Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants
ISSN: 2322-3235 (Print), 2783-4697 (Online) http:// http://ecophytochemical.gorganiau.ac.ir

Doi:10.30495/ejmp.2022.1951602.1678
Dor:20.1001.1.23223235.1401.10.3.4.2

Evaluation of L- phenylalanine foliar application and non-chemical nutritional treatments on growth characteristics and essential oil of *Salvia officinalis* L. under different levels of irrigation

Safora Hasan Abadi[1], Mohammad Reza Ardakani[2*], Abdollah Ghasemi Pirbalouti[3], Farzad Paknejad[2], Davood Habibi[4]

[1] Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
[2] Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: mreza.ardakani@gmail.com
[3] Professors, Resarch Center for Medicinal Plants, Shar-e-Ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[4] Associate Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Serial 39, 10th year, Number 3, Autumn 2022 (24-40)

Article type:
Research Full Paper

Article history
Received: 21-01-2022
Revised: 21-03-2022
Accepted: 06-04-2022

Keywords
Amino acids
Essential oil
Foliar application
Mycorrhizal symbiosis
Salvia officinalis L.

Abstract

Drought stress is a major environmental concern worldwide that limits crop growth on a large scale, and the use of biofertilizers and amino acid spraying is important to overcome this issue to improve crop production. For this purpose, a two-year study was conducted on *Salvia officinalis* L. in the form of split-split plots in a randomized complete block design with four replications in a farm located in Kangavar city of Kermanshah province. The treatments of this experiment were Irrigation at two levels [50 and 100% of field capacity (F.C.)] which was placed in the main plots. The sub-factor included biofertilizer with three levels (control, mycorrhiza and cow manure) in the subplots and the sub-factor included foliar application of L-phenylalanine at four levels [no foliar application (negative control), solution spraying with distilled water (positive control), spraying with concentrations of 25% and 50% L-phenylalanine]. The highest amount and yield of essential oil were related to the interaction effects of irrigation treatments of 100% field capacity + cattle manure + 50% of L-phenylalanine with amounts of 3.5% and 24.41 kg/ha, respectively. In addition, the interaction effects of irrigation treatments were 100% field capacity + mycorrhiza + 50% L-phenylalanine with values 3.6% and 23.65 kg/ha, respectively.

Please cite this article as Safora Hasan Abadi, Mohammad Reza Ardakani, Abdollah Ghasemi Pirbalouti, Farzad Paknejad, Davood Habibi. 2022. Evaluation of the effect of L- phenylalanine foliar application and non-chemical nutritional treatments on growth characteristics and essential oil of *Salvia officinalis* L. under different levels of irrigation. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*. 10(3): 24-40.

© 2022. All Rights Reserved

فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی

شاپا: (چاپی) ۳۲۳۵-۲۳۲۲ (آنلاین) ۴۶۹۷-۲۷۸۳، http://ecophytochemical.gorganiau.ac.ir

Doi: 10.30495/ejmp.2022.1951602.1678

Dor: 20.1001.1.23223235.1401.10.3.4.2

بررسی اثر محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین و تیمارهای تغذیه‌ای غیرشیمیایی بر خصوصیات رشد و اسانس گیاه دارویی *Salvia officinalis* L. تحت سطوح مختلف آبیاری

صفورا حسن‌آبادی[۱]، محمدرضا اردکانی[۲*]، عبداله قاسمی پیربلوطی[۳]، فرزاد پاک‌نژاد[۲]، داود حبیبی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، رایانامه: mreza.ardakani@gmail.com

۳. استاد، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

سال دهم، شماره ۳۹، پاییز ۱۴۰۱ / صفحات: ۴۰-۲۴

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷

واژه‌های کلیدی:

اسیدهای آمینه

عملکرد اسانس

کود دامی

مریم گلی

همزیستی میکوریزایی

چکیده

تنش خشکی یک نگرانی عمده زیست محیطی در سراسر جهان است که رشد محصول را در مقیاس وسیع محدود می‌کند و کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی اسید آمینه برای غلبه بر این موضوع به‌منظور بهبود تولید محصول حائز اهمیت است. بدین منظور پژوهشی دو ساله (۹۷-۱۳۹۵)، به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان کنگاور استان کرمانشاه بر روی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) اجرا شد. تیمارهای این آزمایش عبارتند از: آبیاری در دو سطح (۵۰۰ و ۱۰۰) درصد ظرفیت زراعی (F.C.) که در کرت‌های اصلی قرار گرفت. عامل فرعی شامل کود زیستی با سه سطح (شاهد، میکوریزا و کود گاوی) در کرت‌های فرعی بود و عامل فرعی فرعی شامل محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین در چهار سطح [بدون محلول‌پاشی (شاهد منفی)، محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد مثبت)، محلول‌پاشی با غلظت‌های ۲۵ درصد و۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین] بود. نتایج این پژوهش بیانگر آن است آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به همراه کاربرد کودهای زیستی (کود گاوی و میکوریزا) و محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت۵۰ درصد موجب افزایش صفات مورد مطالعه در این پژوهش شد. بیشترین مقدار و عملکرد اسانس، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی+ کود گاوی+ ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به‌ترتیب با مقادیر (۳/۵ درصد) و (۲۴/۴۱ کیلوگرم در هکتار) و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی+ میکوریزا+ ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به‌ترتیب با مقادیر (۳/۶ درصد) و (۲۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار) بود.

استناد: صفورا حسن‌آبادی، محمدرضا اردکانی، عبداله قاسمی پیربلوطی، فرزاد پاک‌نژاد، داود حبیبی. (۱۴۰۱). بررسی اثر محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین و تیمارهای تغذیه‌ای غیرشیمیایی بر خصوصیات رشد و اسانس گیاه دارویی *Salvia officinalis* L. تحت سطوح مختلف آبیاری. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۰ (۳)، ۴۰-۲۴.

مقدمه

تنش خشکی یکی از تنش‌های مهم زیست محیطی است که مجموعه‌ای از پاسخ‌های مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی، تشریحی و مورفولوژیکی است که اثرات منفی بر رشد و نمو گیاهان دارد (Nam et al., 2020). تنش خشکی موجب کاهش فعالیت زنجیره انتقال الکترون (ETC) و تجمع گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) می‌شود که در غلظت‌های بالا سمی هستند که این ترکیبات اکسید کننده با اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، رنگدانه‌های فتوسنتزی و لیپیدهای غشایی واکنش می‌دهند و به آن‌ها آسیب می‌رسانند (Zulfiqar and Ashraf, 2021; Hasanuzzaman et al., 2020). نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که اعمال تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و رشد گیاهان می‌شود، در همین راستا و همکاران (۲۰۲۱)، اعلام کردند که اعمال تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و رشد ریحان (Zulfiqar et al., 2021)، نعناع فلفلی (Jahani et al., 2021)، مرزه (Sodaeizadeh et al., 2016) و مریم گلی (Bettaieb et al., 2010) گردید.

قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار (AM) گیاه را قادر می‌سازد تا تحت شرایط تنش زیستی و غیرزیستی، از جمله تنش خشکی، استقرار و رشد خوبی داشته باشد و اثرات ناشی از تنش خشکی را کم می‌کند (Sun et al., 2017). گزارش‌های متعددی از همزیست‌های قارچ‌های میکوریزایی وجود دارد که باعث تحمل گیاه میزبان به تنش‌های مختلف از جمله تنش خشکی، گرما، شوری، فلزات سنگین و بیماری ها در گیاه می‌شوند (Salam et al., 2017; Jabborova et al., 2021). Zardak و همکاران (۲۰۱۸)، گزارش کردند که رازیانه‌های تلقیح شده با قارچ میکوریزا دارای عملکرد اسانس، محتوای برگ و دانه و تنظیم اسمزی بیشتری در تمامی سطوح تنش خشکی نسبت به شاهد بودند.

در میان ترکیبات اسیدهای آمینه، فنیل‌آلانین مولکول‌های آلی هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت فیزیولوژیکی مرتبط با رشد و نمو گیاه تأثیر بگذارند. فنیل آلانین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اسیدهای آمینه در تولید ترکیبات معطر و آنتی اکسیدان‌ها است و نقش مهمی در تولید آن‌ها دارد (Aghaei et al., 2019). پیرو این امر Reham و همکاران (۲۰۱۶)، گزارش کردند که محلول‌پاشی فنیل آلانین (۱۰۰ ppm)، موجب افزایش پارامترهای رشدی گیاه ریحان شده است.

مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) گیاهی از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که دارای خواص دارویی فراوان و سرشار از ویتامین‌ها و مواد معدنی است. این گونه از مهمترین گیاهان دارویی و معطر در دنیا محسوب می شود که اسانس حاصل از برگ‌های این گیاه دارای خواص زیستی متعددی نظیر ضد عفونی کننده، ضد میکروبی، آنتی اکسیدان و ضد انگل و سایر خواص دارویی گزارش شده است (Samani et al., 2021; Vosoughi et al., 2018). بر اساس فرضیه تحقیق، کاربرد کود گاوی و محلول‌پاشی اِل- فنیل آلانین تحت شرایط همزیستی میکوریزایی اثرات ناشی از تنش خشکی را کاهش می‌دهد. بنابراین پژوهشی به منظور بررسی اثرات کود گاوی و همزیستی میکوریزایی تحت شرایط تنش خشکی بر روی خصوصیات کیفی و عملکرد گیاه مریم گلی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهشی دو ساله در سال‌های زراعی (۹۷-۱۳۹۶) و (۹۶-۱۳۹۵)، به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده

در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان کنگاور استان کرمانشاه (با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا) بر روی گونه دارویی مریم گلی با نام علمی (*S. officinalis* L.) اجرا شد. تیمارهای این آزمایش عبارتند از: آبیاری در دو سطح (۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (Fc) که در کرت‌های اصلی قرار گرفت. عامل فرعی شامل کود زیستی با سه سطح (شاهد، میکوریزا و کود گاوی) در کرت‌های فرعی بود و عامل فرعی فرعی شامل محلول پاشی ال- فنیل‌آلانین در چهار سطح (بدون محلول‌پاشی (شاهد منفی)، محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد مثبت)، محلول‌پاشی با غلظت‌های ۲۵ درصد و ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین) بود. قبل از کشت، نمونه‌ای از خاک مزرعه (جدول ۱) و کود دامی (جدول ۲)، برای بررسی به آزمایشگاه کشاورزی واقع در شهرستان کنگاور ارسال شد. اطلاعات هواشناسی از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اصلی شهرستان کنگاور اخذ گردید و به تفکیک ماهیانه میزان بارندگی، حداقل و حداکثر دمای ماهیانه و رطوبت نسبی هوا ثبت شد (جدول ۳).

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی وشیمیایی خاک

سال زراعی	بافت خاک	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	فسفر (پی‌پی‌ام)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک
۱۳۹۵-۹۶	رسی- لومی	۷۶۰	۸۸/۲	۰/۱۶	۱/۵۰	۰/۷۵	۷/۵
۱۳۹۶-۹۷	رسی- لومی	۷۵۵	۹۰/۴	۰/۱۷	۱/۴۲	۰/۹۰	۷/۷

جدول ۲: نتایج تجزیه فیزیکی وشیمیایی کود گاوی

سال زراعی	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	فسفر (پی‌پی‌ام)	نیتروژن کل (درصد)	هدایت الکتریکی	اسیدیته اشباع
۱۳۹۵-۹۶	۶۴۵	۸۳	۱/۱۴	۷/۵	۷/۴۲
۱۳۹۶-۹۷	۷۶۰	۹۰	۱/۱۸	۸/۶۴	۷/۷۳

نشاءهای مریم گلی از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد تهیه شده و در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۶ به زمین اصلی منتقل گردید و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. تیمار میکوریزا حاوی ۳۰۰ گرم در هر اندام فعال قارچی به نسبت مساوی از سه گونه‌های (*G.mosseae ,G.intravadices, G.etunicatum*) بود که توسط شرکت زیست فناور پیشتاز واریان تحت لیسانس و نظارت مستقیم موسسه خاک و آب کشور تولید شده بود و همزمان با کاشت نشاءها، ۱۰ گرم از مایه تلقیح قارچ در داخل حفره‌های کاشت نشاء اضافه گردید و سپس نشاءها کشت شدند. کود گاوی پوسیده از شرکت صنعتی شیر و دام کنگاور تهیه گردید و به میزان ۲۰ تن در هکتار و ۱۴/۴ کیلوگرم در هر کرت آزمایشی، ۲ روز قبل از کاشت به زمین اضافه شد و با خاک مخلوط گردید. از پودر اِل- فنیل آلانین (شرکت مرک آلمان) استفاده شد و در آب مقطر با غلظت‌های مختلف حل و بعد از بررسی pH حلال و تنظیم اسیدیته آن با بافر محلول‌پاشی در سه مرحله شامل مرحله اول (حدود ۵۰ روز پس از انتقال و استقرار نشاءها حدودا ۲۰ تیر ماه)، مرحله دوم (۱۲ یا ۱۵ روز بعد حدود ۵ مرداد ماه) و مرحله سوم (۲۰ مرداد ماه) بر روی شاخ و برگ در اوایل صبح توسط دستگاه محلول‌پاشی انجام گرفت.

جدول ۳: اطلاعات هواشناسی در طی دوره رشد گیاه طی دو سال تحقیق

ماه‌های سال	میزان بارندگی (میلی‌متر)		حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)		حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)		رطوبت نسبی (درصد)	
	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶
فروردین	۲۸/۳	۳۵/۵	-۲	-۴	۳۰	۲۸	۴۲	۴۱
اردیبهشت	۱۰/۲	۴/۵	۴	۵	۲۸	۲۹	۴۱	۴۰
خرداد	۱۴/۳	۰	۱۲	۱۳	۳۵	۳۴	۴۳	۴۵
تیر	۰	۰	۱۶	۱۵	۳۸	۳۸	۴۰	۴۲
مرداد	۰	۰	۱۹	۱۸	۴۰	۳۹	۴۶	۴۳
شهریور	۰	۰	۱۵	۱۳	۳۸	۳۵	۴۳	۴۲
مهر	۵/۵	۴/۳	۱۳	۱۱	۲۹	۲۶	۴۱	۴۴
آبان	۹/۳	۶/۵	۹	۸	۲۴	۲۴	۴۳	۴۵
آذر	۱۵/۵	۱۰/۴	۴	۱	۲۵	۲۲	۴۰	۴۱
دی	۴۳/۴	۵۱/۶	-۴	-۵	۲۳	۲۱	۴۳	۴۴
بهمن	۴۸/۵	۵۶/۳	-۶	-۷	۲۱	۲۲	۴۶	۴۵
اسفند	۵۹/۳	۶۱/۸	۰	-۱	۲۵	۲۶	۴۰	۴۲

درطول اجرای آزمایش هیچ نوع علف‌کش، آفت‌کش و یا قارچ‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت. وجین علف‌های هرز در سه نوبت با دست انجام شد. پس از ورود گیاهان به مرحله گلدهی برداشت اندام‌هوایی انجام شد و بلافاصله پس از برداشت گیاهان تازه پارامترهای رشدی شامل وزن‌تر اندام هوایی و شمارش سرشاخه‌های گل‌دار انجام شد و یک هفته پس از هر مرحله از محلول‌پاشی فنیل آلانین، صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش، قطر کانوپی (تاج پوشش) با استفاده از متر پارچه‌ای و محتوای کلروفیل *a*, *b* اندازه‌گیری شدند. در این روش بعد از تهیه عصاره، میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به‌ترتیب برای کلروفیل *a* و *b* و کارتنوئید قرائت گردید و با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Arnon, 1967).

$$Chl.a\ (mg.L^{-1}) = (12.25 * A663) - (2.79 * A647) * D$$
$$Chl.b\ (mg.L^{-1}) = (21.5 * A_{647}) - (5.1 * A_{663}) * D$$
$$Chl.\ a+b = (20.2\ (A_{645}) - 8/02\ (A_{663})) * D$$

که در آن Chl.b و Chl.a به‌ترتیب محتوای کلروفیل *b* و *a* بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر، A: میزان جذب نور توسط عصاره در طول موج‌های مربوطه، D: ضخامت خارجی کوت (Cuvette) دستگاه اسپکتروفتومتر بر حسب سانتی‌متر است. اندام‌هوایی گیاهان برداشت شده به مدت ۳ روز در سایه و دمای محیط خشک گردید و وزن خشک آن توزین شد.

مرحله استخراج اسانس با آسیاب کردن اندام‌هوایی خشک شده در مرحله گلدهی مریم گلی صورت گرفت و به دنبال آن اسانس نمونه با وزن مشخصی از اندام هوایی خرد شده به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر در مدت زمان سه ساعت اسانس‌گیری در مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس انجام شد. اسانس به دست آمده به‌طور مستقیم توزین شد و مقدار اسانس استخراج شده برای هر نمونه با مشخص بودن وزن خشک اولیه اندام هوایی محاسبه گردید و در واحد سطح (بر اساس استخراج اسانس از گیاهان خشک برداشت شده از یک مترمربع) محاسبه شد.

عملکرد اسانس نیز از حاصل ضرب مقدار اسانس در عملکرد ماده خشک تقسیم بر ۱۰۰ به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها (GLM) و مقایسه میانگین با روش دانکن با سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج

محتوای کلروفیل (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی): نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی و همچنین اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی، کود زیستی × محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی × محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد بر محتوای کلروفیل (در هر دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) می‌باشد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محتوای کلروفیل (کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کلروفیل کل) در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، در هر دو مرحله (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی بوده است. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش محتوای کلروفیل (در هر دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. در میان سطوح مختلف محلول‌پاشی، بیشترین مقدار محتوای کلروفیل مربوط به محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) بوده است و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. پس از اولین محلول‌پاشی، بیشترین مقدار کلروفیل *a*، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۲/۶۸ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۲/۷۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، بوده است. بیشترین مقدار کلروفیل *b*، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱/۳۶ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی+ میکوریزا+ ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱/۳۱ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، بوده است. بیشترین مقدار کلروفیل کل، مربوط به برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۴/۱۹ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی × میکوریزا × ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۴/۲۱ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، بوده است. پس از سومین محلول‌پاشی، بیشترین مقدار کلروفیل *a*، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۳/۵۲ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی×میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۳/۶۱ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، می‌باشد. بیشترین مقدار کلروفیل *b*، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱/۷۹ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× میکوریزا × ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱/۷۵ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، بود. بیشترین مقدار کلروفیل کل، مربوط به برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۵/۳۸ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۵/۴۳ میلی‌گرم در گرم ماده‌تر)، بوده است (جدول ۵).

جدول ۴: تجزیه واریانس محتوای کلروفیل و ارتفاع گیاه در دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		پس از اولین محلول‌پاشی				پس از سومین محلول‌پاشی			
		کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	ارتفاع گیاه	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	ارتفاع گیاه
سال	۱	۱۰/۲۹^{ns}	۳/۵۷^{ns}	۱/۹۴^{ns}	۱۷/۶۳^{ns}	۳/۷۸^{ns}	۱۱/۰۵^{ns}	۹/۳۱^{ns}	۱۶/۴۹^{ns}
تکرار در سال	۶	۱۳/۶۰	۱۴/۷۳	۱۵/۲۸	۲۰/۹۱	۱۴/۶۵	۱۷/۲۸	۱۵/۹۴	۲۵/۱۶
آبیاری (a)	۱	۱۳۰/۴۸**	۱۴۱/۴۸**	۱۱۶/۸۳**	۱۵۳/۰۲**	۱۴۷/۳۹**	۱۳۲/۵۸**	۷۳/۱۶**	۱۷۳/۰۵**
سال × a	۱	۱۰۸/۷۹**	۶۵/۷۹**	۹۷/۶۴**	۸۸/۴۹**	۸۵/۲۰**	۷۶/۱۴**	۵۸/۳۳**	۹۸/۱۱**
خطا	۶	۱۱/۸۵	۱۰/۶۹	۱۲/۱۴	۱۶/۸۳	۱۰/۷۱	۱۳/۲۹	۸/۳۵	۱۹/۴۲
کود زیستی (b)	۲	۸۷/۹۱**	۹۸/۲۰**	۷۴/۵۶**	۸۰/۹۹**	۱۰۴/۳۲**	۱۰۵/۲۸**	۷۳/۸۴**	۹۶/۷۱**
سال × b	۲	۱/۳۵^{ns}	۳/۸۴^{ns}	۴/۳۶^{ns}	۶/۴۷^{ns}	۴/۱۹^{ns}	۶/۷۲^{ns}	۲/۸۶^{ns}	۱۵/۷۲^{ns}
a×b	۲	۶۵/۲۷**	۷۳/۵۸**	۹۶/۴۳**	۷۳/۱۸**	۹۷/۲۴**	۸۸/۶۰**	۹۷/۰۵**	۸۶/۴۳**
سال×a×b	۲	۲/۶۷^{ns}	۱/۹۵^{ns}	۵/۷۲^{ns}	۷/۵۶^{ns}	۵/۲۰^{ns}	۵/۴۸^{ns}	۳/۱۵^{ns}	۱۴/۶۶^{ns}
خطا	۲۴	۵/۹۴	۶/۲۸	۷/۴۳	۱۰/۳۴	۷/۶۹	۹/۸۶	۵/۳۲	۱۶/۰۸
محلول‌پاشی (c)	۳	۷۲/۱۵**	۶۸/۴۴**	۵۳/۶۰**	۹۵/۲۸**	۱۱۲/۶۷**	۷۳/۸۱**	۸۹/۵۹**	۹۲/۶۷**
سال × c	۳	۰/۹۸^{ns}	۱/۲۵^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۳/۵۶^{ns}	۱/۹۷^{ns}	۳/۰۸^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۴/۳۵^{ns}
a×c	۳	۶۴/۳۸**	۷۳/۲۹**	۸۵/۷۴**	۱۱۱/۶۲**	۷۴/۹۵**	۹۵/۷۳**	۷۳/۵۷**	۸۱/۷۳**
سال×a×c	۳	۱/۶۳^{ns}	۲/۰۳^{ns}	۲/۱۹^{ns}	۴/۳۵^{ns}	۲/۴۱^{ns}	۴/۰۸^{ns}	۲/۱۹^{ns}	۵/۸۰^{ns}
b×c	۶	۹۸/۷۵**	۸۸/۶۲**	۶۸/۵۳**	۸۹/۰۱**	۹۱/۴۴**	۸۹/۷۳**	۵۹/۱۶**	۷۳/۵۸**
سال×b×c	۶	۱/۵۷^{ns}	۱/۴۶^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۲/۶۸^{ns}	۳/۲۹^{ns}	۳/۰۷^{ns}	۲/۱۱^{ns}	۷/۲۹^{ns}
a×b×c	۶	۸۶/۲۵**	۵۸/۷۳**	۷۷/۱۸**	۷۵/۱۳**	۴۹/۷۰**	۵۷/۴۸**	۶۹/۵۳**	۷۸/۶۰**
سال×a×b×c	۶	۱/۱۸^{ns}	۲/۲۴^{ns}	۱/۵۷^{ns}	۳/۳۱^{ns}	۲/۰۵^{ns}	۲/۱۶^{ns}	۱/۹۳^{ns}	۶/۵۴^{ns}
خطا	۱۰۸	۲/۰۹	۳/۶۴	۲/۴۱	۵/۲۸	۳/۸۷	۴/۳۴	۲/۷۵	۸/۳۴
ضریب تغییرات		۶/۰۴	۵/۵۹	۶/۷۳	۱۲/۱۸	۷/۵۶	۶/۴۲	۵/۸۳	۱۳/۲۸

** بیانگر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد است و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

ارتفاع گیاه (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی): اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی، اثرات متقابل آبیاری × کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی، و همچنین کود زیستی × محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی× محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد (در هر دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۵: مقایسه میانگین محتوای کلروفیل و ارتفاع گیاه در دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از اولین محلول‌پاشی

			پس از اولین محلول‌پاشی				پس از سومین محلول‌پاشی			
		تیمارها	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	ارتفاع گیاه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	ارتفاع گیاه
آبیاری	کودزیستی	محلول‌پاشی ۵۰٪ ال- فنیل آلانین	۲/۶۸^{a}	۱/۳۶^{a}	۴/۱۹^{a}	۹۶/۷۳^{a}	۳/۵۲^{a}	۱/۷۹^{a}	۵/۳۸^{a}	۱۲۳/۱۱^{a}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۲/۳۹^{b}	۱/۱۷^{b}	۳/۵۲^{b}	۸۴/۴۹^{b}	۳/۳۱^{b}	۱/۵۳^{b}	۴/۸۱^{b}	۱۰۵/۷۶^{b}
	کود گاوی	شاهد مثبت (آب مقطر)	۲/۱۸^{c}	۱/۰۱^{c}	۳/۲۲^{c}	۷۱/۵۶^{c}	۳/۰۶^{c}	۱/۴۰^{c}	۴/۴۹^{c}	۸۵/۴۶^{c}
		شاهد منفی (بدون آب)	۲/۱۴^{c}	۰/۹۸^{c}	۳/۱۵^{c}	۷۰/۳۷^{c}	۳/۰۴^{c}	۱/۳۸^{c}	۴/۴۵^{c}	۸۱/۹۰^{c}
		۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۲/۷۴^{a}	۱/۳۱^{a}	۴/۲۱^{a}	۹۴/۲۸^{a}	۳/۶۱^{a}	۱/۷۵^{a}	۵/۴۳^{a}	۱۱۸/۵۰^{a}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۲/۳۱^{b}	۱/۱۴^{b}	۳/۴۸^{b}	۸۰/۳۲^{b}	۳/۳۹^{b}	۱/۵۸^{b}	۴/۷۳^{b}	۱۰۹/۱۷^{b}
٪۱۰۰ ظرفیت زراعی	میکوریزا	شاهد مثبت (آب مقطر)	۲/۱۶^{c}	۰/۹۶^{c}	۳/۱۳^{c}	۷۴/۵۹^{c}	۳/۱۰^{c}	۱/۳۹^{c}	۴/۴۸^{c}	۸۷/۳۳^{c}
		شاهد منفی (بدون آب)	۲/۱۵^{c}	۰/۹۷^{c}	۳/۱۱^{c}	۷۱/۶۷^{c}	۳/۰۷^{c}	۱/۳۶^{c}	۴/۴۱^{c}	۸۳/۴۷^{c}
		۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۲/۰۱^{d}	۰/۷۳^{d}	۲/۸۲^{d}	۵۹/۴۵^{d}	۲/۸۲^{d}	۱/۱۹^{d}	۴/۰۵^{d}	۶۶/۲۸^{d}
	شاهد (بدون مصرف)	۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱/۸۴^{e}	۰/۵۴^{e}	۲/۳۹^{e}	۴۶/۷۰^{e}	۲/۵۱^{e}	۱/۰۵^{e}	۳/۶۳^{e}	۵۵/۹۴^{e}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱/۵۲^{f}	۰/۴۳^{f}	۱/۸۹^{f}	۳۵/۲۱^{f}	۲/۳۴^{f}	۰/۹۱^{f}	۳/۳۱^{f}	۴۳/۹۱^{f}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱/۴۸^{f}	۰/۴۰^{f}	۱/۸۲^{f}	۳۴/۴۹^{f}	۲/۳۰^{f}	۰/۸۶^{f}	۳/۲۸^{f}	۴۲/۷۶^{f}
		۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۲/۱۹^{c}	۰/۹۴^{c}	۳/۱۴^{c}	۷۳/۵۷^{c}	۲/۹۹^{c}	۱/۲۹^{c}	۴/۳۹^{c}	۸۶/۹۰^{c}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۲/۰۵^{d}	۰/۷۶^{d}	۲/۸۴^{d}	۶۱/۳۴^{d}	۲/۷۹^{d}	۱/۱۷^{d}	۳/۹۹^{d}	۶۹/۲۵^{d}
٪۵۰ ظرفیت زراعی	کود گاوی	شاهد مثبت (آب مقطر)	۱/۸۱^{e}	۰/۶۶^{e}	۲/۴۶^{e}	۴۸/۲۱^{e}	۲/۵۷^{e}	۱/۰۸^{e}	۳/۶۷^{e}	۵۸/۷۹^{e}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱/۷۶^{e}	۰/۶۳^{e}	۲/۴۱^{e}	۴۵/۳۳^{e}	۲/۴۹^{e}	۱/۰۳^{e}	۳/۵۹^{e}	۵۲/۴۷^{e}
	میکوریزا	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۲/۱۷^{c}	۰/۹۵^{c}	۳/۰۸^{c}	۷۲/۹۷^{c}	۳/۰۱^{c}	۱/۳۱^{c}	۴/۳۳^{c}	۸۴/۳۵^{c}

	۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۲/۰۳^{d}	۰/۷۲^{d}	۲/۷۷^{d}	۶۴/۲۸^{d}	۲/۸۲^{d}	۱/۱۷^{d}	۴/۰۵^{d}	۷۱/۰۴^{d}
	شاهد مثبت (آب مقطر)	۱/۷۹^{e}	۰/۶۱^{e}	۲/۳۸^{e}	۴۶/۱۳^{e}	۲/۵۳^{e}	۱/۰۵^{e}	۳/۵۴^{e}	۵۳/۹۶^{e}
	شاهد منفی (بدون آب)	۱/۷۷^{e}	۰/۵۹^{e}	۲/۳۵^{e}	۴۴/۰۷^{e}	۲/۵۰^{e}	۱/۰۲^{e}	۳/۵۶^{e}	۵۱/۳۳^{e}
شاهد (بدون مصرف)	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۲/۰۶^{d}	۰/۷۴^{d}	۲/۸۱^{d}	۵۹/۹۶^{d}	۲/۸۱^{d}	۱/۲۰^{d}	۴/۰۲^{d}	۶۶/۱۸^{d}
	۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱/۷۱^{e}	۰/۶۰^{e}	۲/۳۰^{e}	۴۳/۲۵^{e}	۲/۴۸^{e}	۱/۰۷^{e}	۳/۴۸^{e}	۵۰/۴۷^{e}
	شاهد مثبت (آب مقطر)	۱/۴۴^{f}	۰/۴۶^{f}	۱/۹۳^{f}	۳۴/۵۷^{f}	۲/۳۵^{f}	۰/۸۴^{f}	۳/۲۵^{f}	۴۰/۲۶^{f}
	شاهد منفی (بدون آب)	۱/۲۳^{g}	۰/۳۵^{g}	۱/۵۷^{g}	۲۹/۸۶^{g}	۲/۱۸^{g}	۰/۶۷^{g}	۲/۹۳^{g}	۳۲/۶۵^{g}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

Means in a column and a treatment followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، در هر دو مرحله (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی بود. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش ارتفاع گیاه (در هر دو مرحله پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، (پس از اولین محلول‌پاشی و پس از سومین محلول‌پاشی) سبب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به سایر غلظت‌ها شد و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. پس از اولین محلول‌پاشی، بیشترین مقدار ارتفاع گیاه، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی×کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۹۶/۷۳ سانتی‌متر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۹۴/۲۸ سانتی‌متر)، بوده است. پس از سومین محلول‌پاشی، بیشترین مقدار ارتفاع گیاه، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱۲۳/۱۱ سانتی‌متر)، و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۱۱۸/۵۰ سانتی‌متر)، بوده است (جدول ۵).

وزن تر و وزن خشک بوته: اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی، اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی، و همچنین کود زیستی× محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی× محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد می‌باشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که وزن تر و وزن خشک بوته در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰٪ ظرفیت زراعی بود. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش وزن تر و وزن خشک بوته نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، موجب افزایش وزن

تر و وزن خشک بوته گیاه نسبت به سایر غلظت‌ها گردید و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار وزن تر و وزن خشک بوته، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به‌ترتیب با مقادیر (۱۶۷۹/۴۵ گرم در مترمربع) و (۸۵۳/۹۷ گرم در مترمربع) همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× میکوریزا × ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به ترتیب با مقادیر (۱۶۹۶/۵۱ گرم در مترمربع) و (۸۷۹/۴۶ گرم در مترمربع) بوده است (جدول ۷).

جدول ۶: تجزیه واریانس وزن تر و خشک بوته، قطر بوته، تعداد شاخه گل‌دهنده، عملکرد و درصد اسانس مریم گلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر بوته	وزن خشک بوته	قطر تاج پوشش	تعداد شاخه گل دهنده	مقدار اسانس	عملکرد اسانس
سال	۱	۱۰۳/۱۷^{ns}	۲۱/۵۹^{ns}	۱۵/۲۸^{ns}	۱۶/۴۶^{ns}	۱۳/۶۵^{ns}	۲۱/۷۹^{ns}
تکرار در سال	۶	۱۲۶/۴۸	۲۷/۴۲	۲۰/۵۳	۲۱/۳۷	۱۷/۵۹	۲۸/۰۵
آبیاری (a)	۱	۲۱۸۳/۲۵**	۴۵۹/۴۳**	۲۶۹/۰۷**	۱۱۶/۱۲**	۱۰۳/۲۴**	۱۱۵/۳۸**
سال × a	۱	۶۱/۹۵^{ns}	۱۶/۷۳^{ns}	۱۰/۴۶^{ns}	۱۳/۷۴^{ns}	۱۲/۲۱^{ns}	۱۷/۵۳^{ns}
خطا	۶	۹۴/۷۳	۲۴/۶۵	۱۶/۹۷	۱۷/۴۵	۱۴/۹۳	۲۲/۴۹
کود زیستی (b)	۲	۱۰۹۷/۴۱**	۹۶/۵۸**	۱۶۴/۲۸**	۱۰۳/۹۳**	۷۹/۶۳**	۸۷/۵۶**
سال × b	۲	۶۶/۷۹^{ns}	۱۵/۶۱^{ns}	۹/۹۳^{ns}	۱۱/۵۲^{ns}	۸/۴۵^{ns}	۱۶/۰۷^{ns}
a×b	۲	۲۹۰۴/۶۵**	۱۰۵/۴۳**	۱۲۷/۴۹**	۱۱۲/۷۸**	۸۳/۱۹**	۹۰/۳۵**
سال×a×b	۲	۵۹/۸۶^{ns}	۱۳/۹۵^{ns}	۱۱/۰۶^{ns}	۱۳/۱۱^{ns}	۶/۲۸^{ns}	۱۵/۴۱^{ns}
خطا	۲۴	۷۳/۸۶	۱۹/۲۸	۱۳/۶۹	۱۴/۷۳	۱۱/۸۴	۱۸/۳۶
ال- فنیل آلانین (c)	۳	۱۱۰۶/۱۸**	۹۳/۶۲**	۱۱۰/۲۴**	۸۳/۱۸**	۴۴/۱۳**	۵۸/۹۶**
سال × c	۳	۴۹/۲۷^{ns}	۱۱/۹۶^{ns}	۵/۴۴^{ns}	۱۰/۲۱^{ns}	۵/۴۸^{ns}	۸/۰۷^{ns}
a×c	۳	۹۰۴/۵۵**	۸۶/۲۸**	۹۹/۳۸**	۵۹/۲۶**	۵۱/۳۲**	۹۷/۲۴**
سال×a×c	۳	۵۰/۵۲^{ns}	۱۱/۸۳^{ns}	۷/۲۶^{ns}	۹/۵۷^{ns}	۷/۹۳^{ns}	۱۱/۷۶^{ns}
b×c	۶	۸۶۳/۴۹**	۶۵/۲۴**	۷۹/۵۲**	۶۲/۱۷**	۶۷/۰۵**	۶۹/۴۸**
سال×b×c	۶	۳۶/۷۴^{ns}	۱۲/۳۹^{ns}	۶/۵۳^{ns}	۱۰/۹۷^{ns}	۳/۲۸^{ns}	۱۱/۶۵^{ns}
a×b×c	۶	۷۱۲۹/۵۶**	۸۶/۴۷**	۱۰۸/۱۲**	۹۳/۷۴**	۴۳/۷۲**	۷۸/۴۳**
سال×a×b×c	۶	۴۳/۲۱^{ns}	۱۴/۸۳^{ns}	۸/۴۷^{ns}	۱۰/۳۲^{ns}	۶/۸۵^{ns}	۹/۷۶^{ns}
خطا	۱۰۸	۵۴/۰۹	۱۶/۴۷	۱۰/۳۶	۱۲/۲۹	۹/۹۶	۱۳/۵۹
ضریب تغییرات		۱۳/۵۳	۱۰/۲۶	۸/۴۲	۱۱/۷۵	۸/۳۷	۱۲/۸۶

** بیانگر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد است و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۷: مقایسه میانگین وزن تر و خشک بوته، قطر بوته، تعداد شاخه گل دهنده، عملکرد و درصد اسانس مریم گلی

		تیمارها	وزن‌تر بوته	وزن‌خشک بوته	قطر تاج پوشش	تعداد شاخه گل دهنده	مقدار اسانس	عملکرد اسانس
آبیاری	کودزیستی	محلول‌پاشی						
٪۱۰۰ ظرفیت زراعی	کود گاوی	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۶۷۹/۴۵^{a}	۸۵۳/۹۷^{a}	۲۳۶/۸۱^{a}	۶۱/۳۳^{a}	۳/۵^{a}	۲۴/۴۱^{a}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۵۲۸/۳۷^{b}	۶۹۷/۲۱^{b}	۲۰۹/۸۶^{b}	۵۶/۸۶^{b}	۳/۱^{b}	۲۰/۶۳^{b}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۴۳۰/۳۹^{c}	۵۳۴/۱۱^{c}	۱۸۳/۲۴^{c}	۴۹/۱۱^{c}	۲/۸۰^{c}	۱۵/۲۵^{c}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱۴۰۳/۲۶^{c}	۵۲۱/۹۷^{c}	۱۷۴/۴۸^{c}	۵۰/۲۶^{c}	۲/۷۳^{c}	۱۴/۱۷^{c}
	میکوریزا	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۶۹۶/۵۱^{a}	۸۷۹/۴۶^{a}	۲۴۱/۹۵^{a}	۵۸/۵۱^{a}	۳/۶^{a}	۲۳/۶۵^{a}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۵۷۶/۰۹^{b}	۷۲۳/۱۴^{b}	۲۱۲/۷۳^{b}	۵۶/۴۸^{b}	۳/۱^{b}	۲۱/۴۲^{b}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۴۴۶/۱۱^{c}	۵۴۲/۷۰^{c}	۱۸۰/۲۶^{c}	۴۸/۶۶^{c}	۲/۶۶^{c}	۱۴/۵۳^{c}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱۴۵۹/۷۳^{c}	۵۶۳/۴۷^{c}	۱۷۶/۱۳^{c}	۴۶/۵۵^{c}	۲/۷۵^{c}	۱۵/۵۸^{c}
	شاهد (بدون مصرف)	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۳۱۷/۸۴^{d}	۴۲۶/۹۳^{d}	۱۶۱/۴۴^{d}	۴۱/۳۳^{d}	۲/۷۹^{c}	۱۱/۷۴^{d}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۱۷۶/۸۲^{e}	۴۷۴/۴۹^{d}	۱۵۸/۵۸^{d}	۳۶/۷۶^{e}	۲/۶۸^{c}	۱۲/۷۶^{d}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۰۷۲/۳۹^{f}	۴۶۶/۱۱^{d}	۱۵۶/۴۹^{d}	۳۶/۳۳^{e}	۲/۶۶^{c}	۱۲/۴۲^{d}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱۰۲۸/۱۷^{f}	۴۵۰/۶۴^{d}	۱۵۷/۰۵^{d}	۳۵/۵۷^{e}	۲/۳۶^{d}	۱۰/۳۲^{e}
٪۵۰ ظرفیت زراعی	کود گاوی	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۴۶۷/۳۵^{c}	۵۷۶/۰۹^{c}	۱۷۹/۸۳^{c}	۴۷/۳۳^{c}	۲/۷۷^{c}	۱۵/۴۱^{c}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۳۳۹/۱۲^{d}	۴۵۸/۲۴^{d}	۱۷۵/۲۴^{c}	۴۲/۵۰^{d}	۲/۶۴^{c}	۱۲/۱۶^{d}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۱۵۳/۲۷^{e}	۳۸۶/۱۱^{e}	۱۴۰/۷۳^{e}	۳۶/۴۸^{e}	۲/۳۸^{d}	۹/۱۵^{f}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱۱۲۴/۴۳^{e}	۳۵۳/۷۵^{e}	۱۳۸/۴۴^{e}	۳۶/۷۴^{e}	۲/۳۴^{d}	۸/۱۳^{f}
	میکوریزا	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۴۷۳/۴۸^{c}	۵۸۲/۹۴^{c}	۱۷۹/۸۱^{c}	۴۶/۱۱^{c}	۲/۷۳^{c}	۱۵/۳۴^{c}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۱۲۳/۲۰^{e}	۳۷۱/۳۵^{e}	۱۳۵/۲۴^{e}	۳۵/۵۶^{e}	۲/۳۲^{d}	۸/۲۶^{f}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۱۳۱/۰۶^{e}	۳۴۱/۹۶^{e}	۱۳۲/۹۸^{e}	۳۵/۳۳^{e}	۲/۳۳^{d}	۷/۴۹^{f}
		شاهد منفی (بدون آب)	۱۱۴۹/۵۲^{e}	۳۴۹/۷۴^{e}	۱۳۰/۲۱^{e}	۳۴/۷۶^{e}	۲/۳۵^{d}	۸/۱۰^{f}
	شاهد (بدون مصرف)	۵۰ ٪ ال- فنیل آلانین	۱۳۵۹/۷۳^{d}	۴۶۳/۹۷^{d}	۱۵۵/۱۱^{d}	۴۳/۱۹^{cd}	۲/۶۷^{c}	۱۲/۲۴^{d}
		۲۵٪ ال- فنیل آلانین	۱۳۴۱/۹۴^{d}	۴۷۶/۶۱^{d}	۱۵۳/۹۸^{d}	۴۱/۲۳^{cd}	۲/۶۶^{c}	۱۲/۳۱^{d}
		شاهد مثبت (آب مقطر)	۱۰۰۹/۷۵^{f}	۲۸۹/۸۴^{f}	۱۱۸/۱۵^{f}	۳۷/۱۱^{f}	۲/۱۷^{e}	۷/۱۵^{f}
		شاهد منفی (بدون آب)	۹۳۴/۵۳^{g}	۲۸۱/۳۰^{f}	۱۱۵/۲۴^{f}	۳۰/۹۷^{g}	۱/۶۴^{f}	۵/۳۶^{g}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد)

Means in a column and a treatment followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

قطر تاج پوشش: اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی، اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی، و همچنین کود زیستی × محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی×محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد می‌باشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که قطر تاج پوشش در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰٪ ظرفیت زراعی بود. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش قطر تاج پوشش نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، موجب افزایش قطر تاج پوشش گیاه نسبت به سایر غلظت‌ها گردید و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی)

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار قطر تاج پوشش، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۲۳۶/۸۱ سانتی‌متر) همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به ترتیب با مقادیر (۲۴۱/۹۵ سانتی‌متر) بوده است (جدول ۷).

تعداد شاخه گل دهنده: نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی، اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی و همچنین کود زیستی × محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی×محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد می‌باشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که تعداد شاخه گل دهنده در تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی، بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی بود. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش تعداد شاخه گل دهنده نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، سبب افزایش تعداد شاخه گل دهنده نسبت به سایر غلظت‌ها گردید و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار تعداد شاخه گل دهنده، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۶۱/۳۳) همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به مقدار (۵۷/۵۱) بوده است (جدول ۷).

مقدار و عملکرد اسانس: اثر آبیاری، کود زیستی، محلول‌پاشی، اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی، آبیاری× محلول‌پاشی، و همچنین کود زیستی × محلول‌پاشی و اثرات متقابل آبیاری× کود زیستی×محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌داری با احتمال خطای یک درصد می‌باشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که مقدار و عملکرد اسانس در تیمار آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی، بیشتر از تیمار آبیاری ۵۰٪ ظرفیت زراعی بود. کاربرد کود گاوی و میکوریزا موجب افزایش مقدار و عملکرد اسانس نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل- فنیل‌آلانین با غلظت ۵۰ درصد، سبب افزایش مقدار و عملکرد اسانس نسبت به سایر غلظت‌ها گردید و میان شاهد مثبت (آب مقطر) و شاهد منفی (بدون محلول‌پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار و عملکرد اسانس، مربوط به اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به ترتیب با مقادیر (۳/۵ درصد) و (۲۴/۴۱ کیلوگرم در هکتار) و همچنین برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین به ترتیب با مقادیر (۳/۶ درصد) و (۲۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد (جدول ۷).

بحث

کلروفیل موجب افزایش جذب نور و تولید انرژی برای گیاه می‌شود و با افزایش محتوای کلروفیل در گیاهان، رشد و فتوسنتز در گیاه افزایش می‌یابد (Ye et al., 2020). کاربرد کود دامی و همچنین میکوریزا نیز موجب افزایش عناصرغذایی خاک شد و به دلیل فراهم آوردن قابلیت جذب عناصرغذایی (خصوصا نیتروژن و فسفر) توسط گیاه سبب افزایش محتوای کلروفیل مریم گلی شد (Badalzadeh et al., 2018; Abd-Elghany et al., 2021). تنش خشکی باعث کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی در مریم گلی شد. تنش خشکی سبب آسیب اکسیداتیو به غشاها و خسارت به کلروپلاست‌ها می‌شود و در نتیجه موجب

کاهش کلروفیل گیاهان می‌گردد (Zulfiqar and Ashraf, 2021). در همین راستا Eshghi Gorgi و همکاران (۲۰۲۱)، گزارش کردند که آبیاری ۵۰ درصد F.C. در گیاه بادرنجبویه باعث کاهش کلروفیل *a* (۴۰/۴ درصد)، کلروفیل *b* (۴۰/۲ درصد)، کاروتنوئیدها (۴۴/۶ درصد) نسبت به آبیاری کامل شده است که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت داشت. محلول‌پاشی ال- فنیل آلانین از طریق بهبود سیستم تغذیه‌ای گیاه و ساخت آنزیم‌ها سبب افزایش کلروفیل در گیاه مریم گلی شد (Al-Mohammad et al., 2021).

تنش خشکی سبب کاهش تقسیم سلولی، کاهش رشد طولی سلول‌ها و در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (Jahani et al., 2021)، به همین دلیل ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی کاهش یافت. کود گاوی و میکوریزا به علت دارا بودن نیتروژن موجب افزایش رشد گیاهان می‌شوند و از طرف دیگر، ترکیبات موجود در کود آلی و زیستی از طریق تولید هورمون‌های تحریک کننده رشد گیاه به ویژه اکسین، سیتوکینین و جیبرلین رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش شاخص‌های رشد مانند ارتفاع گیاه می‌شوند (Du et al., 2020). Jabborova و همکاران (۲۰۲۱)، گزارش کردند که کاربرد میکوریزا سبب افزایش ارتفاع گیاه بامیه به مقدار ۱۶/۶ درصد نسبت به شاهد شد که با نتایج پژوهش فوق مطابقت دارد.

کاربرد محلول‌پاشی فنیل آلانین حتی در شرایط تنش خشکی نیز موجب افزایش عملکرد مریم گلی شد که این افزایش رشد و عملکرد گیاه را می‌توان به نقش اسیدهای آمینه در افزایش بهره‌وری متابولیسم گیاه، افزایش تحمل گیاه به تنش‌های زیستی، افزایش ویژگی‌های کیفی نسبت داد (Calvo et al., 2014). در همین راستا Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، گزارش کردند که کاربرد فنیل آلانین (۱/۵ گرم در لیتر) موجب افزایش عملکرد مرزه شد. کاربرد کودهای زیستی به‌دلیل فراهمی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف موجب افزایش عملکرد مریم گلی شد، Gurmanpreet و همکاران (۲۰۱۹)، اعلام کردند که کود دامی موجب افزایش عملکرد نعناع ژاپنی شد. کاهش عملکرد در تنش خشکی می‌تواند ناشی از کاهش تعداد و سطح برگ‌های تولید شده، ارتفاع بوته و مهار تقسیم سلولی باشد (Zohra Es-sbihi et al. 2020).

می‌توان گفت در اثر کاربرد کودهای زیستی افزایش عناصر پرمصرف و کم‌مصرف افزایش یافت که این امر موجب افزایش قطر تاج پوشش شد (Gurmanpreet et al., 2019). تنش خشکی با کاهش ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ‌های تولید شده و همچنین با کاهش فتوسنتز و تقسیم سلولی موجب کاهش قطر تاج پوشش شد (Zohra Es-sbihi et al. 2020).

اگر اسیدهای آمینه از طریق محلول‌پاشی تامین شود، نیاز گیاه به ساخت آنها کاهش می‌یابد و به گیاه اجازه می‌دهد انرژی ذخیره شده خود را صرف رشد بیشتر و افزایش عملکرد و کیفیت محصول کند (Belal et al., 2016). تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی به‌دلیل کاهش رطوبت و در دسترس نبودن آب برای گیاه موجب کاهش تعداد شاخه گل دهنده شد که نتایج پژوهش حاضر با پژوهش (Nejatzadeh-Barandozi, 2020) مطابقت داشت، وی بیان کرد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در ریحان مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی بود.

کاربرد اسیدهای آمینه موجب جذب بیشتر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر می‌شود که با افزایش این عناصر در گیاه مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز افزایش می‌یابد (Rezakhani and

(HajSeyed Hadi, 2017). Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، اعلام کردند که کاربرد فنیل آلانین موجب افزایش اسانس در مرزه شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که وجود نیتروژن با افزایش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان دارویی ارتباط مستقیم دارد (Eshaghi Gorgi et al., 2021). در این پژوهش نیز، کاربرد میکوریزا و کود گاوی به علت دارا بودن نیتروژن، موجب افزایش اسانس مریم گلی شد. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. نتایج پژوهشی بر روی ریحان نشان داد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (Nejatzadeh-Barandozi, 2020)، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

کاربرد اسیدهای آمینه موجب جذب بیشتر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر می‌شود که با افزایش این عناصر در گیاه مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز افزایش می‌یابد (Rezakhani and HajSeyed Hadi, 2017). Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، اعلام کردند که کاربرد فنیل آلانین موجب افزایش اسانس در مرزه شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که وجود نیتروژن با افزایش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان دارویی ارتباط مستقیم دارد (Eshaghi Gorgi et al., 2021). در این پژوهش نیز، کاربرد میکوریزا و کود گاوی به علت دارا بودن نیتروژن، موجب افزایش اسانس مریم گلی شد. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. نتایج پژوهشی بر روی ریحان نشان داد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (Nejatzadeh-Barandozi, 2020) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

کاربرد اسیدهای آمینه موجب جذب بیشتر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر می‌شود که با افزایش این عناصر در گیاه مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز افزایش می‌یابد (Rezakhani and HajSeyed Hadi, 2017). Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، اعلام کردند که کاربرد فنیل آلانین موجب افزایش اسانس در مرزه شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که وجود نیتروژن با افزایش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان دارویی ارتباط مستقیم دارد (Eshaghi Gorgi et al., 2021). در این پژوهش نیز، کاربرد میکوریزا و کود گاوی به علت دارا بودن نیتروژن، موجب افزایش اسانس مریم گلی شد. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. نتایج پژوهشی بر روی ریحان نشان داد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (Nejatzadeh-Barandozi, 2020) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

کاربرد اسیدهای آمینه موجب جذب بیشتر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر می‌شود که با افزایش این عناصر در گیاه مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز افزایش می‌یابد (Rezakhani and HajSeyed Hadi, 2017). Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، اعلام کردند که کاربرد فنیل‌آلانین موجب افزایش اسانس در مرزه شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که وجود نیتروژن با افزایش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان دارویی ارتباط مستقیم دارد (Eshaghi Gorgi et al., 2021). در این پژوهش نیز، کاربرد میکوریزا و کود گاوی به علت دارا بودن

نیتروژن، موجب افزایش اسانس مریم گلی شد. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. نتایج پژوهشی بر روی ریحان نشان داد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (Nejatzadeh-Barandozi, 2020) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

کاربرد اسیدهای آمینه موجب جذب بیشتر عناصرغذایی مانند نیتروژن و فسفر می‌شود که با افزایش این عناصر در گیاه مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز افزایش می‌یابد (Rezakhani and Haj Seyed Hadi, 2017). Poorghadir و همکاران (۲۰۲۰)، اعلام کردند که کاربرد فنیل آلانین موجب افزایش اسانس در مرزه شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن است که وجود نیتروژن با افزایش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان دارویی ارتباط مستقیم دارد و سبب افزایش مقدار می‌شود (Eshaghi Gorgi et al., 2021). در این پژوهش نیز، کاربرد میکوریزا و کود گاوی به علت دارا بودن نیتروژن، موجب افزایش اسانس مریم گلی شد. Rahmani Samani و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند که محلول‌پاشی اِل-فنیل آلانین به‌طور معنی‌داری بر کمیت و کیفیت اسانس مریم گلی تأثیر مثبت داشت. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. تنش خشکی به علت کمبود آب در گیاه، موجب کاهش اسانس در گیاهان می‌شود. بسیاری از محققین بیان کردند که ارتباط مستقیمی بین میزان رطوبت موجود در خاک و مقدار اسانس تولید شده در پیکر رویشی گیاهان دارویی دارد. به همین دلیل برای تولید محصولی با کمیت و کیفیت مناسب، رطوبت خاک در طول دوره رشد گیاهان باید برابر ۸۰ درصد باشد (Begum et al., 2021). نتایج پژوهشی بر روی ریحان نشان داد که بیشترین مقدار اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (Nejatzadeh-Barandozi, 2020) و در پژوهش دیگری گزارش شد که تنش خشکی موجب کاهش اسانس مریم گلی شد (Vosoughi et al., 2018) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که اعمال تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به علت دسترسی گیاه به آب موجب افزایش صفات بررسی شده در این پژوهش نسبت به تیمار آبیاری ۵۰درصد ظرفیت زراعی شد و کاربرد کود دامی و همچنین میکوریزا به‌دلیل فراهمی موادمغذی برای گیاه موجب افزایش صفات مورد مطالعه در این پژوهش نسبت به شاهد (عدم مصرف) شد. محلول‌پاشی اِل-فنیل آلانین با غلظت ۵۰ درصد موثرتر از سایر سطوح به کار برده شده بود. محلول‌پاشی اِل- فنیل آلانین و همچنین کاربرد کودهای زیستی موجب کاهش اثرات ناشی از تنش خشکی شد. نتایج نشان داد که برهمکنش تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× میکوریزا× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین و همچنین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری ۱۰۰درصد ظرفیت زراعی× کود گاوی× ۵۰ درصد اِل- فنیل آلانین بهترین تیمار در این پژوهش بود و قابل توصیه می‌باشد.

Refrecses

1. Abd-Elghany, S.E., Moustafa, A.A., Gomaa, N.H. Badr-eldin A.H. 2021. Mycorrhizal impact on *Ocimum basilicum* grown under drought stress. Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci 10, 72.
2. Aghaei, K., Ghasemi Pirbalouti, A., Mousavi, A., Badi, H.N., and Mehnatkesh, A. 2019. Effects of foliar

spraying of l-phenylalanine and application of bio-fertilizers on growth, yield, and essential oil of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. Angustifolius (Bieb.)]. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 21, 10: 13-18.

3. Al-Mohammad, M.H.S., Sachet, T.F.K., and Al-dulaim, Z.S. 2021. Effect of phenylalanine, jasmonic acid and biofertilizer on growth, yield and anthocyanin pigments of roselle calyces. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 11 (3), 544.
4. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
5. Badalzadeh, A., Danesh Shahraki, A.R., Rafieiolhossaini, M., and Ghobadinia, M. 2018. The Effects of solitary and combined application of cattle manure and chemical fertilizer on essential oil and some physiological characteristics of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water deficit stress conditions. Journal of Water and Soil Science, 28 (3): 155-168.
6. Begum, N., Akhtar, K., Ahanger, M.A., Iqbal, M., Wang, P., Mustafa, N.S., and Zhang, L. 2021. Arbuscular mycorrhizal fungi improve growth, essential oil, secondary metabolism, and yield of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under drought stress conditions. Environmental Science and Pollution Research. 28 (33): 45–59.
7. Belal, B.E.A., El-Kenawy, M.A., and Uwakiem, M.K. 2016. Foliar application of some amino acids and vitamins to improve growth, physical and chemical properties of flame seedless grapevines. Egypt J Hortic, 43: 123-136.
8. Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi Wannes, W., Kchouk M.E., and Marzouk, B. 2010. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae. 120, 271-275.
9. Calvo, P., Nelson, L., and Kloepper, J.W. 2014 .Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil 383: 3-41.
10. Du, Y., Cui, B., zhang, Q., Wang, Z., Sun, J., and Niu, W. 2020. Effects of manure fertilizer on crop yield and soil properties in China: A meta-analysis. CATENA, 193, 104617.
11. Eshaghi Gorgi, O., Fallah, H., Niknejad, Y. and Barari Tari, D. 2021. Effect of Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and mycorrhizal fungi inoculations on essential oil in *Melissa officinalis* L. under drought stress. Biologia. 77: 11-20.
12. Gurmanpreet, K., Amanpreet, S., Harpreet, S., Kumar, S., and Mr, K. 2019. Effect of integrated nutrient management on growth and yield of Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). Journal of progressive agriculture, 10 (1): 136-148.
13. Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S.M., Al Mahmud, J., and Fujita, M. 2020. Fotopoulos, V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. Antioxidants. 9: 681.
14. Jabborova, D., Annapurna, K., Al-Sadi, A.M., Alharbi, S.A., Datta, R., and Zuan, A.T.K. 2021. Biochar and Arbuscular mycorrhizal fungi mediated enhanced drought tolerance in Okra (*Abelmoschus esculentus*) plant growth, root morphological traits and physiological properties. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(10): 5490–5499.
15. Jahani, F., Tohidi-Moghadam, H.R., Larijani, H.R. Ghooshchi, F., and Oveysi, M. 2021. Influence of zinc and salicylic acid foliar application on total chlorophyll, phenolic components, yield and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) under drought stress condition. Arab J. Geosci 14: 691.
16. Nam, S., Kang, S., and Kim, J. 2020. Maintaining a constant soil moisture level can enhance the growth and phenolic content of sweet basil better than fluctuating irrigation. Agric. Water Manag. 238, 106203.
17. Nejatzadeh-Barandozi, F. 2020. Effects of different levels of mulch and irrigation on growth traits and essential

oil content of Basil. Italian Journal of Agronomy, 15(3): 222-228.
18. Poorghadir, M., Torkashvand, A.M., Mirjalili, S.A., and Moradi, P. 2020. Interactions of amino acids (proline and phenylalanine) and biostimulants (salicylic acid and chitosan) on the growth and essential oil components of savory (*Satureja hortensis* L.). Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 101815.
19. Reham, M., Khattab, M., Ahmed, S., and Kandil, M. 2016. Influence of foliar spray with phenylalanine and nickel on growth, yield quality and chemical composition of genoveser Basil plant. Afr. J. Agric. 11: 1398–1410.
20. Rezakhani, A. and Haj Seyed Hadi, M.R. 2017. Effect of manure and foliar application of amino acids on growth characteristics, seed yield and essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 48(3): 777-786. (In Persian with English Summery).
21. Salam, E.A., Alatar, A., and El-Sheikh, M.A. 2017. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask rose. Saudi Journal. Biol. Sci. 25(8): 1772–1780.
22. Samani, M.R., D'Urso, G., Montoro, P., Pirbalouti, A.G., and Piacente, S. 2021. Effects of bio-fertilizers on the production of specialized metabolites in *Salvia officinalis* L. leaves: An analytical approach based on LC-ESI/LTQ-Orbitrap/MS and multivariate data analysis. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 197: 113951.
23. Sodaeizadeh, H., Shamsayi, M., Tajamoleyan, M., Mir Mohammadi Maibodi, S.A.M. and Hakimzadeh, M.A. 2016. Investigation of the effect of drought stress on some morphological and physiological characteristics of Savory (*Satoreja hortensis*). Journal of Process and Plant Function, 5(15): 1-12.
24. Sun, X., Shi. J., and Ding, G. 2017. Combined effects of arbuscular mycorrhiza and drought stress on plant growth and mortality of forage sorghum. 119: 384-391.
25. Vosoughi, N., Gomarian, M., Pirbalouti, A.G., Khaghani, S., and Malekpoor, F. 2018. Essential oil composition and total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) extract under chitosan application and irrigation frequencies. Industrial crops and products, 117: 366-374.
26. Ye, S., Liu, T., and Niu, Y. 2020. Effects of organic fertilizer on water use, photosynthetic characteristics, and fruit quality of pear jujube in northern Shaanxi, Open Chemistry, 18(1): 537-545.
27. Zardak, S.G., Dehnavi, M.M., Salehi, A., and Gholamhoseini, M. 2018. Effects of using arbuscular mycorrhizal fungi to alleviate drought stress on the physiological traits and essential oil yield of Fennel. Rhizosphere, 6: 31–38.
28. Zohra Es-sbihi, F., Hazzoumi, Z., Benhima, R., and Amrani Joutei, K. 2020. Effects of salicylic acid on growth, mineral nutrition, glandular hairs distribution and essential oil composition in *Salvia ofcinalis* L. grown under copper stress. Environ Sustain 3:199–208.
29. Zulfiqar, F., and Ashraf, M. 2021. Bioregulators: Unlocking their potential role in regulation of the plant oxidative defense system. Plant Mol. Biol. 105: 11–41.
30. Zulfiqar, F., Chen, J., Finnegan, P.M., Younis, A., Nafees, M., Zorrig, W., and Hamed, K.B. 2021. Application of trehalose and salicylic acid mitigates drought stress in Sweet Basil and improves plant growth. Plants 10, 1078.