغییر می‌یابند. خاک در مجاورت ریشه‌های گیاه، بطور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر فعالیت‌های میکروبی و ترشحات حاصل از ریشه گیاه قرار می‌گیرد. از بین موجودات غالب در این ناحیه، می‌توان به قارچ‌های میکوریزا و زیکولار آربوسکولار VAM اشاره کرد (Gholami and Kouchaki, 1380) میکوریزا از رایج‌ترین و سابقه‌دارترین ارتباط‌های همزیستی در سلسله گیاهی است به طوری که اکثر گیاهان (حدود ۹۵ درصد گونه‌های گیاهان آوندی) حداقل یکی از تیپ‌های میکوریزی را دارا هستند، بنابراین سیستم‌های ریشه و سطوح جذب‌کننده آب در اکثر گیاهان تحت تأثیر قارچ‌های میکوریزا قرار می‌گیرند (Alizadeh, 1383). این قارچ‌ها نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم و همچنین مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی دارند (Aliasghar zad, 1376). قارچ‌های VAM می‌توانند بر تعادل آبی گیاه میزبان در

همچنین فاصله بین دو تکرار ۲ متر و فاصله بین تکرارها ۱ متر تعیین شد. پس از کاشت به کلیه مزارع طرح آزمایشی برای تأمین رطوبت مورد نیاز آبیاری شد.

صفات آزمایشی نیز درصد پروتئین، میزان کاروتنوئیدها، کلروفیل a و b و میزان اسانس بودند. هنگام اندازه‌گیری و یادداشت برداری از هر کرت آزمایشی با حذف دو بوته از ابتدا و انتهای هر خط انجام شد. اندازه‌گیری صفات مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد:

سنجش پروتئین: بدین منظور از روش کج‌لدال استفاده شد. طی آن پودر نمونه گیاهی در اسید سولفوریک غلیظ در حضور کاتالیست حاوی یون مس جوشانده می‌شود تا ازت بصورت آمونیاک درآید. آمونیاک حاصله بوسیله اسید بوریک جذب می‌شود. یون‌های آمونیوم با اسید کلریدریک و سپس با محلول سود تیترو می‌شوند. به ازای هر یک مول اسید کلریدریک مصرفی ۱۴ گرم نیتروژن در بافت اولیه گیاه بدست می‌آید. با استفاده از ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین قابل سنجش است (Anonymus, 2002).

سنجش کلروفیل: بدین منظور ۰/۲ گرم برگ در استون ۸۰ درصد هموژن می‌گردد. پس از سانتریفوژ در ۲۵۰۰ دور بر دقیقه، محلول روئی بر داشته و جذب آن در ۶۴۷ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود. توسط فرمول زیر مقادیر کلروفیل اندازه‌گیری می‌گردد (Zhang et al., 2002).

$$\text{Chl. a (mg/L)} = (12.25 \times A_{663}) - (2.79 \times A_{647})$$

$$\text{Chl. b (mg/L)} = (21.5 \times A_{647}) - (5.1 \times A_{663})$$

تعیین مقدار کاروتنوئید: بر اساس متد رزمجو (Razmjoo, 1997) انجام می‌شود. بدین منظور ۱ گرم از برگ در حلال استخراج شامل حجم مساوی از استون و اتر نفت وارد و هموژن می‌شود. سپس به آن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ اضافه می‌گردد و در سانتریفوژ به مدت ۱۵ دقیقه در حرارت ۴ درجه

دارویی سیاه دانه، تیمار ترکیبی آزوسپریلیوم و میکوریزا بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مورد مطالعه داشتند (Khoramdel et al., 1387). علی‌هذا، با توجه به جایگاه این گیاه ارزشمند در تأمین نیازهای مختلف، این تحقیق به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت، تأثیر قارچ میکوریزا و ارقام بر میزان درصد پروتئین، میزان کاروتنوئیدها، کلروفیل a و b و درصد اسانس در گیاه دارویی رازیانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و همزیستی قارچ میکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیک و مواد موثره سه رقم گیاه دارویی رازیانه بومی ایران، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان با موقعیت ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۳ درجه و ۴۲ دقیقه طول جغرافیایی و ارتفاع ۱۱۵۵/۴ متر از سطح دریا و در بافت خاک شنی در اقلیمی خشک اجرا شد (جدول ۱).

فاکتور اصلی شامل سه تاریخ کاشت (نیمه اسفند، نیمه فروردین و نیمه اردیبهشت)، فاکتور فرعی سه رقم (یکتا، وحشی و برزک) و فاکتور فرعی-فرعی قارچ میکوریزا (۰ و ۳ کیلوگرم در هکتار) بود. فسفات آمونیوم با توجه به آزمون خاک به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمین پخش و با دستگاه فارو جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع فسفات آمونیوم و اوره قبل از کاشت و در مرحله ۴ الی ۶ برگی به زمین داده شد. هر کرت آزمایشی دارای ۱۰ خط به طول ۴ متر بوده و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

سانتی‌گراد در ۱۰/۰۰۰ گرم سانتی‌فروز می‌شود. محلول رویی برداشت شده و با حلال استخراج اولیه به نسبت ۱:۳ رقیق می‌شود و جذب آن در ۴۵۰ نانومتر قرائت و با استفاده از منحنی استاندارد کاروتنوئید ارزیابی می‌شود و نیز اندازه‌گیری میزان اسانس با دستگاه کلونجر انجام شد (Omidbaigi et al., 1384). تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار SAS انجام و سپس میانگین‌های حاصله با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردید، به منظور تعیین رابطه صفات ضریب همبستگی بین صفات تعیین گردید. رسم نمودارهای مربوط به مقایسه میانگین‌ها توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج

میزان پروتئین

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تاثیر تاریخ کاشت و قارچ در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت در سطح ۵ درصد بر روی میزان پروتئین معنی دار بود. واکنش ارقام در تاریخ‌های کاشت متفاوت، یکسان نبود به طوری‌که در تاریخ کاشت اول بالاترین میزان پروتئین به رقم برزک (۸/۱۵ درصد) و کمترین میزان پروتئین در تاریخ کاشت دوم به رقم وحشی (۷/۷۱ درصد) اختصاص داشت و بین سه رقم در شرایط تاریخ کاشت سوم اختلافی مشاهده نگردید (نمودار ۱). از طرفی کاربرد قارچ به تنهایی منجر به افزایش ۱۱ درصدی میزان پروتئین نسبت به شاهد در گیاه رازیانه گردید (نمودار ۲). همبستگی بین میزان پروتئین با اسانس $(r=0/70^{**})$ ، میزان کلروفیل a $(r=0/74^{**})$ ، کلروفیل b $(r=0/80^{**})$ و کاروتنوئید $(r=0/60^{**})$ مثبت و در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳).

میزان اسانس

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تاثیر تاریخ کاشت و همچنین تیمار قارچ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. بالاترین میزان در تاریخ کاشت اول با میانگین آن ۱۳,۶ درصد نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم مشاهده گردید (نمودار ۳). همبستگی بین میزان اسانس با میزان کلروفیل $(r=0/74^{**})$ ، کلروفیل b $(r=0/72^{**})$ و پروتئین $(r=0/70^{**})$ مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). آزمایش اکبریا و همکاران (۱۳۸۴) نشان داد که که زمان کاشت تاثیر معناداری بر خصوصیات رشد، نموی و همچنین کمیت کیفیت ماده موثره رازیانه دارد. طبق نتایج حاصله بذور کشت شده در تاریخ ۳۱ اردیبهشت، از سرعت جوانه زنی و رشد و مراحل نموی سریعتری برخوردار بودند.

کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات اصلی اثر تاریخ کاشت، رقم و قارچ میکوریزا و اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم، تاریخ کاشت × قارچ میکوریزا و اثر تاریخ کاشت × رقم × قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل رقم × قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. در همه ارقام و تاریخ‌های کاشت اعمال تیمار قارچ منجر به افزایش میزان کلروفیل a شد بطوری‌که کاربرد قارچ در رقم برزک با تاریخ کاشت اول (نیمه اسفند) بالاترین میزان کلروفیل a $(5/67\text{mg/g})$ را داشت و کمترین میزان به رقم وحشی بدون اعمال قارچ و کشت در نیمه اردیبهشت $(3/25\text{mg/gfw})$ مربوط شد. نسبت بالاترین میزان کلروفیل a نسبت به کمترین میزان ۱/۷۴ برابر بود (نمودار ۵). همبستگی بین کلروفیل a با اسانس $(r=0/74^{**})$ ، میزان پروتئین $(r=0/74^{**})$ ، کلروفیل

($r=0/90^{***b}$) و کاروتنوئید ($r=0/62^{**}$) مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳).

کلروفیل b

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات اصلی تاریخ کاشت، رقم و قارچ میکوریزا و اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم، تاریخ کاشت × قارچ میکوریزا و اثر تاریخ کاشت × رقم × قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. بالاترین میزان کلروفیل b مربوط به اثر متقابل رقم یعنی رقم بزرگ با کاربرد قارچ در تاریخ کاشت نیمه اسفند (mg/gfw ۶/۳۶) بدست آمد که میزان آن نسبت به کمترین میانگین که به رقم وحشی بدون اعمال تیمار قارچ و تاریخ کاشت نیمه اردیبهشت ($3/25 mg/g$) اختصاص داشت ۱/۹۵ برابر بود. هر سه رقم در تاریخ کاشت نیمه اسفند میزان بالاتری از این صفت را نشان دادند همچنین هر سه رقم با اعمال تیمار قارچ در هر سه تاریخ کاشت افزایش میانگین نشان دادند. بالاترین میزان این افزایش را رقم وحشی با تاریخ کاشت دوم نشان داد (نمودار ۶). کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) نیز در پژوهشی روی گیاه رازیانه به نقش میکوریزا بر کلروفیل b اشاره نمودند.

همبستگی بین کلروفیل b با اسانس ($r=0/72^{**}$)، میزان پروتئین ($r=0/80^{**}$)، کلروفیل ($r=0/90^{***a}$) و کاروتنوئید ($r=0/67^{**}$) مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳).

کاروتنوئیدها

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرات اصلی تاریخ کاشت، رقم و قارچ میکوریزا در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان کاروتنوئیدها معنی دار بود.

تیمار قارچ نسبت به شاهد منجر به افزایش کاروتنوئیدها به میزان $9/37 \mu g/g$ گردید. رقم برزک با کشت در نیمه فروردین بالاترین میزان کاروتنوئید ($10/12 \mu g/gfw$) و رقم وحشی با کشت در نیمه

و مقاومت در برابر بیماریها (Brundrett et al., 1996; Sharma et al., 2008). کاپور و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی در مورد گیاه رازیانه دریافتند کاربرد قارچ مایکوریزا تاثیر معنی‌داری بر اسانس، پروتئین، کلروفیل a و b، کاروتنوئید، ارتفاع و طول گل آذین رازیانه دارد. در تحقیق حاضر نیز کاربرد قارچ مایکوریزا توانست تاثیر معنی‌داری بر پروتئین رازیانه داشته باشد. بر اساس نتایج حسنی و همکاران (2009) و درزی و حاج سیدهادی (۱۳۸۰) تاریخ کاشت تاثیر معناداری بر میزان اسانس گل‌های بابونه داشت و در کشت پاییزه عملکرد اسانس به دلیل عملکرد زیادتر گل در واحد سطح بیشتر بود. از طرفی استفاده از تیمار قارچ باعث افزایش درصد اسانس نسبت به شاهد در گیاه رازیانه گردید (نمودار ۴). کاری دولت آبادی و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان داشتند که کاربرد *Sebacina vermifera* و *Piriformospora indica* موجب افزایش اسانس رازیانه گردید (Kari Dolatabadi et al., 2011). نتایج بدست آمده در این تحقیق در خصوص کاروتنوئیدها با نتایج گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) و راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) به ترتیب در مورد گیاهان دارویی نعناع و علف لیمو مطابقت دارد.

گوپتا و همکاران خاطر نشان کردند از آنجائی که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات (IPP) و دی متیل آلایل پیروفسفات (DMAPP)، نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات ضروری می باشد (Gupta, et al. 2002)، از این رو همزیستی مایکوریزایی از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه رازیانه، موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی می‌گردد.

اردیبهشت کمترین میزان تولید کاروتنوئید (mg/gfw) را نشان دادند. هر سه رقم در شرایط کشت فروردین از کاروتنوئیدهای بیشتری نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر برخوردار بودند به نحوی که میزان کاروتنوئید در سه رقم یکتا، وحشی و برزک در تاریخ کاشت اردیبهشت به ترتیب ۲۳، ۴۳ و ۲۷ درصد بیشتر از تاریخ کاشت نیمه اردیبهشت ۱۰، ۱۵ و ۱۰ درصد بیشتر از تاریخ اسفند بود (نمودار ۶). همچنین اعمال تیمار قارچ توانست ۱۳ درصد بر میزان کاروتنوئیدها بیافزاید (نمودار ۸).

همبستگی بین کاروتنوئید با میزان پروتئین (** $r=0/60$)، کلروفیل ($r=0/62^{**a}$) و کلروفیل ($r=0/67^{**b}$) مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

بحث

در سال‌های اخیر کشاورزی زیستی به دلیل تاکید بیشتر روی پایداری و کاهش اثرات زیست محیطی در جهان مورد توجه قرار گرفته است (Wood et al. 2006) و تولید محصولات ارگانیک با توجه به عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی قابل اعتمادتر می‌باشند. استفاده از کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر مشکلات زیست محیطی به شمار می‌آید. در این راستا قارچ‌های مایکوریزا تاثیرات سودمندی برای گیاهان و برای تولید و تکثیر جنسی و غیر جنسی دارد اما اثرات مشاهده شده به شدت هم به گونه گیاهی و هم به گونه قارچ بستگی دارد (Varga, 2010). از بین گیاهان دارویی، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار می‌باشد. مایکوریزا سه منفعت را برای گیاه به دنبال خواهد داشت که عبارت‌اند از: افزایش جذب فسفر و سایر مواد مغذی، افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زیستی

اسید مالیک، جذب فسفر گیاه را افزایش دادند (Kapoor et al. 2004).

نتیجه گیری نهایی

به نظر می رسد همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه رازیانه از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد نظیر ارتفاع گیاه گردیده است. نتایج حاصل از این تحقیق در رابطه با تاثیر همزیستی میکوریزایی بر عملکرد گیاه و بهبود فتوسنتز در گیاه رازیانه با نتایج تحقیقات عده‌ای از محققین مطابقت می‌نماید (Gupta, et al., 2002) و (Ratti, et al., 2001) و نیز استفاده از قارچ میکوریزا بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاکزی برای تناوب بعدی شود.

با توجه به اینکه حداکثر عملکرد دانه و اسانس از گیاهان کشت شده در تاریخ ۱۵ فروردین بدست آمد، بنابراین مناسب‌ترین زمان برای کاشت رازیانه در منطقه دامغان ۱۵ فروردین قابل توجه است.

منابع

1. Aliasgharzad, N., 1376. Soil biochemical and microbiology. University of Tabriz Press. p:34-68.
2. Alizadeh, A., 1383. Plant Water and soil relations. University of Imam Reza press. p:17-29.
3. Anonymous., 2002. Determination of crude protein in cereals and cereal products for food and for fed. Standard methods of the international association for cereal science and technology. ICC Standard No.:105/2, Vienapp. p: 34-68.
4. Auge, RM., 2001. Water relations, drought and VA mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11: 3-42.

تاریخ‌های کشت متفاوت نیز برخی از خصوصیات گیاه رازیانه را تحت تاثیر قرار داد و جهت این تغییرات متفاوت بود. با تغییر تاریخ کاشت از نیمه اسفند تا نیمه اردیبهشت میزان اسانس کاهش نشان داد از طرفی اثر متقابل این فاکتور با رقم در خصوصیات میزان اسانس و کاروتنوئید معنی‌دار شد که این مطلب نشان دهنده این است که ارقام با کشت در تاریخ‌های مختلف می‌توانند پاسخ‌های متفاوتی را ارائه نمایند. نتایج امید بیگی و همکاران (۱۳۸۴) نیز نشان داد که تاریخ کاشت تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات رشد، نمو و همچنین کمیت و کیفیت ماده موثر رازیانه دارد.

از طرفی قارچ میکوریزا باعث افزایش جذب نیتروژن می شود که نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارا بوده و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئینها و افزایش میزان آن در شرایط مطلوب تا حد مشخص موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد با افزایش پروتئین‌ها گیاه به توسعه رویش مثل افزایش سطح برگ تعداد شاخه فرعی، ارتفاع و قطر ساقه می پردازد که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را به عهده دارد (Omidbaigi, 1990; Chaudhary et al., 2007).

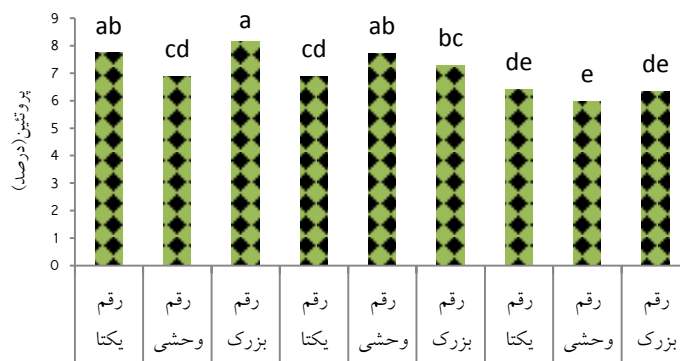
در این تحقیق به خوبی روشن شد که کاربرد قارچ میکوریزا، سبب افزایش صفات مورد بررسی گردیده و دلیل این امر، مکانیزم عمل قارچ میکوریزا در جذب فسفر می‌باشد. احتمالاً، پس از رویش و گسترش اسپورهای قارچی در ریزوسفر، بخشی از ریشه‌ها وارد سیستم ریشه شده و سبب کاهش غلظت آبسبزیک اسید گشته و میزان سیتوکینین-ها را افزایش داده که موجب گسترش سیستم ریشه-ای، افزایش جذب آب و عناصر غذایی می‌گردند. گمان می‌رود ریشه‌های برون ریشه‌ای نیز با ترشح اسیدهای آلی حل کننده فسفات‌های نامحلول نظیر

- mint. Agricultural Research Journal. 12(3): 47-59.
17. Jiang, Y. and Huang, B., 2000. Effect of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky Bluegrass. Crop Science. 40: 1358-1362.
 18. Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*foeniculum vulgare* Mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. Bio resource Technology. 93: 307-311.
 19. Kari Dolatabadi, H., Mohammadi Goltapeh, E., Jaimand, K., Rohani, N. and Varma, A., 2011. Effects of *Piriformo sporaindica* and *Sebacinavermitifera* on growth and yield of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*) under greenhouse conditions. Journal of Basic Microbiology, 51, 33-39.
 20. Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. and Novak, J., 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza. 16: 443-446.
 21. Khichar, M.L. and Niwas, I., 2006. Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. J. Agrometeo. 8: 201-209.
 22. Khoramdel, S., Kouchaki, A.R., Nasiri Mahalati, M and Ghorbani, R., 1387. The effect of biological fertilizers on growth indices of Don Black. Journal of Iranian Agronomy Research. 6(2): 285-294.
 23. Khosravi, M., 1383. Medicinal plants and their uses in traditional medicine for various diseases. Mohammad press. Tehran. p:335.
 24. Ochse, I.I., 1997. Vegetables of the Dutch east Indies (edible tubers. Fulbs. Rhizomes and spices included) : A. Asher and Co. B. V., Amsterdam. P: 714-715.
 25. Omidbaigi, R., 1990. Effect of sowing time on growth, yield and active Substance of fennel. M. Sc. Degree thesis. Horticultural Science university Budapest. p: 5-8.
 26. Omidbaigi, R., Sadraei manjili, K. and Sefidkon, F., 1384. The effect of different sowing time on qualitative and quantitative yield of fennel. Medicinal and Aromatic plant Research of Iran. 20(4): 458-465.
 27. Ortiz, B.L., 1992. The encyclopedia of herbs, spices and flavourings. Dorling Kindersley. London, Newyork, Stuttgart. 228.
 28. Porra R.J., Thompson W.A., and Kriedemann P.E., 1989. Determination of
 5. Bernath, J., 2001. Production ecology of secondary plants product. Herbs spices and medicinal plants. Avaolume 1. Oryx Press Arizona. 185- 234pp.
 6. Bethlenfalvay, G.J., Brown, M.S., Ames, R.N. and Thomas, R.S., 1988. Effects of drought on host and endophyte development in mycorrhizal soybeans in relation to water use and phosphate uptake. Physiol Plant 72:565-571.
 7. Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N., 1996. Working with mycorrhiza in forestry and agriculture, ACIAR Monograph 32, 374 pp.
 8. Chaudhary, V., Kapoor, R. and Bhatnagar, A.K., 2007. Effect of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycorrhiza. 17:581-587p.
 9. Darzi, M. and Haj seyed hadi, R., 1381. Study the some of ecological and Agronomy problems of two Chamomile an fennel plants. Olive. 152, 3-49.
 10. Darzi, M.T., 2004. Effects of planting time and density on flower yield and active substance of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Prossiding of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, 26- sep-1 oct 2004. pp: 280.
 12. Deepadevi, M., Basu, M.J., and Santhaguru, K., 2010. Response of *Sorghum bicolor* (L.) Monech to Dual Inoculation with *Glomus Fasciculatum* and *Herbaspirillum* Seropediaeae. General and Applied Plant Physiology, Vol. 36 (3-4), pp.176-182.
 13. Gholami, A. and Kouchaki, A.R., 1380. Mychoriza in sustainable Agriculture. University of Shahroud press. p:123-145.
 14. Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and kumar, S., 2002. Effect of the vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technol. 81 : 77-9.
 15. Haj seyed hadi, S., Khodabandeh, M., Darzi, M. and Yasban, V., 1380. Study the effects of planting time and density on essence and kamozone rates of Chamomile medicinal plant. National Iranian medicinal plant symposium. p:32.
 16. Hasani, A. and Omidbaigi, R., 2009. The effects of water stress on some metabolical, physiological and morphological traits of

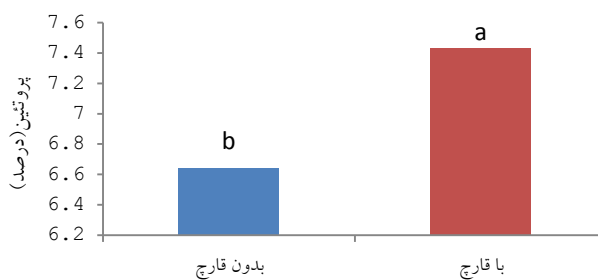
- accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochim Biophys Acta*. 975: 384-94.
29. Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of *tricalcium phosphate* to *Cymbopogon martinii* var. *motia* by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. *Microbiological Research*, 156: 145-149.
 30. Razmjoo, S., 1997. *Manual analysis of Fruit and vegetable products*. 9th. ed. Tata Mc Graw Hill, New Delhi. p:49.
 31. Richards, R.A., London, A.G. and Rebetzke, G.J., 2001. Traits to improve yield in dry environments .PP. 81-100. In: Reynolds, M.P., J.I. Ortize Moasterio, and A. McNab.(eds) *Application of physiology in wheat Breeding*. Mexico, D.F. p:44-64.
 32. Rigby, D. and Caceres, D., 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural systems*. Volume 68, Number 1, April 2001, pp. 21-40.
 33. Safir, G.R., Boyer, J.S. and Gerdemann, J.W., 1971. Mycorrhizal enhancement of water transport in soybean. *Science*, 172: 581-583.
 34. Safir, G.R., Boyer, J.S. and Gerdemann, J.W., 1972. Nutrient status and mycorrhizal enhancement of water transport in soybean. *Plant Physiol* 49: 700-703.
 35. Saleh Rastin, N., 1377. *Biologic Fertilizers*. *Water and Soil*. 3(12): 1-36.
 36. Sharma, D., Kapoor, R., Bhatnagar, A.K., 2008. AM fungi help in conservation of *curculigo orchioides gaertn* – a vulnerable anti cancerous plant. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 24, 395-400.
 37. Varga, S., 2010. Review. Effects of arbuscular mycorrhizas on reproductive traits in sexually dimorphic plants. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S1), 11-24.
 38. Wood, R., Lenzen, M., Dey, C. and Lundie, S., 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems* 89: 324 348.
 39. Zhang, Z. and Sharma, L., 2002. *Guide to plant physiology experiments*. Beijing: Higher Education. p:45.

جدول ۱: خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه مورد کاشت

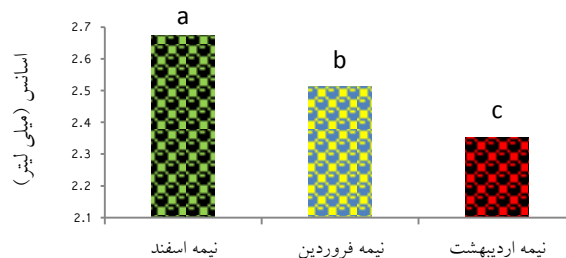
کلاس	٪ رس Clay	٪ لای Silt	٪ شن Sandy	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	٪ کربن آلی C _{۵۰}	درصد مواد خثی شونده T.M.V	اسیدیته کل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی EC(dc/m)
L	۱۳	۲۲	۶۵	۱۵۰	۱۲	۴۸	۳۴	۸/۲۸	۳/۱۵



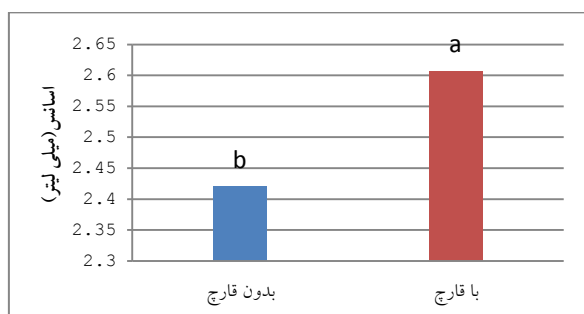
شکل ۱: اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان پروتئین رازیانه



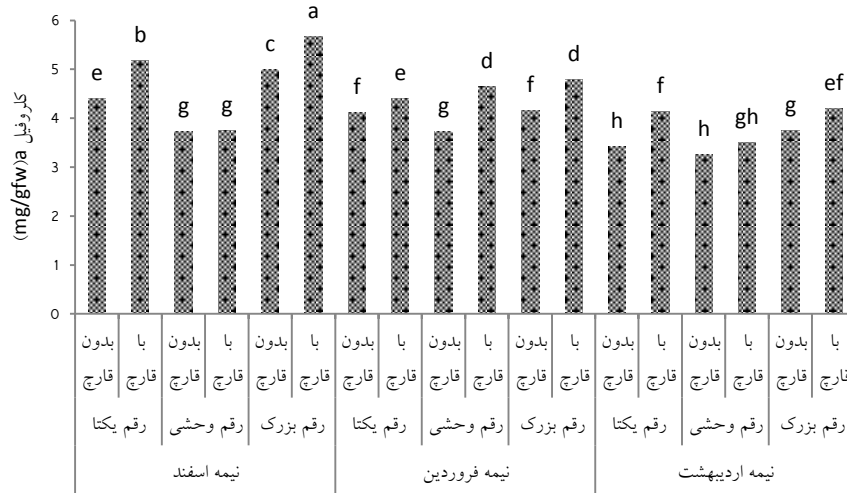
شکل ۲: اثر قارچ میکوریزا بر میزان پروتئین رازیانه



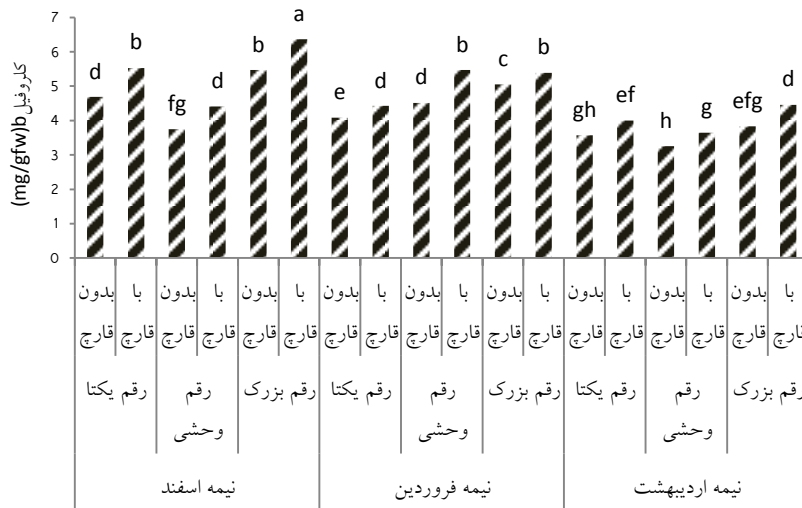
شکل ۳: اثر تاریخ کاشت بر میزان اسانس رازیانه



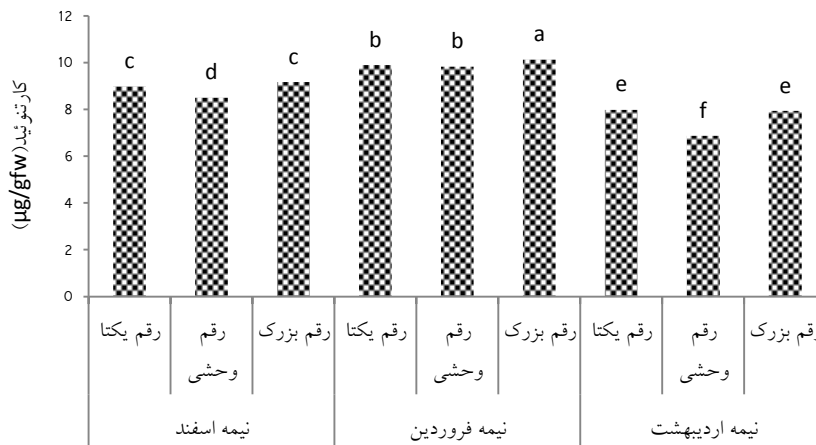
شکل ۴: اثر قارچ میکوریزا بر میزان اسانس رازیانه



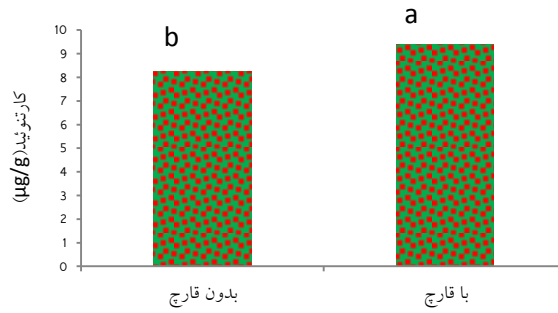
نمودار ۵: اثر متقابل تاریخ کاشت، رقم و قارچ بر میزان کلروفیل a رازیانه



نمودار ۶: اثر متقابل تاریخ کاشت، رقم و قارچ بر میزان کلروفیل b رازیانه



نمودار ۷: تاثیر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر کاروتنوئید رازیانه



نمودار ۸: اثر قارچ میکوریزا بر میزان کارتنوئید رازیانه

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، رقم و قارچ میکوریزا بر روی صفات مورد بررسی در رازیانه

کارتنوئید	میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
	b کلروفیل	a کلروفیل	پروتئین	اسانس		
۵/۱۴	۱/۰۴	۱/۷۵	۰/۰۴	۲/۲۱	۲	بلوک
۷۵۲۴/۲۰**	۶۶۰/۴۳**	۲۹۰/۸۴**	۹/۱۲**	۱۲/۴۶**	۲	تاریخ کاشت
۱۵/۴۴	۵/۴۰	۲/۰۲	۰/۳۵	۰/۷۲	۴	اشتباه اصلی
۶۰۴/۳۱**	۳۷۷/۹۵**	۲۲۹/۲۳**	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۲	رقم
۹۵/۵۳*	۱۵۵/۴۳**	۶۸/۵۵**	۱/۵۷*	۱/۸۲*	۴	رقم * تاریخ کاشت
۱۴/۹۱	۲/۲۲	۰/۸۶	۰/۲	۰/۶۳	۱۲	اشتباه فرعی
۵۵۰۴/۰**	۴۴۹/۵۶**	۲۹۱/۰۲**	۸/۳۲**	۱۲/۶۹**	۱	قارچ
۴۶/۳۳	۲۳/۰۵**	۳/۵۹*	۰/۹۴ ^{ns}	۲/۴۱ ^{ns}	۲	تاریخ کاشت * قارچ
۲۰/۴۳ ^{ns}	۲/۷ ^{ns}	۷/۱۶*	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۲	رقم * قارچ
۳۰/۳۱ ^{ns}	۱۵/۳۸**	۱۷/۵۵**	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۴	تاریخ کاشت * رقم * قارچ
۱۱/۴۴	۱/۶۴	۰/۷۵	۰/۱۴	۰/۲۴	۱۸	اشتباه فرعی - فرعی

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۰/۵ و ۰/۱٪.

جدول ۳: ضریب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در رازیانه

کارتنوئید	b کلروفیل	a کلروفیل	پروتئین	اسانس	صفات
				۱/۰۰	اسانس
			۱/۰۰	۰/۷۰**	پروتئین
		۱/۰۰	۰/۷۴**	۰/۷۴**	a کلروفیل
	۱/۰۰	۰/۹۰**	۰/۸۰**	۰/۷۲**	b کلروفیل
۱/۰۰	۰/۶۷**	۰/۶۲**	۰/۶۰**	۰/۴۶**	کارتنوئید

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۰/۵ و ۰/۱٪.

The Effect of planting date and symbiotic Mycorrhiza fungi on physiological characteristics and active ingredients of three medicinal plants cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) endemic to Iran

Barzegar, M¹., Afshari, H^{*2}., Borhan, N³., Laei, Gh⁴., Zadehbagheri, M⁵.

¹ Department of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan branch, Damghan, Iran

² Assistant Professor, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan branch, Damghan, Iran

³ Department of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan branch, Damghan, Iran

⁴ Department of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan branch, Damghan, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Agriculture, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Abstract

Use of biofertilizers is very important in medicinal plants production under a sustainable agriculture aiming to omit or suppress the use of chemical materials. In order to investigate the effect of planting date and Mycorrhiza fungi on the physiological characteristics and active compounds of fennel varieties (Yekta, Vahshi and Barzak), an experiment was conducted in completely randomized block design as split-split testing with three replications at 3 different times (5th February=T1, 3rd April=T2 and 4th May=T3) at Semnan agricultural research center in 2010-2011. The main plot was planting date (5th February, 3rd April and 4th May), the sub plot was cultivar (Yekta, Vahshi and Barzak) and the sub-sub plot was Mycorrhiza fungi (0 and 3 kg/ha). The essential oil yield, the contents of protein, carotenoids, chlorophyll a and b were determined. Results showed that, the planting date affected all studied characteristics at P=0.01. Also, the cultivar affected chlorophyll a and b and carotenoids at P=0.01. The maximum seed protein content was observed in 3rd April. Mycorrhiza fungi affected and improved the studied characteristics. Considering that the maximum seed and essential oil yield was obtained from the samples planted in 3rd April, the best time for sowing fennel in Damghan is 3rd April.

Keywords: Fennel, Mycorrhiza fungi, Planting date, Protein, Varieties

