Vol 28, No. 2, Summer 2026

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Studying the single and combined effects of amino acid foliar spray and mycorrhizal fungi application on some biochemical properties of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

Mehdi Taheri Asghari[1]✉ | Saiedeh Salavati[2] | Seyed Reza Miralizadeh Fard[3]

1. Corresponding Author, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: mehdi.t.a@pnu.ac.ir
2. Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: s.salavati@pnu.ac.ir
3. Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: r.miralizadeh@pnu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 6 September 2025
Received in revised form
16 February 2026
Accepted 17 May 2026
Published online 22 June 2026

Keywords:
Biofertilizer
Bisabolol Oxide
Chlorophyll
Essential oil

ABSTRACT

Objective: Chamomile (*Matricaria* genus, Asteraceae family) has been recognized as a significant medicinal plant since antiquity. Commonly known as chamomile, it is widely used in traditional medicine due to its proven anti-inflammatory and wound-healing properties. This experiment aimed to investigate the effects of foliar amino acid application and mycorrhizal fungal inoculation on the characteristics of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.).

Methods: A factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications during the 2021–2023 growing seasons at the Research Farm of Islamic Azad University, Takestan Branch, to examine the effects of amino acid foliar application and mycorrhizal inoculation on chlorophyll content and other traits of German chamomile. The first factor was mycorrhizal fungi at four levels (control (no inoculation), *Funneliformis mosseae*, *Funneliformis etunicatum*, and *Rhizophagus irregularis*), and the second factor was foliar application of the amino acid formulation Aminol Forte at four levels (control (no application), 0.2%, 0.3%, and 0.4%) applied at two growth stages: vegetative growth and flowering initiation. Measured traits included plant height, dry matter yield, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, and the content and yield of chamazulene, alpha-bisabolol, and bisabolol oxide A.

Results: Foliar application of Aminol Forte had a significant effect on plant height, chamazulene content and yield, and dry matter yield at the 1% probability level. Mycorrhizal inoculation significantly affected the chlorophyll a/b ratio, plant height, chamazulene content and yield, and dry matter yield at the 1% probability level. The interaction between foliar amino acid application and mycorrhizal inoculation was significant for bisabolol oxide A, alpha-bisabolol, total chlorophyll, and chlorophyll a at the 1% level, and for chlorophyll b at the 5% probability level.

Conclusions: Foliar amino acid application increased plant height, dry matter production, and chlorophyll content. Among the amino acid treatments, the 0.4% concentration was the most effective. Additionally, *F. mosseae* was more effective than the other mycorrhizal species, increasing chamazulene content by 11%. The two treatments likely acted synergistically: the combination of 0.4% amino acid foliar application and *F. mosseae* inoculation produced the highest levels of alpha-bisabolol and bisabolol oxide A—key components of German chamomile essential oil—increasing these compounds by 126% and 51%, respectively, compared to the control (no foliar application and no inoculation).

Cite this article: Taheri Asghari, M., Salavati, S., & Miralizadeh Fard, S. R. (2026). Studying the single and combined effects of amino acid foliar spray and mycorrhizal fungi application on some biochemical properties of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Crops Improvement*, 28 (2), 283-301.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.401899.2949

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.401899.2949

دوره بیست و هشتم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بررسی اثرات تنها و جمعی محلول‌پاشی اسید آمینه و قارچ‌های مایکوریزا بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

مهدی طاهری اصغری [۱] ✉ | سعیده صلواتی [۲] | سید رضا میرعلیزاده فرد [۳]

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: mehdi.t.a@pnu.ac.ir
۲. گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: s.salavati@pnu.ac.ir
۳. گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: r.miralizadeh@pnu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

چکیده

هدف: بابونه، متعلق به تیره آستراسه بوده و از زمان‌های گذشته به‌عنوان یک گیاه مشهور در جهان شناخته شده است. این گیاه با داشتن خواص ضدالتهابی اثبات شده و توانایی آن در بهبود زخم، اغلب در طب سنتی مورداستفاده قرار می‌گیرد. هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثرات محلول‌پاشی حاوی اسیدهای امینه و تلقیح با قارچ‌های مایکوریزا بر کلروفیل a، b و برخی ترکیبات مهم همچون کامازولن، آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ در گیاه دارویی بابونه آلمانی بود.

روش پژوهش: آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل قارچ مایکوریزا در چهار سطح (شاهد- عدم تلقیح، *Funneliformis mosseae*، *Funneliformis etunicatum* و *Rhizophagus irregularis*) و تیمار دوم محلول‌پاشی اسیدظ آمینه آمینول فورته در چهار سطح (شاهد- عدم مصرف، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد لیتر آب) در دو مرحله رشد رویشی و شروع گلدهی بودند. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد و میزان تولید کامازولن، آلفا بیزابولول و بیزابولول اکسایداً بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه آمینول فورته بر ارتفاع گیاه، درصد و عملکرد کامازولن و عملکرد ماده خشک درسطح ۱ درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر تلقیح مایکوریزایی نیز بر نسبت کلروفیل a به b، ارتفاع گیاه، درصد و عملکرد کامازولن و عملکرد ماده خشک درسطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه آمینول فورته و تلقیح مایکوریزایی بر بیزابولول اکسایداً، آلفا بیزابولول، کلروفیل کل و کلروفیل a در سطح یک درصد و بر کلروفیل b در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. محلول‌پاشی موجب افزایش در ارتفاع گیاه، ماده خشک تولیدی و کلروفیل گردد. از بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی اسید آمینه، تیمار ۰/۴ درصد تأثیر بیش‌تری نسبت به بقیه تیمارها داشت. هم‌چنین قارچ مایکوریزا *F. mosseae* بهتر از بقیه گونه‌ها بود و توانست باعث افزایش ۱۱ درصد در میزان کامازولن شود. دو تیمار استفاده‌شده احتمالاً یک اثر هم‌افزایی بر هم داشته‌اند، به‌طوری‌که اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه (۰/۴ درصد) و قارچ مایکوریزا (*F. mosseae*) بیش‌ترین آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ (یکی از ترکیبات مهم اسانس گیاه بابونه آلمانی) موجب شود و به‌ترتیب باعث افزایش ۱۲۶ و ۵۱ درصدی این ترکیبات نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی و بدون تلقیح) شود.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این پژوهش تلقیح گیاه بابونه آلمانی با قارچ مایکوریزا احتمالاً توانسته است یک رابطه همزیستی با گیاه برقرار کند و بر خصوصیات آن مؤثر گردد. نتایج نشان داد ترکیبات اسانس نیز تحت تأثیر تیمارهای اسید آمینه و مایکوریزا بهبود یافته‌اند که این نتیجه می‌تواند راه‌گشای استفاده از کودهای بیولوژیک و ترکیبات طبیعی به جای کاربرد کودهای شیمیایی باشد.

کلیدواژه‌ها:
اسانس
بیزابولول اکسایداً
کلروفیل
کود زیستی

استناد: طاهری اصغری، مهدی؛ صلواتی، سعیده و میرعلیزاده فرد، سید رضا (۱۴۰۵). بررسی اثرات تنها و جمعی محلول‌پاشی اسید آمینه و قارچ‌های مایکوریزا بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) . *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۸ (۲)، ۲۸۳-۳۰۱.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.401899.2949

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

بابونه گیاهی متعلق به تیره آفتابگردان (Asteraceae یا Compositae) است و از زمان‌های گذشته به‌عنوان یک گیاه مشهور در جهان شناخته شده است (مهدوی[1] و همکاران، ۲۰۱۹). بابونه آلمانی[2] گیاه بومی جنوب و شرق اروپا است که اکنون به‌طور گسترده در آلمان، مجارستان، فرانسه، روسیه، یوگسلاوی سابق، برزیل، شمال آفریقا، هند، آسیا، شمال و جنوب آمریکا، استرالیا و نیوزیلند کشت می‌شود (سینگ[3] و همکاران، ۲۰۱۱). این گیاه به‌دلیل خواص ضد التهابی اثبات شده و توانایی آن در بهبود زخم، اغلب در طب سنتی مورداستفاده قرار می‌گیرد (پراتوی[4] و همکاران، ۲۰۲۵). فعالیت دارویی آن تا حد زیادی به طیف متنوعی از ترکیبات فعال زیستی آن، به‌ویژه فلاونوییدها و اسانس آن، نسبت داده می‌شود که به‌عنوان عوامل مؤثر بر مسیرهای التهابی کلیدی درگیر در بیماری‌های مخاط دهان شناخته می‌شوند (میهایو[5] و همکاران، ۲۰۲۲). بیش از ۱۲۰ متابولیت ثانویه در بابونه شناسایی شده است، از جمله آن‌ها می‌توان به ترکیبات فنلی مانند فلاونوییدها، سزکوئی‌ترپن‌ها (بیزابولول، اکسیدهای بیزابولول A و B، کامازولن و فارنزن)، کومارین‌ها و چندین ترکیب دیگر اشاره کرد (ماوندی[6] و ظریفی[7]، ۲۰۲۲) که آلفا بیزابولول و کامازولن از مهم‌ترین آن‌ها هستند (تیولیکا[8] و همکاران، ۲۰۱۸).

در کشت گیاهان دارویی و معطر، کوددهی به‌طور مستقیم بر رشد گیاه، محتوای ترکیبات بیوشیمیایی و عملکرد اسانس تأثیر می‌گذارد. نوع و مقدار کود مصرفی به‌طور قابل‌توجهی کارکرد متابولیسم گیاه و سنتز متابولیت‌های ثانویه را شکل می‌دهد. کاربرد کودهای آلی، معدنی و زیستی می‌توانند بر پارامترهای کیفی مانند عملکرد، سطح ترکیبات فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای اسانس با نرخ‌های مختلف تأثیر بگذارند (آماراویز[9] و همکاران، ۲۰۲۵). یکی از روش‌های تغذیه، استفاده از مایکوریزاست. قارچ‌های مایکوریزا می‌توانند تغذیه گیاهان و کیفیت اسانس‌ها را بهبود بخشند (تاکسرا[10] و همکاران، ۲۰۲۳). قارچ مایکوریزا با افزایش دسترسی بیش‌تر به خاک توسط گیاه و حفظ رطوبت خاک، باعث جذب بیش‌تر عناصر غذایی فسفر، نیتروژن و آهن شده و با درنظرگرفتن ارتباط مستقیمی که بین عناصر یادشده و کلروفیل وجود دارد، سبب افزایش در میزان کلروفیل در بابونه می‌شوند (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۱). در پژوهشی دیگر، بیان شد که مایکوریزا از طریق افزایش میزان جذب عنصر فسفر که به‌عنوان حامل انرژی مطرح است، می‌تواند طی فرایند فتوسنتز باعث افزایش در میزان کلروفیل گردد (مزارعی و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی اثر مایکوریزا را بر گیاه دارویی انیسون[11] بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تلقیح مایکوریزایی سبب افزایش در ارتفاع گیاه شد، به‌طوری‌که ارتفاع گیاه در اثر تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* به‌ترتیب ۲۶/۹۲ و ۴۳/۹۷ درصد نسبت به عدم تلقیح افزایش داشت. هم‌چنین در پژوهشی دیگر، وزن خشک بوته نیز در اثر تلقیح با مایکوریزا به‌ترتیب، ۲۳/۹۷ و ۳۶/۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (معصومی زواریان و همکاران، ۱۳۹۴).

از جمله محرک‌های زیستی که در کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرند کودهای دارای اسیدآمینه هستند. اسیدهای آمینه با تأثیر بر افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز و رشد گیاه،

1. Mahdavi
2. *Matricaria chamomilla* L.
3. Singh
4. Pratiwi
5. Mihyaoui
6. Mavandi
7. Zarifi
8. Tsivelika
9. Amarowicz
10. Taksera
11. *Pimpinella anisum*

عملکرد را در گیاهان می‌توانند افزایش دهند. هم‌چنین اسیدهای آمینه می‌توانند نقش مهمی در سنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین و سایر ترکیبات آلی در گیاهان داشته باشند و به‌عنوان محرک رشد عمل نمایند (ایمانی و همکاران، ۱۴۰۱). اسیدهای آمینه نقش مهمی در فیزیولوژی گیاهان دارند و نقش آن‌ها بسیار فراتر از عملکرد سنتی آن‌ها به‌عنوان واحدهای ساخت است. آن‌ها با عمل به‌عنوان مولکول‌های پیام‌دهی، تنظیم‌کننده‌های متابولیک و پیش سازهای فیتوهورمون‌های مهم و متابولیت‌های ثانویه، در رشد و توسعه گیاهان تحت تنش‌های محیطی ار ازرش بالایی برخوردارند (حیدرزاده[1]، ۲۰۲۵). آن‌ها پیشروهای سنتز پروتئین‌ها هستند که برای ساختار و عملکرد سلول‌های گیاهی ضروری هستند. پژوهش‌های اخیر بر اهمیت اسیدهای آمینه خاص مانند ترئونین، سرین، آرژنین و گاما–آمینوبوتیریک اسید در تنظیم فرایندهای رشدی در گیاهان تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که متابولیسم اسید آمینه چیزی بیش از یک عملکرد حمایتی برای زندگی گیاه است و رشدونمو را متوازن می‌کند (کاواد[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

۲. پیشینهٔ پژوهش

در پژوهشی که بر روی گیاه بابونه آلمانی انجام شد بیان کردند که کاربرد اسید آمینه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گل، درصد و عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نسبت به عدم کاربرد آن‌ها در تمامی برداشت‌ها شد (میرسیدی و همکاران، ۱۳۹۸). در پژوهشی دیگر، اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی توسط حاج سید هادی و رضایی قلعه (۱۳۹۳) انجام شد، آن‌ها بیان کردند که محلول‌پاشی اسید آمینه (آمینول‌فورته) بیش‌ترین تأثیر را بر درصد اسانس (۰/۵۹ درصد)، درصد کامازولن (۷/۱۳ درصد)، عملکرد اسانس (۱۱/۹۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد کامازولن (۸۵۴/۱۷ گرم در هکتار) داشت. در پژوهشی دیگر، مشخص شد در اثر محلول‌پاشی اسید آمینه آمینول فورته محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش داشته که این موضوع باعث بهبود در فتوسنتز گیاه می‌شود و در نتیجه آن رشد و عملکرد گیاهان بهبود یافته که بیان‌کننده این است که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت-های فیزیولوژیک گیاه و رشدونمو آن اثر دارند (فاتن[3] و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای دیگر، اثر محلول‌پاشی اسید آمینه بر گیاه ماشک رقم گل سفید موردارزیابی قرار گرفت و نتایج بیان‌کننده این بود که محلول‌پاشی اسید آمینه باعث افزایش در عملکرد زیست‌توده در این گیاه شد (محمودی و علیزاده، ۱۳۹۳). پیش‌سازهای فیتوهورمون‌ها و سایر مواد رشدی اسیدهای آمینه بوده که متابولیسم گیاهان را بهبود داده و افزایش کیفیت محصول را باعث می‌گردند. اسیدهای آمینه با تسهیل در جذب مواد مغذی و انتقال آن‌ها موجب استفاده مؤثرتر از آن‌ها شده و فرایندهای فتوسنتز، تنفس، عملکرد و ساختن پروتئین را بهبود می‌بخشند (رادواسکی[4] و رادواسکی، ۲۰۱۸).

در پژوهشی که اثر مایکوریزا بر اجزای عملکرد و ترکیبات ثانویه بابونه آلمانی بررسی شده بود، گزارش شده است که تغذیه گیاه بابونه با کودهای دامی به‌صورت تنها و یا در شرایط تلقیح با قارچ مایکوریزا می‌تواند عملکرد گل و ترکیبات ثانویه در بابونه را افزایش دهد (کهن‌مو و آقا علیخانی، ۱۳۹۳). در پژوهشی، اثر مایکوریزا بر خصوصیات گیاه دارویی همیشه‌بهار موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که کاربرد مایکوریزا قادر به افزایش سبزینه گیاه دارویی همیشه‌بهار در جهت افزایش رشد و تولید بیش‌تر متابولیت‌های ثانویه بوده و حضور اسید آمینه می‌تواند در تکمیل نیاز گیاه مؤثر باشد (طاهری اصغری، ۱۴۰۰). در تحقیقی اثر مایکوریزا بر ویژگی‌های رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه همیشه‌بهار توسط خیری و

1. Heidarzadeh
2. Kawade
3. Faten
4. Radkowski

همکاران (۱۳۹۹) انجام شد، گزارش شده که از میان نُه گونه قارچ مایکوریزای موردبررسی کاربرد قارچ *Glomus mosseae* بیش‌ترین تأثیر را بر بهبود اکثر شاخص‌های رشدی گیاه همیشه‌بهار از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و وزن خشک گل گذاشت. هم‌چنین این قارچ تأثیر مثبتی بر بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی داشت، به‌طوری‌که میزان کلروفیل کل در تلقیح با آن نسبت به تیمار شاهد ۶۸ درصد افزایش یافت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و ۱۲۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارش و دما در سال‌های موردآزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. میانگین دما و بارش سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

	سال زراعی ۱۴۰۱ – ۱۴۰۰											
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	جمع بارش
میانگین بارش (میلی‌متر)	۰/۲	۵۳/۱	۲۰/۴	۲۱/۵	۱۸/۴	۲۷/۹	۱۱/۲	۲۳/۱	۰/۲	۰	۱/۳	۰	۱۷۷/۳
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۶/۴	۸/۵	۶/۵	۳/۳	۲/۲	۸/۰	۱۱/۶	۱۵/۸	۲۱/۳	۲۵	۲۵/۵	۲۲/۸	–
	سال زراعی ۱۴۰۲ – ۱۴۰۱												
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	جمع بارش
میانگین بارش (میلی‌متر)	۰	۱/۷	۳/۹	۱۲/۷	۳۰/۴	۲۹/۵	۲۰	۷/۳	۱	۱/۹	۰	۰	۱۰۸/۴
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۹/۵	۴/۲	۵/۲	۱	-۰/۵	۸/۹	۱۱/۵	۱۶/۷	۲۱/۳	۲۴/۴	۲۵/۹	۲۳/۶	–

زمین مورد کاشت در هر دو سال در یک قطعه زمین و منطقه قرار داشته که سال‌های متمادی قبل از کاشت به‌صورت بایر بودند. عامل اول شامل قارچ مایکوریزا در چهار سطح (شاهد (عدم تلقیح)، *Funneliformis mosseae*، *Funneliformis etunicatum* و *Rhizophagus irregularis*) و عامل دوم محلول‌پاشی اسید آمینه آمینول فورته در چهار سطح (شاهد (عدم مصرف)، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد) در دو مرحله رشد رویشی و شروع گلدهی بودند. گونه‌های قارچ مایکوریزا دارای حدود ۱۲۰ اسپور در هر گرم بود و از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک واقع در اسدآباد همدان تهیه شد. برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش و اسید آمینه آمینول فورته که به‌صورت تجاری تولید می‌گردد خریداری شده و مورداستفاده در این آزمایش، در جدول‌های (۲) و (۳) آورده شده است.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در سال زراعی ۱۴۰۱– ۱۴۰۰

pH	Ec (دسی‌زیمنس بر متر)	مواد خنثی‌کننده	کربن آلی	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۷/۵	۲/۲۵	۵/۷	۰/۲۵	۰/۰۳	۶/۵	۱۶۳	۱۶	۲۱	۶۳	لوم شنی رسی

ادامه جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر در سال زراعی ۱۴۰۲– ۱۴۰۱

pH	Ec (دسی‌زیمنس بر متر)	مواد خنثی‌کننده	کربن آلی	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۷/۵	۲/۱۵	۵/۴	۰/۲۷	۰/۰۳	۵/۷	۱۶۸	۱۵	۲۳	۶۲	لوم شنی رسی

جدول ۳. مشخصات اسید آمینه آمینول فورته مورداستفاده در این آزمایش (حاج سید هادی و رضایی قلعه، ۱۳۹۳)

اسید آمینه	درصد	اسید آمینه	درصد	اسید آمینه	درصد
Glycine	۱/۸۰	Aspartic Acid	۴/۵۰	Lectine	۱۶/۵۱
Valine	۵/۱۰	Argenine	۸/۴۰	Isolectine	۴/۵۰
Proline	۸/۴۰	Glutamic Acid	۰/۹۰	Phenilalanine	۵/۱۰
Alanine	۱۳/۲۱	Lysine	۱۶/۵۱	Methionine	۴/۲۰
Serine	۳/۹۰	Thereonine	۳/۰۰	Histidine	۳/۰۰
Glycocoll	۹/۶۰	Tyrosine	۱/۵۰	Glutamine	۰/۹۰
Cystine	۰/۳۰	Other	۰/۸۰		

کشت در اواسط اردیبهشت‌ماه در روی ردیف‌های کشت و به‌صورت کپه‌ای در ردیف‌های با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم انجام شد. به‌دلیل ریزبودن بذور، کشت به‌صورت کاملاً سطحی انجام شد. بذور به نسبت یک به پنج با ماسه بادی مخلوط کرده و در داخل شیارهای به عمق ۱/۵ سانتی‌متر کاشته شد. به‌منظور ممانعت از خشک‌شدن بذور و سبزشدن یکنواخت آن‌ها، آبیاری هر سه روز تکرار شد و با سبزشدن بذور، آبیاری هر هشت روز یک‌بار تا انتهای فصل رشد ادامه یافت. بین تکرارها ۲ متر و بین کرت‌ها ۰/۵ متر فاصله قرار داده شد. در مرحله چهاربرگی اقدام به تنک‌کردن مزرعه و رساندن به تراکم مناسب انجام شد. پس از تنک‌کردن فاصله هر بوته در روی ردیف کاشت حدود ۱۰ سانتی‌متر تنظیم شد. بذرها قبل از کاشت با هر یک از قارچ‌های مایکوریزا به‌طور جداگانه (به میزان ۳۰ گرم) تلقیح شدند. برای چسبندگی بهتر بذور و قارچ مایکوریزا از صمغ عربی استفاده شد. بذور پس از این‌که به صمغ عربی آغشته شدند درون ظرف حاوی قارچ مایکوریزا ریخته شده و پس از ۱۰ دقیقه و اطمینان از اختلاط با قارچ، بذرها به‌مدت یک ساعت در سایه خشک شدند و سپس عملیات کاشت صورت گرفت. در زمان کاشت بذور نیز در خطوط کشت (به طول ۵ متر) و زیر بستر بذر ۸۰ گرم زادمایه حاوی هیف‌های قارچ مایکوریزا (حدود ۱۲۰ اسپور در هر گرم خاک) در هر ردیف کاشت استفاده شد. برای ممانعت از تنش، بلافاصله بعد از کاشت، عملیات آبیاری صورت گرفت و آبیاری دوم نیز سه روز بعد انجام شد. کرت‌ها بازبینی شده و در فضاهای خالی واکاری صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز در چندین نوبت به‌صورت دستی انجام شد. به‌دلیل این‌که اثرات تیمارهای موردآزمایش بر گیاه دارویی مشخص گردد، از دادن کود شیمیایی پایه خودداری شد. جهت اندازه‌گیری صفات با درنظرگرفتن اثر حاشیه، به‌طور تصادفی ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و ارتفاع گیاه (با استفاده از خط‌کش)، عملکرد ماده خشک (با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم)، کلروفیل a، کلروفیل b، درصد و عملکرد کامازولن، آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ اسانس اندازه‌گیری شد.

برای تعیین محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ، از روش لیچن تالر[1] (۱۹۸۷) استفاده شد. میزان ۰/۲ گرم نمونه گل که در زمان ۵۰ درصد گلدهی برداشت شده بودند (هادی پناه[2] و همکاران، ۲۰۱۴)، انتخاب شد و در هاون چینی به‌همراه ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد، ساییده و پس از صاف‌کردن، عصاره استخراج‌شده را با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل HITACHI 340، کشور ژاپن) در طول موج‌های ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل b موردسنجش قرار گرفت و محتوای کلروفیل (مجموع کلروفیل a و b) محاسبه شد. از استون ۸۰ درصد به‌عنوان بلانک استفاده شد.

اسانس‌گیری از ۵۰ گرم نمونه گیاهی خشک‌شده در شرایط طبیعی (سونگور[3] و همکاران، ۲۰۲۳) به‌روش تقطیر با آب

1. Lichten Thaler
2. Hadipanah
3. Csongor

و با استفاده از دستگاه کلونجر (مدل فارماکوپه بریتانیا)، در مدت زمان سه ساعت انجام شد. برای تعیین درصد کامازولن اسانس حاصل از ۱۰ گرم گل خشک را با ۵۰ سی‌سی هگزان مخلوط کرده و جذب محلول به‌دست‌آمده را در طول موج ۶۱۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفوتومتر محاسبه شد (قاضی مناس[1] و همکاران، ۲۰۱۳). برای تعیین عملکرد کامازولن مقدار درصد کامازولن در عملکرد گل محاسبه و به‌صورت گرم در واحد سطح بیان شد.

داده‌های حاصل، توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۰۰) به‌صورت مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD)[2] در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد (جدول‌های ۴ و ۶). پس از انجام آزمون بارتلت فرض همگنی واریانس‌ها نقض نشده و بنابراین از مدل‌های GLM/ANOVAکه در آن «سال» به‌عنوان یک عامل (factor) وارد می‌شود، مورداستفاده قرار گرفت.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. ارتفاع گیاه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر اسید آمینه و مایکوریزا بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر سال نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد که در آن سال اول دارای مقدار بالاتری بود که این نتیجه با توجه به جدول‌های مربوط به دما و بارش (جدول ۱) که سال اول شرایط مناسب‌تری داشت، قابل‌توجیه است. نتایج نشان دادند، محلول‌پاشی چهار در هزار اسید آمینه آمینول فورته باعث افزایش ارتفاع بوته به میزان ۵۱ درصد نسبت به شاهد شد (جدول ۵).

در تیمارهای تلقیح با مایکوریزا، تیمار تلقیح با *F. mosseae* دارای بیش‌ترین ارتفاع گیاه بود که نسبت به شاهد (بدون تلقیح) ۵۰ درصد افزایش در ارتفاع گیاه را حاصل کرد.

جدول ٤. تجزیه واریانس اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسید آمینه و مایکوریزا بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	عملکرد ماده خشک	نسبت کلروفیل a به b	درصد کامازولن	عملکرد کامازولن
سال (Year)	۱	۱۱۲/۶۶**	۶۸۰۰۰/۲۶ns	۰/۰۱ns	۰/۰۸ns	۱۸۹۸۶۲۸۵*
تکرار (Rep)	۲	۵۴/۵۷**	۲۷۰۴۸۸/۶۶*	۰/۰۸ns	۱/۷۶**	۹۷۲۱۴۰۵۴**
(Rep* Year)	۲	۷۱/۴۴**	۱۱۷۱۰۷/۸۲ns	۰/۰۵ns	۰/۰۴ns	۱۱۳۰۱۸۱ns
آمینو اسید (A)	۳	۶۶۳/۸۱**	۸۹۶۴۸۴۵/۰۷**	۰/۰۹ns	۷/۵۹**	۳۳۳۸۰۹۶۹۴**
مایکوریزا (M)	۳	۶۹۶/۲۳**	۹۱۱۳۵۰۷/۷۹**	۰/۳۳**	۱۱/۸۷**	۵۳۶۶۹۵۴۸۵**
M * A	۹	۱/۹۳ns	۸۷۴۳۶/۲۸ns	۰/۰۸ns	۰/۱۶ns	۳۹۱۰۰۰۸ns
Year *A	۳	۸/۲۷ns	۳۴۳۵۳/۷۳ns	۰/۱۵ns	۰/۲۹ns	۱۱۶۷۸۱۷۵*
Year * M	۳	۵/۶۹ns	۱۷۹۸۰/۵۱ns	۰/۰۲ns	۰/۱۵ns	۱۲۷۴۱۴۲۴**
Year * M* A	۹	۶/۳۷ns	۵۷۹۹۴/۵۰ns	۰/۰۴ns	۰/۰۴ns	۲۵۶۷۴۰۴ns
Error خطا	۶۰	۶/۴۲	۷۶۵۹۱/۱۷	۰/۰۵	۰/۱۵	۳۰۴۹۵۵۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۱۰	۴/۰۳	۱۶/۷۰	۲/۵۶	۱۱/۸۰

* و **: به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

ادامه جدول ٤. جدول مقایسه واریانس‌های سال‌های انجام آزمایش (آزمون بارتلت) در گیاه بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	عملکرد ماده خشک	نسبت کلروفیل a به b	درصد کامازولن	عملکرد کامازولن
سال (Year)	۱	۰/۱۴۲۲ns	۰/۷۴۷۰ns	۰/۶۴۷۵ns	۰/۷۴۷۰ns	۰/۵۰۳۵ns

1. Ghazi Manas
2. Least Significant Difference Test

۴. ۲. عملکرد ماده خشک

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر تیمارهای اسید آمینه و مایکوریزا بر عملکرد ماده خشک در سطح یک درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد. نتایج نشان دادند، محلول‌پاشی چهار در هزار اسید آمینه آمینول فورته باعث افزایش ۲۴ درصدی در عملکرد ماده خشک شد (جدول ۵).

نتایج نشان دادند، تلقیح مایکوریزایی باعث افزایش ۲۳ درصدی در عملکرد ماده خشک شد (جدول ۵).

جدول ۵. اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسید آمینه و مایکوریزا بر برخی خصوصیات گیاه بابونه

		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم بر هکتار)	نسبت کلروفیل a به b
سال	۱۴۰۱ – ۱۴۰۰	۳۲/۳۵a	۶۸۸۷/۱۵a	۱/۴۴a
	۱۴۰۲ – ۱۴۰۱	۳۰/۱۸b	۶۸۳۳/۹۲a	۱/۴۶a
اسید آمینه	کنترل	۲۴/۴۵d	۶۰۰۳/۲۹c	۱/۴۶ab
	۰/۲ درصد	۳۰/۶۲c	۶۹۴۰/۴۲b	۱/۳۶b
	۰/۳ درصد	۳۲/۹۵b	۷۰۵۲/۷۱b	۱/۴۶ab
	۰/۴ درصد	۳۷/۰۴a	۷۴۴۵/۷۱a	۱/۵۱a
مایکوریزا	کنترل	۲۴/۵۸d	۶۱۲۷/۰۰d	۲۵/۱۰d
	F. mosseae	۳۶/۸۷a	۷۵۴۷/۷۹a	۳۴/۷۸a
	F.etunicatum	۳۴/۰۸b	۷۱۳۶/۳۸b	۳۲/۱۹b
	R. irregularis	۲۹/۵۴c	۶۶۳۰/۹۶c	۲۸/۲۲c

میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

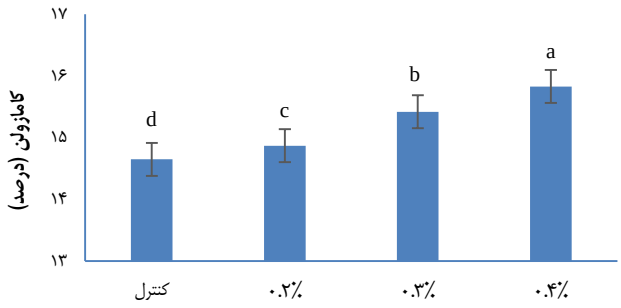
۴. ۳. نسبت کلروفیل a به b

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر تیمار مایکوریزا بر نسبت کلروفیل a به b در سطح یک درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد نسبت کلروفیل a به b در سطوح مختلف محلول‌پاشی اسید آمینه تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد، با این‌حال محلول‌پاشی ۰/۴ درصد دارای مقدار بالاتری بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها در تیمار مایکوریزا از بهتربودن *F. mosseae* نسبت به سایر قارچ‌های مایکوریزا حکایت دارد. این قارچ نسبت به تیمار شاهد بدون تلقیح ۳۸ درصد افزایش در نسبت کلروفیل a به b را داشت.

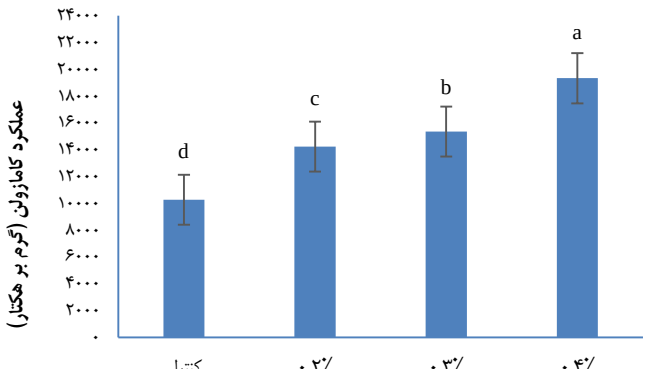
۴. ۴. درصد و عملکرد کامازولن

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر اسید آمینه و مایکوریزا بر درصد و عملکرد کامازولن در سطح یک درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد. نتایج نشان داد کاربرد چهار در هزار اسید آمینه آمینول فورته باعث افزایش ۸ درصدی در درصد کامازولن و ۴۷ درصدی در عملکرد کامازولن شد (شکل‌های ۱ و ۲). هم‌چنین اثر سال بر عملکرد کامازولن و اثر سال بر اسید آمینه در سطح ۵ درصد (p <۰/۰۵) و اثر سال بر مایکوریزا در سطح ۱ درصد (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد.

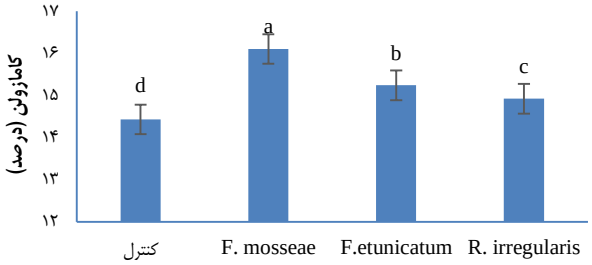
نتایج نشان دادند، تلقیح مایکوریزایی باعث افزایش به‌ترتیب ۱۱ و ۱۱۴ درصدی در درصد و عملکرد کامازولن شد (شکل‌های ۳ و ۴). مقایسه همبستگی صفات نشان داد، کلروفیل a با درصد و عملکرد کامازولن همبستگی مثبت و معنی‌داری (P<۰/۰۱) دارد. این بدان معنی است که به‌ترتیب ۷۷ و ۸۱ درصد تغییرات در درصد و عملکرد کامازولن بر اثر کلروفیل a بوده است. هم‌چنین کلروفیل b و کلروفیل کل نیز با صفات درصد و عملکرد کامازولن همبستگی بالا و مثبتی (P<۰/۰۱) داشتند (جدول ۶).



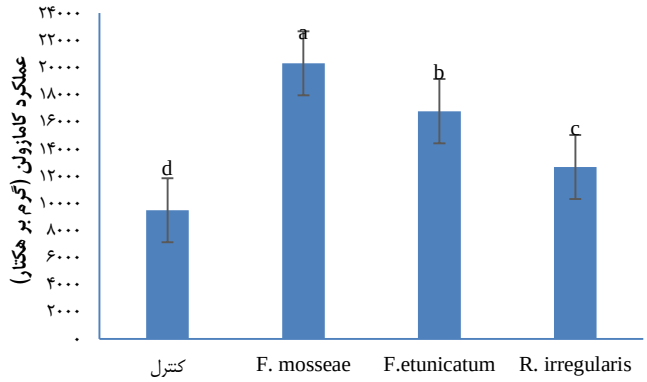
شکل ۱. اثر سطوح مختلف اسید آمینه آمینول فورته بر درصد کامازولن



شکل ۲. اثر سطوح مختلف اسید آمینه آمینول فورته بر عملکرد کامازولن



شکل ۳. اثر سطوح مختلف قارچ مایکوریزا بر درصد کامازولن



شکل ٤. اثر سطوح مختلف قارچ مایکوریزا بر عملکرد کامازولن

جدول ٦. ضرایب همبستگی برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه بابونه

بافت خاک	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
کلروفیل a	۱/۰۰				
کلروفیل b	۰/۷۸۴۹**	۱/۰۰			
کلروفیل کل	۰/۹۵۹۱**	۰/۹۲۲۷**	۱/۰۰		
درصد کامازولن	۰/۷۷۸۵**	۰/۷۴۶۰**	۰/۸۰۷۰**	۱/۰۰	
عملکرد کامازولن	۰/۸۱۵۳**	۰/۷۸۹۴**	۰/۸۴۹۹**	۰/۸۸۴۵**	۱/۰۰

۴. ۵. محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه و تلقیح با قارچ مایکوریزا بر کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح یک درصد (P<۰/۰۱) و بر کلروفیل b در سطح ۵ درصد (P<۰/۰۵) معنی‌دار شد (جدول ۷). نتایج نشان داد در اثر تیمار تلفیقی محلول‌پاشی اسید آمینه (۰/۴ درصد) و قارچ مایکوریزا موسایی بیش‌ترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به‌دست آمد که به‌ترتیب ۶۲، ۲۶ و ۳۸ درصد افزایش نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی و بدون تلقیح) مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۷. تجزیه واریانس اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسید آمینه و مایکوریزا بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	آلفا بیزابولول	بیزابولول اکساید آ
سال (Year)	۱	۰/۰۹ns	۰/۲۱ns	۱۳,۱ns	۱/۱۶**	۰/۱۱*
تکرار (Rep)	۲	۱۲۲/۲۷**	۲۸/۶۳**	۲۶۵/۱۷**	۴/۱۷**	۰/۷۱**
(Rep* Year)	۲	۰/۰۳ns	۳/۴۳ns	۷/۱۹ns	۰/۱۶ns	۰/۰۲ns
آمینو اسید (A)	۳	۲۸۳/۶۲**	۱۰۰/۱۸**	۷۰۹/۵۲**	۲۸/۲۶**	۳/۶۳**
مایکوریزا (M)	۳	۱۱۱/۰۲**	۱۰۵/۰۱**	۴۳۹/۱۶**	۳۰/۲۶**	۴/۹۹**
M * A	۹	۶/۳۷**	۴/۰۹*	۱۵/۴۵**	۲/۱۶**	۰/۱۱**
Year *A	۳	۲/۲۸ns	۸/۷۵**	۴/۹۸ns	۰/۱۷ns	۰/۰۵ns
Year * M	۳	۰/۹۹ns	۱/۳۹ns	۱/۵۳ns	۰/۱۸ns	۰/۰۳ns
Year * M* A	۹	۴/۵۶ns	۱/۳۸ns	۷/۴۰*	۰/۰۳ns	۰/۰۰۵ns
Error خطا	۶۰	۱/۶۶	۱/۷۰	۳/۴۸	۰/۱۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۶۱	۱۰/۹۹	۶/۲۰	۵/۶۱	۳/۰۶

* و **: به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

ادامه جدول ۷. جدول مقایسه واریانس‌های سال‌های انجام آزمایش (آزمون بارتلت) در گیاه بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	آلفا بیزابولول	بیزابولول اکساید آ
سال (Year)	۱	۰/۹۴۱۷ns	۰/۸۷۸۵ns	۰/۸۷۶۸ns	۰/۴۷۵۱ns	۰/۵۵۰۶ns

۴. ۶. آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه و تلقیح با قارچ مایکوریزا بر آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ در سطح یک درصد (p<۰/۰۱) معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر سال بر آلفا بیزابولول در سطح ۱ درصد (p<۰/۰۱) و بیزابولول اکساید آ در سطح ۵ درصد (p<۰/۰۵) معنی‌دار شد (جدول ۷). فاکتورهای محیطی مانند دما، رطوبت و خاک از عوامل اثرگذار بر اسانس و مواد مؤثره اسانس گیاهان دارویی هستند (صفائی و همکاران، ۱۳۹۹). اگرچه سنتز متابولیت‌های ثانویه از طریق ژنتیک کنترل می‌گردد، اما شرایط محیطی نیز به نحو چشم‌گیری روی این سنتز اثر دارد. نتیجه گیری دستاورد

حاصل از پژوهشی (زمانی و همکاران، ۱۴۰۲) گویای آن است که عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی متاثر از عواملی مانند خصوصیات اقلیمی و شرایط توپوگرافی بوده و تأثیر عوامل محیطی بر اجزای متابولیت‌های ثانویه می‌تواند به‌دلیل اثرهای مختلف این عوامل بر مسیرهای بایو سنتزی این ترکیب‌ها در گیاه باشد. نتایج نشان داد در اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه (۰/۴ درصد) و قارچ مایکوریزا موسایی بیش‌ترین آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ به‌دست آمد که به‌ترتیب ۱۲۶ و ۵۱ درصد افزایش نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی و بدون تلقیح) مشاهده شد (جدول ۸). این تیمار با تیمارهای اسیدآمینه ۰/۳، ۰/۲ و کنترل و قارچ مایکوریزا در گروه آماری مشابه قرار گرفتند.

جدول ۸. اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی اسید آمینه و مایکوریزا بر برخی خصوصیات گیاه بابونه

		کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	آلفا بیزابولول (درصد)	بیزابولول اکساید آ (درصد)
بدون اسید آمینه	کنترل	۱۱/۲۲c	۶/۹۳b	۱۹/۳۴c	۴/۲۱c	۴/۰۰d
	F. mosseae	۱۴/۹۱a	۱۱/۵۲a	۲۷/۸۷a	۶/۵۳a	۵/۰۰a
	F.etunicatum	۱۴/۵۲a	۱۱/۰۱a	۲۷/۰۴a	۵/۲۹b	۴/۴۹b
	R. irregularis	۱۲/۸۶b	۸/۰۱b	۲۲/۲۱b	۴/۳۶c	۴/۱۷c
اسید آمینه (۰/۲ درصد)	کنترل	۱۳/۰۹c	۸/۹۳b	۲۳/۳۲c	۶/۱۳c	۴/۵۳c
	F. mosseae	۱۷/۵۰a	۱۲/۸۹a	۳۱/۴۶a	۷/۵۹a	۵/۳۸a
	F.etunicatum	۱۴/۴۱bc	۱۲/۱۷a	۲۷/۶۸b	۶/۹۱b	۴/۹۸b
	R. irregularis	۱۵/۵۱b	۱۱/۲۴a	۲۷/۹۲b	۷/۰۱b	۴/۸۸b
اسید آمینه (۰/۳ درصد)	کنترل	۱۵/۰۷c	۸/۹۲c	۲۴/۹۸d	۵/۳۷c	۴/۵۴c
	F. mosseae	۲۱/۵۷a	۱۴/۹۴a	۳۷/۹۷a	۸/۰۵a	۵/۵۹a
	F.etunicatum	۱۹/۴۱b	۱۵/۲۲a	۳۵/۴۸b	۶/۲۲b	۴/۸۶b
	R. irregularis	۱۶/۳۴c	۱۱/۹۴b	۲۹/۱۷c	۵/۱۱c	۴/۶۲c
اسید آمینه (۰/۴ درصد)	کنترل	۱۸/۹۶c	۱۲/۵۲c	۳۲/۷۵c	۵/۵۰d	۴/۶۶d
	F. mosseae	۲۴/۱۸a	۱۶/۳۲a	۴۱/۸۴a	۹/۵۳a	۶/۰۵a
	F.etunicatum	۲۲/۵۳b	۱۴/۵۵b	۳۸/۵۷b	۸/۲۱b	۵/۵۶b
	R. irregularis	۱۹/۱۲c	۱۳/۱۷bc	۳۳/۵۷c	۷/۳۳c	۵/۱۹c

میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

آمینواسیدها می‌توانند نقش‌های گوناگونی در گیاهان داشته باشند. آن‌ها می‌توانند به‌عنوان منبعی از نیتروژن و پیش‌سازهای هورمون‌ها عمل کنند. آن‌ها هم‌چنین در بیوسنتز ترکیبات آلی از جمله ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها، آنزیم‌ها و کوآنزیم‌ها، بازهای پورین و پیریمیدین، آلکالوییدها، ترپنوییدها، می‌توانند دارای نقش مهمی باشند (میدا[1] و دادوروا[2]، ۲۰۱۲). در پژوهشی که اثر محلول‌پاشی اسید آمینه بر گیاه بابونه آلمانی بررسی شده بود، مشخص گردید که عملکرد اسانس در حالتی که محلول‌پاشی اسید آمینـه انجام گرفته بود بیش‌ترین مقدار و در حالت شاهد کم‌ترین مقدار را نشان داد. در این پژوهش میزان عملکرد اسانس در دو حالـــت محلول‌پاشی با کود اوره و محلول‌پاشی با اسیدآمینه اخـتلاف معنی‌داری نداشتند (حاج سید هادی و رضایی قلعه، ۱۳۹۳). به بیان دیگر، می‌توان چنین گفت که اثر محلول‌پاشی اسید آمینه با اثر کود اوره به یک میزان است و باعث افزایش در عملکرد اسانس در بابونه گردیده است.

1. Maeda and
2. Dudareva

۵. بحث

در پژوهشی که توسط کریمی و همکاران (۱۴۰۳) بر گیاه بابونه آلمانی انجام شد، آن‌ها بیان کردند که محلول‌پاشی اسید آمینه‌های آمینو آسپارک و آزومین منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته‌های بابونه آلمانی شد. در پژوهش دیگری که اثر محلول‌پاشی اسید آمینه بر گیاه بابونه آلمانی موردبررسی قرار گرفته بود بیان شد که کم‌ترین ارتفاع بوته از تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) حاصل شد و بیش‌ترین ارتفاع بوته از تیمار محلول‌پاشی با اوره حاصل شد که این نتیجه با نتیجه تیمار محلول‌پاشی با اسید آمینه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (حاج سید هادی و رضایی قلعه، ۱۳۹۳). با توجه به نیتروژن موجود در اسیدآمینه افزایش ارتفاع بوته قابل‌توجیه است.

در پژوهشی که بر روی گیاه دارویی خار مریم[1] با کاربرد مایکوریزا انجام شد، گزارش شد که بیش‌ترین ارتفاع بوته با کاربرد مایکوریزا *Glomus mosseae* به‌دست آمد (مزارعی و همکاران، ۱۳۹۶). قارچ میکوریزا سبب تحریک بیوسنتز هورمون اکسین در گیاه می‌شود که این هورمون از طریق افزایش انبساط‌پذیری سلول‌ها، هم‌چنین افزایش غالبیت انتهایی سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (لارسن[2] و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهش دیپیکا[3] و کوتاماسی[4] (۲۰۱۵) بیان شد که قارچ‌های مایکوریزا از راه گسترش ریسه‌های خود، حفظ فشار تورمی و ایجاد تعادل اسمزی و افزایش در فعالیت‌های فتوسنتزی و هم‌چنین تجمع کربوهیدرات‌ها و افزایش در جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر باعث رشد بهتر در اندام هوایی گیاه شده و در نتیجه عملکرد گیاهان را بهبود می‌دهند.

نتایج طاهری اصغری (۱۴۰۱) در بررسی اثر اسید آمینه آمینو سورن بر گیاه دارویی همیشه‌بهار نشان داد که اثر تیمار اسید آمینه بر عملکرد بیولوژیک همیشه‌بهار در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. هم‌چنین اسدی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که کاربرد کود اسید آمینه باعث افزایش در عملکرد ماده خشک در گیاه نعناع فلفلی شد. علت تأثیر مثبت اسیدآمینه را می‌توان به‌دلیل افزایش تقسیم سلولی در اندام‌های رویشی و درنتیجه افزایش رشد گیاه دانست. اسیدهای آمینه در سنتز سایر ترکیبات آلی مانند پروتئین‌ها، آلکالوییدها، ویتامین‌ها، ترپنوییدها و آنزیم‌ها نقش دارند. به‌دلیل این‌که پروتئین‌ها از اجزای اصلی رشد گیاه هستند و حاوی توالی‌های اسیدهای آمینه بوده، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث جذب این ترکیبات از طریق روزنه‌ها شده (رییسی[5] و همکاران، ۲۰۱۴) و این منبع در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. گیاه با افزایش در سطح برگ و به‌دنبال آن افزایش در فتوسنتز، عملکرد ماده خشک را افزایش خواهد داد. اسیدهای آمینه در گیاهان کارکردهای مختلفی می‌توانند داشته باشند. آن‌ها برای سنتز پروتئین‌ها حیاتی بوده و برای پیش‌سازهای متابولیت‌های مختلف که دارای عملکردهای مختلفی در رشدونمو گیاه هستند، همچون اجزای دیواره سلولی، هورمون‌ها و بخش بزرگی از متابولیت‌های ثانویه کاربرد دارند. اسیدهای آمینه در سنتز پروتئین‌های ساختمانی گیاه نقش داشته و باعث افزایش در رشدونمو گیاه و وزن خشک بخش‌های هوایی گیاه شوند (کاظم‌پور و همکاران، ۱۴۰۲).

آگو[6] و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر همزیستی مایکوریزایی بر هدایت روزنه‌ای و بعضی از ویژگی‌های فیزیولوژیک در گیاهان بیان کردند که همزیستی مایکوریزایی موجب توسعه سیستم ریشه در گیاه، افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش در تعرق و فتوسنتز در گیاهان می‌شود که در نتیجه آن عملکرد ماده خشک افزایش خواهد داشت. تیمارهای مایکوریزایی از راه گسترش هیف و توسعه سیستم ریشه، باعث افزایش در سطح جذب آب برای گیاه شده و

1. *Silybum marianum* (L.) Gaertn
2. Larsen
3. Deepika
4. Kothamasi
5. Raeisi
6. Auge

در ادامه، جذب بیش‌تر مواد غذایی را باعث می‌شوند که این مسئله سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌گردد. پژوهش‌گران یکی از عوامل اصلی در افزایش وزن خشک گیاه را افزایش غلظت کلروفیل قرائت‌شده توسط دستگاه و فتوسنتز گیاه بیان کردند (باقری و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیقی بیان شد کاربرد قارچ مایکوریزا در سطوح پایین شوری (۱ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) به‌طور معنی‌داری مقادیر کلروفیل را افزایش داد (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۹) و در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ۴۰ درصد کلروفیل a را نسبت به شاهد افزایش داد. در پژوهشی دیگر که به بررسی استفاده از قارچ مایکوریزا با مقادیر مختلف فسفر بر عملکرد کمی و کیفی سویا[1] در شرایط آب‌وهوایی منطقه ساری پرداخته بودند، نتیجه گرفته شد که اثر کاربرد مایکوریزا بر کلروفیل a بیش‌تر از کلروفیل b بود (علائی‌بخش و احمدی، ۱۳۹۷).

در پژوهشی اثر عوامل محیطی بر تغییرات شیمیایی ترکیبات اسانس گیاه بومادران[2] بررسی شد و نتیجه گرفتند که دما و مقدار رطوبت نسبی بر میزان ترکیبات اسانس گیاهان دارویی مؤثر است. در پژوهش حاضر نیز به‌دلیل تفاوت در دما و بارش دو سال آزمایش، تفاوت در میزان مواد مؤثره قابل‌توجیه است (فروزه و میردیلمی، ۱۳۹۸). نتایج نشان دادند، محلول‌پاشی ۴ در هزار اسید آمینه آمینول فورته باعث افزایش به‌ترتیب هشت و ۸۸ درصدی درصد و عملکرد کامازولن نسبت به شاهد شد (شکل‌های ۱ و ۲). در پژوهشی نشان داده شد که محلول‌پاشی اسید آمینه و اوره باعث افزایش معنی‌داری بر درصد و عملکرد کامازولن گیاه بابونه آلمانی شده است. آن‌ها چنین بیان کرده‌اند که بیش‌ترین درصد کامازولن از تیمار محلول‌پاشی اسید آمینه به‌دست آمد و این تیمار با تیمار محلول‌پاشی با کود اوره اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نداشته است. محلول‌پاشی اسید آمینه در عملکرد کامازولن بابونه آلمانی نیز مؤثر بوده است (حاج سید هادی و رضایی قلعه، ۱۳۹۳).

نیتروژن موجود در اسیدهای آمینه می‌توانند با افزایش در تعداد برگ و فراهم‌کردن زمینه مناسب برای دریافت انرژی نورانی و از طرفی با مشارکت در ساختار کلروفیل و آنزیم‌هایی که در فرایند متابولیسم کربن فتوسنتزی دخیل هستند، موجب افزایش در بازدهی فتوسنتز در گیاه شود. ترکیبات اسانس می‌توانند در اثر محلول‌پاشی گیاه با اسید آمینه در اثر تغییرات در جذب مواد غذایی بیش‌تر، افزایش در رشد رویشی و فعالیت‌های فتوسنتزی در گیاه و تغییر در تعداد غده‌هایی که در تولید اسانس در برگ و گل‌ها مؤثر هستند، باشد (رییسی[3] و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به این‌که اسیدهای آمینه دارای نیتروژن هستند، استفاده از آن‌ها به‌صورت محلول‌پاشی می‌تواند موجب افزایش در دسترسی بالاتر سلول‌ها به نیتروژن شده و تولید ترکیبات ترپنوییدی افزایش یافته و در نتیجه می‌توان انتظار داشت که ترکیبات اسانس در این گیاهان با محلول‌پاشی اسید آمینه افزایش نشان دهد.

مزارعی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش‌های خود که اثر مایکوریزا بر گیاه دارویی خار مریم را موردبررسی قرار داده بودند، بیان کردند که تلقیح با مایکوریزا باعث افزایش در محتوای کلروفیل شد. آن‌ها دلیل این افزایش را در گیاهان مایکوریزایی، به بالابودن جذب فسفر به‌عنوان یک ماده که حامل انرژی طی فرایند فتوسنتز است، نسبت دادند. در پژوهشی با بررسی نُه گونه قارچ مایکوریزا بر گیاه همیشه‌بهار، بیان شد که *G. mosseae* تأثیر مثبتی بر بهبود رنگیزه‌های فتوسنتزی داشت، به‌طوری‌که میزان کلروفیل کل در تلقیح با آن نسبت به تیمار شاهد ۶۸ درصد افزایش نشان داد (خیری، مقدم و مرادی، ۱۳۹۹).

نتایج پژوهشی که بر گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام شد، بیان‌کننده این است که کاربرد اسیدآمینه و مایکوریزا بر شاخص کلروفیل معنی‌دار شده است. نتایج نشان‌دهنده این بود که افزایش ۶ درصدی در این صفت در اثر محلول‌پاشی اسید آمینه و افزایش ۳۳ درصدی در تلقیح مایکوریزایی گونه *G. mosseae* مشاهده شد (طاهری اصغری، ۱۴۰۱).

1. *Glycine max* L.
2. *Achillea milefolium* L.
3. Raeisi

خالصی و همکاران (۱۴۰۲) در آزمایش خود که اثر اسیدآمینه بر رشد و عملکرد نخود[1] را مورد پژوهش قرار داده بودند نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی بر محتوای کلروفیل a و b و کلروفیل کل معنی‌دار بود. در پژوهشی نشان داده شد که اسیدهای آمینه با افزودن میزان پتاسیم، نیتروژن و فسفر در گیاه، موجب افزایش در میزان رنگیزه‌ها شده که باعث افزایش در جذب انرژی نورانی خورشید شده و تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (آذرپیرا و همکاران، ۱۳۹۸). آمینو اسیدها و مایکوریزا باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاه بابونه و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز و ساخت کربوهیدرات‌ها شده و در نتیجه وزن تر و خشک گیاه افزایش می‌یابد که احتمالاً می‌توان یک هم‌افزایی در بین تیمارها را بر این صفت مشاهده کرد که نتیجه آن افزایش عملکرد در گیاه خواهد بود.

در پژوهشی مشخص شد که کاربرد مایکوریزا به‌ویژه *G. mosseae* در گیاه آویشن باغی توانست در افزایش ترکیب‌های مواد مؤثره اسانس اثری مثبت داشته باشد (طاهری اصغری و محمدزاده، ۱۴۰۳). امانی ماچیانی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی اثر قارچ‌های مایکوریزا بر گیاه دارویی آویشن باغی، چنین بیان کردند که در تیمار تنش ملایم وقتی قارچ مایکوریزا مورداستفاده قرار می‌گیرد، مایکوریزا *F. mosseae* باعث بهبود در کیفیت و کمیت اسانس تولیدشده توسط آویشن می‌گردد. نتایج آن‌ها هم‌چنین نشان داد که میزان ترکیبات عمده در اسانس آویشن با تلقیح قارچ میکوریزا افزایش یافت. اسانس‌ها ترکیبات ترپنوییدی هستند و واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپرنوییدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات و دی‌متیل آلیل پیروفسفات نیازمند ترکیباتی همچون ATP و NADPH هستند. با درنظرگرفتن این موضوع وجود عناصری همچون نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات نام‌برده ضروری است (امانی ماچیانی[2] و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین، همزیستی مایکوریزایی از راه جذب کارآمد فسفر و تا حدی نیتروژن باعث افزایش ترکیبات اسانس تولیدی خواهد شد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

براساس یافته‌های این پژوهش تلقیح گیاه بابونه آلمانی با قارچ مایکوریزا احتمالاً توانسته است یک رابطه همزیستی با گیاه برقرار کند (در بررسی درصد کلونیزاسیون، این مطلب مورد تأیید قرار گرفته است و مایکوریزا توانسته است با ریشه گیاه بابونه آلمانی رابطه همزیستی ایجاد کند و صفات کمّی و کیفی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد) و بر خصوصیات آن مؤثر گردد. طبق نتایج به‌دست‌آمده محلول‌پاشی توانست باعث افزایش در ارتفاع گیاه، ماده خشک تولیدی و کلروفیل گردد. از بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، تیمار ۰/۴ درصد بهتر از بقیه تیمارها بود. هم‌چنین قارچ مایکوریزا به‌ویژه *F. mosseae* کاراتر از بقیه گونه‌ها بود و توانست باعث افزایش ۱۱ درصدی در درصد کامازولن شود. دو تیمار استفاده‌شده در این طرح (قارچ مایکوریزا و محلول‌پاشی اسید آمینه) احتمالاً توانستند یک اثر هم‌افزایی بر صفات بابونه آلمانی به‌ویژه صفات کیفی داشته باشند، به‌طوری‌که اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسید آمینه (۰/۴ درصد) و قارچ مایکوریزا بیش‌ترین آلفا بیزابولول و بیزابولول اکساید آ که یکی از ترکیبات مهم اسانس گیاه بابونه آلمانی هستند، حاصل کند و به‌ترتیب باعث افزایش ۱۲۶ و ۵۱ درصدی این ترکیبات نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی و بدون تلقیح) شود.

۷. تشکر و قدردانی

از دانشگاه پیام نور بابت تأمین منابع و اعتبارات این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد (این پژوهش با استفاده از اعتبارات دانشگاه پیام نور انجام شده است).

1. *Cicer arientinum* L.
2. Amani Machiani

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

ابراهیمی، فاطمه؛ صالحی، امیر؛ موحدی دهنوی، محسن و میرشکاری، امین (۱۴۰۱). بررسی برخی پاسخ‌های مورفو فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) به مایکوریزا در شرایط تنش کم‌آبی. *علوم باغبانی ایران*، ۵۳ (۳)، ۷۳۷-۷۴۹.

اسدی، محمد؛ نصیری، یوسف؛ ملا علی عباسیان، سارا و مرشدلو، محمدرضا (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد کمّی و کیفی نعناع فلفلی تحت تأثیر اسیدهای آمینه، کودهای شیمیایی و آلی. *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۸(۳)، ۲۵۷-۲۷۵.

امانی ماچیانی، مصطفی؛ جوانمرد، عبدالله؛ استادی، علی؛ مرشدلو، محمد رضا؛ و چابک‌پور، جعفر (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات تاریخ برداشت و کاربرد قارچ میکوریزا بر عملکرد کمّی و کیفی اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) در سطوح مختلف آبیاری. *مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۶(۶)، ۱۰۲۲–۱۰۳۷.

ایمانی، محسن؛ داداشی، محمدرضا؛ فرجی، ابوالفضل؛ سلطانی، افشین و مصنعی، هدیه (۱۴۰۱). اثرات محرک‌های زیستی جلبک دریایی و هیومیک‌اسید و برخی عناصر غذایی بر جوانه‌زنی و دیگر صفات مرتبط در سویا. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۱)، ۶۱- ۵۴.

آذرپیرا، ادریس؛ فتحی، شهناز؛ شرفی، یاور و نجفیان، شراره (۱۳۹۸). تأثیر برخی از محرک‌های زیستی مبتنی بر اسیدهای آمینه بر نعناع دارویی (*Mentha spicat* L.) تحت تنش شوری. *مجله علمی تغذیه باغبانی*، ۲(۲)،۱۵۴–۱۷۳.

باقری، عزیز؛ سیروس مهر، علیرضا؛ اصغری‌پور، محمدرضا و فروزنده، محمد (۱۳۹۴). تأثیر قارچ میکوریزای آربوسکولار و کود فسفر بر برخی ویژگی‌های رزماری در شرایط گلخانه. *دومین کنفرانس زیست‌شناسی و باغبانی ایران*، اسفند ۱۳۹۴. تهران.

حاج سیدهادی، محمدرضا و رضایی قلعه، هدی (۱۳۹۳). بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اوره بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). *دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۳۱ (۶۶)، ۱۰۵۷-۱۰۷۰.

خالصی، علی؛ موسوی میرکلائی، سید امیرعباس؛ مدرس ثانوی، سید علی محمد؛ افتخاری، علی و نشائی مقدم، مجتبی (۱۴۰۲). تأثیر محلول‌پاشی برخی از اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد نخود (*Cicer arientinum* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. *علوم گیاهان زراعی ایران*،۵۴ (۱)، ۴۰-۲۷.

خیری، زهرا؛ مقدم، محمد و مرادی، مهدی (۱۳۹۹). بررسی تأثیر گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا بر برخی شاخص‌های رشدی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای فلاونویید و کارتنویید گل همیشه‌بهار. *نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی*، ۳ (۱)،۵۰-۳۷.

زمانی، زهرا؛ تمرتاش، رضا؛ حیدری، قدرت اله و جعفریان جلودار، زینب (۱۴۰۲). بررسی اثر عوامل اکولوژیک بر ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی چای کوهی. *نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۳۰.

صفائی، لیلی؛ زینلی، حسین و افیونی، داوود (۱۳۹۹). بررسی اثر شرایط محیطی بر اسانس و ترکیبات متشکله اسانس ژنوتیپ‌های برتر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill). *مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۳۳ (۱)، ۱۲۹-۱۴۱.

ضیایی، زهرا؛ دهستانی اردکانی، مریم؛ شیرمردی، مصطفی و عظیمی، محمد حسین (۱۳۹۹). اثر قارچ مایکوریزا بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک سه ژنوتیپ زنبق آلمانی (*Iris germanica*) تحت تنش شوری. *فرایند و کارکرد گیاهی*، ۹ (۳۸)، ۴۱۴-۳۹۷.

طاهری اصغری، مهدی (۱۴۰۰). اثر تلقیح بذر با قارچ مایکوریزا و کاربرد برگی اسید آمینه بر برخی ویژگی‌های کیفی و سبزینه‌ای گیاه دارویی همیشه‌بهار. *علوم و تحقیقات بذر ایران*، ۹ (۳)، ۷۱-۵۷.

طاهری اصغری، مهدی (۱۴۰۱). اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و همزیستی با گونه‌های قارچ مایکوریزا بر ویژگی‌های گیاه دارویی همیشه‌بهار. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۲)، ۶۲۹-۵۱۶ .

طاهری اصغری، مهدی و محمدزاده، حمید (۱۴۰۳). بررسی تغییرات ترکیبات مواد مؤثره و مقدار اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) متاثر از کاربرد برگی هیومیک اسید و گونه‌های مایکوریزا. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۵ (۴)، ۱۲۹-۱۱۷.

علایی بخش، صدیقه و احمدی، مینا (۱۳۹۷). بررسی استفاده از قارچ میکوریزا با مقادیر مختلف فسفر بر عملکرد کمّی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) در شرایط آب‌وهوایی منطقه ساری. *فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی*، ۱۳ (۱)، ۵۳-۴۳.

فروزه، محمد رحیم؛ میردیلمی، سیده زهره (۱۳۹۸). بررسی اثر عوامل محیطی بر تغییرات ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی بومادران (*Achillea milefolium* L.). نشریه علمی پژوهشی مرتع، ۱۳ (۴)، ۵۹۶-۶۰۹.

کاظم‌پور، علی؛ شرقی، یونس؛ مدرس ثانوی، سید علی محمد؛ زاهدی، حسین و سفید کنف، فاطمه (۱۴۰۲). اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و اسانس آویشن دنایی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. *فرایند و کارکرد گیاهی*، ۱۲ (۵۳)، ۷۱-۹۰.

کریمی، احمد؛ نعیمی، معصومه؛ نخ‌زری مقدم، علی و غلام علیپور علمداری، ابراهیم (۱۴۰۳). بررسی تأثیر کودهای سازگار با محیط زیست بر ویژگی‌های کمّی و کیفی بابونه آلمانی. *رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست*، ۱۰۰-۹۰.

کهن‌مو، محمدامین و آقاعلیخانی، مجید (۱۳۹۳). تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر اجزای عملکرد و ترکیبات ثانویه بابونه (*Matricaria chamomilla*). *تولیدات گیاهی*، ۳۷ (۲)، ۱۱۲-۹۹.

محمودی، حمید و علیزاده، خشنود (۱۳۹۳). تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه آزاد بر عملکرد کمّی و کیفی ماشک رقم گل سفید (*Vicia panonica*) درشرایط دیم. *نشریه زراعت دیم ایران*، ۲ (۲)، ۱۲۹-۱۱۵.

مزارعی، ایوب؛ سیروس‌مهر، علیرضا و بابایی، زهرا (۱۳۹۶). تأثیر قارچ مایکوریزا بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خارمریم (*Silybum marianum* L. (Gaertn)) تحت تنش خشکی. *دوماه‌نامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۳ (۴)، ۶۳۵-۶۲۰.

معصومی زواریان، ابوالفضل؛ یوسفی‌راد، مجتبی و اصغری، محسن (۱۳۹۴). بررسی اثرات قارچ میکوریزا بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum*) تحت تنش شوری. *فصلنامه گیاهان دارویی*، ۴ (۵۶)، ۱۴۸-۱۳۹.

میرسیدی، سیده‌کانی؛ نصیری، یوسف؛ مرشدلو، محمدرضا و خلیلی، معروف (۱۳۹۸). ارزیابی کاربرد کودهای آلی، شیمیایی، زیستی و اسیدهای آمینه بر صفات کمی و کیفی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) در برداشت‌های مختلف. *علوم باغبانی ایران*، ۵۰ (۴)، ۷۶۷-۷۵۵.

References

Alaie Bakhsh, S., & Ahmadi, M. (2018). Investigation of the use of mycorrhizal fungi with different amounts of phosphorus on the quantitative and qualitative yield of soybean (*Glycine max* L.) in the climatic conditions of the Sari region. *Quarterly Journal of Plant Cellular and Molecular Biology*, *13* (1), 53-43. (In Persian).

Amani Machiani, M., Javanmard, A., Morshedloo, M. R., & Maggi, F. (2018). Evaluation of competition, essential oil quality and quantity of peppermint intercropped with soybean. *Industrial Crops and Products*, *111*, 743-754.

Amani Machiani, M., Javanmard, A., Ostadi, A., Morshedlou, M., & Chabokpour, J. (2021). Effects of harvest time and mycorrhiza fungus application on quantitative and qualitative yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil at different irrigation levels. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *36*(6), 1022-1037. (In Persian).

Amarowicz, R., Pegg, R. B., & Pegg, R. B. (2020). Effect of N fertilization on the content of phenolic compounds in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and their antioxidant capacity. *Agronomy*, *10*(8), 1215.

Asadi, M., Nasiri, Y., Mola Ali Abasiyan, S., & Morshedloo, M. R. (2018). Evaluation of Quantitative and Qualitative Yiled of Peppermint under Amino Acids, Chemical and Organic Fertilizers. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, *28*(3), 257-275. (In Persian).

Auge, R. M., Toler, H. D., & Saxton, A. M. (2015). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. *Mycorrhiza*, *25*(1), 13-24.

Azarpira, E., Fathi, S., Sharafi, Y., & Najafian, S. (2020). Effect of some amino acids based biostimulants on Medicinal Mint (*Mentha spicat* L.) under salinity stress. *Scientific Journal of Horticultural Nutrition*, *2*(2), 154-173. (In Persian).

Bagheri, A., Siroosmehr, A. R., Asgharipour, M. R., & Foroozandeh, M. (2015). Effect of arbuscular mycorrhiza fungus and phosphorus fertilizer on some characteristics of rosemary in greenhouse *conditions*. In: The Second Conference of Biology and Horticulture of Iran, Tehran, (In Persian).

Deepika, S., & Kothamasi, D. (2015). Soil moisture-a regulator of arbuscular mycorrhizal fungal community assembly and symbiotic phosphorus uptake. *Mycorrhiza*, *25*(1), 67-75.

Csongor, B., Viktoria, L. B., Erika, K., Bela, K., David, U. N., Peter, S., Giuseppe, M., Luigi, M., Judit, K., Dora, P., & Gyorgyi, H. (2023). Flowering phenophases influence the antibacterial and anti-biofilm effects of *Thymus vulgaris* L. essential oil. BMC Complementary. *Medicine and Therapies*, 23, 168.

Ebrahimi, F., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M., & Mirshekari, A. (2022). Morpho-physiological responses of two cultivars of german chamomile (*Matricaria chamomilla*) to mycorrhiza application under water deficiet stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *53* (3), 737-749. (In Persian).

Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmad, A. A., & Mahmoud, A. R. (2010). Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, *6*(5), 583-588.

Forouzeh, M. R., & Mirdilmi, S. Z. (2019). Investigation of the effect of environmental factors on changes in the chemical composition of the essential oil of the medicinal species of yarrow (*Achillea milefolium* L.). *Marta Scientific Research Journal*. *13* (4), 596-6609.

Ghazi Manas, M., Banj Shafiee, S., Haj Seyed Hadi, M. R., & Darzi, M. T. (2013). Effects of vermicompost and nitrogen on quantitative and qualitative yeild of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *29*(2), 269-280. (In Persian).

Hadipanah, O., Golparvar, A. R., Ghasemi Pirbaluti, A., & Zainali, H. (2011). Determining the best harvest time to achieve the highest yield of essential oil and thymol in garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) under Isfahan conditions. *Journal of Herbal Medicines*, *2* (1), 23-32.

Haj Seyyed Hadi, M. R. (2014). Investigating the effect of various vermicompost and amino and urea acid solutions on the quality and qualitative performance of German chamomile (*Matricaria chamomilla*). *Two months of scientific-research of Iran's medicinal and aromatic herbs. 31* (66), 1057-1070. (In Persian).

Heidarzadeh, A. (2025). Role of amino acids in plant growth, development, and stress responses: a comprehensive review. *Heidarzadeh Discover Plants*, *2*, 237.

Imani, M., Dadashi, H. R., Faraji, A., Soltani, A., & Mosanaei, H. (2022). Review on the effects of bio-stimulants of seaweed and humic acid and some nutrients on seeding and other related traits in soybean. *Journal of Seed Research*, *12*(1), 54-61. (In Persian).

Karimi, A., Naeimi, M., Nakhzari Moghadam, A., & Gholam Alipour Alamdari, E. (2024). Studying the effect of environmentally friendly fertilizers on the quantitative and qualitative characteristics of German chamomile. *New Approaches in Water and Environmental Engineering*, 100-109. (In Persian).

Kawade, K., Tabeta, H., Ferjani, A., & Hirai, M. Y. (2023). The roles of functional amino acids in plant growth and development. *Plant Cell Physiology*, *64*(12), 1482-93.

Kazempour, A., Sharghi, Y., Modarres Sanavi, S. A. M., Zahedi, H., & Sefid Kon, F. (2022). Effect of amino acid foliar application on morphophysiological characteristics and thyme essential oil under different irrigation regimes. *Plant Process and Function*, *12* (53), 71-90. (In Persian).

Khairy, Z., Moghadam, M., & Moradi, M. (2020). Studying the effect of different species of mycorrhizal fungi on some growth indices, photosynthetic pigments, flavonoid and carotenoid content of marigold. *Scientific Journal of Horticultural Plant Nutrition*, *3* (1), 50-37.

Khalesi, A., Mousavi Mirkalai, S. A. A., Modares Sanavi, S. A. M., Eftekhari, A., & Nashaeai Moghadam, Mojtaba. (2023). The effect of foliar spraying of some amino acids on the growth and yield of chickpea (*Cicer arientinum* L.) under different irrigation regimes. *Iranian Crop Sciences*, *54* (1), 40-27. (In Persian).

Kheiri, Z., Moghadam, M., & Moradi, M. (2020). Investigation of the effect of different species of mycorrhizal fungi on some growth indices, photosynthetic pigments, flavonoid and carotenoid content of pot marigold flower. *Scientific Journal of Garden Nutrition*, *3*(1), 37-50. (In Persian).

Kohanmoo, M. A., & Agha Alikhani, M. (2014). The effect of chemical and biological fertilizers on yield components and secondary compounds of chamomile (*Matricaria chamomilla*). *Plant Production*, *37* (2), 112-99. (In Persian).

Larsen, J., Cornejo, P., & Barea, J. M. (2009). Interactions between the arbuscular mycorrhiza fungus *Glomus intraradices* and the plant growth promoting rhizobacteria *Paenibacillus polymyxa* and *P. maserans* in the mycorrhizosphere of *Cucumis sativus*. *Soil Biology and Biochemistry*, *41*(2), 286-292.

Lichten Thaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology, 148*, 350-382.

Maeda, H., & Dudareva, N. (2012). The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Annual Review of Plant Biology*, *63*, 73-105.

Mahdavi, B., Ghorat, F., Nasrollahzadeh, M. S., Hosseyni-Tabar, M., & Rezaei-Seresht, H. (2020). Chemical composition, antioxidant, antibacterial, cytotoxicity, and hemolyses activity of essential oils from flower of *Matricaria chamomilla* var. chamomilla. *Anti-Infective Agents, 18* (3), 224-232.

Mahmoodi, M., & Alizadeh, K. (2014). Effect of free amino acids on the yield quality and quantity of forage varieties Gole-Sefid (*Vicia panonica*) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Dry Farming*, *2*(2), 115-127. (In Persian).

Masoumi Zavarian, A., Yousefi Rad., & Asghari, M. (2015). Investigating the effects of micoriaza fungi on the quantitative and qualitative properties of the Anisum medicinal plant (*Pimpinella anisum*) under salinity stress. *Journal of Plant Plants*, *4* (56), 148-139. (In Persian).

Mavandi, P., & Zarifi, E. (2022). Karyomorphological study and its correlation with the quantity and quality of essential oil in Iranian chamomile accessions (*Matricaria chamomilla* L.). *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 41, 102320 -8.

Mazaraei, A., Sirousmehr, A. R., & Babaei, Z. (2017). Effect of mycorrhizal fungi on some morphological & physiological charactristics of milk thistle (*Silybum marianum* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 33*(4), 620-635. (In Persian).

Mihyaoui, A. E., Esteves da Silva, J. C., Charfi, S., Castillo, M. E. C., Lamarti, A., & Arnao, M. B. (2022). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): *a review of ethnomedicinal use, phytochemistry and pharmacological uses. Life*, *12*(4), 1-41.

Mir Sayyid, S. K., & Nasiri, Y. (2019). Evaluation of the use of organic, chemical, biological and amino acid fertilizers on the quantitative and qualitative traits of German chamomile (*Matricaria chamomilla*) in various harvesting. *Iranian Horticultural Sciences, 50* (4), 767-755. (In Persian).

Pratiwi, S., Antonius, E. S., & Raniyah, S. A. (2025). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) as An Anti-Inflammatory Agent for Oral Mucosa: Mechanisms and Clinical Evidence. *International Journal of Current Science Research and Review*, 8 (7), 3797-3800.

Radkowski, A., & Radkowski, I. (2018). Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. *Plant Soil Environment*, *64*(5), 209-213.

Raeisi, M., Farahani, L., & Palashi, M. (2014). Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. *International Journal of Biosciences*, *4*(1), 463 468.

Safai, L., Zainali, H., & Afiouni, D. (2019). Study of the effect of environmental conditions on the essential oil and essential oil components of superior fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) genotypes. *Journal of Plant Research* (*Iranian Journal of Biology*), 33 (1), 129-141. (In Persian).

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., & Srivastava, M. K. (2011). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): an overview. *Pharmacognosy Reviews*, *5*(9), 82-95.

Taheri Asghari, M. (2022). Effect of Mycorrhizal Fungi Symbiosis and Foliar Application of Amino acids on Some Growth Traits and Pot Marigold Oil (*Calendula officinallis* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research, 20* (1), 93-103. (In Persian).

Taheri Asghari, M., & Mohamadzadeh, H. (2024). Investigating the changes of some essential compounds and effective substances of *Thymus vulgaris* L. affecting foliar application of humic acid and mycorrhizal species. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *55*(4), 117-129. (In Persian).

Taheri Asghari, M. (2021). The effect of foliar application of amino acids and symbiosis with mycorrhizal fungal species on the characteristics of the medicinal plant Marigold. *Journal of Agricultural Sciences. 24* (2), 629-516.

Taheri Asghari, M. (2022). The effect of seed inoculation with mycorrhizal fungi and foliar application of amino acids on some qualitative and vegetative characteristics of the medicinal plant Marigold. *Iranian Seed Science and Research*, *9* (3), 71-57. (In Persian).

Taksera, N. R., AbuEl-Leil, E. F., & Abdel-Fattah, G. M. (2023). Impact of bio-fertilizer and humic acid applications on productivity and some biochemical characteristics of Thymus Vulgaris grow in sandy soil. Minia. *Journal of Agricultural Research and Development*, *43* (4), 853- 872.

Tsivelika, N., Sarrou, E., Gusheva, K., Pankou, C., Koutsos, T., Chatzopoulou, P., & Mavromatis, A. (2018). henotypic variation of wild German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) populations and their evaluation for medicinally important essential oil. *Biochemical Systematics and Ecology*, 80, 21-28.

Weisany, W., Raei, Y., & Pertot, I. (2015). Changes in the essential oil yield and composition of dill (*Anethum graveolens* L.) as response to arbuscular mycorrhiza colonization and cropping system. *Industrial Crops and Products*, *77*, 295-306.

Zamani, Z., Tamertash, R., Heydari, Q., & Jafarian Jellodar, Z. (1402). Study of the effect of ecological factors on the chemical composition of the essential oil of the medicinal species of mountain tea. (In Persian).

Ziaei, Z., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M., & Azimi, M. H. (2020). The effect of mycorrhizal fungi on some morphophysiological characteristics of three genotypes of German iris (*Iris germanica*) under salt stress. *Plant Process and Function*, *9* (38), 414-397. (In Persian).