مجله زیست فناوری گیاهان دارویی
سال چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان، ۱۳۹۷

ارزیابی گونه های مختلف قارچ میکوریزا در سطوح مختلف کود فسفره بر برخی صفات فیزیولوژیک سرخارگل در شرایط کم‌آبی

نویده رفعت[۱*]، مهرداد یارنیا[۲]، بهرام میرشکاری[۳]، ورهرام رشیدی[۳]، امیرمحمددانشیان مقدم[۴]

چکیده

این بررسی با هدف مطالعه تاثیر سطوح آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، سطوح کود فسفره (عدم کاربرد کود فسفره و کاربرد ۲۵ و ۵۰ درصد دز توصیه شده) و گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزا (عدم کاربرد، کاربرد *Glomus intradices*، *G. mossae*، *G. hoei* و کاربرد توام هر سه گونه) بر تجمع ماده خشک و تولید اسانس گیاه دارویی سرخارگل در سال ۱۳۹۵، به‌صورت اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک های تصادفی انجام پذیرفت. در اکثر صفات بررسی شده کاهش میزان آب از آبیاری پس از ۷۰ به ۱۱۰ میلی‌متر، تاثیر معنی‌داری بر صفات بررسی شده نداشت. آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک علی-رغم اینکه در عملکرد بیولوژیک کاهش قابل ملاحظه‌ای را باعث گردید، ولی کاربرد تعدادی از تیمارهای کودی مانند مصرف ۵۰ درصد فسفر به همراه کاربرد توام گونه‌های میکوریز و یا استفاده ازگونه *G.hoei* بدون مصرف کود فسفره، تماماً از تاثیر کاهشی کم آبی جلوگیری نمود. کاربرد تلفیقی کود فسفره و میکوریزا در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، تاثیری بر صفات مورد بررسی نداشت، ولی در سطوح آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اغلب تیمارهای کاربرد تلفیقی کود فسفره و میکوریزا افزایش معنی‌داری را باعث شد. کاربرد گونه‌های میکوریز به‌ویژه گونه *G. hoei* اثر مطلوبی بر صفات مورد بررسی داشت. در این بررسی بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به‌ترتیب با ۲۷/۴ گرم در تیمار *G. intradices* در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد اسانس سرخارگل، با وجود اینکه تجمع ماده خشک گیاه به طور منفی تحت تاثیر کم آبی قرار گرفت کاشت این گیاه حتی در شرایط کم آبی شدید همراه با کاربرد میکوریزا، بدون کاهش عملکرد اسانس ممکن به نظر می رسد.

کلمات کلیدی: سرخارگل، میکوریزا ، فسفر، عملکرداسانس، کم آبی.

[۱] نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران navideh_r@yahoo.com
[۲] استاد گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران
[۳] دانشیارگروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاداسلامی، تبریز، ایران
[۴] استادیار گروه کشاورزی، واحد شبستر، دانشگاه آزاداسلامی، شبستر، ایران

مقدمه

سرخارگل[۱] با نام علمی *Echinacea purpurea* گیاهی علفی و چندساله از تیره کاسنی *Asteraceae*، راسته آسترال‌ها[۲] و زیر تیره آسترووییده [۳]و مواد مؤثره موجود در ریشه و پیکر رویشی گونه‌های مختلف سرخارگل خاصیت ضد قارچ، ضد باکتری و ضد ویروس داشته و از آن‌ها داروهای پیش‌گیری کننده و همچنین معالجه‌کننده سرماخوردگی و بیماری‌های تنفسی تهیه می‌شود (Chevallier, 1996). کودهای شیمیایی باعث افزایش رشد و تولید اجزای فعال در گیاهان دارویی و زراعی می‌شود، ولی استفاده بیش از حد از این کودها بدون تجزیه خاک به همراه عملیات شدید زراعی و مدیریت‌های نامطلوب باعث عدم پایداری در کشاورزی و تهدیدات جدی در سلامت منابع زیرزمینی، از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها و حشرات، تخریب خاک و کاهش ماده آلی خاک شده است (Pajooheshgar et al., 2015). فسفر عنصر غذایی ضروری گیاهان است که نقش مهمی در به حداکثر رساندن تولید در گیاهان زراعی دارد. کارایی مصرف فسفر در گیاهان زراعی بین ۱۰ تا ۳۰ درصد است (Arshad et al., 2016). کاهش فسفر غیرآلی یک استراتژی مناسب جهت کاهش هزینه‌های تولید می‌باشد. کاربرد قارچ‌های میکوریزی از روش‌های مناسب برای کاهش میزان فسفر مصرفی است. شبکه گسترده هیف قارچ‌ها به طور موثری سطح جذبی ریشه‌ها را افزایش داده و به گیاه اجازه می‌دهد تا دسترسی بیشتری به فسفر داشته باشد (Elbon and Whalen, 2014). نتایج چندین مطالعه اکوفیزیولوژیک بیانگر ترکیب کلیدی میکوریزا به منظور کمک به گیاهان در مقابل تنش خشکی است و منجر به افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش می‌شود. یکی از دلایل افزایش تحمل در برابر تنش این است که کلونیزاسیون ریشه با قارچ میکوریزا در گونه‌های مختلف گیاهی منجر به افزایش متابولیت‌های سازگاری در شرایط تنش خشکی گردید (Rapparini et al., 2008). بر این اساس هدف از پژوهش حاضر تعیین اثر مصرف گونه‌های مختلف میکوریزا همراه با کود فسفره بر عملکرد بیولوژیک و اسانس سرخارگل در شرایط تنش کم‌آبی بود.

---

۱ Purple coneflower
۲ Asterals
۳ Asteroideae

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی اثر گونه‌های مختلف میکوریزا در سطوح مختلف کود فسفره بر تولید ماده خشک و اسانس سرخارگل در شرایط کم‌آبی، آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، به اجرا درآمد. این منطقه در ۵ کیلومتری تبریز، با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا واقع شده است. براساس طبقه‌بندي اقليمي دومارتن، منطقه داراي اقليم نيمه خشك و سرد است. ميانگين دماي سالانه ۱۰ درجه سيلسيوس، ميانگين حداكثر دماي سالانه ۱۶ درجه سيلسيوس و ميانگين حداقل دماي ساليانه ۲/۲ درجه‌ي سيلسيوس است. ميانگين بارندگي سالانه‌ي ناحيه ۲۷۱/۳ ميلي‌متر است. pH خاك‌هاي منطقه در محدوده‌ي قلياييضعيف می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش

K (ppm)	P (ppm)	pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)
177.7	15.7	7.53	1.56	11	13	76	2.9	1.7

آزمایش به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سطوح مختلف کم‌آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح: آبیاری پس از ۷۰ (شاهد)، پس از ۱۱۰ (تنش متوسط) و پس از ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌مترتبخیر از تشتک کلاس A، سطوح فسفر در سه سطح به عنوان عامل فرعی عدم مصرف فسفر، مصرف ۲۵ و ۵۰ درصد توصیه شده و گونه‌های مختلف میکوریزا در پنج سطح به عنوان عامل فرعی فرعی شامل: عدم مصرف (شاهد)، کاربرد گونه *Rhizophagus intradices* (*Glomus intradices*)، گونه *Funneliformis mosseae* (*G .mossae*)، گونه *G. hoci* و مخلوط هرسه گونه. به‌منظور اجرای آزمایش عملیات تهیه زمین در اسفند ماه با مناسب شدن شرایط اقلیمی انجام گرفت. پس از تسطیح زمین اقدام به کرت‌بندی با ابعاد ۱/۵×۲ گردید. هر کرت دارای سه ردیف کشت به صورت جوی و پشته با فواصل ۴۵ سانتی‌متر در جهت شرقی غربی بود. 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. اوایل بهار پس ازآماده سازی زمین سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل بر اساس نقشه کاشت در کرت‌های آزمایشی بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (دز توصیه شده) اعمال گردید. پس از تهیه نشاهای سرخارگل در اواسط اردیبهشت ماه، در مرحله دو الی سه برگی به زمین اصلی انتقال یافتند. قبل از کاشت گونه‌های مختلف میکوریزا (تهیه شده از موسسه تحقیقات آب و خاک) بر اساس نقشه آزمایش و به ازای هر نشاء نه گرم و در حالت مخلوط از هر گونه سه گرم برای محل استقرار نشاء اضافه گردید و سپس نشاءکاری انجام پذیرفت. نشاها با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و در داغ آب پشته‌ها کاشته شد. بلافاصله پس از کاشت نشاها آبیاری انجام گردید. جهت استقرار نشاها، آبیاری هر دو الی سه روز یک‌بار صورت گرفت. برای تامین نیاز کود نیتروژنه، اوره بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله: نصف میزان توصیه شده بعد از استقرار نشاها و نصف دیگر در مرحله ۱۰-۸ برگی و قبل از اعمال تیمارهای آبی اعمال گردید. برای کنترل علف‌های هرز، وجین دستی در زمان‌های مورد نیاز انجام شد. پس از

استقرار کامل بوته‌ها و رسیدن ارتفاع ۵۰ درصد گیاهان به ۱۵ سانتی‌متر، سطوح تنش کم آبی بر اساس آبیاری پس از تبخیر از تشتک کلاس A اعمال شد. هر دور آبیاری بعد از ۵±۷۰، ۵±۱۱۰ و ۵±۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A انجام گرفت. میزان تبخیر تجمعی روزانه از تشتک، پس از رسیدن به مقدار مورد نظر برای هر تیمار (۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر)، زمان آبیاری را نشان داد. مقدار آب آبیاری شده برای هر تیمار بر اساس نیاز آبی کامل محاسبه شده گیاه سرخارگل بود که توسط نمونه برداری تصادفی از سه قسمت مختلف هر کرت و تعیین درصد وزنی رطوبت خاک حدود ۲۴ ساعت قبل از آبیاری محاسبه گردید. برای تعیین ضریب گیاهی از معادله‌های: $ET_c=K_c\times ET_0$ و $ET_0= K_{pan}\times E_p$ استفاده شد که در آن‌ها ET_C و ET_O به ترتیب تبخیر-تعرق گیاه و تبخیر-تعرق مرجع هستند (Fazeli Rostampour et al., 2013; Allen et al., 1998). با ظهور گل در ۵۰ درصد بوته ها اقدام به تعیین محتوای رطوبت نسبی (RWC) با اندازه‌گیری وزن تر (FW)، اشباع (TW) و خشک (DW) ۱۰ برگ انتهایی بوته در یک دوره آبیاری در هر سطح آبیاری با استفاده از فرمول زیر گردید (Levitt, 1980). بدین ترتیب در یک دوره آبیاری ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی-متر تبخیر از تشتک، به ترتیب ۷، ۱۱ و ۱۴ بار محتوای رطوبت نسبی اندازه‌گیری شدند.

$$RWC = (\frac{FW - DW}{TW - DW}) * 100$$

پس از گلدهی کامل بوته‌ها، جهت تعیین عملکرد بیولوژیک، نمونه‌های موجود در واحد سطح از کرت آزمایشی در شرایط سایه با دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) با تهویه مناسب نگهداری و پس از ثابت ماندن وزن با ترازوی ۰/۰۱ گرم توزین و میانگین آنها بر حسب گرم در مترمربع تعیین شد. سرشاخه‌های گلدار به همراه برگ‌های خشک شده در شرایط سایه، توسط آسیاب پودر شده و اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. یک نمونه ۵۰ گرمی از پودر گیاهی انتخاب و به همراه ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در درون بالن قرار داده و سپس توسط دستگاه کلونجر سه ساعت حرارت داده شد و اسانس زرد رنگ جمع‌آوری و با استفاده ازسولفات سدیم بدون آب و دی اتیل اتر رطوبت-زدایی و درصد اسانس محاسبه گردید. با ضرب تولید ماده خشک بر درصد اسانس، عملکرد اسانس به دست آمد.

برای تعیین درصدکلونیزاسیون پس از نمونه‌برداری از ریشه‌های گیاه در مهر ماه ازروش Mc Gonigle استفاده شد. در این روش پس از شستشوی ریشه‌ها با آب مقطر، براي رنگ‌بري از محلول KOH ۱۰ درصد به مدت ۲۰ دقیقه استفاده و پس ازشستشو با آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت در محلول کاتلن بلو قرار داده شد. براي تعیین درصد کلونیزاسیون میکوریزایي ریشه¬ها از روش تلاقي خطوط مشبك استفاده شد. جهت تعیین اجزای اسانس گیاه سرخارگل تحت تاثیر برخی از تیمارهای مورد مطالعه از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش کرت دو بار خرد شده با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام 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 تحت تاثیر عوامل آزمایشی در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سرخارگل

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد کلونیزاسیون ریشه	عملکرد بیولوژیک	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	2	1197.563**	6304.1	9.98	3.986**
سطوح آبیاری (A) Irrigation Levels	2	46.452	43223.086*	0.16	0.989*
خطای اصلی Main Error	4	38.641	2876.83	0.2	0.092
سطوح کود فسفره (B) Phosphorus Fertilizer	2	156.296	6011.086	0.58*	1.059
گونه میکوریز (C) Mycorrhiza	4	325.907*	9409.285*	0.11	0.185
A×B	4	344.593*	8411.152	0.46	0.457
A×C	8	84.248	5046.673	0.22	0.628
B×C	8	282.426*	3720.272	0.81*	0.326
A×B×C	16	294.481**	9200.246*	0.32	0.518
خطای فرعی	84	108.758	3664.715	0.45	0.666
ضریب تغییرات CV **(درصد)**		26.24	40.78	13.44	6.01

* و **: به ترتیب نشان دهنده‌ی عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵% و ۱% است.

* and **: significant at the %5 and %1 probability levels, respectively.

نتایج

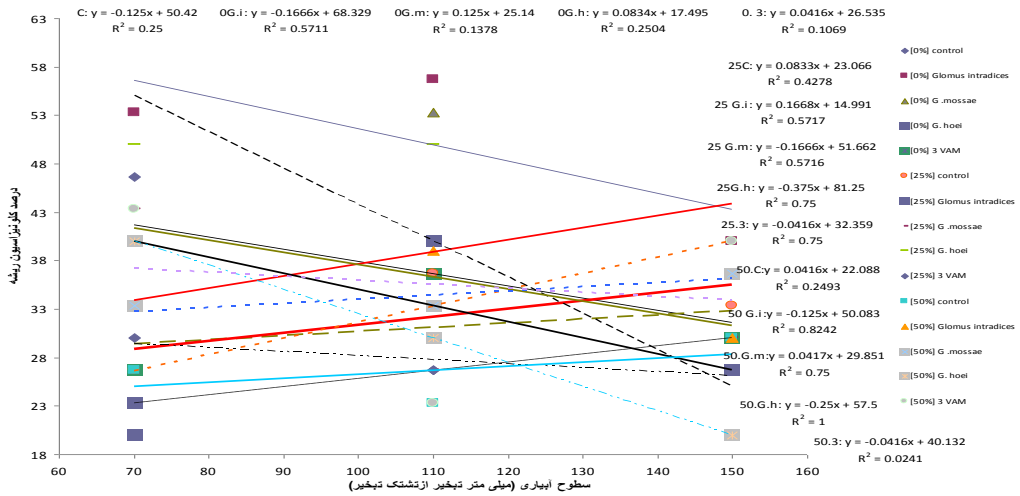
درصد کلونیزاسیون

در شرایط عدم کاربرد فسفر میزان همزیستی سرخارگل با *G.hoei*، *G.mossae* و مخلوط گونه‌ها با افزایش شدت تنش روند افزایشی داشته ولی با کاربرد فسفر فقط گونه *G.mossae* توانست به روند افزایشی کلونیزاسیون در شرایط تنش ادامه دهد. این موضوع می‌تواند نشان از توانمندی این گونه از میکوریزا در برقراری همزیستی حتی در سطح بالای فسفر و شرایط تنش باشد. بیشترین درصد کلونیزاسیون با ۵۸ درصد در آبیاری ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک و گونه *Glomus intradices* و عدم مصرف فسفر و کمترین آن با ۱۸ درصد در آبیاری ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک و عدم مصرف فسفر و گونه *G. hoie* بدست آمد. به ازای هر واحد تاخیر در آبیاری، گونه *Glomus intradices* و مصرف دز ۲۵ درصد فسفر، بیشترین افزایش درصد درتلقیح گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon*) باگونه ای ازقارچ میکوریزا،افزایش قابل توجه کلونیزاسیون ریشه شده است.(Ratti et al., 2001).

گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) بامیکوریزاهای گونه *intradices* و*mossae* همزیستی دارد.در مطالعه ای کلونیزه شدن ریشه آویشن باغی بامیکوریزا گونه *mossae* حدود ۹۴/۵ درصدگزارش شد (Sasanelli et al., 2009). تحقیقات نشان داده که با کاهش میزان آب آبیاری از تجمع ماده خشک و میزان جذب آب و در نتیجه محتوای آب گیاه کاسته می‌شود (Nazarli and Zardashti, 2010). درپژوهش دیگری، عکس العمل چندگیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon*)، پروانش (*Vinca*) و ریحان (*Ocimum basilicum*) به گونه *Glomu sfasciculatum* میکوریزا ارزیابی و مشخص گردید که بیشترین درصدهمزیستی (۸۵ درصد) راپرواش به خوداختصاص داد (Karthikeyan et al., 2009).

جذب آب و مواد غذایی در گیاه، وابسته به فعالیت ریشه‌ها است، ولی در صورت کم آبی، از رشد ریشه‌ها و

فعالیت جذبی ریشه‌ها کاسته خواهد شد (Boomsma and Vyn, 2008). از سوی دیگر کاهش در وزن خشک در اثر کم آبی می‌تواند به دلیل کاهش تولید و ظرفیت پذیرش اسیمیلات‌ها برای رشد باشد (Yordanova and Popova, 2007)کلونیزاسیون را داشت. بیشترین کاهش به ازای هر واحد کاهش در آب آبیاری مربوط به گونه *G. hoei* و مصرف دز ۲۵ درصد فسفر با ۰/۴ واحد کاهش در درصد کلونیزاسیون ریشه بود (شکل ۱). با کاهش آبیاری از۷۰ به ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک در مصرف فسفر ۵۰ و کاربرد هرسه گونه میکوریزاو عدم مصرف فسفر و میکوریزا ۲۰درصد در درصد کلونیزاسیون کاهش داشت. درتیمارهای عدم مصرف فسفر و میکوریزا ووعدم مصرف فسفر و گونه *intradices* و مصرف ۲۵ درصد فسفر سه گونه *mossae* و *hoie* و مخلوط هر سه گونه و در تیمار ۵۰ درصد فسفر هر دو گونه *intradices* و*hoie* باکاهش آبیاری باعث کاهش درصدکلونیزاسیون شد.

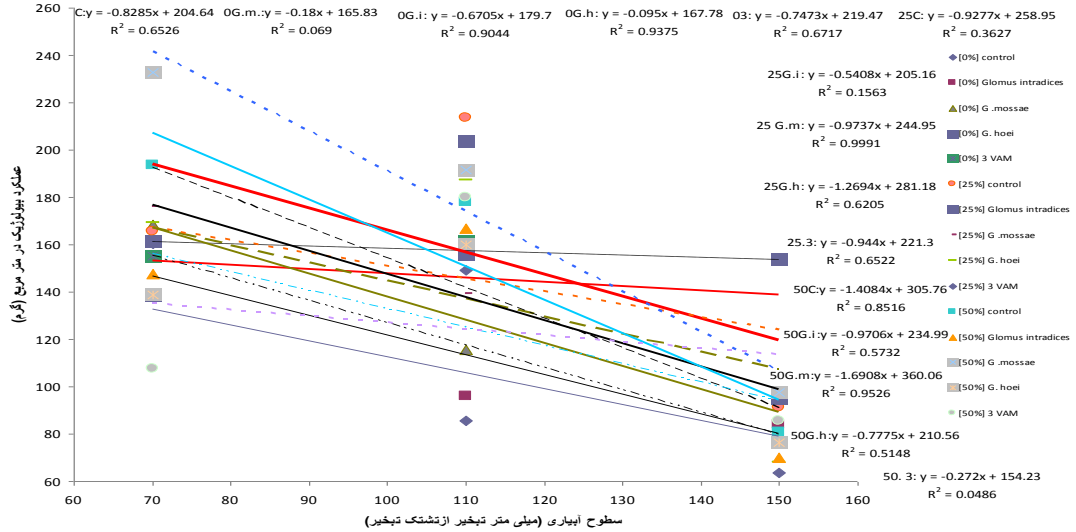


شکل ۱- روند تغییرات و معادلات رگرسیونی درصد کلونیزاسیون تحت تاثیر سطوح آبیاری، سطوح کود فسفره و گونه های قارچ میکوریزی

عملکرد بیولوژیک در متر مربع

بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۲۳۵ گرم در متر مربع در تیمار کاربرد *G.mossae* و دز ۵۰ درصد فسفر و در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مشاهده شد و کمترین آن نیز با ۶۵/۴ گرم در متر مربع و در تیمار شاهد بود. در ۳ ترکیب کودی P25%*G. mossae*، P50% عدم مصرف میکوریزا و P50%*G. mossae* کاهش آب آبیاری از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک به ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش ۵۹/۸، ۵۸/۲ و ۵۷/۸ درصدی را در عملکرد بیولوژیک در متر مربع باعث شد (شکل ۲). بیشترین کاهش به ازای هر واحد کاهش در آب آبیاری مربوط به تیمار P50%*G.mossae* بود و در تیمار P50%*G.hoei* به ازای هر واحد کاهش در آب آبیاری به‌ترتیب ۰/۵۰ واحدی در عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. فسفر از مهم‌ترین عناصر غذایی است که در فتوسنتز و تولید اسیمیلات‌ها نقش مهمی دارد (Gholami *et* al., 2013) و در انتقال انرژی، فتوسنتز و تولید اندام های جدید در گیاه مهم بوده و باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (Sarker et al., 2015). قارچ‌های میکوریزی، رشد گیاهان را نه تنها از طریق افزایش میزان فسفر در دسترس گیاهان، بلکه با تولید اسید ایندول استیک، زآتین و جیبرلین افزایش می‌دهند (Boiero et al., 2007). این هورمون‌ها در انتقال و اعمال نقش مواد غذایی و متابولیسم آن‌ها نقش مهمی دارند، لذا کاربرد این قارچ‌ها

با افزایش میزان تولید فرآورده‌های فتوسنتزی، می‌توانند بر تجمع ماده خشک در گیاهان تاثیر بگذارند (Javid et al., 2011).



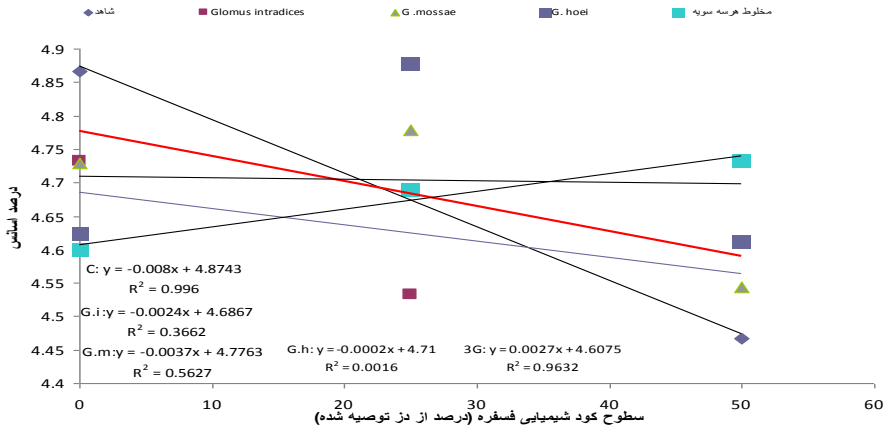
شکل۲- روند تغییرات و معادلات رگرسیونی عملکرد بیولوژیک در متر مربع تحت تاثیر سطوح کود فسفره

درصد اسانس

در بین ترکیب‌های تیماری سطوح کود فسفره و میکوریزا بیشترین درصد اسانس متعلق به *G. hoei* و مصرف ۵۰ درصد فسفر و کمترین آن متعلق به عدم مصرف میکوریز و فسفر ۵۰ درصد بود. در شرایط عدم کاربرد میکوریزا، مصرف ۵۰ درصد دز توصیه شده کود فسفره کاهش ۸/۳ درصدی را در درصد اسانس سرخارگل باعث گردید، با کاربرد میکوریزا، هیچ کاهشی در درصد اسانس در اثر کود فسفره مشاهده نشد (شکل ۲). در بررسی حاضر در هیچ یک از سطوح کود فسفره، کاربرد کودهای میکوریزا اثر معنی‌داری بر درصد اسانس سرخارگل نداشت. در سطوح بالای کود فسفره، تاثیر کاربرد گونه‌ها به تنهایی درصد اسانس را کاهش داد. .با توجه به نتایج تنها در صورت کاربرد مخلوطی از سه گونه مورد بررسی میکوریز، با افزایش سطح کود فسفره بر درصد اسانس سرخارگل افزوده شد، ولی در سایر تیمارهای کود میکوریزا، افزایش کود فسفره کاهش درصد اسانس را باعث گردید. در تیمار کاربرد مخلوطی از سه گونه مورد بررسی میکوریز، با افزایش هر واحد کود فسفره به میزان ۰/۰۶ واحد بر درصد اسانس سرخارگل افزوده شد، در حالی که در تیمارهای عدم کاربرد کود میکوریزا، کاربرد *G.intradices*، *G. mossae* و *G. hoei* به ازای هر واحد افزایش در سطح کود شیمیایی فسفره، به میزان ۰/۲، ۰/۰۶، ۰/۰۹ و ۰/۰۰۶ واحد از درصد اسانس سرخارگل کاسته شد لذا کمترین کاهش مربوط به کاربرد *G. mossae* می‌باشد. در گیاه مریم گلی (*Salvia miltiorrhiza*) گزارش شده است که در شرایط افزایش سطح کود شیمیایی فسفره محتملاً رشد و متابولیسم اولیه گیاه بیشتر تحت تاثیر کود فسفره قرار گرفته و در نتیجه از تولید اسانس در گیاهان دارویی کاسته می شود (Lu et al., 2013). تاثیر سطوح مختلف کود فسفره و میکوریزا بر گیاه دارویی شاهی (*Lepidium sativum*) مورد مطالعه قرار گرفت و کود زیستی همراه با کود فسفره افزایش بیشتری را در درصد اسانس در مقایسه با کود فسفره باعث شد (Khalil and Yousef, 2014).

تاثیر کاربرد گونه *Glomus mossae* و گونه *Glomus intraradise* در گیاه زیره سیاه (*Carum carvil*) مورد بررسی قرار گرفته و گونه *Glomus intraradise* تاثیر معنی‌داری بر درصد اسانس زیره سیاه نداشت، ولی کاربرد *Glomus mossae* باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس زیره سیاه شد (Hedayati Mahdi Abadi et al., 2015).

تلقیح با مایکوریزا گونه *G. mosseae* مي‌تواند به طور مشخصي رشد رويشي ومیزان اسانس گیاهان ریحان را افزایش دهد و میزان کود مصرفي مورد نیاز براي کشت محصول تجاري ریحان دارويي را کاهش دهد (Zolfagari et al., *2014*)

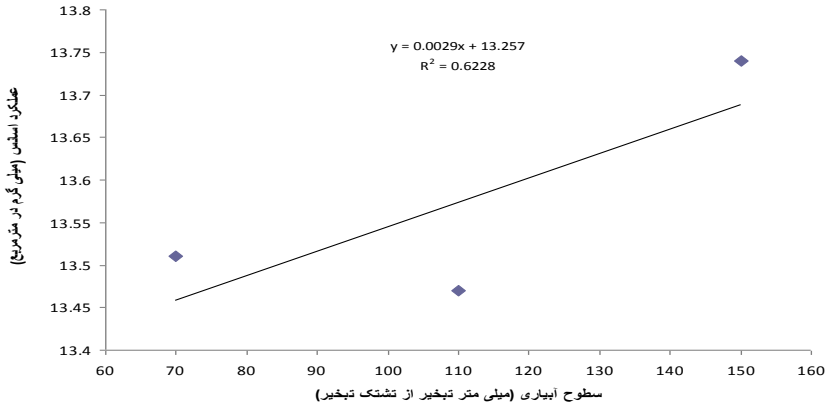


شکل ۳- روند تغییرات و رگرسیون درصد اسانس تحت تاثیر سطوح کود فسفره و گونه های قارچ میکوریزی

عملکرد اسانس

کاربرد گونه‌های میکوریزا و مصرف فسفر تاثیر معنی-داری بر عملکرد اسانس نداشتند وسطوح مختلف آبیاری براین صفت معنی داربود (جدول ۲). بیشترین عملکرد اسانس با ۱۳/۷ میلی گرم درمترمربع درسطح آبیاری پس از۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک وکمترین آن با ۴/ ۱۳میلی گرم درمترمربع در آبیاری۷۰ میلی متر تبخیراز تشتک بدست آمد. با کاهش آبیاری از۷۰ به۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک، عملکرد اسانس افزایش یافت. در این بررسی به ازای هر واحد در تاخیر آبیاری، ۰/۰۰۲۹ واحد بر عملکرد اسانس افزوده شد. بین تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و آبیاری پس از ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر از نظر عملکرد اسانس سرخارگل اختلاف معنی داری وجود ندارد و تنها آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر این صفت را به طور معنی داری تغییر داده و بر این صفت به میزان ۳/۸ درصد افزود. تلقیح میکوریزایی باعث بهبود عملکرد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum*) در مقایسه با شاهد شد (Copetta et al., 2006). درپژوهشی برروی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) ،عملکرداسانس دراثرکاربردقارچ میکوریزاافزایش یافت (Kapoor et al., 2002) . اثرتنش خشکی براسیدهای چرب،عملکردوترکیبات گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*) نشان دادکه تنش خشکی باعث کاهش معنی دار محتوی اسید چرب این گیاه و افزایش عملکرد شد (Bettaieb et al., 2008).

سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای با کودهای فسفره و نیتروژنه و بر همکنش این دو کود بر درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان اثر معنی داری داشتند. سیستم تلفیقی کود (۵۴ درصد شیمیایی +زیستی) در مورد هر دو کود فسفر و نیتروژن بالاترین عملکرد اسانس را داشت (Shahverdi et al., 2019).



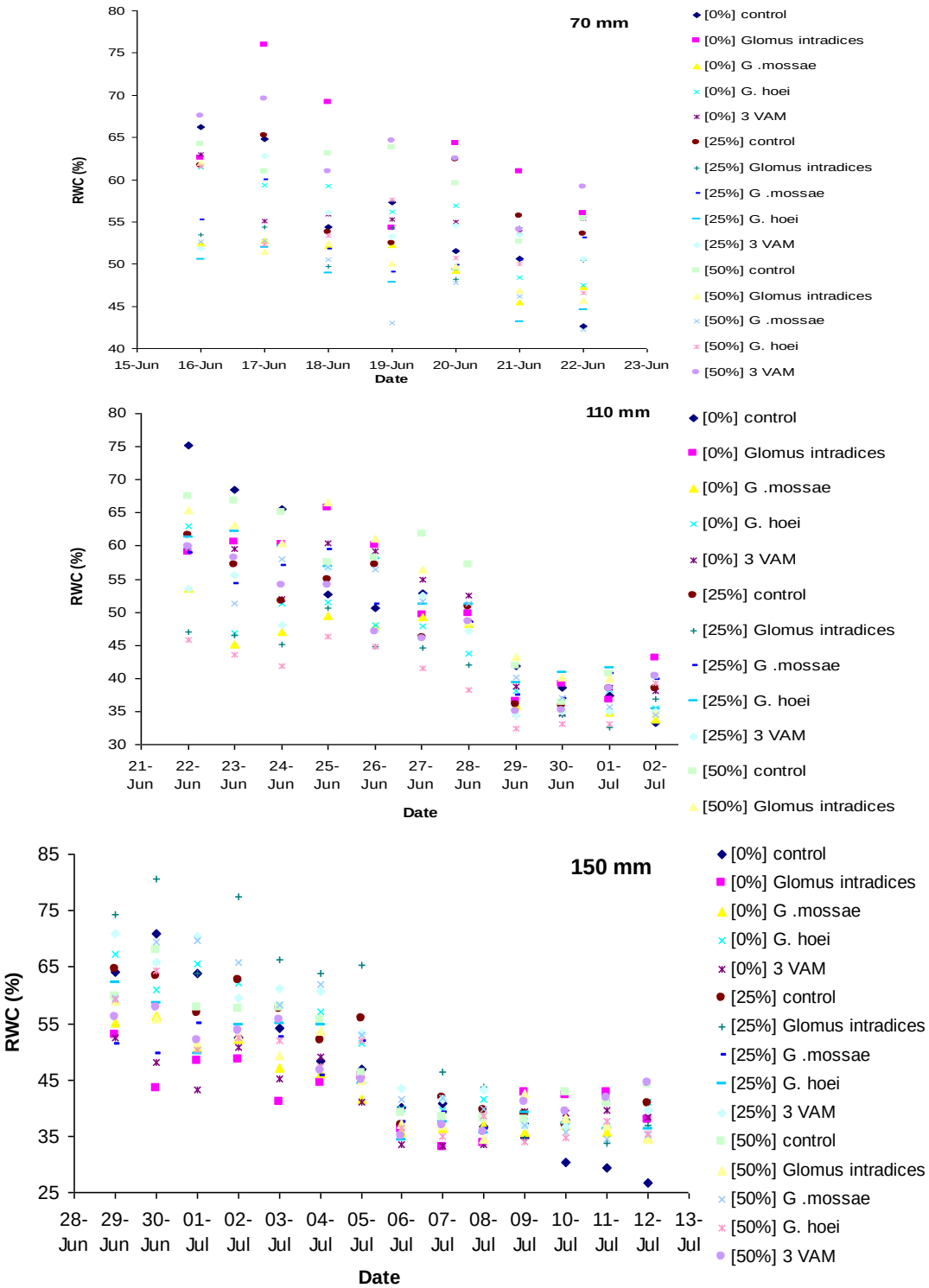
شکل۴- روند تغییرات و رگرسیون عملکرد اسانس تحت تاثیر سطوح کود فسفره

محتوای رطوبت نسبی

با توجه به حجم بالای داده‌ها در محتوای رطوبت نسبی در سطوح مختلف تنش و در هر دوره آبیاری، اقدام به ارایه تجزیه واریانس دو روز نهایی در هر سطح تنش گردید. اثر متقابل گونه میکوریز در سطوح کود شیمیایی فسفره در محتوای رطوبت نسبی در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در روز دهم و محتوای رطوبت نسبی در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در روز ۱۳ و ۱۴ معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس محتوای رطوبت نسبی در سطوح مختلف آبیاری\

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک		آبیاری پس از ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک		آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک	
		در روز ششم 6^{th} day	در روز هفتم 7^{th} day	در روز دهم 10^{th} day	در روز یازدهم 11^{th} day	در روز سیزدهم 13^{th} day	روز چهاردهم 14^{th} day
تکرار	2	0.431	16.867	18.072	4.488	16.538	42.528
فسفر Phosphorus	2	14.516	2.233	0.962	4.622	11.01	42.05
میکوریز Mycorrhiza	4	108.838	105.572	7.404	6.312	19.696	30.091
فسفر*میکوریز P× M	8	53.33	92.334	36.210*	40.203	51.077*	74.759**
خطا	28	67.008	52.906	15.8	17.885	20.525	16.288
ضریب تغییرات (درصد)		16.02	14.54	10.62	11.36	12.14	10.7



شکل۵ - روند تغییرات محتوای رطوبت نسبی در یک دوره آبیاری (۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک) تحت تاثیر کاربرد گونه‌های میکوریزا در سطوح مختلف فسفر

در این بررسی در هر سه سطح آبیاری محتوای رطوبت نسبی در دوره آبیاری کاهش نشان داد (شکل ۵). بررسی‌ها نشان داد که محتوای رطوبت نسبی در یک دوره آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در محدوده ۷۵ تا ۴۲ درصد، در یک دوره آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در محدوده ۷۵ تا ۳۵ درصد و در یک دوره آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در محدوده ۷۵ تا ۲۳ درصد متغیر بوده است. در هر سه سطح آبیاری بالاترین مقدار در روز اول بعد از آبیاری و کمترین مقدار در روز آبیاری نوبت بعدی بوده است. شیب کاهش محتوای رطوبت نسبی در سطوح مختلف کاربرد میکوریزا و کود فسفره متفاوت بود به طوری که در آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین شیب کاهشی در شرایط شاهد (۳/۶۵ واحد در روز) و کمترین آن در شرایط کاربرد *Glomus intradices* با مصرف دز ۲۵% کود فسفره (۰/۳۹ واحد در روز) حاصل شد. در آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر نیز بیشترین شیب کاهشی در شرایط شاهد به ترتیب ۳/۹۸ و ۳/۸۰ واحد در روز به دست آمد و کمترین آن متعلق به شرایط کاربرد *Glomus hoei* با مصرف دز ۵۰% کود فسفره با ۱/۲۲ واحد در روز و مخلوط هر سه گونه بدون مصرف فسفر با ۱/۱۱ واحد در روز به ترتیب برای آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر بود. بدین ترتیب در سطح آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک *Glomus intradices* و مصرف ۲۵ درصد فسفر، کمترین کاهش را نسبت به بقیه داشتند. در سطح آبیاری ۱۱۰ میلی مترتبخیر از تشتک *G.hoie* و مصرف ۵۰ درصد فسفر و در سطح آبیاری ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک *Glomus intradices* و بدون مصرف فسفرکمترین کاهش را داشتند (جدول ۴).

میکوریزا احتمالا ازطریق تغییردرمورفولوژی ریشه وطویل کردن سیستم ریشه گیاه میزبان وافزایش سطح جذب ازطریق ریسه های قارچ،میزان آب بیشتری جذب کرده وباعث بهبودروابط آبی گیاه میزبان می شود (Auge, 2001).

جدول۴- معادلات رگرسیون خطی تعییرات محتوای رطوبت نسبی در یک دوره آبیاری (۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک) تحت تاثیر کاربرد گونه‌های میکوریزا در سطوح مختلف فسفر

سطوح فسفر و گونه میکوریز	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک	آبیاری پس از ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک	آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک
[0%P] control	y = -3.6447x + 157762	y = -3.9861x + 172563	y = -3.8043x + 164730
[0%P] Glomus intradices	y = -1.9478x + 84346	y = -2.7994x + 121201	y = -0.8319x + 36050
[0%P] G .mossae	y = -1.1705x + 50698	y = -1.8305x + 79263	y = -1.7915x + 77590
[0%P] G. hoei	y = -2.3698x + 102598	y = -2.292x + 99240	y = -2.5721x + 111388
[0%P] 3 VAM	y = -0.9409x + 40767	y = -2.6685x + 115535	y = -1.1149x + 48303
[25%P] control	y = -1.2351x + 53501	y = -2.5678x + 111177	y = -2.2909x + 99213
[25%P]Glomus intradices	y = -0.3926x + 17041	y = -1.5784x + 68352	y = -3.2622x + 141254
[25%P] G .mossae	y = -0.9757x + 42271	y = -2.331x + 100932	y = -1.4837x + 64269
[25%P] G. hoei	y = -1.2505x + 54158	y = -2.8295x + 122504	y = -2.1214x + 91872
[25%P] 3 VAM	y = -0.8435x + 36553	y = -2.3463x + 101587	y = -2.9443x + 127499
[50%P] control	y = -1.6575x + 71781	y = -3.2579x + 141047	y = -2.0475x + 88679
[50%P] Glomus intradices	y = -2.1649x + 93725	y = -3.3408x + 144636	y = -1.8677x + 80889
[50%P] G .mossae	y = -1.6942x + 73357	y = -2.6403x + 114314	y = -3.0179x + 130684
[50%P] G. hoei	y = -1.8707x + 80998	y = -1.2255x + 53075	y = -2.1755x + 94213
[50%P] 3 VAM	y = -1.9489x + 84393	y = -2.4522x + 106175	y = -1.4702x + 63685

اجزای اسانس

با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی مهمترین جزء اسانس سرخارگل، Germacrene D بود. کاربرد میکوریزا و اعمال تنش کم آبی میزان این جز از اسانس را افزایش داد. در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر، عدم مصرف مایکوریزو فسفر مقدار این جز در اسانس سرخارگل، ۳۸/۲ درصد بود، کاربرد *G. hoei* و *Glomus intradices* نسبت به کاربرد *G. mossae* و مخلوط میکوریزاها میزان این جز را بیشتر افزایش دادند به طوری که افزایش در این جزء به ترتیب با ۳۰ و ۲۵/۶ درصد در آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر گونه *Glomus intradices* و گونه *G. hoei* به دست آمد. اما این افزایش در Germacrene D توام با کاهش α-Humulene و β-Caryophyllen به عنوان دو جز مهم دیگر اسانس سرخارگل بود. α-Humulene در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر با کاربرد گونه‌های *Glomus intradices* و *G. hoei*، به ترتیب به میزان ۵۳/۷ و ۲۸ درصد کاهش یافت. β-Caryophyllen نیز تحت تاثیر این دو تیمار به ترتیب ۴۲/۳ و ۵۵/۷ درصد کاهش یافت. در بین سایر اجزای اسانس سرخارگل، Caryophyllene oxide نیز بیشترین تغییرات را به تیمارهای مورد بررسی نشان داد. در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر، کاربرد گونه *Glomus intradices* و کاربرد مخلوط هرسه گونه همچنین تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی متر تبخیر و عدم مصرف مایکوریز و فسفر این صفت را به طور قابل ملاحظه ای و به ترتیب به میزان ۴۷/۶، ۶۹ و ۶۶/۶ درصد افزایش داد. در کل با توجه به نتایج این بررسی بیشترین تغییر اجزای اسانس سرخارگل در آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر مربوط به گونه *Glomus intradices* بود. افزایش شدت تنش تاثیر کمتری در مقایسه با کاربرد میکوریز در افزایش اجزای اسانس سرخارگل نشان داد (جدول ۶).

جدول ۶- اجزای اسانس سرخارگل تحت تاثیر تیمار های سطوح آبیاری و کود میکوریز

اجزای اسانس	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر، عدم مصرف مایکوریز و فسفر	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر ، گونه *G. intradices* عدم مصرف فسفر	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر ، گونه G .mossae عدم مصرف فسفر	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر، گونه *G. hoei* ، عدم مصرف فسفر	آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر، مخلوط هرسه گونه ،عدم مصرف فسفر	آبیاری پس از ۱۱۰ میلی متر تبخیر، عدم مصرف مایکوریز و فسفر	آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر، عدم مصرف مایکوریز و فسفر
α-pinene	0.95537	0.889078	1.108708	1.522287	1.472058	0.970702	1.149043
β-pinene	2.233057	2.706146	2.26122	2.843749	1.25407	2.73453	1.872476
p-Cymene	2.731516	2.61765	1.139565	2.490428	1.674789	2.528227	1.410515
β-Caryophyllen	5.246637	3.06441	4.37076	2.307181	5.963688	3.12896	4.519079
γ-terpinene	3.085027	1.537434	1.78958	1.867535	2.779634	1.569088	1.942913
Pinocarvene	1.056962	2.182335	2.476046	1.810755	1.390523	1.6122	1.392756
Borneol	4.816333	5.781087	6.771649	3.195006	2.494502	5.301632	5.406847
Myrtenal	1.816698	1.945079	2.635306	2.139869	1.495796	1.628497	1.772546
α-coapene	2.998559	3.351344	4.550216	4.459495	2.801831	2.2454	4.646329
β-Elemene	1.089332	1.079851	1.055956	1.615597	1.3752	1.566054	1.307636
α-Humulene	12.13091	5.658517	13.48679	8.75416	11.14938	14.30944	11.46216
Germacrene D	**38.26101**	**49.79344**	**43.32352**	**48.0794**	**38.49638**	**43.3329**	**42.03038**
β-Bisabolene	3.076257	3.3996	3.115912	3.991666	4.295426	5.418606	4.398056
α-Cadinene	4.16285	2.260595	3.321211	3.996512	2.97789	2.719041	3.340966
Caryophyllene oxide	4.238057	6.295768	3.248942	3.326643	7.181779	7.002995	5.765875

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج این آزمایش، در صورت وجود آب کافی یا تنش شدید کاربرد *G. hoei* و در شرایط وجود تنش متوسط استفاده از *G. mossae* حتی بدون کاربرد کود فسفره می‌تواند تولید گیاه سرخارگل را افزایش دهد. افزایش مصرف فسفر درصد اسانس این گیاه را کاهش داد ولی کاربرد *G. hoei* حتی در صورت کاربرد فسفر نیز منجر به افزایش اسانس گردید. همچنین محتوای Germacrene D به عنوان مهمترین جز اسانس سرخارگل با کاربرد *G. hoei* افزایش یافت. این موضوع نشان می دهد که با استفاده از میکوریزا بالاخص گونه *G. hoei* حتی در شرایط کمبود آب سرخارگل می‌تواند از توان تولید و میزان اسانس بالایی برخوردار گردد. به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد با کاهش حدود ۵۰ درصدی مصرف آب، استفاده از *G. hoei* می‌تواند تولیدی معادل آبیاری کامل داشته باشد همچنین تولید گیاه با مصرف ۲۵% دز توصیه شده کود فسفره در صورت کاربرد *G. hoei* در شرایط تنش متوسط معادل تولید گیاه با مصرف دز ۵۰ درصد کود فسفره در شرایط آبیاری کامل بود. در شرایط تنش شدید، کاربرد میکوریزا نتوانست از افت تولید سرخارگل ممانعت کند.

منابع

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration – uidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, 1998, ISBN 92-5-104219-5.

Arshad, M., Adnan, M., Ahmed, S., Karim Khan, A., Ali, I., Ali, M., Ali, A., Khan, A., Anwar Kamal, M., Gul, F. and Ayaz Khan, M. (2016). Integrated Effect of Phosphorus and Zinc on Wheat Crop. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 16 (3), 455-459.

Auge, R.M. (2001). Water relation drought and vesicular arbuscular mycorrhizal simbiosis. Mycorrhizae, 11, 3-42

Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannes, W.A., Kchouk, M.E. and Marzouk, B. (2008). Water deficit effects on Salvia officinalis fatty acids and essential oils composition. Science Journal of Horticulture, 100, 1377-1388.

Boiero, L., Perrig, D., Masciarelli, O., Penna, C., Cassán, F. and Luna, V. (2007). Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. Appl Microbiol Biotechnol, 74, 874–880.

Boomsma, C.R. and Vyn, T.J. (2008). Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis. Field Crops Research, 108, 14–31.

Chevallier, A. (1996). The Encyclopedia of Medicinal Plants. Dorling Kindersley Ltd.Pub1. London. Pp: 336.

Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G. (2006). Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in Ocimum basilicum L.var. Genovese. Mycorrhiza, 16, 485-494

Elbon, A. and Whalen, J.K. (2014). Phosphorus supply to vegetable crops -from arbuscular mycorrhizal fungi: a review, Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems.

Fazeli Rostampour, M., Yarnia, M., Rahimzadeh Khoee, F., Seghatoleslami, M.J, and Moosavi, G.R. (2013). Physiological Response of Forage Sorghum to Polymer under Water Deficit Conditions. Agronomy Journal, 105(4), 951-959.

Gholami, A., S. Amin Alavi, A. Moezi, S. Salimpour. 2013. The effect of mycorrhiza fungi (VAM) on phosphorus absorption by corn (*Zea Mays* L.) at northern khouzestan, Iran. Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding, 1(2): 32-36.

and composition of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca). Biological Forum – An International Journal, 7(1), 593-601.

Rapparini, F., Llusia, J. and Penuelas, J. (2008). Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) colonization on terpene emission and content of *Artemisia annua* L. Plant Biology, 7, 108-114.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P. (2001). Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to Cymbopogon martini var. Motia by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation. Microbiology Research, 156(2), 145-149.

Saglam, A., Kadioglu, A., Terzi, R. and Saruhan, N. (2008). Phsiological changes in them in post sress emerging Ctenanthe setosa plant under drought conditions. Russian Journal of plant Physiology, 55, 48-53.

Sarker, B.C., 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.

Sasanelli, N., A. Anton, T. Takacs, T. Addabbo, I. Biro, and X. Maiov. (2009). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the nematicidal properties of leaf extracts of Thymus vulgaris L. Parasitological Institute of SAS, Kosice DOI 10.2478/s11687-009-0043-6

Shahverdi, M.A., Dehagi, M., Ataei somagh, H. and Mamivand. B. (2019). The Effect of different nutritional systems with nitrogen and phosphorous fertilizers on quantitative and qualitative traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture), 41(4), 1-14.

Yordanova, R. and Popova, L. (2007). Effect of exogenous treatment with salicylic acid on photosynthetic activity and antioxidant capacity of chilled wheat plants. General and Applied Plant Physiology, 33 (3-4), 155-170.

Zolfagari, M., Nazeri V., Sefidcan., F. and Rejali, F. (2014). The effect of arbuscular Fungi on plant growth and essential oil content of Ocimum bacilicim. Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture), 37 (4), 47-56.

Hedayati Mahdi Abadi, B., Ganjali H.R. and Mobasser, H.R. (2015). Effect of Mycorrhiza and Phosphorus Fertilizer on some Characteristics of Black Cumin. Biological Forum – An International Journal, 7(1), P0%*G. intradices*5-1120.

Javid, M.G., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Mohammad Modarres Sanavy, S.A. and Allahdadi, I. (2011). The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. AJCS, 5(6),726-734.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. (2002). Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Science Food Agriculture, 82(4), 339-342.

Karthikeyan, B., Joe, M.M .and Jaleel, C.A. (2009). Response of some medicinal plants tovesicular arbuscular mycorrhizal inoculations. Journal of Science Research, 1(2), 381-386

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

Levitt, J. 1980. Stress terminology. In: N. C. Tuner and Kramer P. J. (eds), Adaptation of plants to water and high tempreture stress. Willey, New York. Pp 437-439.

Lu, L., He, C. and Jin, Y. (2013). Effects off the applications of phosphorous and potasium fertilizers at different growth stages on the root growth and bioactive componds of Salvia militiorrhiza Bunge. Ausralian Journal of Crop Science, 7, 1533-1543.

Nazarli, H. and Zardashti, M.R. (2010). The effect of drought stress and super absorbent polymer (a200) on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field condition. Cercetări Agronomice în Moldova, 3 (12), 5-14.

Pajooheshgar, R., Azizi, M., Nemati, H. and Khorasani, R. (2015). Effect of organic substrate and phosphorus fertilization on seed, oil yields

Journal of Medicinal Plants Biotechnology
2019 Vol 4, No 2, Autumn & Winter

Evaluation of different species of Mycorrhiza in different phosphorous fertilizer levels throuh physiological traits of purple coneflower under water deficit

Rafat, N[*1]., Yarnia, M[2]., Mirshekari, B[3]., Rashidi, V[3]., Moghadam, A.M.D.[4]

Abstract

The present study aims at investigating the effects of irrigation levels (irrigation after 70, 110 and 150mm evaporation from the pan), phosphorous fertilizer levels and different species of Mycorrhiza (nonapplication of mycorrhiza, application of *Glomus intraradices*, *Glomus mossae*, *Glomus hoei* and coapplication of the three species) and different species of Mycorrhiza (nonapplication of mycorrhiza, application of *Glomus intraradices*, *Glomus mossae*, *Glomus hoei* and coapplication of the three species)) on dry matter accumulation and production of the essential oil of *purple coneflower*, which was conducted by a split plot and based on randomized block designs in 2016. In most studied traits, lowering the irrigation water from an evaporation level of 70 to 110 mm had no significant effect on the studied traits. Although irrigation after 150 mm evaporation from the pan caused a significant decrease in biological activities, but using some of the fertilizer treatments such as 50% phosphor, along with the simultaneous use of mycorrhizal species, or using the *G. hoei* species without phosphorus fertilizer, all could prevent the deterioration effect resulting from drought. The combined use of phosphorus fertilizer and mycorrhiza at the irrigation level after 70 mm evaporation from the pan had no effect on the studied traits; however, in irrigation levels after 110 and 150 mm evaporation from the pan, most treatments of the combined use of phosphorus fertilizer and mycorrhiza made a significant increase in the traits. Application of mycorrhizal species, especially G. hoei, had a positive effect on studied traits. In this study, the highest and lowest essential oil yield was obtained with 27.4g in the *G. intradice* treatment at the irrigation level after 150 mm evaporation from the pan. With regard to the economic importance of the essential oil of *purple coneflower*, despite the fact the accumulation of the dry matter was affected negatively by the drought, planting this type of plant seems to be possible even in severe drought along with the use of mycorrhiza.

Keywords: Purple coneflower, Mycorrhiza, Phosphor, Essential oil yield, Water deficit.

[1] *Corresponding author: Department of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran navideh_r@yahoo.com
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[3] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[4] Department of Agriculture, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran