

## بررسی تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد و درصد اسانس نعناع فلفلی

سیف اله کاردگر<sup>۱\*</sup>، حسین مقدم<sup>۱</sup>، ناصر مجنون حسینی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور بررسی کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات کمی و کیفی گیاه نعناع فلفلی پژوهشی به صورت کرت‌های خرد شده در زمان با دو عامل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)، در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. فاکتور اول تیمار کودهای شیمیایی و زیستی در ۱۳ سطح (A1 = کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2 = کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1 = کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2 = کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)، C1 = کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2 = کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1 = کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2 = کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1 = کود اوره (75kg/ha)، E2 = کود اوره (100kg/ha)، F1 = کود آهن (1kg/ha)، F2 = کود آهن (1.5kg/ha)، S = شاهد (بدون کود))، و فاکتور دوم: زمان برداشت در دو سطح (برداشت اول و برداشت دوم) اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کود زیستی و شیمیایی به طور معنی داری باعث افزایش همه صفات کمی و کیفی (ارتفاع، طول و تعداد گل آذین، عملکرد تر و خشک، سطح برگ، درصد و عملکرد اسانس) در سطح احتمال ۱٪ شد. تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث بهبود صفات کمی و کیفی نعناع فلفلی نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) شد. بیشترین میزان ارتفاع، طول و تعداد گل آذین، عملکرد تر و خشک، سطح برگ، درصد اسانس در برداشت اول در تیمارهای کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین بیشترین میزان صفات فوق در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان کلیه صفات کمی و کیفی نعناع فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد.

**کلمات کلیدی:** آهن، اسانس، کود زیستی، نعناع فلفلی، نیتروژن

<sup>۱</sup> پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. \* نویسنده مسئول، آدرس ایمیل: seyfollahkardgar@yahoo.com

## مقدمه

آدامس سازی، صنایع آرایشی، صنایع دارویی و ... استفاده می‌شود. این گونه، دورگ طبیعی بین گونه های *M. spicata* و *M. aquatica* می‌باشد. تعداد کروموزوم نعناع فلفلی با  $2n$  بین ۶۶، ۷۲، ۸۴ و ۱۲۰ متغیر است. کولتیوارهای دارای تعداد کروموزوم بیشتر، قدرت رشد، سرعت رشد بیشتر، محتوی اسانس و محتوی منتون، ایزومنتون و لیمونن بیشتر است، اما محتوی منتول، منتوفوران، ۸۱ سینئول کاهش می‌یابد (Rita and Animesh, 2011).

تغذیه صحیح یکی از عوامل مهم در بهبود خواص کمی و کیفی محصول به شمار می‌آید. در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار بگیرد بلکه رعایت تعادل عناصر غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). متأسفانه رشد مصرف کودهای شیمیایی در ایران بسیار سریع بوده که مصرف بی رویه این کودها اختلالات عمده‌ای در حاصلخیزی خاکها ایجاد می‌کند و در ضمن باعث تولید محصولاتی می‌شود که سلامتی بشر را به خطر می‌اندازد. به همین خاطر استفاده از کودهای آلی و زیستی در تولید محصولات کشاورزی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده و روز به روز در حال گسترش می‌باشد (اسحق و همکاران، ۱۳۹۳). نیاز شدید گیاهان به عناصر غذایی در کشور ما عمدتاً از طریق مصرف بی رویه کودهای شیمیایی تامین گشته که این امر مخاطراتی از قبیل خسارات زیست‌محیطی ناشی از افزایش نیتروژن در آب‌های زیرزمینی را در بردارد. نیتروژن مهمترین عنصر غذایی پر مصرف می‌باشد که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم-ها نقش دارد (هاسگوا و همکاران، ۲۰۰۸).

گیاهان دارویی به گیاهی گفته می‌شود که دارای مواد موثر مشخصی است، در درمان بیماری یا پیشگیری از بروز آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و نام آن در یکی از فارماکوپه‌های معتبر بین‌المللی ذکر شده باشد. (مجنون حسینی و همکاران، ۱۳۷۸). گیاهان دارویی یکی از منابع مهم تولید دارو هستند که بشر سالیان دراز از آنها استفاده نموده و روز به روز بر اهمیت آنها افزوده می‌گردد. در حال حاضر حداقل ۸۰ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه برای درمان و مراقبت‌های بهداشتی اولیه‌شان از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند (Gedif and Hahn, 2002). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت میزان تجارت گیاهان دارویی تا سال ۲۰۵۰ میلادی بالغ بر پنج تریلیون دلار خواهد بود. در سال‌های اخیر استفاده از مواد طبیعی گیاهان دارویی به جای افزودنی‌های مصنوعی که دارای عوارض جانبی می‌باشد مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Paradiso et al., 2008). از جمله گیاهان دارویی مهم، گیاهان تیره نعنائیان (Lamiaceae) بوده که دارای ۱۶۰ جنس و بیش از ۳۰۰۰ گونه می‌باشند. این گیاهان در اکثر نواحی زمین پراکنده، ولی بیشینه انتشار آنها در نواحی مدیترانه می‌باشد. در ایران ۴۷ جنس و حدود ۳۷۰ گونه از گیاهان این خانواده وجود دارد. نعناع فلفلی (*Menthe piperita L.*) از خانواده نعنائیان با نام دیگر *M. balsmea* و نام رایج peppermint یکی از گیاهان مهم دارویی است. این گیاه بومی اروپا بوده و کشت آن در سرتاسر جهان گسترش پیدا کرده است. به عنوان طعم دهنده در

- شناسایی اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی بر میزان عملکرد و درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی.

#### مواد و روش

##### - مشخصات محل آزمایش

تحقیق حاضر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج (۴۰ کیلومتری غرب تهران، ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۱۲ متری از سطح دریا)، انجام گردید. این منطقه از نظر تقسیم بندی آب و هوایی براساس طبقه بندی دوماتن پیشرفته، جزء مناطق نیمه خشک محسوب شده و میانگین بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلیمتر است.

##### آماده سازی زمین

زمین مورد کشت که در سال قبل آیش بود، یا شخم اولیه (گاواهن برگردان دار)، و ثانویه (سیکلوتیلر HK31 شرکت تراشکده پنوماتیک)، آماده شد. کرت های آزمایشی به ابعاد ۲/۵ \* ۳ مترمربع در نظر گرفته شد، فاصله ی بین کرت ها و تکرارها ۱/۵ متر تعیین گردید. فاصله ردیف های کاشت ۱۲-۱۰ سانتی متر. بذرها مورد استفاده مربوط به توده های بومی کرج بود که از پژوهشکده گیاهان دارویی تهیه شدند.

##### مشخصات خاک مزرعه

کلاس بافت خاک مزرعه مورد آزمایش لوم رسی (C.L) می باشد. جهت تعیین میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک، تعداد شش نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی متری به صورت ضربدری از مزرعه (محیط آزمایش) تهیه و پس از مخلوط نمودن آن

کاربرد منابع و نهاده های تجدیدپذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می شود (کیزیلکایا، ۲۰۰۸). گوپتا و همکاران (۲۰۰۲)، گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع (*Mentha piperita* L.) با قارچ میکوریزا به طور قابل ملاحظه ای عملکرد زیستی و درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، افزایش داد. مهرآفرین و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان پاسخ فیتوشیمیایی و زراعی نعناع فلفلی به کاربرد کودهای زیستی و کود اوره انجام شد نتایج حاصل از آن عبارتست از مصرف کودهای زیستی، عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی را افزایش دادند و این کودها می توانند جایگزین و یا باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی در اکوسیستم های زراعی شوند که گامی در راستای به حداقل رسانیدن آلودگی محیط و کشاورزی پایدار است. علی پور و همکاران (۱۳۹۶)، پژوهشی تحت عنوان ارزیابی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاهی و کود نیتروژن بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه نعناع فلفلی، انجام دادند. نتایج نشان داد در تلقیح با باکتری های محرک رشد گیاهی، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، میزان اسانس برگ و عملکرد اسانس به طور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفتند.

اهداف این تحقیق که در راستای هدف نهایی عملکرد کمی و کیفی در گیاهان زراعی بوده به شرح ذیل می باشد:

- تعیین اثر کودهای زیستی بر میزان عملکرد و درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی

ها یک نمونه مرکب حاصل شد که این نمونه خاک به آزمایشگاه تجزیه خاک گروه خاکشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج ارسال گردید. در

آزمایشگاه خصوصیات خاک به شرح جدول زیر تعیین گردید.

جدول ۳-۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

Available K (mg kg <sup>-1</sup> )	Available P (mg kg <sup>-1</sup> )	Total N (%)	Organic carbon (%)	pH	EC (ds m <sup>-1</sup> )	Texture
۲۱۶	۹/۳	۰/۰۹۷	۰/۷۴	۸/۲	۱/۵۴	لوم رسی

### طرح آزمایشی

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید که تیمارهای مورد نظر شامل ۱۳ تیمار کود زیستی و شیمیایی {A1= کود نیتروکسین =B1, (10kg/ha) =A2, (5kg/ha) کود نیتروکسین =B2, (5kg/ha) کود سوپرنیتروپلاس = C1, (10kg/ha) کود بیوسولفور = C2, (5kg/ha) کود بیوسولفور = D1, (10kg/ha) = D2, (5kg/ha) کود سوپرفسفات = E1, (10kg/ha) = E2, (75kg/ha) کود اوره = F1, (100kg/ha) = F2, (1kg/ha) کود آهن = S, (1.5kg/ha) = شاهد (بدون کود)} به عنوان فاکتور اصلی، و برداشت (دو برداشت) به عنوان فاکتور فرعی (B) در نظر گرفته شد. تیمارها به صورت تصادفی در داخل هر بلوک تعیین گردید.

در مرحله رشد رویشی به مدت دو بار در هفته انجام شد.

### اسانس گیری

جهت اسانس‌گیری از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین نحو که ۳۰ گرم از پودر سرشاخه گیاه نعناع فلفلی را به طور دقیق توزین کرده و به داخل بالن یک لیتری منتقل، سپس ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطوع به آن اضافه کرده، برای مدت ۴ ساعت با سرعت ۳ تا ۴ میلی لیتر در دقیقه اسانس گیری نموده، که این عمل در دو مرحله انجام شد. (پورهادی، ۱۳۹۰)

### صفات مورد مطالعه

ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک، شاخص سطح برگ، طول گل آذین، تعداد گل آذین، درصد اسانس و عملکرد اسانس می‌باشد.

### تجزیه‌های آماری

در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 تجزیه شدند. و مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل سطوح فاکتورها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد در برنامه

آبیاری هر کرت به صورت نشتی و کنترل شده، با استفاده از لوله‌های انتقال آب به گونه‌ای انجام شد که آب مورد نیاز هر کرت به طور یکنواخت در هر کرت توزیع شد. تیمارها به صورت محلول‌پاشی

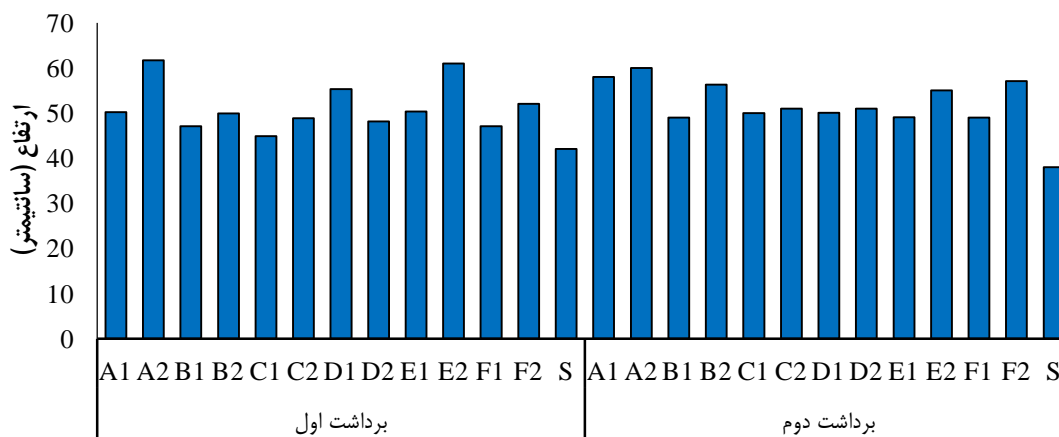
افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. در رابطه با تأثیر مثبت کودزیستی بر روی ارتفاع بوته‌های نعنای فلفلی می‌توان گفت این کود از طریق بهبود جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر روی فتوسنتز و بیوماس گیاه تأثیر مثبتی داشته که در نتیجه این تأثیر، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. چنین نتایج مشابهی در مطالعات کوماوات و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه جو، درزی و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه دارویی رازیانه نشان داده شده است. همچنین در مطالعه دیگر نشان داده شده است که کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته‌های رزماری داشتند (Abdullah *et al*, 2012). سعیدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند کاربرد کود زیستی سبب بهبود معنی‌دار ارتفاع بوته‌های سورگوم علوفه‌ای شد. آن‌ها اعلام داشتند کودهای آلی و زیستی از طریق بهبود فراهمی عناصر غذایی با افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع گیاه و قطر ساقه می‌شوند.

MSTATC انجام گردید. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث:

### ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان از معنی‌دار شدن اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی و زمان برداشت و اثر متقابل تیمار کودی و برداشت در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته نعنای فلفلی داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کودی × برداشت بر ارتفاع بوته نعنای فلفلی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث بهبود ارتفاع بوته در برداشت اول و دوم نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) شد. بیشترین میزان ارتفاع در برداشت اول در تیمارهای کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد به طوریکه بین این دو تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بیشترین ارتفاع بوته در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان ارتفاع بوته نعنای فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد. نتایج نشان داد که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد. در برداشت دوم نیز ارتفاع بوته نسبت به برداشت اول با کاهش نسبی همراه بود. یکی از عوامل اصلی تعیین کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد، به نظر می‌رسد کودهای زیستی و شیمیایی با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث



نمودار ۱-۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر ارتفاع گیاه نعنای فلفلی در دو برداشت

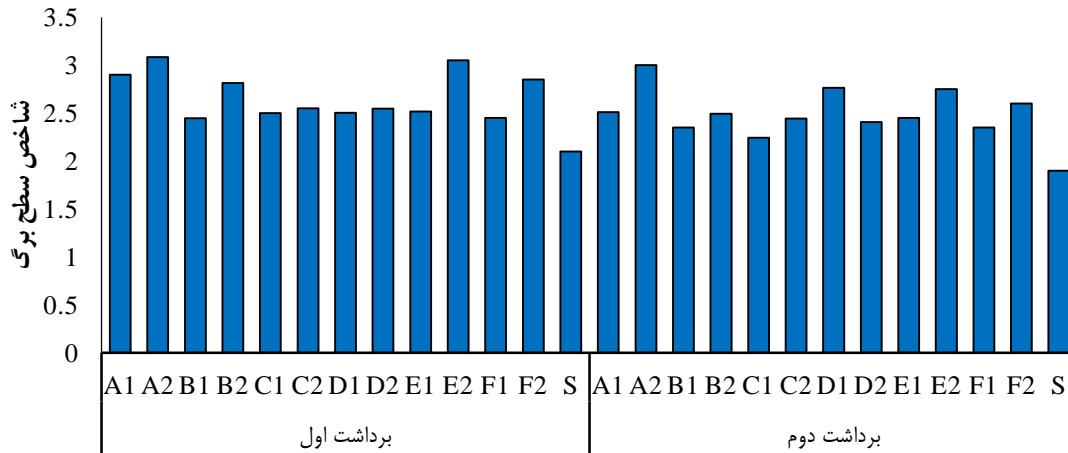
(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)  
 {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)،  
 C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود  
 اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}

جدول ۱-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر برخی صفات گیاه نعنای فلفلی در دو برداشت

سطح برگ

میانگین مربعات (MS)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی	ارتفاع بوته	سطح برگ	عملکرد تر	عملکرد خشک	تعداد گل آذین	طول گل آذین	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۳	۷۲۴۸۷/۱	۰۰۴۳۱/۰	۱۱۱۲۶۸	۳۶/۵۷۲۶	۵۴۸۰۸/۸	۱۴۶۶۷/۰	۰۷۶۴۴/۰	۱۳۱۳۵/۶
تیمار کودی	۱۲	۵۵۳/۲۲۰	۵۵۱۱۹/۰	۲۳۸۰۲۰۷	۱/۶۶۱۲۵	۵۹۵/۱۱۹	۸۷۴۲۶/۴	۲۰۸۶۹/۰	۳۴۳۳۷۵/۵
خطای اصلی	۳۶	۱۳۸۰۷/۱	۰۰۲۸۴/۰	۱/۲۰۵۲۷۶	۶۲/۵۳۰۷	۴۳۰۰۲/۲	۳۲۹۳۱/۰	۰۴۱۸۶/۰	۵۰۴۳۸/۵
برداشت	۱	۸۴۶۵/۳۴	۰۳۷۱۹/۰	۱۲۶۵۹۶۲۷	۳۵۱۶۵۶	۲۴/۳۸۰۴	۷۸۶۲/۲۱	۱۷۵۹۳/۰	۱۴۶۴۰۲۲/۳
تیمار کودی × برداشت	۱۲	۹۱۹/۳۹	۱۰۳۹۲/۰	۸/۳۰۲۲۵۲	۰۸/۸۳۹۴	۲۱۹۶/۲۷	۸۹۱۵۷/۵	۰۷۲۳۶/۰	۷۷۸۲۳/۰۱
برداشت × بلوک	۳	۳۷۰۹/۰	۰۰۱۹۲/۰	۲/۱۷۷۸۷۶	۱۵/۶۲۶۳	۷۷۸۸۵/۳	۰۱۳۳۳/۰	۰۴۱۱۳/۰	۱۱۰۹۰/۴۳
خطای فرعی	۳۶	۷۴۵۳۴/۰	۰۰۱۷۸/۰	۵/۳۷۶۳۷۳	۱/۱۱۸۹۶	۶۱۹۱۲/۴	۴۹۰۹۷/۰	۰۲۹۱۸/۰	۴۲۱۶۲/۲۱
ضریب تغییرات (CV%)		۶۸/۱	۴/۱۶	۶۹/۱۳	۶۱/۱۴	۲۸/۸	۷۱/۱۲	۵۴/۱۱	۸/۵۱



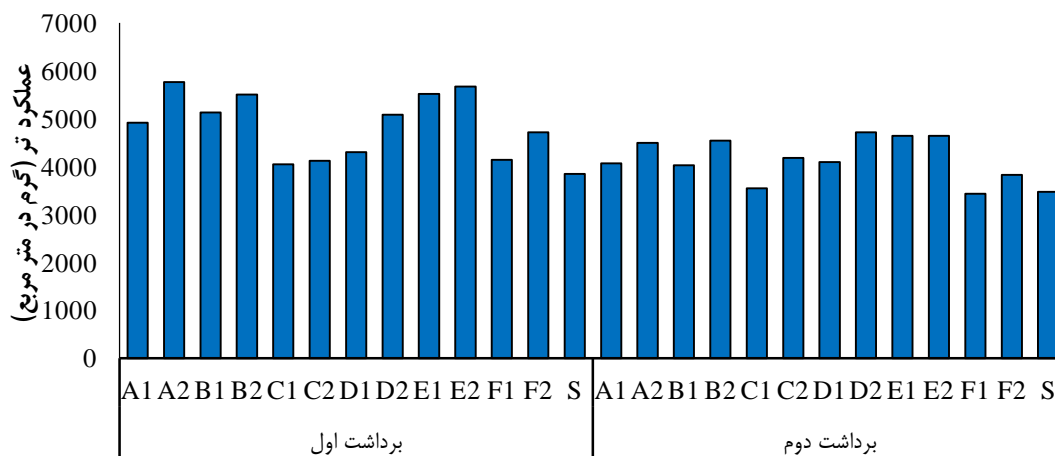
نمودار ۴-۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر شاخص سطح برگ نعنای فلفلی در دو برداشت

(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)  
 {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)،  
 C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود  
 اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}

### عملکرد (وزن تر)

آمد. در برداشت دوم نیز میزان عملکرد (وزن تر) نسبت به برداشت اول با کاهش نسبی همراه بود (شکل ۴-۲). متقابل تیمار کودی × برداشت بر عملکرد (وزن تر) نعنای فلفلی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش میزان عملکرد (وزن تر) گیاه نعنای فلفلی نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین میزان عملکرد (وزن تر) در برداشت اول مربوط به تیمارهای کود زیستی نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی و برداشت در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد (وزن تر) نعنای فلفلی داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر آمد به طوریکه بین این دو تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بیشترین میزان عملکرد (وزن تر) در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد (وزن تر) نعنای فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست



نمودار ۳-۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر عملکرد تر گیاه نعناع فلفلی در دو برداشت

(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)  
 {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)، C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}

کیلوگرم در هکتار به دست آمد به طوریکه بین این دو

تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بیشترین میزان عملکرد (وزن خشک) در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد (وزن خشک) نعناع فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد. در برداشت دوم نیز میزان عملکرد (وزن خشک) نسبت به برداشت اول با کاهش نسبی همراه بود (شکل ۴-۴). در تحقیقی بر روی گیاه نعناع دیده شد که تلقیح گیاه نعناع با گونه‌ای قارچ میکوریزا به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد بیولوژیک و درصد هم‌زیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده افزایش داده است (وانگ و همکاران، ۱۹۸۹). به طوری که در اثر مصرف آهن، مقدار

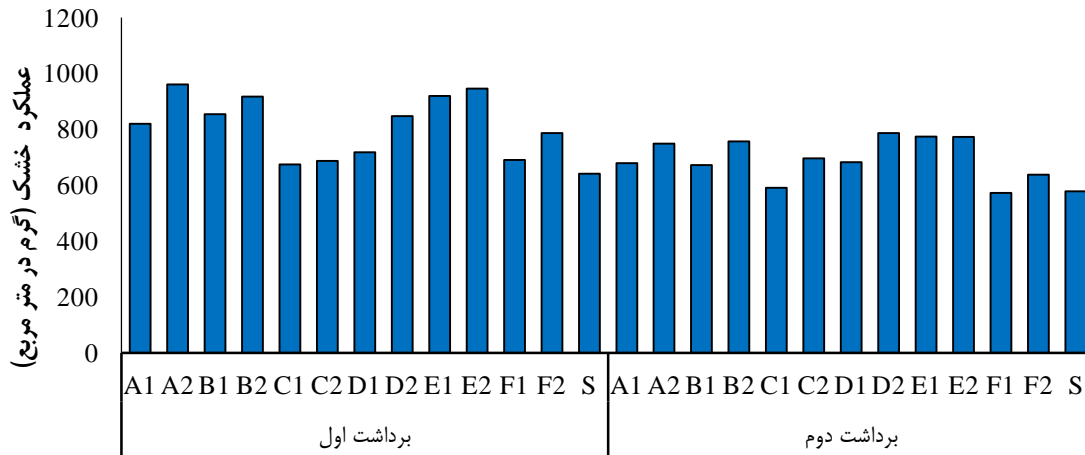
### عملکرد (وزن خشک)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی و برداشت در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد (وزن خشک) نعناع فلفلی داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کودی × برداشت بر عملکرد (وزن خشک) نعناع فلفلی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش میزان عملکرد (وزن خشک) گیاه نعناع فلفلی نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین میزان عملکرد (وزن خشک) در برداشت اول مربوط به تیمارهای کود زیستی نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰



کم مصرف باعث افزایش وزن خشک گیاه ترخون شد  
(گلین، ۲۰۰۲)

کلروفیل، فتوسنتز و رشد رویشی گیاه افزایش یافته و این امر باعث افزایش سطح کربن‌گیری و در نتیجه میزان ماده خشک تولیدی در گیاه می‌شود. نتایج آزمایشی نشان داد که مصرف مقادیر مختلفی از عناصر



نمودار ۴-۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر عملکرد خشک گیاه نعناع فلفلی در دو برداشت

(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)

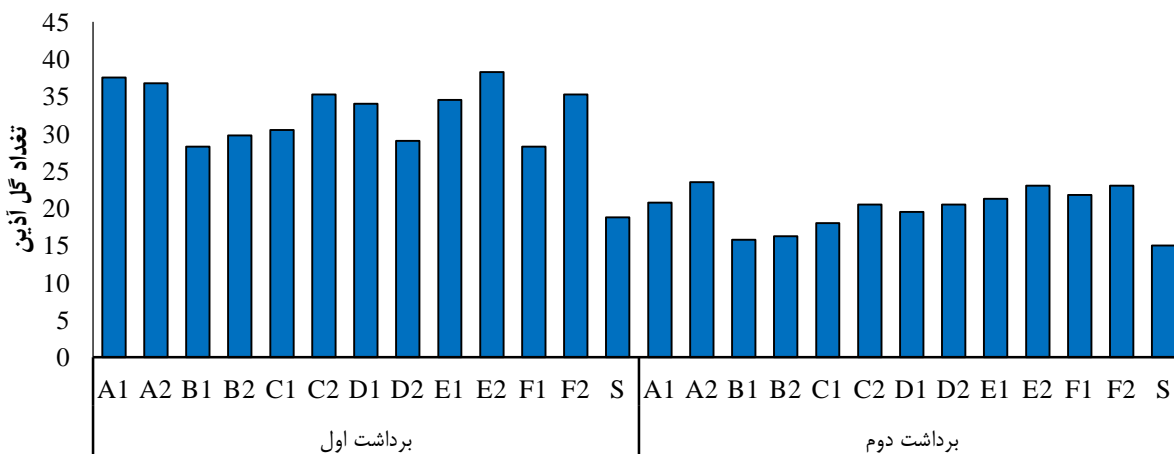
{A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)، C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}

دوم نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) شد. بیشترین تعداد گل آذین در برداشت اول در تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین بیشترین تعداد گل آذین در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی نیتروکسین، آهن و نیتروژن به ترتیب به میزان ۱۰، ۱۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین تعداد گل آذین نعناع فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد. نتایج نشان داد که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی

## تعداد گل آذین

اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی و برداشت و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد گل آذین نعناع فلفلی داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کودی × برداشت بر ارتفاع بوته نعناع فلفلی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث بهبود تعداد گل آذین در برداشت اول و

باعث افزایش تعداد گل آذین بوته نسبت به تیمار شاهد شد. در برداشت دوم نیز تعداد گل آذین نسبت به برداشت اول با کاهش نسبی همراه بود (شکل ۴-۵).



نمودار ۴-۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر تعداد گل آذین گیاه نعنای فلفلی در دو برداشت

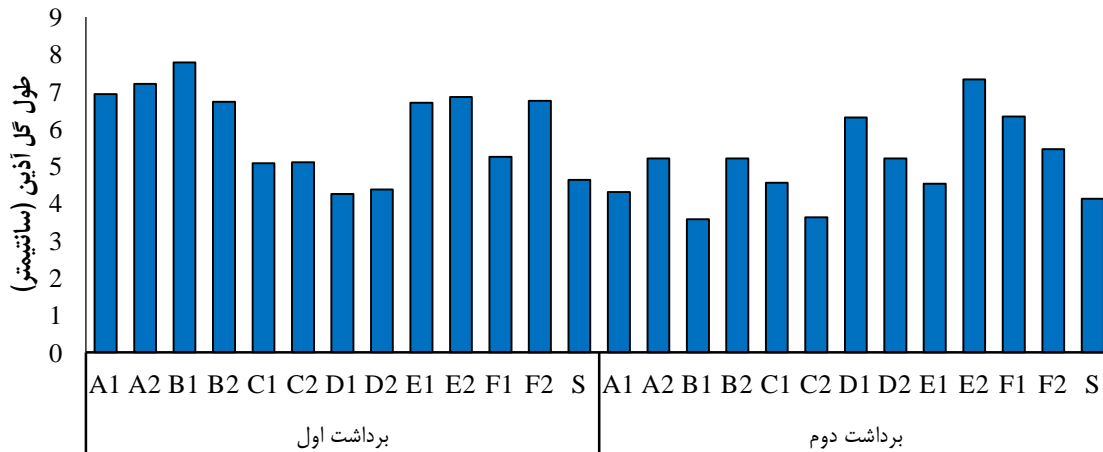
(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)

{A1 = کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2 = کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1 = کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2 = کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)، C1 = کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2 = کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1 = کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2 = کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1 = کود اوره (75kg/ha)، E2 = کود اوره (100kg/ha)، F1 = کود آهن (1kg/ha)، F2 = کود آهن (1.5kg/ha)، S = شاهد (بدون کود)}

سوپر نیتروپلاس به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار و بیشترین میزان طول گل آذین در برداشت دوم مربوط به تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان طول گل آذین نعنای فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد (شکل ۴-۶).

### طول گل آذین

نتایج نشان از معنی‌داری اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی، برداشت و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۱٪ بر طول گل آذین نعنای فلفلی داشت (جدول ۴-۱). بیشترین میزان طول گل آذین در برداشت اول در تیمارهای کود زیستی



نمودار ۴-۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر طول گل آذین گیاه نعناع فلفلی در دو برداشت

(ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند) {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)=A2، کود نیتروکسین (10kg/ha)=B1، کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)=B2، کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)=C1، کود بیوسولفور (5kg/ha)=C2، کود بیوسولفور (10kg/ha)=D1، کود سوپرفسفات (5kg/ha)=D2، کود سوپرفسفات (10kg/ha)=E1، کود اوره (75kg/ha)=E2، کود اوره (100kg/ha)=F1، کود آهن (1kg/ha)=F2، کود آهن (1.5kg/ha)=S، شاهد (بدون کود)}

### عملکرد اسانس

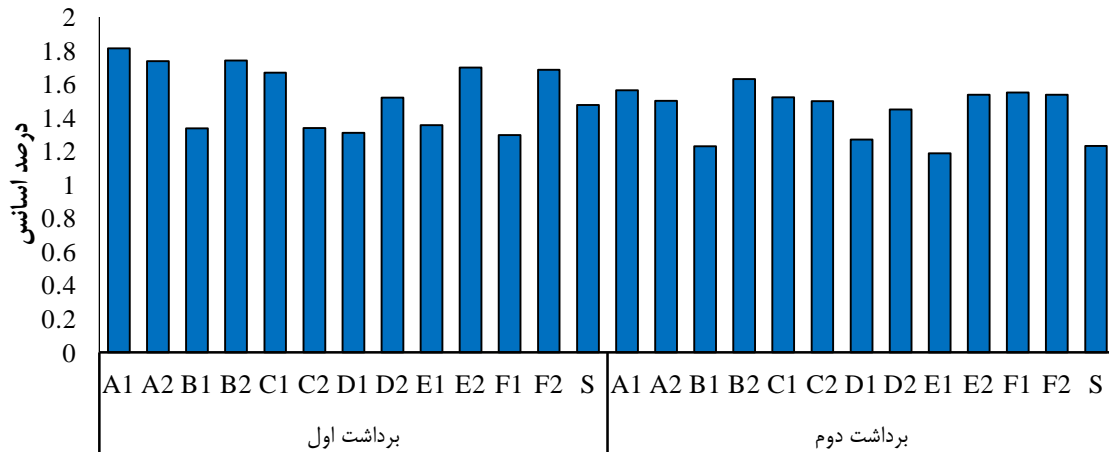
اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی و برداشت در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کودی × برداشت بر عملکرد (وزن تر) نعناع فلفلی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان که تیمار کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش میزان عملکرد اسانس گیاه نعناع فلفلی نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین میزان عملکرد اسانس در برداشت اول مربوط به تیمارهای کود زیستی نیتروکسین و سوپر نیتروپلاس به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد به طوریکه بین این تیمارها از نظر آماری اختلاف

### درصد اسانس

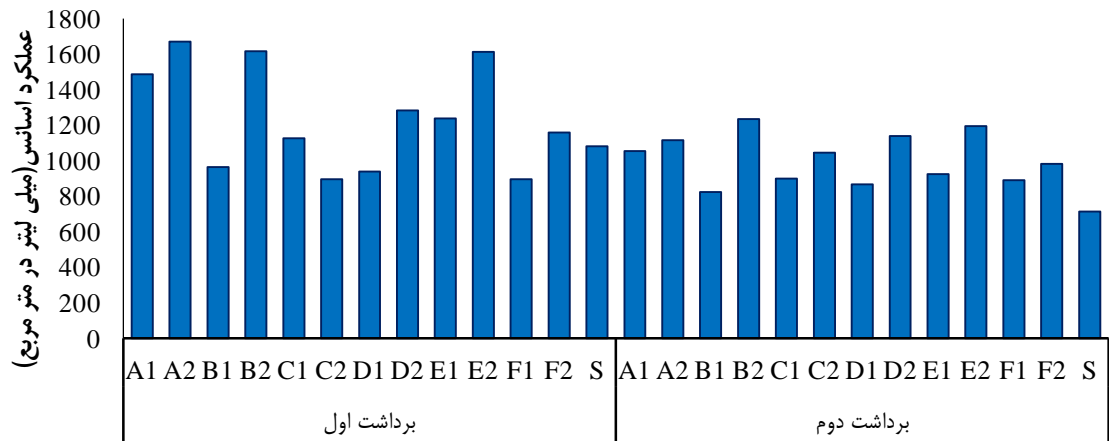
نتایج نشان از معنی‌داری اثر اصلی تیمار کودهای زیستی و شیمیایی، برداشت و اثر متقابل تیمار کودی در برداشت در سطح احتمال ۱٪ بر درصد اسانس نعناع فلفلی داشت (جدول ۴-۱). بیشترین میزان درصد اسانس در برداشت اول در تیمارهای کود زیستی نیتروکسین به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار و بیشترین میزان درصد اسانس در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی سوپر نیتروپلاس به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان درصد اسانس نعناع فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد. در کل تیمار کودهای شیمیایی و زیستی باعث افزایش درصد اسانس نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۴-۷).

باکتریهای حل کننده فسفات و سایر میکروارگانیزمهای خاک سبب بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر توسط گیاهان تحت تیمار شده و بدین طریق سبب بهبود میزان اسانس در این گیاهان شده است. همچنین صالحی در مطالعات خود بر روی گیاه دارویی بابونه نشان داد که کاربرد کودهای زیستی (باکتری‌های افزایشنده رشد) سبب افزایش معنی‌دار درصد اسانس شدند. محققان بیان می‌دارند که اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها نیاز ضروری به عناصری نظیر نیتروژن و فسفر باعث افزایش درصد اسانس می‌گردند (Arancon *et al.*, 2004).

معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بیشترین میزان عملکرد اسانس در برداشت دوم مربوط به تیمار کود زیستی سوپر نیتروپلاس به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار کود شیمیایی اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد اسانس نعناع فلفلی در برداشت اول و دوم در تیمار شاهد (بدون کود) به دست آمد. در برداشت دوم نیز میزان عملکرد اسانس نسبت به برداشت اول با کاهش نسبی همراه بود (شکل ۴-۸). همان‌طور که نتایج این آزمایش نشان داده کود زیستی به کاربرده شده تأثیر مثبتی بر میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی داشته است. به نظر می‌رسد کود سوپرفسفات از طریق افزایش فعالیت



نمودار ۴-۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی در دو برداشت (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)  
 {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)،  
 C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود  
 اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}



نمودار ۴-۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی بر عملکرد اسانس گیاه نعناع فلفلی در دو برداشت (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند)  
 {A1= کود نیتروکسین (5kg/ha)، A2= کود نیتروکسین (10kg/ha)، B1= کود سوپرنیتروپلاس (5kg/ha)، B2= کود سوپرنیتروپلاس (10kg/ha)،  
 C1= کود بیوسولفور (5kg/ha)، C2= کود بیوسولفور (10kg/ha)، D1= کود سوپرفسفات (5kg/ha)، D2= کود سوپرفسفات (10kg/ha)، E1= کود اوره (75kg/ha)، E2= کود اوره (100kg/ha)، F1= کود آهن (1kg/ha)، F2= کود آهن (1.5kg/ha)، S= شاهد (بدون کود)}

## نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش مصرف کودهای زیستی و شیمیایی باعث بهبود صفات کمی و کیفی نعناع فلفلی شد. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح با کود زیستی یا استفاده از کود زیستی و شیمیایی به صورت مکمل می تواند جایگزین خوبی برای کودهای شیمیایی مصرفی شود؛ که هم از نظر اقتصاد کشاورزی نیز مقرون به صرفه بوده و هم از سویی بدون آن که هیچ گونه کاهشی را در عملکرد نهایی محصول بگذارد، از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی از آلودگی خاک و آب نیز جلوگیری نماید. همچنین هرچند استفاده از سطوح بالای نیتروژن باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می شود ولی می توان با حذف بخشی از میزان کود مصرفی و جایگزینی آن با کودهای زیستی در حین عدم کاهش عملکرد در واحد سطح باعث صرفه جویی اقتصادی شد و از آسیب های کودهای شیمیایی که ابعاد وسیعی را شامل می شود جلوگیری کرد. بر اساس نتایج این آزمایش هرچند کود زیستی به تنهایی اثر معنی داری کمی بر عملکرد گیاه زراعی مورد نظر داشت ولی با این وجود باعث شد صفات کیفی افزایش یابد که باز می تواند در کنار کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرد. تولید مقرون به صرفه و سالم محصولات غذایی نیاز به حذف یا کاهش کودهای شیمیایی دارد تا بتوان به الگوی پایدار در کشاورزی جهت کشت سالم محصولات رسید و برای نیل به این هدف استفاده از کودهای زیستی در کنار کودهای شیمیایی بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

## منابع

اسحق، ن. باقری پیروز، ا. ، و نصرالله زاده، ص. ۱۳۹۳. ارزیابی اثرات کودهای زیستی و شیمیایی و برخی صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

پورهادی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر کود های زیستی روی عملکرد و اسانس نعناع فلفلی، داروهای گیاهی، سال دوم ، شماره ۲، صفحه ۱۳۷-۱۴۸.

حکم علی پور، س. ۱۳۹۶. ارزیابی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاهی و کود نیتروژن بر عملکرد برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه دارویی نعناع فلفلی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۸. صفحه ۱۳۳-۱۴۴.

حیدری ف، زهتاب سلماسی و، جوانشیر ع، آلیاری و دادپور م ر . ۱۳۸۷ . تأثیر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperata*). پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸ (۱): ۱۱۹-۱۳۱.

سعید نژاد، ا، ح، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کود های بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). علوم باغبانی. ۲۴ (۱): ۳۸-۴۴.

crop N use efficiency. *Journal of Crop Improvement*, 15(2), 97-125.

Gedif, T., and Hahn, H. J. Herbalists in Addis Ababa and Butajira, Central Ethiopia: Mode of service delivery and traditional pharmaceutical practice. *Ethiopian Journal of Health Development*, 2002. 16(2), 183-189.

Glyn, M. F. 2002. Mineral nutrition, production and artemisin content in *Artemisia annual*. *Acta Horticulture*, 426, 721-728.

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM), fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*), under field conditions. *Bioresource Technology* 81: 77-79.

Hasegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammass, E. A., Reis, T. A., and Correˆa, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*. 19: 36-43.

Kapoor, R., Giri, B., & Mukerji, K. G. (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93(3), 307-311.

Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Eco. Eng.* 33: 150-156.

Moghadam, A., Vattani, H., Baghaei, N., & Keshavarz, N. 2012. Effect of Different

مجنون حسینی، ناصر و دوازده امامی، سعید. ۱۳۸۸. زراعت و تولید برخی از گیاهان دارویی و ادویه ای، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

مقصودی، ع. قلاوند، ا. ، و آقاعلیخانی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر راهبردهای مدیریتی نیتروژن و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. مجله دانش کشاورزی ایران. جلد ۱۲. شماره ۲ صفحه ۲۰-۲۵.

مهرآفرین، ع ح، نقدی. م، پورهادی. ا، هادوی. ن، قوامی. و ز، کدخدا. ۱۳۹۰. پاسخ فیتوشیمیایی و زراعی نعنای فلفل به کاربرد کودهای زیستی و کود اوره، فصل نامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی، ۱۰ (۴): ۱۰۷-۱۱۸.

Abdullah, C. K., Jawaid, M., Khalil, H. A., Zaidon, A., & Hadiyane, A. 2012. Oil palm trunk polymer composite: morphology, water absorption, and thickness swelling behaviours. *BioResources*, 7(3), 2948-2959.

Aharoni A, Giri AP, Verstappen FW, Berteau CM, Sevenier R, Sun Z, Jongsma MA, Schwab W, Bouwmeester HJ. 2004. Gain and loss of fruit flavor compounds produced by wild and cultivated strawberry species. *Plant Cell*. 16: 3110-3131.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Bierman, P. 2006. Influence of vermicompost on field strawberries. *Bioresource Technology*, 97:831-840.

Dreccer, M. F. 2006. Nitrogen use at the leaf and canopy level: A framework to improve

Rita, P., and Animesh, D. K. 2011. An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Research Journal of Pharmacy*, 8(2), 1-10.

Wang, R. L., Peng, S. L., Zeng, R. S., Ding, L. W., and Xu, Z. F. 1989. Cloning, expression and wounding induction of  $\beta$ -caryophyllene synthase gene from *Mikania micrantha* HBK and allelopathic potential of  $\beta$ -caryophyllene. *Allelopathy J*, 24, 35-44.

Levels of Fertilizer Nano\_Iron Chelates on Growth and Yield Characteristics of Two Varieties of Spinach (" *Spinacia oleracea*" L.): Varamin 88 and Viroflay. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(22), 4813-4818.

Paradiso VM., Summo C., Trani A. and Caponio F. An effort to improve the shelf life of breakfast cereals using natural mixed tocopherols. *Journal of Cereal Science*. 2008. 47: 322-330.



## Investigating the effect of chemical and biological fertilizers on yield of essential oil of peppermint (*Mentha piperita*)

### Abstract

In order to investigate the application of chemical and biological fertilizers on quantitative and qualitative traits of peppermint plant a split plots in time with two factors in experiment randomized complete blocks design with four replications conducted in research farm of the University Campus and Natural Resources Tehran (Karaj), was implemented in 2019. The first factor of chemical and biological fertilizer treatment at 13 levels (A1= nitroxin fertilizer (5kg/ha), A2= nitroxin fertilizer (10kg/ha), B1=supernitroplus fertilizer (5kg/ha), B2= supernitroplus fertilizer (10kg/ha) ), C1=biosulfur fertilizer (5kg/ha), C2=biosulfur fertilizer (10kg/ha), D1=superphosphate fertilizer (5kg/ha), D2= superphosphate fertilizer (10kg / ha), E1= urea fertilizer (75kg/ha) ), E2= urea fertilizer (100kg /ha), F1= iron fertilizer (1kg/ ha), F2 = iron fertilizer (1.5 kg/ha), S=control (without fertilizer), and the second factor was harvest time in two cutting times. The experimental results showed that application of biochemical fertilizers significantly increased all quantitative and qualitative traits (height, length and number of inflorescences, wet and dry yield, leaf area, percentage and yield) of essence plant significantly 1% probability level. Treatment of biochemical fertilizers improved the quantitative and qualitative traits of peppermint compared to the control treatment (without fertilizer). The tallest height, length and number of inflorescences, wet and dry yield, leaf area, percentage of essential oil in the first harvest obtained in nitroxin biofertilizer treatments at 10 kg/ha and urea chemical fertilizer at 100 kg / ha. Also, the highest amount of the above traits in the second harvest was related to nitroxin biofertilizer at the rate of 10 kg/ha. The lowest amount of all quantitative and qualitative traits of peppermint obtained in the first and second harvests in the control treatment (without fertilizer).

**Keywords:** Iron, Essential oils, Biofertilizers, Peppermint, Nitrogen.