کاربرد قارچهای میکوریز آربسکولار روشی جهت افزایش استقرار و عملکرد گیاه دارویی بومادران هزار برگ درشرایط تنش آبی

فرزانه بهادری

استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران

Email: farbahadori@gmail.com

چکیده

این پژوهش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان اجرا شد. بذور بومادران هزاربرگ (*Achillea millefolium* L.)، با مایه‌های تلیقح قارچ‌های میکوریز آربسکولار شامل: ۱: *Rhizoglomus intraradices* =I ، ۲: *Funneliformis mosseae*=M ، ۳ *Rhizoglomus:*=F تلقیح شدند و یک تیمار شاهد نیز در نظر گرفته شد. سینی‌های کشت در شرایط گلخانه تا رشد کافی نشاها باقی‌ماندند. نشاها سال بعد به زمین اصلی منتقل شدند. کشت بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ٤ تیمار انجام شد. در زمان گلدهی کامل، ارزیابی صفات کمی و کیفی بومادران انجام شد. بیشترین فلاونوئید گیاه بومادران با ۱/٦۱ میلی‌مول بر گرم وزن تر مربوط به تیمار با قارچ *R. fasciculatum* بود. بیشترین جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار نیز با همان تیمار به ترتیب ۱۱/۰٤، ۳/۸۳ و ۲۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش بیش از دو برابری را نشان داد. در خصوص جذب عناصر ریز مغذی روی و آهن نیز بیشترین جذب برگی روی با ۷۷/۳۷ گرم در هکتار و بیشترین میزان جذب آهن با ۱۲۵/۱۵ گرم در هکتار مربوط به تیمار *R. fasciculatum* بود. بیشترین میزان استقرار با ۵۸ درصد و بیشترین عملکرد اندام خشک هوایی با ۱۵۲۹ کیلوگرم در هکتار نیز مربوط به تیمار *fasciculatum R.* بود که نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش ۸۰ درصدی گردید. کاربرد قارچ‌های میکوریز آربسکولار مناسب در زمان تولید نشا بومادران هزار برگ، رشد، استقرار و عملکرد اقتصادی گیاه را در شرایط دیم‌زارهای کم بازده تضمین می‌کند.

واژه های کلیدی: بومادران هزار برگ، تنش، قارچ میکوریز آربسکولار، عملکرد

بیان مسئله

ایران کشوری است که به لحاظ واقع بودن در کمربند مناطق نیمه خشک و خشک، اراضی زراعی آن با محدودیت‌های آبی شدیدی مواجه می‌باشد. از این‌رو، لازم است به کشت دیم به ویژه در مورد گیاهان دارویی متحمل به خشکی توجه بیشتری شود. استقرار گیاهان دارویی چند ساله در دیم‌زارهای کم بازده ضمن ایجاد پوشش گیاهی دایمی، می‌تواند از فرسایش ناشی از شخم‌های مکرر سالانه جلوگیری نماید. استفاده از روش‌هایی جهت افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی با کاهش تلفات گیاهی، افزایش استقرار گیاه و بهبود عملکرد، مشوقی برای گسترش کشت پایدار خواهد بود. گزارشات متعدد علمی نشان داده اند، قارچ های میکوریزی نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم داشته و با افزایش حجم ریشه و بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش فتوسنتز، سبب رشد بهتر و در ضمن مقاوم شدن گیاه به تنش‌های محیطی می‌شوند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، بومادران هزار برگ (*Achillea millefolium*) شناخته شده‌ترین گونه در میان جنس *Achillea* است (۵). بالاترین محتوای اسانس در تیپ گل سفید بومادارن شناسایی شده و محتوای اسانس در انتهای گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. ترکیبات مهم این گیاه شامل فلاونوییدها، آلکالوییدها، کامفر، کاریوفلن و مونوترپنوئیدها است. این گیاه دارای خواص ضدالتهاب، ضدتومور، آنتی‌اکسیدان، ضدباکتری، محافظت کننده کبد، ضدا سپا سم و ضد درد می‌باشد. از نظر نیازهای اکولوژیک، بومادران می‌تواند در گستره وسیعی از شرایط اقلیمی رشد کند. بومادران گیاهی است روز بلند که مناسب‌ترین دما برای رشد و گل‌دهی آن ۲۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد است (۳). این گیاه نسبت به خشکی و کمبود مواد غذایی در خاک مقاوم است و در همه خاک‌ها به خوبی رشد می‌کند ولی خاک‌های سبک و شنی برای کشت این گیاه مناسب‌تر است (٤). امروزه با توجه به مشکل کم آبی در اکثر نقاط کشور، بهترین راهبرد انتخاب گیاهان سازگار، دارای رشد سریع، مقاوم به شرایط نامساعد محیطی، با قدرت تکثیر آسان و کشت راحت و عدم نیاز به مراقبت‌های ویژه می‌باشد (۱۲).

طبق نتایج بدست آمده از تحقیقات پیشین، مقدار خالص آب آبیاری مورد نیاز در دوره رشد اقتصادی گیاه بومادران معادل ۱٤۹/۷۲ میلی‌متر برآورد گردید که نشان دهنده امکان کشت دیم این گیاه در مناطق مساعد کشور است (۲). یک روش برای تولید گیاهان دارویی در شرایط تنش‌زا استفاده از قارچ‌های میکوریزی مناسب است. گزارشات متعدد علمی نشان داده‌اند، قارچ های میکوریزی نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم داشته و با افزایش حجم ریشه و بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش فتوسنتز، سبب رشد بهتر و در ضمن مقاوم شدن گیاه به تنش‌های محیطی می‌شوند. بهبود کیفیت خاک، افزایش کربن آلی و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید و کاهش فرسایش و تخریب خاک نیز از دیگر مزایای کاربرد میکوریزها است.

این همکاری بین قارچ‌های میکوریزی و گیاهان دارویی می‌تواند منجر به رشد بهتر گیاه و همچنین افزایش غلظت مواد فیتوشیمیایی و در نتیجه بهبود کیفیت در آن‌ها شود. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که با کاربرد قارچ میکوریزی *G. fasciculatum* در سه رقم نعناع، افزایش ارتفاع گیاه و عملکرد ماده خشک و تر پیکر رویشی و میزان اسانس حاصل شد (۷). کاربرد قارچ میکوریز آربوسکولار و ایجاد همزیستی در گیاه مرزنجوش نیز سبب افزایش توده زیستی و عملکرد اسانس شده است (۱۰) و یا با کاربرد دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار با سه توده محلی درمنه یکساله افزایش عملکرد ماده تر و خشک و مواد معدنی پیکر رویشی مشاهده شد و میزان اسانس و درصد آرتمیزین در برگ‌های گیاه نیز افزایش یافت (۹).

کیفیت گیاه دارویی سنبل‌الطیب نیز در اثر تلقیح میکوریزی با افزایش ترکیبات فنلی، تانن‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به صورت چشمگیری بهبود یافت (۸). اثر قارچ‌های میکوریز آربسکولار بر ترکیبات اسانس و فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل سیاه نیز بررسی شد. نتایج تحقیق مذکور نشان داد، استفاده از گونه‌های سازگار قارچ میکوریز سبب افزایش متابولیت‌های ثانویه ارزشمند در گیاه فلفل سیاه و افزایش کیفیت محصول نهایی می‌شوند (٦).

از آنجا که گسترش کشت بومادران هزار برگ در شرایط دیم و تنش خشکی با مشکلاتی مانند کاهش درصد استقرار و همچنین کاهش عملکرد کمی و کیفی مواجه است، بنابراین تلاش شد تا با ایجاد همزیستی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار درصد استقرار و عملکرد گیاه بومادران هزاربرگ بهبود یافته، امکان کشت و تولید اقتصادی برای بهره برداران میسر شود. بررسی امکان استقرار و کشت و تولید بومادران هزار برگ (*Achillea millefolium* L.) در دیم‌زارهای کم بازده استان سمنان به منظور کسب درآمد در تولید محصولات دارویی و صنعتی اهمیت اقتصادی و اجتماعی این پروژه را نشان می‌دهد.

معرفی دستاورد

در این پژوهش بذر بومادران هزاربرگ (*Achillea millefolium* L.)، از بخش گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و مایه‌های تلیقح قارچ‌های میکوریز آربسکولار از شرکت دانش بنیان زیست فناور توران تهیه شدند. هر گرم مایه مذکور ۱۲۰ عدد اسپور فعال قارچ داشت. قارچ‌های میکوریز آربسکولار تهیه شده شامل: ۱- قارچ میکوریز: I= *Rhizoglomus intraradices* ، ۲- قارچ میکوریز: M=*Funneliformis mosseae*، ۳- قارچ میکوریز: F=*Rhizoglomus* fasciculatum بودند.

بذور بومادران هزار برگ با ۲۰ گرم مایه تلقیح از هر گونه قارچ میکوریز شامل: اسپور، هیف و ریشه آلوده به قارچ، تلقیح و سپس در سینی‌های ۷۲ خانه با ابعاد ۲۸×٥٤ سانتی‌متر کشت شدند. یک سینی از بذور نیز به عنوان شاهد و فاقد قارچ میکوریز کشت شد. بستر کشت در سینی‌ها شامل: دو قسمت پیت ماس، دو قسمت کوکوپیت و یک قسمت پرلیت بود. دمای روز در گلخانه ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد و دمای شبانه گلخانه ۳±۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. فتوپریود در طول نگهداری نشاء ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و میزان رطوبت نسبی گلخانه نیز در حدود ۸۰-٦۰ درصد تنظیم شد. آبیاری با سیستم مه‌پاش به طور اتوماتیک و بر اساس ٦۰ درصد رطوبت محیط انجام شد. از زمان کشت یعنی۱۵ بهمن ماه تا اوایل اردیبهشت سال بعد نشاها در شرایط گلخانه باقی‌ماندند. نشاهای تولید شده در اردیبهشت ماه سال بعد به زمین اصلی در پایلوت تحقیقاتی شهمیرزاد منتقل شدند. پایلوت تحقیقاتی شهمیرزاد واقع در ۸ کیلومتری شهرستان مهدی‌شهر با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۵ دقیقه شمالی و ٥٦ ثانیه، طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۱ دقیقه و ۱۱ ثانیه شرقی، ارتفاع از سطح دریا۱۹۰۰ متر، حداقل درجه حرارت ٤/۹ درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد، طبقه آب و هوایی نیمه خشک سرد و میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۲٤۵/۵۳ میلی‌متر است (۱). همزمان با کشت نشاها آبیاری غرقابی انجام شد، پس از آن تا پایان برداشت آبیاری انجام نشد و گیاهان شاهد و گیاهان همزیست با قارچ‌های میکوریز متفاوت در شرایط دیم نگه‌داری شدند.

در تابستان سال ۱۳۹۷ در زمان گلدهی کامل، نسبت به بررسی درصد استقرار و برداشت اندام هوایی از کرت‌های آزمایشی اقدام شد. ویژگی‌هایی مانند عملکرد ماده خشک (اندام هوایی)، میزان فلاونوئید و تعدادی از عناصر معدنی درشت و ریز مغذی در برگ گیاهان (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و آهن)، بازده و عملکرد اسانس در گیاهان کرتهای مختلف که حاوی قارچ‌های میکوریز بودند و کرت فاقد قارچ میکوریز (شاهد) بررسی شدند. بعد از برداشت گیاهان در مرحله تمام گل، محصول تر هر کرت توزین گردید. محصول در سایه و در جریان باد خشک شد. به منظور استخراج اسانس سرشاخه گلدار بومادران، درصد رطوبت موجود در هر نمونه تعیین شد و سپس ۱۰۰ گرم از اندام خشک شده گیاه آسیاب گردید و با استفاده از روش تقطیر با آب اسانس‌گیری انجام شد. فلاونوئیدها و عناصر درشت و ریز مغذی در برگ گیاهان مورد نظر نیز اندازه‌گیری و گزارش شدند.

شکل ۱- کشت نشاهای بومادران با تیمارهای مختلف در مزرعه

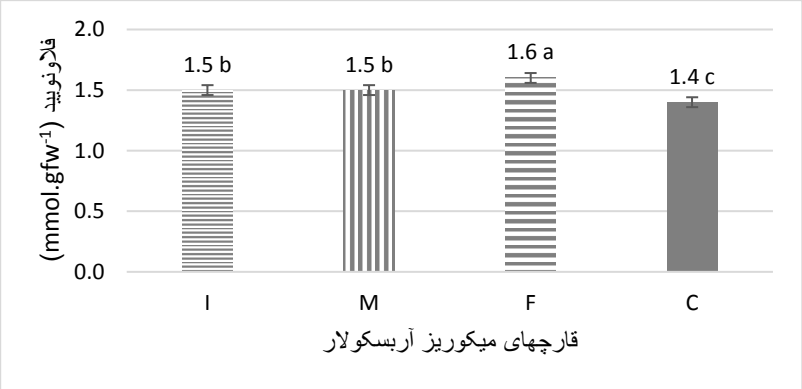
شکل ۲- رشد رویشی نشاها در شرایط دیم مزرعه

شکل ۳- مزرعه بومادران هزار برگ در مرحله گلدهی

شکل ٤- گل آذین چتر مرکب در بومادران هزار برگ

نتایج کاربرد قارچ‌های میکوریزی بر روی تولید کمی و کیفی و استقرار گیاه بومادران نشان داد که بیشترین فلاونوئید مربوط به کاربرد قارچ *R. fasciculatum* بود که نسبت به تیمار شاهد (فاقد قارچ میکوریز) افزایش معنی‌دار مشاهده گردید (نمودار۱). فلاونوئیدها ترکیباتی هستند که در ایجاد واکنش‌های دفاعی در برابر عوامل بیماریزا و تنش‌های محیطی در گیاه بسیار موثرند. یکی از کارکردهای اساسی قارچ‌های میکوریزی، تحریک مقاومت گیاه میزبان می‌باشد. افزایش ترکیبات فنولیک از فرایندهای شناخته شده در مسیر القا مقاومت توسط این گروه از ریز جانداران در گیاهان میزبان است (۱۱). به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر کاربرد قارچ *R . fasciculatum* با تحریک سیستم دفاع بیوشیمیایی در گیاه موجب افزایش تولید فلاونوئیدها در اندام هوایی شده است.

در خصوص کارایی جذب عناصر درشت مغذی یافته‌ها نشان داد که بیشترین جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار در تیمار با قارچ *R. fasciculatum* بود که نسبت به تیمار شاهد افزایش بیش از دو برابری را نشان داد (جدول ۱).



نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر قارچ‌های میکوریز آربسکولار بر میزان فلاونویید برگ در گیاه بومادران

I= *Rhizoglomus intraradices*, M= *Funneliformis mosseae*, F= *Rhizoglomus fasciculatum*, C= control

جدول (۱) مقایسه میانگین اثر قارچ‌های میکوریز آربسکولار بر تعدادی از مواد درشت مغذی برگ در گیاه بومادران

تیمار	پتاسی م ($Kg.ha^{-1}$)	فسفر ($Kg.ha^{-1}$)	نیتروژن ($Kg.ha^{-1}$)
I	b۹/۹۲	b۱/۷	b۵/۱۶
M	b۸/۸۵	b۱/۴۲	c۴/۰۷
F	a۲۰/۱۵	a۳/۸۷	a۱۱/۰۴
C	b۸/۳۵	b۱/۸۲	c۳/۸۳

حروف مشابه در هر ستون، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

I= *Rhizoglomus intraradices*, M= *Funneliformis mosseae*, F= *Rhizoglomus fasciculatum*, C= control,

در خصوص جذب عناصر ریز مغذی روی و آهن نیز بیشترین جذب برگی مربوط به تیمار *R. fasciculatum* بود که نسبت به گیاهان شاهد افزایش چشمگیری را نشان دادند (جدول ۲).

جدول (۲) مقایسه میانگین اثر قارچ‌های میکوریز آربسکولار بر تعدادی از مواد ریز مغذی برگ، در گیاه بومادران

تیمار	آهن ($g.ha^{-1}$)	روی ($g.ha^{-1}$)
I	bc۵۴/۶۰	b۴۳/۰۵
M	b۶۷/۷۸	b۴۰/۲۰
F	a۱۲۵/۱۵	a۷۷/۳۷
C	b۶۲/۷۳	c۱۵/۳۴

حروف مشابه در هر ستون، بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

C= control I= *Rhizoglomus intraradices*, M= *Funneliformis mosseae*, F= *Rhizoglomus fasciculatum*

بیشترین درصد استقرار با ۵۸ درصد مربوط به تیمار *R. fasciculatum* بود که نسبت به تیمار شاهد با استقرار ۳۳ درصد در شرایط دیم، افزایش معنی‌دار داشت. یافته های علمی نشان داده‌اند گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی با افزایش سطح موثر دسترسی ریشه‌هایشان، به علت گسترش هیف قارچ همزیست شده در خاک ریزوسفر و همچنین ایجاد تغییرات هورمونی در گیاه میزبان، قادرند مقاومت بیشتری در شرایط تنش خشکی و شرایط دیم از خود نشان داده و استقرار و دیرزیستی بالاتری را نشان می‌دهند (۱۳). بیشترین عملکرد اندام خشک هوایی با ۱۵۲۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار با قارچ *R. fasciculatum* بود که نسبت به تیمار شاهد با ۸٤٥/٤۳ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش ۸۰ درصدی در مقایسه با گیاهان شاهد شد.

بیشترین عملکرد اسانس با ۲/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار *F. mosseae* بود که نسبت به گیاهان شاهد با عملکرد اسانس ۱/٦٤ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار نشان داد. تیمار گیاه بومادران هزار برگ با قارچ میکوریز آربسکولار *F. mosseae* سبب شد تا مسیر بیوسنتز اسانس تحریک شده و افزایش چشم‌گیر بازده اسانس نسبت به گیاهان شاهد دیده شد. در حالیکه قارچ میکوریز آربسکولار *R. fasciculatum* مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها در گیاه را تحریک کرده و بالاترین میزان فلاونوئید در این تیمار مشاهده گردید.

توصیه ترویجی

۱- همانطور که یافته‌ها گویا هستند تیمار گیاه بومادران هزار برگ با قارچ میکوریز آربسکولار گونه‌ی *R. Intraradices* اثر معنی‌دار بر عملکرد ماده خشک و یا اسانس و ترکیبات فلاونوییدی در مقایسه با گیاهان شاهد نداشت بنابراین نتیجه این همزیستی با توجه به اهداف پروژه، برای گیاه بومادران هزار برگ اثربخش نبود. تیمار با قارچ میکوریز آربسکولار *F. mosseae* گرچه سبب افزایش چشم‌گیر بازده اسانس نسبت به گیاهان شاهد شد اما در افزایش عملکرد اندام هوایی چندان موثر نبود.

۲- تیمار گیاه بومادران هزار برگ با قارچ میکوریز آربسکولار گونه‌ی *R. fasciculatum* افزون بر افزایش میزان فلاونوئید و جذب عناصر درشت و ریز مغذی، سبب افزایش استقرار، رشد و عملکرد اندام هوایی گیاه شد و به عنوان بهترین تیمار معرفی گردید.

۳- یافته‌های این تحقیق نشان داد که کاربرد گونه‌های مختلف قارچ میکوریز می‌توانند اثرات متفاوتی از افزایش، عدم تغییر و یا کاهش تولید را در گیاه دارویی باعث شوند، بنابراین استفاده از هر گونه قارچ میکوریزی به عنوان کود زیستی فقط بر اساس نتایج دقیق تحقیقاتی باید برنامه ریزی شود. در صورت انتخاب هوشیارانه‌ی گونه قارچ میکوریز آربسکولار برای گیاه میزبان می‌توان در شرایط محیطی تنش زا مانند شرایط دیم‌زارهای کم بازده نیز شاهد تولید اقتصادی گیاهان دارویی بود.

فهرست منابع

۱- جلالی، ل. ۱۳۸۳. تاثیر هیدرومورفولوژی شهمیرزاد بر مورفولوژی شهری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی. ۱۸۰ص

۲- شریفی عاشور آبادی، ا، روحی پور، ح، عصاره، م ح، لباسچی، م ح، عباس زاده، ب، نادری، ب، رضایی سرخوش، م. ۱۳۹۱. تعیین نیاز آبی گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.) با استفاده از لایسیمتر. فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۳): ٤٨٤-٤٩٢.

۳- مظاهری، م و زهزاد، م. ۱۳۷۲. گیاهان پوششی. انتشارات واحد آموزش و پرورش سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران. ۲۱۹ ص.

٤-Borgmann, K.L. and Rodwald, A.D., 2002. Butterfly Gardens. Extension Fact Sheet w-12-2002:1-4.

٥- Chandler, R.F., Hooper, S.N. and Harvey, N.J., 1982. Ethnobotany and phytochemistry of yarrow. *Achillea millefolium*, Compositae. Economic Botany, 36, 203–215.

٦- Da Luz, S.F.M.; Reis, L.A.; Lemos, O.F.; Maia, J.G.S.; Mello, A.H.; Ramos, A.R. and Da Silva, J.K.R., 2016. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the essential oil composition and antioxidant activity of black pepper (*Piper nigrum* L.). International Journal of Applied Research in Natural Products, 9, 10–17

٧- Gupta, M., 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 Technology, 81: 77-79.

٨- Jugran, A.K.; Bahukhandi, A.; Dhyani, P.; Bhatt, I.D.; Rawal, R.S.; Nandi, S.K and Palni, L.M.S., 2015. The effect of inoculation with mycorrhiza: AM on growth, phenolics tannins, phenolic composition and antioxidant activity in *Valeriana jatamansi* Jones. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 15, 1036–1049.

٩- Kapoor, R., Chaudhary, V. and Bhatnagar, A., 2007. Effect of the arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycorrhiza, 17: 581-587.

١٠- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. and Novak, J., 2006. Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza 16: 443–446.

١١- Pieterse, C.M.J.; Zamioudis, C.; Berendsen, R.L.; Weller, D.M.; Van Wees, S.C.M. and Bakker, P. M., 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. The Annual Review of Phytopathology, 52: 347–375.

١٢- Winslow, R., 2006. Western Yarrow, *Achillea millefolium* var *occidentalis* DC. USDA NRCS Plant Guide.Yarrow. *Achillea millefolium* L. 2007. www.herbherbert.com.

١٣-Zou, Y. N., Wang, P., Liu, C. Y., Ni, Q. D., Zhang, D. J., Wu, Q. S., 2017 .Mycorrhizal trifoliate orange has greater root adaptation of morphology and phytohormones in response to drought stress. Scientific Reports, 7: 41134.