



Effects of L-Phenylalanine and L-Tyrosine Foliar Application on Growth Characteristics, Yield, and Essential Oil of Spearmint

Mohammad-Kazem Salehi¹, Mohammad-Taghi Ebadi^{2✉}

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Tarbiat modares, Tehran, Iran. E-mail: mo.k.salehi@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, University of Tarbiat modares, Tehran, Iran. E-mail: mt.ebadi@modares.ac.ir

Article Info	ABSTRACT	
Article type: Research Article	This research aimed to study the effect of foliar application of two amino acids, including L-phenylalanine and L-tyrosine, with different concentrations (0, 250, 500, 750, and 1000 ppm) on growth parameters, essential oil yield, and the content of total phenolic compounds of spearmint. For this purpose, two split-plot experiments were conducted based on completely randomized design under greenhouse conditions and completely randomized block design in three replications under farm conditions in the agricultural college of Tarbiat Modares University (Tehran, Iran). Plants were harvested in two cuttings at the 50% flowering stage to evaluate their morphological and biochemical traits. The results showed that both amino acids had significant effects on the growth and biochemical characteristics of the plants. Under greenhouse conditions, L-phenylalanine at 250 ppm in the first cutting, and L-phenylalanine at 1000 ppm in the second cutting exhibited the most significant effects on studied traits. However, in farm conditions, the most significant impact of amino acids on the studied traits was recorded for both L-phenylalanine at 500 ppm and L-tyrosine at 500 ppm in the first cutting, as well as L-phenylalanine at 750 ppm in the second cutting. The highest levels of carvone (72.4%) and limonene (29.3%) were observed in the L-phenylalanine at the concentrations of 1000 and 250 ppm, respectively, in the second cutting under greenhouse conditions. In general, L-phenylalanine applied at a concentration of 1000 ppm in the greenhouse and at 500 ppm on the farm yielded the most favorable outcomes. Considering the positive impact and alignment with sustainable practices, the use of these growth stimulants can be recommended for wider implementation in agriculture.	
Article history: Received: 19 January 2024 Received in revised form: 21 December 2024 Accepted: 28 December 2024 Published online: Spring 2025		
Keywords: <i>Biostimulants,</i> <i>essential oil,</i> <i>total phenol content,</i> <i>yield.</i>		
Cite this article: Salehi, M. K. & Ebhadi, M. T. (2025) Effects of L-Phenylalanine and L-Tyrosine Foliar Application on Growth Characteristics, Yield, and Essential Oil of Spearmint. <i>Iranian Journal of Horticultural Science</i> , 56 (1), 81-101. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.371335.2149		
 © The Author(s). DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.371335.2149 Publisher: The University of Tehran Press.		

Extended Abstract

Introduction

Spearmint (*Mentha spicata* L.) is a perennial and aromatic herb, known for its sweet, refreshing flavor and aroma. It is widely cultivated and used in various food and pharmaceutical industries. Utilizing growth stimulants on medicinal plants is being assessed as a sustainable agricultural strategy to increase the production of active compounds. These stimulants enhance plant growth and development, potentially leading to higher yields of desired medicinal components. Amino acids, like L-phenylalanine and L-tyrosine, are considered growth stimulants in plants because they play a crucial role in protein synthesis and the production of secondary metabolites, which contribute to plant growth and overall quality. These amino acids are building blocks for proteins. Limonene and carvone are the main components of spearmint essential oil. This research aimed to improve the growth parameters, the total content of phenolic compounds as well as the yield and main components of the essential oil of spearmint through foliar application of L-phenylalanine and L-tyrosine.

Materials and Methods

This study was conducted under two conditions, including greenhouse and farm condition, to investigate the effect of two amino acids, L-phenylalanine and L-tyrosine, at five different concentrations (0, 250, 500, 750 and 1000 ppm) on growth indicators, yield and essential oil of spearmint. Therefore, two separate split plot experiments on the basis of a completely randomized design within greenhouse and a completely randomized block design on farm were carried out with 3 replications at the experimental field of the Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. Spearmint rhizomes were provided from the Tarbiat Modares University mint collection in Tehran and cultivated in pots contain soil: manure: sand (7:3:3) and kept in greenhouse. In farm experiment, first cultivation operation was done and soil fertilized using manure. Then plots measuring 2×9 m were created and six spearmint rhizomes were planted in each plot at appropriate intervals. Amino acids were applied three times during the experiments; irrigation was also done similarly for all treatments in each experiment. At the time of flowering, spad index, plant height, diameter of the main stem, number of lateral branches, number of leaves and leaf area were recorded. When 50% of the plants reached to flowering stage, plants were harvested in two cutting stages and dried in shade for further studies. The dry weight of aerial parts and the ratio of leaf to stem weight were calculated. The essential oil of samples was isolated by clevenger apparatus using hydro-distillation method and were analyzed by gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) to identify and quantify the components of the essential oil. Methanolic extraction of leaves were prepared, and the Folin-Ciocalteu method was used to determine the total phenolic content.

Results and Discussion

The results showed that both amino acids had significant effects on the growth and biochemical characteristics of the plants. Under greenhouse conditions, L-phenylalanine at 250 ppm in the first cutting, and L-phenylalanine at 1000 ppm in the second cutting exhibited the most significant effects on studied traits. However, in farm conditions, the most significant impact of amino acids on the studied traits was recorded for both L-phenylalanine at 500 ppm and L-tyrosine at 500 ppm in the first cutting, as well as L-phenylalanine at 750 ppm in the second cutting. The highest levels of carvone (72.4%) and limonene (29.3%) were observed in the L-phenylalanine at the concentrations of 1000 and 250 ppm, respectively, in the second cutting under greenhouse conditions. In general, L-phenylalanine applied at a concentration of 1000 ppm in the greenhouse and at 500 ppm on the farm yielded the most favorable outcomes.

Conclusion

Growth stimulants, can be a part of sustainable agricultural practices by enhancing plant growth and resilience without necessarily relying on synthetic inputs like excessive fertilizers. The results of this research indicate that the application of L-phenylalanine 1000 ppm in the greenhouse and L-phenylalanine 500 ppm in the farm as growth stimulants has a beneficial effect on plant growth and yield. Considering the positive impact and alignment with sustainable practices, the use of these growth stimulants can be recommended for wider adoption in agriculture.

Author contributions

1. Mohammad Kazem Salehi: Acquisition of data, Data analysis and interpretation, Drafting the manuscript.
2. Mohammad-Taghi Ebadi: Supervision, Conception and design of study, Data analysis and interpretation, Writing- reviewing and editing.

Data availability statement

The data used to support the findings of this study are available from the corresponding author (MT. Ebadi) upon request.

Acknowledgements

We are thankful to Tarbiat Modares University (TMU) research council for funding this research.

Ethical considerations

This research did not involve any studies on humans or animals. Therefore, no ethical approval or consent was required.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.



تأثیر محلول پاشی اسید آمینه های فنیل آلانین و تیروزین بر شاخصه های رشد، عملکرد و اسانس نعناع دشتی

محمد کاظم صالحی^۱ | محمد تقی عبادی^۲

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: mo.k.salehi@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: mt.ebadi@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	هدف از این پژوهش، بررسی اثر محلول پاشی غلظت های مختلف دو اسید آمینه فنیل آلانین و تیروزین به عنوان محرک رشد (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام) به منظور بهبود شاخصه های رشد، اسانس و محتوای کل ترکیبات فنولی نعناع دشتی بود. به همین منظور، دو آزمایش به صورت کرت های خرد شده (اسپلیت پلات) با طرح پایه کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه و طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در شرایط مزرعه، و با سه تکرار در دو نوبت چین در هر آزمایش در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (تهران، ایران) انجام گردید. صفات مورفولوژیک و زیست شیمیایی گیاهان در مرحله ۵۰ درصد گلدهی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که هر دو اسید آمینه تأثیر معنی داری بر شاخص های رشد و زیست شیمیایی گیاهان داشتند. در شرایط گلخانه در چین اول تیمار فنیل آلانین ۲۵۰ پی پی ام، در چین دوم تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام، و در شرایط مزرعه در چین اول دو تیمار فنیل آلانین ۵۰۰ پی پی ام و تیروزین ۵۰۰ پی پی ام و در چین دوم تیمار فنیل آلانین ۷۵۰ پی پی ام بیشترین اثر را بر تمامی صفات مورد بررسی داشتند. بیشترین مقدار کارون (۷۲/۴ درصد) و لیمون (۲۹/۳ درصد)، به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۵۰ پی پی ام فنیل آلانین در شرایط گلخانه و چین دوم به دست آمد. در مجموع، اسید آمینه فنیل آلانین در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام در شرایط گلخانه و غلظت ۵۰۰ پی پی ام در شرایط مزرعه ای بیشترین اثر مثبت را داشتند. با توجه به تأثیر مثبت کاربرد محرک های رشد و همسویی با کشاورزی پایدار، این محرک های رشد را می توان برای استفاده گسترده تر در کشاورزی توصیه کرد.
مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸	
تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۴	
کلیدواژه ها:	
اسانس، محتوای فنول کل، محرک های رشد، عملکرد.	

استناد: صالحی، محمد کاظم و عبادی، محمد تقی (۱۴۰۴). تأثیر محلول پاشی اسید آمینه های فنیل آلانین و تیروزین بر شاخصه های رشد، عملکرد و اسانس نعناع دشتی. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۶ (۱)، ۸۱-۱۰۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.371335.2149>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.371335.2149>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

گیاه دارویی نعنادهشتی با نام علمی *Mentha spicata* L. و نام محلی سرسِم، یکی از گونه‌های جنس نعنای تیره نعنایان می‌باشد. اسانس این گیاه طعم‌دهنده قوی و ضد درد است و در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوان دارد. لیمون و کارون از اجزای اصلی اسانس آن هستند (Patra & Kumar, 2006). به‌منظور افزایش تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی، تلاش‌هایی در سراسر جهان با اتخاذ روش‌های کشاورزی پایدار صورت گرفته است. محرک رشد، ترکیب یا میکروارگانیسمی است که با هدف افزایش کارایی تغذیه، تحمل تنش‌های غیرزنده و بالا بردن ویژگی‌های کیفی محصولات برای گیاهان استفاده می‌شود. محرک‌های رشد هم برای انسان و هم برای محیط‌زیست ایمن هستند. محرک‌های رشد از طریق مکانیسم‌های مختلف مانند بهبود جذب مواد غذایی از خاک، تنفس و فتوسنتز، یک روش مدیریتی پایدار برای تولید گیاهان دارویی و افزایش سنتز متابولیت‌های ثانویه هستند. محرک‌های رشد گیاهی شامل اسیدهای آمینه، باکتری‌های مفید، جلبک‌های دریایی، مخمرها، کیتوزان و دیگر مواد مختلف هستند. به‌طور کلی آن‌ها فرایندهای متابولیک را برای بازدهی بیشتر در گیاهان تحریک می‌کنند (Rafiee et al., 2016). اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک رشد، دسترسی گیاهان به مواد غذایی را بهبود می‌بخشد و کیفیت گیاه را افزایش می‌دهند. همچنین، آن‌ها نه‌تنها برای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش‌های محیطی مفید محسوب می‌شوند، بلکه به‌عنوان پیش‌ساز هورمونی نیز عمل می‌کنند (Khan et al., 2019). اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین که اجزای مهمی برای سنتز پروتئین‌ها هستند، می‌توانند به‌عنوان پیش‌ماده برای افزایش محتوای متابولیت‌های ثانویه در گیاهان استفاده شوند (Tarasevičienė et al., 2021). این پژوهش با هدف به‌کارگیری دو اسید آمینه فنیل آلانین و تیروزین به‌عنوان محرک رشد با غلظت‌های مختلف به‌صورت محلول پاشی برای بهبود پارامترهای رشد، عملکرد پیکره رویشی، درصد و اجزای اصلی اسانس و محتوای کل ترکیبات فنولی نعنای دشتی انجام شد.

پیشینه تحقیق

اسیدهای آمینه از راه سنتز شیمیایی پروتئین‌های گیاهی (مانند جلبک، ذرت و سویا) و نیز هیدرولیز شیمیایی یا آنزیمی پروتئین‌ها حاصل می‌شوند. تولید اسیدهای آمینه در گیاهان بسیار انرژی‌بر است، بنابراین، استفاده از اسیدهای آمینه آماده باعث حفظ انرژی و تسریع رشد در زمان‌های بحرانی می‌گردد (Popko et al., 2018). فنیل آلانین و تیروزین از اسیدهای آمینه کلیدی در رشد و مقاومت به تنش‌ها محسوب شده و پیش‌ماده ترکیبات فنولی در مسیر فنیل پروپانویدها هستند (رحیم‌ملک و خورسندی، ۱۳۹۴).

در بادرنجوبه، تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین بازده اسانس را نشان داد (Baharlou et al., 2019). در رازیانه نیز کاربرد فنیل آلانین با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین درصد اسانس را نسبت به شاهد ایجاد کرد (Hendawy & Ezz, 2010). بررسی فنیل آلانین، تربیتوفان و پیتون در چای ترش نشان داد که همه تیمارها، رشد گیاه را به‌طور معناداری نسبت به شاهد بهبود می‌بخشد (Gendy & Nosir, 2016). در پژوهشی دیگر، افزایش تدریجی تیروزین از ۱۰۰ به ۲۰۰ پی‌پی‌ام موجب بهبود شاخص‌های رشد چای ترش شد و تیروزین و گلوتامین در هر دو غلظت، ترکیبات فیتوشیمیایی را نیز افزایش دادند (Ali et al., 2021).

در آزمایشی پیرامون اثر پرولین، فنیل آلانین، اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر مرزه، بالاترین درصد کارواکرول به تیمار ۱/۵ گرم در لیتر پرولین و فنیل آلانین اختصاص یافت (Poorghadir et al., 2020). همچنین در مطالعه‌ای روی عروسک پشت‌پرده، تیروزین بیشترین وزن خشک کل و سبزی‌نگی را ایجاد کرد (صارمی و همکاران، ۱۳۹۹) طی پژوهشی دیگر، فنیل آلانین، تربیتوفان و تیروزین در دو غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر بر گونه‌های مختلف نعنای بررسی شدند. فنیل آلانین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، اسانس نعنای فلفلی بومی جزیره گرانادا را ۵۳/۰ درصد افزایش داد؛ تیروزین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، عطر اسانس

نوع‌دشتی توده کریسپا را تحت تأثیر قرار داد و در نفع‌افلفی توده سوئیس، بالاترین فلاونوئید کل با تیروزین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر گزارش شد (Velička et al, 2022).

روش‌شناسی پژوهش

مکان، زمان اجرا و نوع طرح

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تیروزین بر شاخصه‌های رشد، عملکرد و اسانس نفع‌دشتی، دو آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) با طرح پایه کاملاً تصادفی (۹ تیمار با ۳ تکرار؛ ۲ نوبت برداشت؛ در شرایط گلخانه) و بلوک‌های کامل تصادفی (۹ تیمار با ۳ تکرار؛ ۲ نوبت برداشت؛ در شرایط مزرعه) در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (تهران، ایران) انجام گردید. محلول‌پاشی به‌عنوان فاکتور اصلی و نوبت برداشت به‌عنوان فاکتور فرعی لحاظ گردید. محل انجام آزمایش دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک، عرض ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی، طول ۵۱ درجه و ۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۲۷۶ متر از سطح دریا بود. از طریق ثبت دماسنج، دمای گلخانه در طول ماه‌های آزمایش بین ۲۰ الی ۴۰ درجه سلسیوس و همچنین دمای مزرعه در طول دوره رشد بین ۲۰ الی ۳۵ درجه سلسیوس بود. زمان‌بندی دوره رشد دو آزمایش در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. زمان‌بندی دوره رشد نفع‌دشتی در کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای

آزمایش	چین	کشت ریزوم	استقرار بوته یا سرزنی	محلول‌پاشی اول	محلول‌پاشی دوم	محلول‌پاشی سوم	شروع گلدهی	برداشت	دوره رشد (روز)
گلخانه	اول	۱۱ دی ۱۴۰۰	۱۷ دی ۱۴۰۰	-	-	۲۷ بهمن ۱۴۰۰	۹ اسفند ۱۴۰۰	۳ فروردین ۱۴۰۱	۷۶
	دوم	-	۱ خرداد ۱۴۰۱	۱۲ خرداد ۱۴۰۱	۲۲ خرداد ۱۴۰۱	۷ تیر ۱۴۰۱	۸ تیر ۱۴۰۱	۱۸ مرداد ۱۴۰۱	۶۹
مزرعه	اول	۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۱	۵ خرداد ۱۴۰۱	۱۸ خرداد ۱۴۰۱	۲۹ خرداد ۱۴۰۱	۸ تیر ۱۴۰۱	۲۰ تیر ۱۴۰۱	۱۱ مرداد ۱۴۰۱	۸۰
	دوم	-	۱۱ مرداد ۱۴۰۱	۲۱ مرداد ۱۴۰۱	۶ شهریور ۱۴۰۱	۱۷ شهریور ۱۴۰۱	۱۳ شهریور ۱۴۰۱	۱۱ مهر ۱۴۰۱	۶۲

تهیه مواد گیاهی و آزمایشی

ریزوم‌های کشت‌شده از توده قائم‌شهر کلکسیون نفع‌دشتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انتخاب گردید. ریزوم‌ها دارای چهار گره و آبدار، زنده و سفیدرنگ بودند و موقع کاشت جهت سر به ریشه آنها رعایت گردید. اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تیروزین مورد‌استفاده محصول شرکت مرک آلمان بود.

تیمارهای آزمایش شامل شاهد (آب مقطر) و سطوح مختلف غلظت اسیدهای آمینه تیروزین و فنیل‌آلانین به‌صورت جداگانه شامل ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بود. تیمارها سه بار در طول فصل رشد در فاصله حدوداً ۱۰ روز یک‌بار بعد از سرزنی به‌صورت محلول‌پاشی شاخ‌وبرگی اعمال شدند (جدول ۱). جهت تهیه محلول اسیدهای آمینه، حلال اسیدکلریدریک یک مولار به‌صورت قطره‌قطره به مقدار موردنیاز از پودر اسیدآمینه اضافه گردید تا پودر موردنظر کامل حل شود. اسیدآمینه فنیل‌آلانین بعد از حل شدن به رنگ شفاف مانند آب، اما اسیدآمینه تیروزین به‌صورت شیری‌رنگ درآمد. محلول آماده‌شده با اضافه نمودن آب مقطر به حجم یک لیتر برای مزرعه و نیم لیتر برای گلخانه درآمد. محلول‌ها در بطری‌های مخصوص

پلاستیکی شفاف در دمای ۴ درجه سلسیوس یخچال تا قبل از محلول پاشی نگهداری شدند. محلول پاشی‌ها در هنگام غروب آفتاب انجام شدند.

نحوه انجام آزمایش

کشت گلخانه‌ای

برای ۹ تیمار اسید آمینه (۳ تکرار، در هر تکرار ۳ گلدان و در هر گلدان ۳ ریزوم)، مجموعاً ۸۱ عدد گلدان با بستر کشت خاک الک شده + کود دامی + شن با نسبت ۷ به ۳ به ۱/۵ آماده شد. تجزیه فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت در آزمایشگاه مهرآفرید سلامت در شهر تهران انجام شد. نتایج تجزیه بستر کاشت در جدول ۲ مشاهده می‌شود. گلدان‌های نام‌گذاری شده بر اساس تیمارها، به صورت تصادفی روی میز فلزی چیده شدند.

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت نعناع‌دشتی در کشت گلخانه‌ای

بافت	شن	سیلت	رس	نیترژن	پتاسیم	فسفر	آهن	روی	منگنز	مس	بر	کلسیم	منیزیم	گوگرد	EC	pH
			درصد							پی‌پی‌ام					دسی‌زیمنس/مترمربع	
لومی رسی	۲۰	۲۷	۵۳	۰/۱۹	۱۰۷/۱۴	۳۱۴/۱۵	۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۰۴	۱/۷۵	۱۰۸۲/۱۶	۲۵۷/۷۹	۲۰۷/۳۵	۱/۸۴	۷/۴۱

چین اول و دوم

محلول پاشی‌ها طبق جدول ۱ صورت گرفت. قبل از محلول پاشی، مابین تیمارها پلاستیک عمودی نصب شد تا از برخورد محلول‌ها مابین تیمارها جلوگیری شود، همچنین جهت جلوگیری از نفوذ محلول به خاک گلدان، روی بستر گلدان پوشش پلاستیکی گذاشته شد. در طول دوره رشد، آبیاری برای تمام تیمارها به‌طور یکسان انجام شد و جهت از بین بردن علف‌های هرز از وجین دستی و جهت مقابله با آفات از برچسب زرد، شته کش و کنه کش استفاده گردید. پس از گذراندن دوره رشد، در هنگام ۵۰ درصد گلدهی، پیکر رویشی از ارتفاع ۵ سانتی متری سطح بستر کشت برداشت شد.

کشت مزرعه‌ای

بعد از عملیات خاک‌ورزی و تسطیح مزرعه، ۹ کرت به ابعاد ۲ در ۳ متر با فاصله نیم متر از یکدیگر آماده گردید. جهت تقویت هر کرت، ۱۵ کیلوگرم کود دامی با خاک مخلوط گردید. در هر کرت، ۶ عدد ریزوم با فاصله مناسب از هم کشت گردید و همه ریزوم‌ها جهت آزمایش انتخاب شدند. تیمارها مشابه کشت گلخانه‌ای در نظر گرفته شدند. تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل کاشت در آزمایشگاه گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در شهر کرج انجام شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۳ مشاهده می‌شود. کرت‌ها بر اساس تیمارها نام‌گذاری شدند.

جدول ۳. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل کاشت نعناع‌دشتی در کشت مزرعه‌ای

عمق	بافت	شن	سیلت	رس	نیترژن	پتاسیم	فسفر	آهن	روی	منگنز	مس	EC	pH
سانتیمتر	-		درصد					پی‌پی‌ام				دسی‌زیمنس/مترمربع	-
۳۰-۰	لومی‌شنی	۷۷	۱۴	۹	۰/۰۶	۱۳۰/۶	۳۸۰	۱۶/۵	۱/۳۵	۱۷/۲	۱/۰۱	۲/۵	۸/۳

چین اول و دوم

محلول پاشی‌ها طبق جدول ۱ صورت گرفت. ۱۲ تا ۲۴ ساعت قبل از محلول پاشی، کل بوته به جهت پاک نمودن گردو خاک و جذب بهتر محلول، با آب شستشو داده شد. برداشت گیاهان در مرحله ۵۰ درصد گلدهی از ۱۰ سانتی متری سطح خاک صورت

گرفت. در طول دوره رشد، جهت از بین بردن علف‌های هرز از وجین دستی و جهت کنترل شته از شته‌کش استفاده گردید. آبیاری به صورت قطره‌ای هرروز یا هر دو روز یک‌بار انجام گرفت. گیاهان برداشت‌شده از آزمایش‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در شرایط سایه‌خشک شدند.

اندازه‌گیری صفات

صفات مورفولوژیک

در زمان ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد شاخه جانبی نوع اول (شاخه‌های متصل به ساقه اصلی) و نوع دوم (جدا از ساقه اصلی و شاخه‌های روییده شده از کف بستر)، تعداد برگ و مساحت برگ (به صورت تصادفی ۱۰ عدد برگ از هر گلدان یا بوته) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری مساحت برگ از دستگاه سطح سنج استفاده شد. بعد از برداشت، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی توسط ترازو اندازه‌گیری و نسبت وزن برگ به ساقه خشک محاسبه شد.

صفات زیست‌شیمیایی

در زمان ۵۰ درصد گلدهی، شاخص سبزی‌نگی توسط دستگاه SPAD (مدل SPAD-502 مینوتلا، ژاپن) به صورت تصادفی از ۵ برگ از هر گلدان یا بوته اندازه‌گیری و میانگین آن درج گردید. پس از برداشت، جهت سنجش ترکیبات فنلی کل نمونه‌های نوبت دوم برداشت گلخانه و مزرعه، با استفاده از معرف فولین سیوکالتئو (Folin-Ciocalteu) استفاده شد (Hazrati et al., 2020). مقدار ترکیبات فنلی کل نمونه‌ها بر اساس میلی گرم اسیدگالیک در گرم وزن خشک گیاه گزارش شد. اسانس‌گیری به کمک دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت انجام شد. اسانس‌های استخراج‌شده توسط سولفات سدیم خشک آب‌گیری شدند. ارزیابی درصد و عملکرد اسانس با کمک معادلات زیر صورت گرفت. اسانس نمونه‌های نوبت دوم برداشت گلخانه و نوبت اول برداشت مزرعه جهت بررسی اجزای آن‌ها توسط دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی انتخاب شدند. نمونه‌های نوبت دوم برداشت گلخانه و نوبت اول برداشت مزرعه دوره رشد هم‌زمان، شدت نور آفتاب و طول روز مشابه داشتند، همچنین گیاهان برداشت دوم گلخانه مشابه با برداشت از مزرعه سه نوبت محلول پاشی اسیدآمینو دریافت کردند، بنابراین، گیاهان این برداشت‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱).

از کروماتوگرافی گازی Agilent 7890B مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله با یک ستون موئین HP-5 (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر) برای جداسازی ترکیبات اسانس استفاده شد. برنامه دمایی به صورت ۲ دقیقه روی ۶۰ درجه سلسیوس تنظیم و سپس افزایش دما تا ۲۸۰ درجه سلسیوس با سرعت ۵ درجه سلسیوس در دقیقه تنظیم شد. تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنج جرمی توسط یک کروماتوگرافی گازی از نوع Thermoquest-Finnigan مجهز به ستون HP-5 مویرگی سیلیس مذاب (۶۰ متر × ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر) همراه با یک طیف‌سنج جرمی انجام شد. گاز هلیوم (جریان ۱/۱ میلی‌لیتر در دقیقه) در نسبت تقسیم ۱ به ۱۰۰ به عنوان گاز حامل استفاده شد. ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت، دمای منبع یون ۲۰۰ و دمای رابط ۲۸۰ درجه سلسیوس بود. محدوده جرم (واحد اندازه‌گیری: واحد جرمی اتمی یا به اختصار AMU) نیز از ۴۵ تا ۴۵۶ تنظیم شد. برنامه دمایی یکسان با کروماتوگرافی گازی استفاده شد. اجزای اسانس‌ها با تطبیق طیف جرمی هر جزء با طیف جرمی کتابخانه داخلی یعنی کتابخانه اصلی 7 Wiley و Adams شناسایی شدند (Adams, 2001).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به دست آمده، بعد از اطمینان از نرمال بودن با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ آنالیز شد. تجزیه واریانس کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای جداگانه به صورت کرت‌های خرد شده در زمان (اسپلیت پلات در زمان) با طرح پایه کاملاً تصادفی و بلوک‌های کامل تصادفی و سپس مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن انجام شد. از روش برش‌دهی بر اساس چین در مقایسه میانگین استفاده شد. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ استفاده گردید.

یافته های پژوهش

کشت گلخانه ای

صفات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده ها دلالت بر آن داشت که ، اثر متقابل محلول پاشی در چین بر تمامی صفات مورفولوژیک مورد بررسی به جز صفت نسبت وزن برگ به ساقه خشک معنی دار است (جدول ۴). در چین اول، تیمارهای شاهد، فنیل آلانین ۵۰۰ و ۷۵۰ پی پی ام و تیروزین ۲۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام اثر معنی داری روی صفات اندازه گیری شده نداشتند، اما تیمار فنیل آلانین ۲۵۰ پی پی ام باعث افزایش قطر ساقه اصلی (۲/۷۸ میلی متر)، تعداد برگ (۱۰۳/۲۲ عدد)، وزن تر (۲۴/۳۷ گرم) و خشک اندام هوایی (۵/۲۸ گرم)، تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام باعث افزایش مساحت برگ (۷۷/۵۰ سانتی متر مربع)، تیمار تیروزین ۵۰۰ پی پی ام باعث افزایش تعداد شاخه جانبی نوع اول (۶/۶۷ عدد) و تیمار تیروزین ۷۵۰ پی پی ام باعث افزایش ارتفاع (۵۸/۶۱ سانتی متر) گردیدند. در چین دوم، تیمارهای شاهد، فنیل آلانین ۲۵۰ و ۷۵۰ پی پی ام و تیروزین ۲۵۰ و ۵۰۰ اثر معنی داری روی صفات اندازه گیری شده نداشتند، اما تیمارهای فنیل آلانین ۵۰۰ پی پی ام باعث افزایش تعداد شاخه جانبی نوع دوم (۵۵/۰۸ عدد)، تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام باعث افزایش تعداد برگ (۵۴۵ عدد)، وزن تر (۷۰/۲۵ گرم) و خشک اندام هوایی (۱۵/۴۰ گرم)، تیمار تیروزین ۷۵۰ پی پی ام باعث افزایش ارتفاع (۵۲/۶۷ سانتی متر) و تیمار تیروزین ۱۰۰۰ پی پی ام باعث افزایش تعداد شاخه جانبی نوع اول (۷/۷۵ عدد)، مساحت برگ (۶۱/۵۰ سانتی متر مربع) و قطر ساقه اصلی (۲/۵۴ میلی متر) شدند (جدول ۵). همچنین، اثر اصلی محلول پاشی در سطح احتمال یک درصد بر صفت نسبت وزن برگ به ساقه خشک معنی دار گردید، به طوری که تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام بیشترین نسبت (۲/۰۷) را به خود اختصاص داد (شکل ۱). اثر اصلی چین نیز در سطح احتمال یک درصد بر نسبت وزن برگ به ساقه خشک معنی دار گردید و بیشترین نسبت (۱/۷۶) در چین اول مشاهده شد (شکل ۱).

جدول ۴. تجزیه واریانس برخی صفات نفع دشتی تحت تأثیر محلول پاشی اسیدهای آمینه در چین های مختلف در کشت گلخانه ای

میانگین مربعات												
منبع تغییر	د. آزادی	سبزی	شاخص	ب. ارتفاع	قطر ساقه	تعداد شاخه جانبی نوع اول	تعداد شاخه جانبی نوع دوم	تعداد برگ	تعداد هوایی	وزن تر	تعداد خشک	نسب برگ به ساقه خشک
بلوک	۲	۲/۸۳ ^{ns}	۷۲/۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۶۰ ^{ns}	۶/۶۸ ^{ns}	۳۲۸/۰ ^{ns}	۱۱/۱۴ ^{ns}	۰/۴۰ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۴۵/۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
محلول پاشی	۸	۱۵/۹۵ ^{**}	۹۷/۳۵ [*]	۰/۱۱ ^{ns}	۵/۲۱ ^{**}	۲۸۳/۵ ^{**}	۲۶۶۴۴/۸ ^{**}	۳۷۴/۱۶ ^{**}	۱۱/۹۴ ^{**}	۰/۲۷ [*]	۳۵۴/۶۸ ^{**}	۰/۰۳۸ ^{**}
خطای محلول پاشی (خطای اول)	۱۶	۳/۳۱	۲۸/۴۳	۰/۰۷	۰/۴۱	۲۱/۴۴	۱۳۸/۴۱	۱۲/۶۵	۱/۱۳	۰/۰۷	۱۴/۷۸	۰/۰۰۰۱
چین	۱	۳۲۱/۲ ^{**}	۱۰۰/۷ [*]	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۲/۶۶ ^{**}	۱۲۳۱۹/۱ ^{**}	۳۵۸۱۰۰/۷۹ ^{**}	۱۳۴۵۶/۸ ^{**}	۵۹۹/۲ ^{**}	۱/۴۴ ^{**}	۲۱۰۷/۳ ^{**}	۰/۰۲۱۸ ^{**}
خطای چین (خطای دوم)	۲	۱/۱۳	۱۹/۷۲	۰/۰۱	۰/۱۳	۲۲/۶۴	۱۷/۴۳	۱۸/۳۲	۰/۷۳	۰/۰۲	۶۶/۶۴	۰/۰۰۰۲
محلول پاشی × چین	۸	۱۴/۸۳ ^{ns}	۶۵/۸۳ [*]	۰/۳۵ ^{**}	۷/۶۴ ^{**}	۲۲۰/۷ ^{**}	۲۵۱۹۲/۹ ^{**}	۲۵۰/۷ ^{**}	۱۲/۷۵ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۴۰۶/۳ ^{**}	۰/۰۰۳۶ ^{**}
خطای باقی مانده	۱۶	۶/۸۲	۱۷/۸۱	۰/۰۴	۰/۵۴	۱۱/۹۵	۲۹۳/۴۵	۸/۴۶	۱/۱۱	۰/۰۶	۱۸/۱۹	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۱۸/۲	۸/۸	۸/۶	۱۶/۲	۱۵/۳	۱۰/۱	۹/۱	۱۵/۳	۱۵/۴	۷/۳	۱۴/۷

ns: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی دار.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول پاشی اسیدهای آمینه در چین بر برخی صفات نعناع دشتی در کشت گلخانه‌ای

محلول پاشی	ارتفاع بوته (سانتی متر)		قطر ساقه (میلی متر)		تعداد شاخه جانبی نوع اول در گلدان		تعداد شاخه جانبی نوع دوم در گلدان		تعداد برگ در گلدان	
	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲
کنترل (شاهد)	۴۷/۸۳ab	۴۸/۳۸ab	۲/۳۱bc	۲/۲۲ab	۵/۸۹ab	۳/۳۱cd	۶/۲۲a	۳۳/۹۷de	۸۸/۹۴a-c	۱۴۴/۱۱e
فنیل آلانین ۱	۵۷/۶۱a	۴۹/۱۱ab	۲/۷۸a	۲/۰۲b	۵/۸۳ab	۲/۲۲d	۹/۳۳a	۵۳/۲۲ab	۱۰۲/۲۲a	۱۹۵/۷۸d
فنیل آلانین ۲	۴۸/۷۴ab	۴۶/۶۴ab	۲/۳۵bc	۲/۵۰a	۶/۵۶a	۳/۳۹cd	۸/۷۸a	۵۵/۰۸a	۱۰۲/۲۲a	۳۰۷/۰۰b
فنیل آلانین ۳	۵۰/۵۲ab	۴۵/۴۷ab	۲/۲۳bc	۲/۲۶ab	۴/۱۷cd	۳/۰۰cd	۶/۴۴a	۴۴/۲۲bc	۸۱/۲۲bc	۱۶۶/۱۱de
فنیل آلانین ۴	۴۹/۱۱ab	۴۴/۵۰b	۲/۱۳c	۲/۲۲ab	۲/۸۳d	۳/۶۷c	۸/۵۶a	۲۳/۳۳f	۹۸/۰۰ab	۵۴۵/۰۰a
تیروزین ۱	۵۰/۲۶ab	۴۲/۲۲b	۲/۱۵c	۲/۱۷ab	۵/۰۰bc	۳/۶۷c	۷/۱۱a	۴۴/۸۹bc	۸۴/۳۳bc	۲۷۶/۸۳b
تیروزین ۲	۴۶/۵۶b	۴۲/۳۶b	۲/۰۰c	۲/۰۶b	۶/۶۷a	۵/۰۶b	۵/۵۶a	۲۶/۲۲ef	۷۲/۱۱c	۲۸۹/۰۶b
تیروزین ۳	۵۸/۶۱a	۵۲/۶۷a	۲/۶۱ab	۲/۰۲b	۵/۵۰abc	۲/۸۹cd	۹/۰۰a	۳۸/۵۰cd	۹۳/۶۷ab	۹۷/۱۱f
تیروزین ۴	۳۶/۲۸c	۴۹/۵۸ab	۱/۵۸d	۲/۵۴a	۴/۱۶cd	۷/۷۵a	۵/۸۹a	۱۹/۳۳f	۷۳/۱۱c	۲۴۱/۶۷c

فنیل آلانین و تیروزین ۱ تا ۴ به ترتیب نشان دهنده غلظت های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. برش دهی بر اساس چین انجام شده

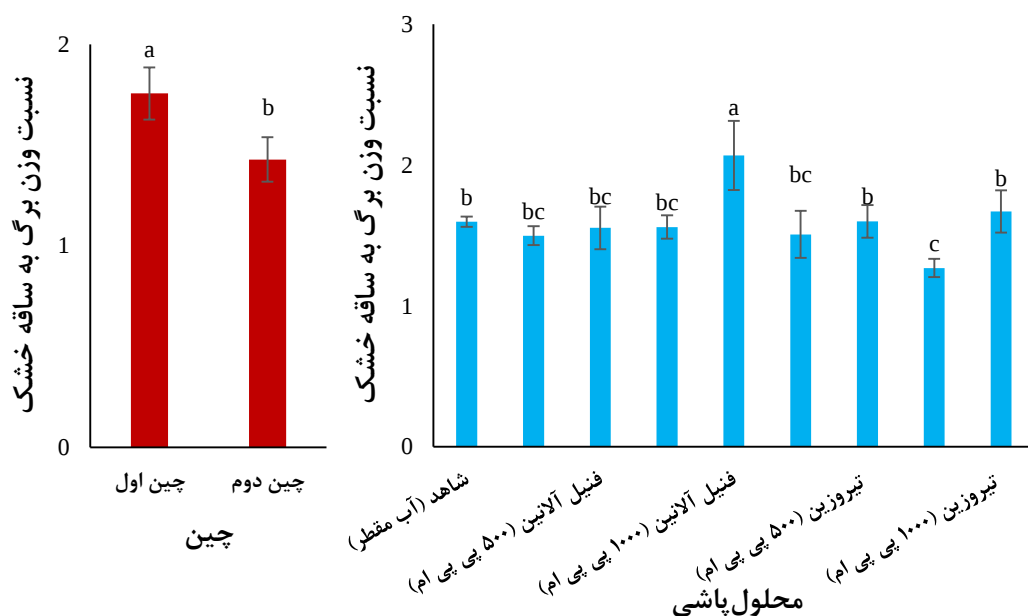
است. حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن، می باشد

جدول ۵. ادامه- مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول پاشی اسیدهای آمینه در چین بر برخی صفات نعناع دشتی در کشت گلخانه‌ای

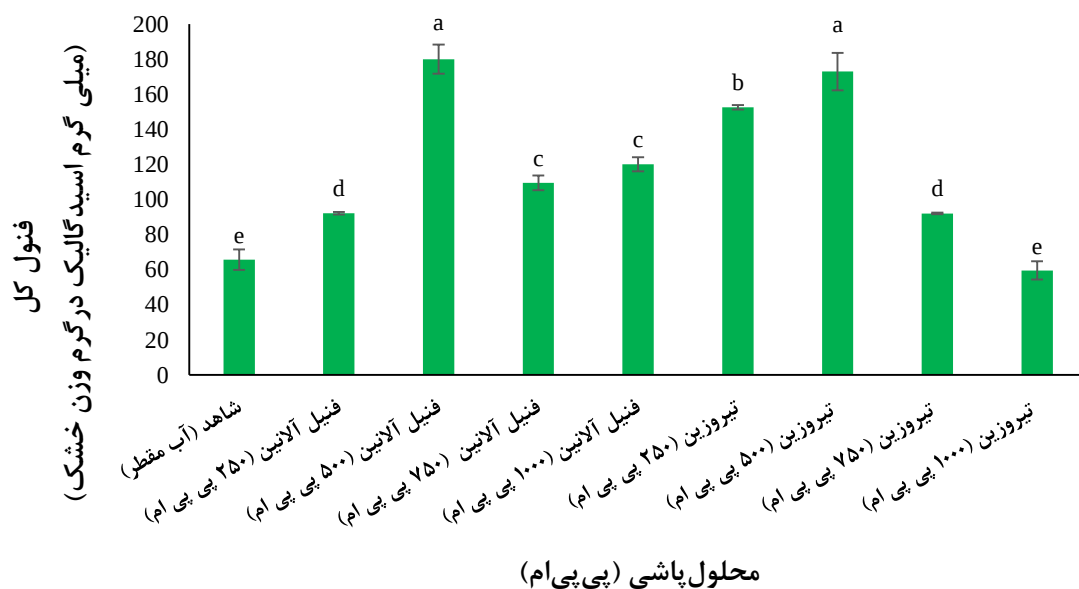
محلول پاشی	وزن تر (گرم در گلدان)		وزن خشک (گرم در گلدان)		مساحت ۱۰ برگ (سانتی متر مربع)		درصد اسانس		عملکرد اسانس (گرم در گلدان)	
	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲
کنترل (شاهد)	۱۴/۵۶bcd	۴۵/۰۱d	۳/۳۹bc	۸/۴۹c	۶۹/۳۳b	۵۷/۵۸ab	۰/۸۲c	۰/۶۷ab	۰/۰۲cd	۰/۰۵de
فنیل آلانین ۱	۲۴/۳۷a	۴۸/۰۷cd	۵/۲۸a	۹/۶۴bc	۷۷/۰۰a	۵۱/۴۴bc	۰/۳۶d	۰/۶۵ab	۰/۰۱۳ad	۰/۰۶۰cd
فنیل آلانین ۲	۱۹/۹۷ab	۶۲/۷۸b	۴/۰۸b	۱۱/۷۵b	۷۴/۲۲ab	۶۱/۰۸a	۰/۹۲c	۰/۶۳ab	۰/۰۴۰a	۰/۰۶۳cd
فنیل آلانین ۳	۱۶/۰۰bc	۴۳/۲۶d	۳/۶۰bc	۸/۵۸c	۷۵/۷۸ab	۵۵/۰۸ab	۱/۳۶b	۰/۵۱b	۰/۰۴۳a	۰/۰۴۰e
فنیل آلانین ۴	۱۵/۷۶bc	۷۰/۲۵a	۴/۲۰b	۱۵/۴۰a	۷۷/۵۰a	۴۵/۳۳cd	۱/۴۷b	۰/۷۲ab	۰/۰۴۰a	۰/۱۹۵a
تیروزین ۱	۱۳/۲۹cd	۵۳/۵۲c	۲/۸۳cd	۱۱/۵۳b	۵۶/۱۷cd	۳۹/۴۲d	۱/۳۶b	۰/۵۸ab	۰/۰۳۳abc	۰/۰۷۰bc
تیروزین ۲	۱۲/۹۹cd	۴۷/۱۲d	۲/۶۲cd	۹/۲۱bc	۶۱/۱۷c	۴۵/۹۶cd	۱/۷۲a	۰/۷۸a	۰/۰۳۷ab	۰/۰۶۷bcd
تیروزین ۳	۱۸/۴۳a-c	۳۱/۷۹e	۴/۱۱b	۵/۹۳d	۵۲/۸۳d	۵۰/۶۱bc	۱/۳۲b	۰/۷۵a	۰/۰۵۰a	۰/۰۳۳e
تیروزین ۴	۸/۶۹d	۲۶/۴۳e	۲/۰۳d	۱۱/۵۷b	۳۶/۴۴e	۶۱/۵۰a	۱/۴۲b	۰/۷۶a	۰/۰۲۳c	۰/۰۸۳bcd

فنیل آلانین و تیروزین ۱ تا ۴ به ترتیب نشان دهنده غلظت های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. برش دهی بر اساس چین انجام شده است.

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن، می باشد



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی اسیدهای آمینه (چپ) و چین (راست) بر نسبت وزن برگ به ساقه خشک تناع دشتی در کشت گلخانه ای. حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن می باشد.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی اسیدهای آمینه بر فنول کل تناع دشتی در چین دوم کشت گلخانه ای. حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن می باشد.

کشت مزرعه‌ای

صفات مورفولوژیک

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های مورفولوژیک اثر متقابل محلول‌پاشی در چین بر ارتفاع، تعداد شاخه جانبی نوع اول، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و مساحت برگ معنی‌دار بود (جدول ۷). در چین اول، تیمارهای شاهد، فنیل‌آلانین ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و تیروزین ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اثر معنی‌داری بر این صفات نداشتند، اما تیمارهای تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش تعداد شاخه جانبی نوع اول (۶/۱۷ عدد)، فنیل‌آلانین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش مساحت برگ (۵۰/۱۷) و تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش ارتفاع (۱۰۰/۷۵ سانتی‌متر) و تعداد برگ (۲۳۶۳ عدد) شدند (جدول ۸). در چین دوم، با اعمال تیمارهای شاهد، فنیل‌آلانین ۲۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، تیروزین ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام، اختلاف معنی‌داری در این صفات بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۷)، اما تیمارهای فنیل‌آلانین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش ارتفاع (۹۱/۶۷ سانتی‌متر)، فنیل‌آلانین ۷۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی (۱۸۳/۸۵ گرم)، تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش مساحت برگ (۵۳/۸۳) و تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش تعداد شاخه جانبی نوع اول (۴/۱۷ عدد) شدند (جدول ۸). همچنین، اثر اصلی محلول‌پاشی بر وزن‌تر اندام هوایی و نسبت وزن برگ به ساقه خشک معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که تیمارهای فنیل‌آلانین ۷۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش وزن‌تر اندام هوایی (۵۷۸ گرم) و فنیل‌آلانین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش نسبت وزن برگ به ساقه خشک (۱/۰۶) شد. اثر اصلی چین نیز بر قطر ساقه اصلی و تعداد شاخه جانبی نوع دوم معنی‌دار شد. بیشترین قطر ساقه اصلی (۶/۰۶ میلی‌متر) و بیشترین تعداد شاخه جانبی نوع دوم (۱۰۰/۱۱ عدد) در چین اول و بیشترین وزن‌تر اندام هوایی (۴۸۹ گرم) در چین دوم برداشت مشاهده شد (جدول ۹).

صفات زیست‌شیمیایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷)، اثر متقابل محلول‌پاشی در چین بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد. در چین اول، تیمارهای شاهد، فنیل‌آلانین ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و تیروزین ۲۵۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نداشتند، اما تیمار تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش عملکرد اسانس (۱/۵۲ گرم در بوته) شد. در چین دوم، تیمارهای شاهد، فنیل‌آلانین ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و تیروزین ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اثر معنی‌داری بر صفات شاخص سبزی‌نگی، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی نوع دوم، وزن‌تر اندام هوایی، نسبت برگ به ساقه خشک، درصد اسانس نداشتند ولی تیمار فنیل‌آلانین ۷۵۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش عملکرد اسانس (۱/۴۶ گرم در بوته) و وزن خشک (۱۷۲/۸۸ گرم در بوته) گردید (جدول ۸).

همچنین، اثر اصلی محلول‌پاشی بر شاخص سبزی‌نگی و فنول کل معنی‌دار گردید. تیمار فنیل‌آلانین ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش شاخص سبزی‌نگی (۲۱/۲۹) و مقدار فنول کل (۴۳۷ میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم وزن خشک) شد (شکل ۴). اثر اصلی چین نیز بر شاخص سبزی‌نگی و درصد اسانس معنی‌دار گردید. بیشترین مقدار شاخص سبزی‌نگی (۱۸/۸۷) مربوط به چین اول و بیشترین درصد اسانس (۰/۷۹ درصد) مربوط به چین دوم بود.

ترکیبات اسانس

در مجموع ۴۷ ترکیب در اسانس نعنای دشتی شناسایی گردید که عمدتاً از گروه مونوترپن‌های اکسیژن‌دار بودند. دو ترکیب اصلی، کارون و لیمونن بیشترین مقدار را در بین ترکیبات به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار کارون (۷۲/۴۶ درصد) در تیمار فنیل‌آلانین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و بیشترین مقدار لیمونن (۲۹/۳۶ درصد) در تیمار فنیل‌آلانین ۲۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. تیمار تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام نیز توانستند مقدار کارون را به بیش از ۷۰ درصد برسانند که این موارد از چین دوم گلخانه به دست آمد. سایر ترکیبات دارای مقدار بیش از یک درصد عبارت بودند از: آلفا-پینن، ساینن، بتا-پینن، میرسن، ۱ و ۸ سینئول، لینالول، سیس دهیدرو کارون، پولگون، کاریوفیلین و اسپاچولنول (جدول ۱۰).

ارزیابی کلی تأثیر تیمارها بر صفات مورد مطالعه

نتایج کلی تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین بر صفات مورد مطالعه در این آزمایش با استفاده از جدول فراوانی صفات نفع‌دستی نشان می‌دهد که فنیل آلانین در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در کشت گلخانه ای و ۵۰۰ پی‌پی‌ام در کشت مزرعه ای بالاترین درصد را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص دادند. هر دو اسید آمینه توانستند در اکثر صفات، باعث افزایش شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد گردند. وجود دو آزمایش متفاوت گلخانه و مزرعه در دو چین برداشت نقش مهمی در سنجش بهتر اثر اسیدهای آمینه و در نتیجه واکنش گیاه نسبت به آن‌ها دارد (جدول ۱۱).

بحث

صفات مورفولوژیک

بیان صفات مورفولوژیک تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی صورت می‌گیرد. اثرات اسیدهای آمینه به مجموعه‌ای از عوامل مانند نوع گونه گیاهی مورد مطالعه، دوز مصرفی، نحوه و زمان مصرف بستگی دارد که این عوامل در کنار هم می‌توانند منجر به نتایج مطلوب گردند. در این مطالعه اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد داشتند. در پژوهشی بیشترین ارتفاع بوته مریم‌گلی^۱ با کاربرد غلظت متوسط فنیل آلانین (۲۵ درصد) در دو چین به‌دست آمد که با نتایج حاضر همخوانی داشت (حسن‌آبادی و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین گزارش شده است که کاربرد تیروزین در غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام، در دو نوبت برداشت، به‌صورت صعودی باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در چای ترش^۲ می‌گردد (Helaly & Ibrahim, 2019). اسیدهای آمینه می‌توانند به عنوان منبع کربن عمل کرده و کمبود کربوهیدرات‌ها در گیاهان را جبران کنند و از این طریق باعث بهبود رشد و نمو گیاهان شوند (Abd El-Aziz & Balba, 2007). علاوه بر این، تأثیر فنیل آلانین بر پارامترهای رشد را می‌توان به افزایش محتوی پروتئین و فعال کردن بیوستز اسیدجیرلیک نسبت داد که منجر به افزایش نرخ رشد از طریق افزایش تقسیم سلولی، طولیل شدن و تمایز سلول‌ها می‌شود (Al-Duraid et al., 2019). تیروزین نیز یک اسید آمینه معطر یا آروماتیک مورد نیاز برای سنتز پروتئین‌ها و متابولیت‌ها با عملکردهای فیزیولوژیک متنوع مانند ترکیبات آنتی‌اکسیدان، مواد جاذب گرده‌افشان و القاگرهای ترکیبات دفاعی متابولیت‌های ثانویه (اسید رزمارینیک و آلکالوئیدهای بنزیل ایزوکوئینولین) است (Alfosea-Simon et al., 2020).

صفات زیست‌شیمیایی

با توجه به جدول ۱۱، در دو چین کشت گلخانه‌ای، فنیل آلانین در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و در کشت مزرعه‌ای فنیل آلانین ۵۰۰ پی‌پی‌ام بالاترین درصد فراوانی صفات را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص دادند. بیشترین مقادیر ترکیب کارون با کاربرد بیشترین غلظت اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین به‌دست آمد، درحالی‌که بیشترین مقدار ترکیب لیمون در پایین‌ترین غلظت فنیل آلانین حاصل شد. از نظر پایداری عملکرد اسانس در طی دو آزمایش، اسیدهای آمینه توانستند روند مناسبی ایجاد نمایند و نسبت به تیمار شاهد برتری داشتند. در پژوهشی بیشترین عملکرد اسانس گیاه خلال‌دندان^۳ با کاربرد دو تیمار فنیل آلانین و تیروزین با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام گزارش شده است (رسولی و همکاران، ۱۳۹۸). در بررسی دیگری روی گیاه مورینگا، با کاربرد اسید آمینه فنیل آلانین در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام بیشترین مقدار فنول نسبت به شاهد به‌دست آمد (Atteya et al., 2022). کاربرد تیروزین در غلظت یک میلی‌مولار در کشت سوسپانسیون سلولی خشخاش کبیر^۴ نیز سبب افزایش تباین

1. *Salvia officinalis* L.

2. *Hibiscus sabdariffa* L.

3. *Ammi visnaga* L.

4. *Papaver bracteatum* Lindl.

شده است (فرجامی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). اسیدهای آمینه نقش مهمی در تحریک رشد سلولی دارند، علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند به عنوان منبع کربن و انرژی عمل کنند و سایر ترکیبات آلی مانند پروتئین، آلکالوئیدها، ویتامین‌ها، ترپنوئیدها و غیره را سنتز کنند (Reham et al., 2016). اسید آمینه فنیل آلانین ماده اولیه مسیر فنیل پروپانوئید است که یکی از مهم‌ترین مسیرها جهت تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌باشد و منجر به تولید ترکیبات فنولی مانند فلاونوئیدها و کومارین‌ها شود (هاشمی شهرکی، ۱۳۹۹). اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین نه تنها اجزای مهمی برای سنتز پروتئین‌ها هستند بلکه می‌توانند به عنوان پیش ماده برای افزایش محتوای متابولیت‌های ثانویه در گیاهان استفاده شوند (Tarasevičienė et al., 2021). در این بررسی محلول پاشی فنیل آلانین باعث افزایش میزان اسانس گردید. فنیل آلانین در سنتز ترپنوئیدها و ترکیبات فرار نقش دارد و به نظر می‌رسد که این اسید آمینه به عنوان یک القاکننده قوی برای افزایش بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه عمل می‌کند، اگرچه بیش از یک مسیر بیوسنتزی در تبدیل فنیل آلانین به ترکیبات فرار گیاه دخیل است (Aghaei et al., 2019).

طبق استاندارد جهانی اسانس نعنای دشتی (ISO 3033)، اسانس مورد تأیید در بازارهای تجاری باید دارای ترکیب کارون به میزان ۶۰ الی ۷۰ درصد باشد. بر این اساس، تیمارهای فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و تیروزین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام توانستند به حد استاندارد برسند. این مقادیر در کشت گلخانه‌ای حاصل شد و شرایط مزرعه‌ای درصد به مراتب پایین‌تری را نشان داد. ورود اسانس نعنای دشتی به چرخه بازار و تجارت جهانی زمانی حاصل می‌شود که دارای حداقل ۷۰ درصد کارون باشد. اسانس نعنای دشتی تولید داخل کشور از این مزیت برخوردار نیست و بنابراین برای رفع نیاز شرکت‌های لبنیات اسانس آن وارد می‌شود (عبادی و همکاران، ۱۴۰۰). اجزای اصلی اسانس نعنای به ترپنوئیدها تعلق دارند، در جنس نعنای از جمله نعنای دشتی مونوترپن‌ها سنتز می‌شوند و در کرک‌های ترش‌چی که عمدتاً در سطح برگ‌ها قرار دارند تجمع می‌یابند (Patra & Kumar, 2006). در بررسی‌های گذشته هم ترکیبات اصلی موجود در اسانس نعنای دشتی شامل کارون (۶۰ درصد)، لیمونن (۲۰ درصد)، دی هیدروکارون، میرسن و آلفا-پینن گزارش شده است (Charles, 2013).

جدول ۷. تجزیه واریانس برخی صفات نعنای دشتی تحت تأثیر محلول پاشی اسیدهای آمینه در چین‌های مختلف در کشت مزرعه ای

میانگین مربعات													
منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص سبزیگی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد شاخه جانبی نوع اول	تعداد شاخه جانبی نوع دوم	تعداد برگ	وزن تراندام هوایی	وزن خشکاندام هوایی	نسب برگ به ساقه خشک	مساحت برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۱/۹۳ ^{ns}	۹/۳۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۶۳ ^{ns}	۱۴۰/۶۳ ^{ns}	۳۳۰/۷۳۴/۶ ^{ns}	۹۵۷۴/۲ ^{ns}	۴۸۱/۳ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۱۷/۶۸ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
محلول پاشی	۸	۲۲/۰۳*	۱۰۵/۲۲**	۰/۵۰ ^{ns}	۶/۳۰**	۳۳۹/۳۹ ^{ns}	۴۴۵۰۰/۴**	۳۱۶۰۷/۲**	۱۸۵۶/۲**	۰/۰۴۱**	۱۳۴/۱**	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۹**
خطای محلول پاشی (خطای اول)	۱۶	۷/۷۳	۲۳/۵۶	۰/۴۵	۰/۳۰	۳۲۹/۰۰	۱۳۳۴۵۸/۲۷	۴۱۹۵/۲۰	۵۷۶/۷۲	۰/۰۰۹	۲۵/۴۴	۰/۰۱	۰/۰۲
چین	۱	۴۳/۷ ^{ns}	۱۲۳۱/۵*	۶۲/۴**	۶۶/۶۷*	۶۵۸۹/۱۲*	۲۲۲۵۴/۸ ^{ns}	۰۱۷۷/۲*	۱۵۱۱/۴۶ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}	۰/۶۴**	۰/۵۱**
خطای چین (خطای دوم)	۲	۷/۳۳	۲۰/۸۴	۰/۲۱	۱/۵۵	۳۰۴/۹۴	۱۰۴۸۶۷/۷	۱۴۱۹/۰۸	۱۹۶/۳۶	۰/۰۰۹	۱۴/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۰۱
محلول پاشی × چین	۸	۱۱/۰۵ ^{ns}	۵۱/۳۵**	۰/۲۴ ^{ns}	۲/۱۹**	۱۷۷/۴۹ ^{ns}	۲۸۷۱۴۲/۲**	۴۶۹۷/۳ ^{ns}	۱۹۰/۳**	۰/۰۰۹ ^{ns}	۹۱/۳۴**	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۵**
خطای باقی‌مانده	۱۶	۶/۰۴	۸/۷۳	۰/۲۸	۰/۲۵	۲۱۳/۲۱	۳۴۴۱۴/۲۹	۴۸۱۹/۷۱	۴۴۴/۵۸	۰/۰۰۶	۱۳/۸۴	۰/۰۱	۰/۰۲
ضریب تغییرات (%)	-	۱۳/۷	۳/۳	۱۰/۵	۱۶/۲	۱۶/۴	۱۲/۰	۱۵/۵	۱۵/۵	۸/۱	۹/۳	۱۴/۷	۱۵/۳

ns، * و **: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول پاشی اسیدهای آمینه و چین بر برخی صفات نعنادهشتی در کشت مزرعه‌ای

محلول پاشی	ارتفاع بوته (سانتی متر)		تعداد شاخه جانبی نوع اول در بوته		تعداد برگ در بوته		وزن خشک (گرم در بوته)		مساحت برگ (سانتی متر مربع)		عملکرد اسانس (گرم در بوته)	
	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲	چین ۱	چین ۲
کنترل (شاهد)	۸۹/۲۹bcd	۸۳/۰۸bc	۵/۴۲ab	۲/۲۵b	۱۴۰۶b	۱۶۳۳a	۱۱۲/۶۹bc	۱۵۰/۰۸b	۴۵/۱۷ab	۳۹/۶۷bc	۰/۷۲e	۰/۷۵bc
فنیل آلانین ۱	۸۶/۱۷d	۸۲/۰۰bc	۴/۸۳b	۱/۰۰d	۹۶۲c	۱۶۰۰a	۱۰۱/۴۵c	۱۴۲/۰۳bc	۳۹/۸۳bc	۳۳/۵۰c	۱/۰۲b	۱/۰۳cd
فنیل آلانین ۲	۹۴/۹۲abc	۹۱/۶۷a	۳/۰۰e	۱/۸۳bc	۱۱۷۵bc	۱۵۰۰a	۱۲۴/۰۰abc	۱۴۱/۵۵bc	۵۰/۱۷a	۳۶/۵۰bc	۱/۰۳b	۱/۰۴cd
فنیل آلانین ۳	۱۰۰/۰۰a	۹۱/۳۳a	۲/۸۳e	۱/۶۷c	۲۳۲۵a	۱۶۶۷a	۱۷۲/۸۸a	۱۸۲/۸۵a	۳۹/۱۷bc	۴۲/۸۳b	۱/۴۶a	۱/۷۵bc
فنیل آلانین ۴	۸۷/۵۸cd	۸۳/۱۷bc	۳/۱۷de	۱/۰۰d	۱۵۲۵b	۱۵۱۷a	۱۰۸/۸۷c	۱۶۲/۱۳ab	۳۵/۳۳c	۳۵/۳۳bc	۰/۸۳cd	۰/۴۲d
تیروزین ۱	۹۶/۵۸ab	۸۵/۶۷ab	۶/۱۷a	۳/۶۷a	۱۵۳۳b	۱۴۵۰a	۱۳۹/۳۰abc	۱۵۳/۶۵b	۴۲/۵۰bc	۵۳/۸۳a	۰/۷۷de	۰/۸۴b
تیروزین ۲	۱۰۰/۷۵a	۸۱/۳۳bc	۴/۳۳b-d	۴/۱۷a	۲۳۶۳a	۱۶۵۰a	۱۶۸/۵۸ab	۱۰۰/۸۰e	۳۹/۸۳bc	۳۹/۶۷bc	۰/۸۴cd	۱/۵۲a
تیروزین ۳	۹۸/۲۵a	۸۰/۶۷bc	۳/۳۳c-e	۱/۰۰d	۱۴۳۳b	۱۶۶۷a	۱۲۹/۶۳abc	۱۲۵/۵۰cd	۳۶/۸۳c	۴۳/۵۰b	۰/۹۰bc	۰/۵۹cd
تیروزین ۴	۸۹/۸۳bcd	۷۸/۵۰c	۴/۵۰bc	۱/۰۰d	۱۳۵۸bc	۱۴۳۳a	۱۳۳/۲۲abc	۱۱۶/۲۸de	۲۸/۸۳d	۳۵/۵۰bc	۰/۹۲bc	۰/۷۰cd

فنیل آلانین و تیروزین ۱ تا ۴ به ترتیب نشان دهنده غلظت های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. برش دهی بر اساس چین انجام شده است. حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن، می باشد

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر اصلی محلول پاشی اسیدهای آمینه و چین بر برخی صفات نعنادهشتی در کشت مزرعه‌ای

محلول پاشی	شاخص سبزی‌نگی	قطر ساقه (میلی متر)	تعداد شاخه جانبی نوع دوم در بوته	وزن تر (گرم در بوته)	نسبت برگ به ساقه خشک	درصد اسانس
کنترل (شاهد)	۱۸/۷۱abc	-	-	۴۱۲cd	۱/۰۰ab	-
فنیل آلانین ۱	۱۹/۳۳ab	-	-	۳۵۷d	۰/۹۹ab	-
فنیل آلانین ۲	۲۱/۲۹a	-	-	۳۹۱cd	۰/۹۱bcd	-
فنیل آلانین ۳	۱۸/۶۶abc	-	-	۵۷۸a	۰/۸۰e	-
فنیل آلانین ۴	۱۸/۱۱a-d	-	-	۴۰۴cd	۱/۰۶a	-
تیروزین ۱	۱۸/۱۴a-d	-	-	۵۰۳ab	۰/۸۴de	-
تیروزین ۲	۱۵/۷۳cd	-	-	۵۲۲ab	۰/۸۸cde	-
تیروزین ۳	۱۴/۹۴d	-	-	۴۶۵bc	۰/۹۵bc	-
تیروزین ۴	۱۶/۸۶bcd	-	-	۴۰۶cd	۰/۹۹ab	-
چین اول	۱۸/۸۷a	۶/۰۶a	۱۰۰/۱۱a	۴۰۸b	-	b۰/۵۸
چین دوم	۱۷/۰۷b	۳/۹۱b	۷۸/۰۲b	۴۸۹a	-	a۰/۷۹

فنیل آلانین و تیروزین ۱ تا ۴ به ترتیب نشان دهنده غلظت های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. برش دهی بر اساس چین انجام شده است. حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن، می باشد.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی اسیدهای آمینه بر فنول کل نعنای دشتی در چین دوم کشت مزرعه ای، حروف مشترک در هر ستون نشان از عدم اختلاف معنی داری توسط آزمون دانکن می باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به اهداف از قبل تعیین شده شامل بهبود عملکرد پیکره رویشی و اسانس نعنای دشتی، نتایج نشان داد استفاده از اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تیروزین تأثیر مثبت و معنی داری بر صفات مورد اندازه گیری گذاشت. در چین اول گلخانه، تیمار فنیل آلانین ۲۵۰ پی پی ام باعث افزایش صفاتی مانند قطر ساقه اصلی، تعداد برگ، وزن تر و خشک و مساحت برگ گردید و بیشترین مقدار لیمونن (۲۹/۳ درصد) به دست آمد. در چین دوم گلخانه، تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام باعث افزایش صفاتی مانند تعداد برگ، وزن تر و خشک، عملکرد اسانس و درصد کارون نسبت به سایر تیمارها گردید. همچنین این تیمار به همراه تیمار تیروزین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام، توانستند مقدار کارون را به بالای ۷۰ درصد افزایش دهند. در چین اول مزرعه، تیمار فنیل آلانین ۵۰۰ پی پی ام باعث افزایش صفاتی مانند مساحت برگ و سبزیگی و همچنین تیمار تیروزین ۵۰۰ پی پی ام باعث افزایش صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ و عملکرد اساس گردیدند. در چین دوم مزرعه تیمار فنیل آلانین ۷۵۰ پی پی ام باعث افزایش صفات وزن تر و خشک و عملکرد اسانس گردید. در مجموع دو چین کشت گلخانه ای، تیمار فنیل آلانین ۱۰۰۰ پی پی ام و در مجموع دو چین کشت مزرعه ای، تیمار فنیل آلانین ۵۰۰ پی پی ام بیشترین اثرگذاری را بجای گذاشتند. با توجه به اثرگذاری مثبت تیمارهای فنیل آلانین و تیروزین تحت بستر کشت کود دامی و در راستای به حداقل رساندن استفاده از کودهای شیمیایی می توان این اسیدهای آبرای سایر گیاهان، به ویژه گیاهان دارویی توصیه نمود.

جدول ۱۰. تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر ترکیبات اسانس نعنادهشتی در کشت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای

ردیف	ترکیبات	ب کی	ب م	گلخانه										مزرعه									
				شاهد	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	ف	ف	ف	ف	ف	ف	شاهد	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	ت	ت	ت	ت
۱	α -Pinene	۹۳۲	۹۳۴	۱/۴	۱/۵	۱/۸	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۶	۱/۳	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	
۲	Camphene	۹۴۶	۹۵۳	۱/۲	۱/۳	-	۱/۳	-	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۱	۱/۳	۱/۹	۱	۱/۷	-	-	-	-	-	-	
۳	Sabinene	۹۶۹	۹۷۵	۱/۱	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱	۱	۱/۹	۱	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	
۴	β -Pinene	۹۷۴	۹۸۳	۱	۱/۶	۱/۵	۱/۹	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۸	۱/۳	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۵	Myrcene	۹۸۸	۹۹۰	-	۱	-	۱/۶	-	۱/۳	-	۱/۵	۱/۱	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	
۶	Limonene	۱۰۲۴	۱۰۳۳	۲۳/۸	۲۹/۳	۲۰/۷	۲۳/۵	۱۰/۴	۱۷/۴	۱۳/۹	۲۳/۵	۱۷/۴	۱۷/۶	۱۷/۲	۱۷/۲	۱۸/۳	۱۸/۱	۱۸/۱	۱۸/۱	۱۸/۱	۱۸/۱	۱۸/۱	
۷	1,8-cineole	۱۰۲۶	۱۰۳۸	-	۱/۱	-	-	-	۱/۳	-	-	-	۱/۵	۱/۹	۱/۹	۲	۲	۱/۵	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	
۸	γ -Terpinene	۱۰۵۴	۱۰۷۶	-	-	۱/۱	۱/۱	۱	۱/۱	۱/۸	۱/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۹	Terpinolene	۱۰۸۶	۱۰۹۰	-	۱/۱	۱/۵	-	-	۱/۳	-	-	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۱۰	Linalool	۱۰۹۵	۱۱۰۵	۱/۲	-	۱/۲	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۹	۱/۶	۱/۴	۱/۴	۱/۶	۱/۶	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	
۱۱	3-Octanol acetate	۱۱۲۰	۱۱۲۰	-	-	۱/۳	۱/۱	-	۱/۴	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۱۲	iso-Menthone	۱۱۵۸	۱۱۶۴	۱/۳	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	
۱۳	Menthofuran	۱۱۵۹	۱۱۷۰	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	۱/۱	۱/۱	-	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۱۴	Menthone	۱۱۴۸	۱۱۷۳	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	-	۱/۲	۱/۲	۱/۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۵	Borneol	۱۱۶۵	۱۱۸۱	-	-	۱/۳	۱/۳	-	-	-	-	-	-	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	
۱۶	Terpinen-4-ol	۱۱۷۴	۱۱۸۹	-	-	-	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۷	α -Terpineol	۱۱۸۶	۱۲۰۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۸	cis-Dihydro carvone	۱۱۹۱	۱۲۰۸	-	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۲/۱	۲/۵	۲/۸	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	
۱۹	cis-4-Caranone	۱۲۰۰	۱۲۱۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	-	-	-	-	-	
۲۰	cis-Carveol	۱۲۲۶	۱۲۳۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۲۱	Pulegone	۱۲۳۳	۱۲۴۸	-	-	-	۱/۸	۱/۲	۱/۹	۱/۳	-	۱/۳	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۲۲	Carvone	۱۲۳۹	۱۲۶۱	۵۵/۲	۵۵/۵	۶۵/۲	۶۱/۴	۷۲/۴	۶۷	۷۰/۳	۵۷/۷	۷۱/۳	۶۱/۵	۶۱/۹	۶۰/۸	۶۱/۲	۶۰/۹	۶۰/۹	۶۰/۹	۶۰/۹	۶۰/۹	۶۰/۹	
۲۳	trans-Piperitone epoxide	۱۲۵۲	۱۲۶۵	-	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۲۴	Piperitone	۱۲۴۹	۱۲۶۷	-	۱/۱	۱/۱	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	
۲۵	Bornyl acetate	۱۲۸۴	۱۲۸۹	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	۱/۱	-	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۲۶	neo-Dihydro carveol acetate	۱۳۰۶	۱۳۰۸	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۲۷	iso-Dihydro carveol acetate	۱۳۲۶	۱۳۲۹	۱/۳	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۲۸	Piperitenone	۱۳۴۰	۱۳۵۱	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۲۹	cis-Carvyl acetate	۱۳۶۵	۱۳۶۴	-	۱/۳	-	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۰	Piperitenone oxide	۱۳۶۶	۱۳۷۲	۱/۹	۱/۳	۱/۵	۱/۳	۱/۵	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	
۳۱	β -Bourbonene	۱۳۸۷	۱۳۸۷	۱/۵	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۳۲	(E)-Caryophyllene	۱۴۱۷	۱۴۲۴	۶/۳	۴/۳	۴/۳	۳/۶	۴/۳	۳/۹	۳/۸	۳/۵	۵/۴	۳/۹	۳/۷	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳/۸	
۳۳	β -Gurjunene	۱۴۳۱	۱۴۳۴	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۳۴	Aromadendrene	۱۴۳۹	۱۴۴۸	۱/۱	-	۱/۱	-	۱/۱	-	۱/۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۵	Spirolepechinene	۱۴۴۹	۱۴۵۳	۱/۱	۱/۴	۱/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	
۳۶	α -Humulene	۱۴۵۲	۱۴۶۰	۱/۵	-	-	-	-	-	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۷	trans-Cadina-1(6),4-diene	۱۴۷۵	۱۴۸۵	۱/۵	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۳۸	Bicyclogermacrene	۱۵۰۰	۱۴۹۹	۱/۳	۱/۲	۱/۲	-	۱/۲	-	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۹	cis-Calamenene	۱۵۲۸	۱۵۲۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۰	β -Vetivenene	۱۵۵۴	۱۵۸۴	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	
۴۱	Spathulenol	۱۵۷۷	۱۵۸۹	۱	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۶	۱/۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۴۲	β -Atlantol	۱۶۰۸	۱۶۱۹	۱/۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۳	1,10-di-epi-Cubenol	۱۶۱۸	۱۶۲۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۴	Selina-3,11-dien-6 α -ol	۱۶۴۲	۱۶۴۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۵	α -Muurolol (=Torreyol)	۱۶۴۴	۱۶۴۹	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۱	-	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	

(ادامه جدول ۱۰)

ت. ترکیبات	ب م	ب ی	ت. ترکیبات	ب م	ب ی	ت. ترکیبات	ب م	ب ی	ت. ترکیبات	ب م	ب ی	ت. ترکیبات	ب م	ب ی
14-hydroxy-9-epi-(E)-Caryophyllene	۱۶۸۰	۱۶۶۸	۰/۲	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱
Acorone	۱۸۴۴	۱۸۱۹	۰/۱	-	-	-	-	-	-	۰/۱	-	-	-	-
مونوترپن های	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هیدروکربنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مونوترپن های	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اکسیژن دار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سزکوئی ترپن های	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
هیدروکربنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سزکوئی ترپن های	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اکسیژن دار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع کل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ف: فنیل آلانین و ت: تیروزین، ۲۵۰-۵۰۰-۷۵۰-۱۰۰: غلظت مورد استفاده بر حسب پی پی ام، ب ک: شاخص بازداري کتابخانه دستگاه، ب م: شاخص بازداري محاسباتي

جدول ۱۱. درصد فراواني تیمارهای تأثیر گذار بر افزایش صفات ارزیابی شده نعناع دشتی در چین اول و دوم کشت گلخانه ای و مزرعه ای

دسته بندی	تیمار	گلخانه										مزرعه									
		شاهد	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	ف	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	شاهد	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	ف	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
مور فولوژیک	ارتفاع	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	قطر ساقه اصلی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تعداد شاخه جانبی ۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تعداد شاخه جانبی ۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تعداد برگ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	وزن تر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	وزن خشک	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	نسبت برگ به ساقه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	مساحت برگ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	سبزیگی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
زیست شیمیایی	فول کل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	درصد اسانس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	عملکرد اسانس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	کارون	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
درصد فراواني هر چین		۰	۲۸	۷	۰	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
درصد فراواني مجموع دو چین		۰	۳۶	۱۴	۰	۵۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

ف: فنیل آلانین و ت: تیروزین، ۲۵۰-۵۰۰-۷۵۰-۱۰۰: غلظت مورد استفاده با واحد پی پی ام، خانه تیره رنگ: بالاترین مقدار هر صفت، خانه سبز پررنگ و کم رنگ و یشمی به

ترتیب بیشترین درصد فراواني صفات در چین های اول و دوم و مجموع دو چین

منابع

- حسن آبادی، صفورا؛ اردکانی، محمدرضا؛ قاسمی پیر بلوطی، عبدالله؛ پاک نژاد، فرزاد و حبیبی، داود (۱۴۰۱). بررسی اثر محلول پاشی آل - فنیل آلانین و تیمارهای تغذیه های غیر شیمیایی بر خصوصیات رشد و اسانس گیاه دارویی *Salvia officinalis* تحت سطوح مختلف آبیاری. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۰ (۳۰)، ۲۴-۴۰.
- رحیم ملک، مهدی و خورسندی، دانیال (۱۳۹۴). شناخت ترکیبات و بیوتکنولوژی گیاهان دارویی. جلد اول. اصفهان، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- رسولی، دیاکو؛ محمد پور وشوایی، رقیه و فاخری، براتعلی (۱۳۹۸). اثر تنظیم کننده های زیستی بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و ترکیبات اسانس *Ammi visnaga* (L). نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۱۱ (۱)، ۳۰۹-۳۲۰. <https://doi.org/10.22067/jag.v11i1.61527>
- صارمی، سیروس؛ قلی پور، منوچهر؛ عباس دخت، حمید؛ نقدی بادی، حسنعلی؛ مهرآفرین، علی و اصغری، حمیدرضا (۱۳۹۹). پاسخ های مورفوفیزیولوژیک گیاه عروسک پشت پرده به محلول پاشی اسیدآمینه تحت شرایط تنش خشکی. نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی، ۳ (۲)، ۷۱-۸۶. <https://doi.org/10.22070/hpn.2020.5377.1091>
- عبادی، محمدتقی؛ فخر الاسلام، محمد؛ نیک خواه، علی؛ برکت، سرور؛ امیر صدوری نائینی، هانیه ... و صمدی فر، مهسا. (۱۴۰۰). استانداردهای اسانس ها در جهت نیاز صنایع مختلف مصرف کننده مطالعه موردی: اسانس نعناع دشتی. دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران، رفسنجان.
- فرجامی نژاد، رضا؛ زارع، ناصر؛ اصغری زکریا، رسول و فرجامی نژاد، منوچهر (۱۳۹۵). تأثیر آل - تیروزین بر تولید تبائین در کشت سوسپانسیون سلولی خشکاش ایرانی. فصلنامه گیاهان دارویی، ۲ (۵۸)، ۱۱۰-۱۱۹.
- هاشمی شهرکی، شهلا (۱۳۹۹). بررسی فنیل آلانین بر برخی پارامتر رشد و کلروفیل فلفل دلمه (*Capsicum annum*). دومین کنفرانس ملی یافته های نوین زیست شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

REFERENCES

- Abd El-el Aziz, N. G., & Balbaa, L. K. (2007). Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (11), 1479-1489.
- Adams, R. P. (2001). *Identification of Essential essential Oil oil Components components by Gas gas Chromatographychromatography/Mass mass Spectrometryspectrometry*. 804 pp. Allured Publishing Crop, NewYork.
- Aghaei, K., Ghasemi Pirbalouti, A., Mousavi, A., Naghdi Badi, H., & 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, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101318>.
- Al-Duraid, M. H., Al-Taey, K. A., & Al-Kikhani, A. H. (2019). *Effect of phenylalanine and naphthalene acetic acid on growth, yield and antioxidant activity of Fenugreek Trigonella foenum-graecum*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,. IOP Publishing, 388(1), 1, 012073., Agriculture College/University of Kerbala, Kerbala City, Iraq. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/388/1/012073>
- Alfosea-Simón, M., Simón-Grao, S., Zavala-Gonzalez, E. A., Cámara-Zapata, J. M., Simón, I., Martínez-Nicolás, J. J., Lidón, V., Rodríguez-Ortega, W. M., & García-Sánchez, F. (2020). Application of biostimulants containing amino acids to tomatoes could favor sustainable cultivation: Implications implications for Tyrosinetyrosine, Lysinelysine, and Methioninemethionine. *Sustainability*, 12(22), 9729. <https://doi.org/10.3390/su1229729>.
- Ali, H. K. M., Awad, A. E., & Abdelkader, M. A. L. (2021). Impact of tyrosine and glutamine acids on yield and some chemical constttuents of *Hibiscus sabdariffa* plants under different Sowind sowing dates. *Chemical analysisPlant Archives*, 4121(19.261), 15967-62973. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.no1.134>
- Atteya, A. K., El-Serafy, R. S., El-Zabalawy, K. M., Elhakem, A., & Genaidy, E. A. (2022). Exogenously supplemented proline and phenylalanine improve growth, productivity, and oil composition of salted moringa by up-regulating osmoprotectants and stimulating antioxidant machinery. *Plants*, 11(12), 1553. <https://doi.org/10.3390/plants11121553>

- Baharlou, M., Ghasemi Pirbalouti, A., & Malekpoor, F. (2019). Effect of different concentrations of L-phenylalanine on chemical compositions and yield of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis*). *Journal of Herbal Drugs*, 10(4), 175-183.
- Charles, D. J. (2013). *Antioxidant Properties properties of Spices, Herbs and Other sources*. 610 pp. Springer. New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0> Springer Science+Business Media, New York, 537-543.
- Ebadi, M. T., Fakhroleslam, Nikkhah, A., Barekat, S., Amirsadri Naeeni, H., Kamelan Barzegar, M., Rezayat, E., Soleymani Moghadam, M., Kazempour, A., Parsaeefard, F., Farmanpour, K., Ahadi, H., Ghaheiri, S., Akbari, M., & Samadifar, M. (2021). Standardization of essential oils according to the needs of different consumer industries, case study: Spearmint spearmint essential oil. *The 12th Congress of Horticultural Sciences of Iran*, Valiasr University of Rafsanjan. (in In Persian).
- Farjaminejad, R., Zare, N., Asghari Zakaria, R., & Farjaminejad, M. (2016). The effect of IL-tyrosine on thebaine production in Iranian poppy cell suspension culture., *Journal of Medicinal Plants*, 2(58)(58), 110-119. (in In Persian).
- Gendy, A. S., & Nosir, W. S. (2016). Improving productivity and chemical constituents of Roselle roselle plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by phenylalanine, L-tryptophan and peptone acids foliar application. *Middle East Journal of Agriculture*, 5(4). 701-708.
- Hasan Abadi, S., Ardakani, M. R., Ghasemi Pirbalouti, A., Paknejad, F., & Habibi, D. (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. (in In Persian). <https://doi.org/10.30495/ejmp.2022.1951602.1678>
- Hashemi Shahraki, Sh. (2021). Investigation of phenylalanine on some growth parameters and chlorophyll of bell pepper (*Capsicum annuum*). *2nd National Conference on New Biological Findings*, University of Sistan and Baluchestan. (in In Persian).
- Hazrati, S., Govahi, M., Ebadi, M.T., & Habibzadeh, F. (2020). Comparison and evaluation of oil content, composition and antioxidant properties of *Pistacia atlantica* and *Pistacia khinjuk* grown as wild. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(2), 165-174. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.287550.316>
- Helaly, A., & Ibrahim, F. (2019). Influence of iron, zinc and tyrosine acid on growth, yield components and chemical constituents of *Hibiscus sabdariffa* L. plant. *Current Science International*, 8(1). 128-139.
- Hendawy, S. F., & Ezz-El-Din, A. A. (2010). Growth and yield of *Foeniculum vulgare* var. *azoricum* as influenced by some vitamins and amino acids. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3(1), 113-123.
- Khan, Sh., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Salam, B. N., Wang, H., Liu, p., & Jiang, W. (2019). Exogenous Application application of Amino amino Acids acids Improves improves the Growth growth and Yield yield of Lettuce lettuce by Enhancing enhancing Photosynthetic photosynthetic Assimilation assimilation and Nutrient nutrient Availabilityavailability. *Agronomy*, 9(2665), 1-17266. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050266>.
- Patra, N., K., & Kumar, B. (2006). Spearmint. In K. V. Peter (Ed.), , 502-519, In: Peter, K.V., (Eds), *Handbook of Herbs herbs and Spices spices*, 3, (pp. 502-519). Volume 3, Woodhead Publishing Series, 568P. <https://doi.org/10.1533/9781845691717.3.503>.
- Poorghadir, M., MohammadiTorkashvand, A.M., Mirjalili, S. A., & 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*, 30, 101815. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101815>
- Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23(2), 470. <https://doi.org/10.3390/molecules23020470>
- Rafiee, H., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Qaderi, A., Zarinpanjeh, N., Sekara, A., & Zand, E. (2016). Application of Plant plant Biostimulants biostimulants as New new Approach approach to Improve improve the Biological biological Responses responses of Medicinal medicinal Plantsplants- A a Critical critical Reviewreview, *Journal of Medicinal Plants*, 15(59), 6-39.
- Rahim Malek, M., & Khorsandi, D. (2015). *Determination of Compounds and Medicinal Plant Biotechnology*, First volume, Isfahan Jahad Daneshgahi Press. (in In Persian)
- Rasouli, D., Mohammadpour veshvaeVeshvae, R., & Fakheri, B. (2019). The effect of biological regulators on morphological, physiological traits and essential oil compounds, *Ammi visnaga* (L). Lam., *Journal of Agroecology*, 11(1), 309-320. (in In Persian).

- Reham, M., Khattab, M., Ahmed, S., & Kandil, M. (2016). Influence of foliar spray with phenylalanine and nickel on growth, yield quality and chemical composition of genoveser basil plant. *African Journal of Agricultural Research*, 11(16), 1398-1410. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10699>
- Saremi, S., Gholipour, M., Abbasdokht, H., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., & Asghari, H. (2020). The morphophysiological responses of *Physalis alkekengi* to foliar applications of amino acids under drought stress conditions. *Horticultural Plants Nutrition*, 3(2), 71-86. (in In Persian).
- Tarasevičienė, Ž., Velička, A., & Paulauskienė, A. (2021). Impact of foliar application of amino acids on total phenols, phenolic acids content of different mints varieties under the field condition. *Plants*, 10(3), 599. <https://doi.org/10.3390/plants10030599>.
- Velička, A., Tarasevičienė, Ž., Hallmann, E., & Kieltyka-Dadasiewicz, A. (2022). Impact of Foliar foliar Application application of Amino amino Acids acids on Essential essential Oil oil Contentcontent, Odor odor Profileprofile, and Flavonoid flavonoid Content content of Different different Mint mint Varieties varieties in Field field Conditionsconditions. *Plants*, 11(21), .2938. <https://doi.org/10.3390/plants11212938>