

خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد اسانس گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با کاربرد نیتروژن و آهن

محسن پناهی نیا^۱، محسن ثانی خانی^{۲*}، عزیزاله خیری^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۶

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبه: Email: sani@znu.ac.ir

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که اسانس آن در صنایع مختلف داروسازی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. به منظور بررسی اثر تیمارهای کود نیتروژن و آهن بر خصوصیات مورفولوژیک و اسانس گیاه ریحان، پژوهشی در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژن در چهار سطح صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و کود آهن در سه سطح صفر، دو و چهار گرم در لیتر از منبع نانوکلات آهن (۹ درصد آهن) بودند. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای نیتروژن و آهن بر روی تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره، ارتفاع گیاه، عملکرد تر و خشک، درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. بالاترین مقدار اسانس (۰/۸۴ درصد) در تیمار دو گرم در لیتر آهن و به دنبال آن در تیمار دو گرم در لیتر آهن به همراه ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۰/۷۹ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۵۱ درصد) حاصل شد. همچنین بیشترین میزان عملکرد تر و خشک و عملکرد اسانس در تیمار دو گرم در لیتر آهن به همراه ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد. به طوری که عملکرد اسانس در این تیمار (۱۳/۶ کیلوگرم در هکتار) به نزدیک دو برابر تیمار شاهد (۷/۱ کیلوگرم در هکتار) رسید. نتایج آزمایش نشان داد که بهترین تیمار دو گرم در لیتر آهن به همراه ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای دستیابی به بیشترین میزان عملکرد تر و خشک و مقدار اسانس قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آهن، اسانس، ریحان، مورفولوژی، نیتروژن

Morphological Characteristics and Essential Oil Production of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) under Application of Nitrogen and Iron

Mohsen Panahinia¹, Mohsen Sanikhani^{2*}, Azizollah Kheiri²

Received: May 5, 2016 Accepted: July 27, 2016

1-MSc Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran.

2-Assist. Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran.

*Corresponding Author: Email: sani@znu.ac.ir

Abstract

Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the most important medicinal plants that its essential oil utilized in different medicinal industries. In order to investigate the effect of nitrogen and iron nutrients on morphological characteristics and essential oil content and yield of Sweet Basil, this research was performed in agricultural research farm of the University of Zanjan. The experiment conducted based on randomized complete block design in factorial arrangements with three replications. Factors include four levels of nitrogen (0, 60, 120 and 180 kg.ha⁻¹) as urea and iron in three levels (0, 2 and 4 g.L⁻¹) as nano iron chelate. Results showed that nitrogen and iron applications significantly influenced on number of lateral branches, number of nodes, plant height, fresh and dry weight, essential oil content and total essential oil production. The highest content of essential oil (i.e. 0.84%) was recorded in 2 g.L⁻¹ iron followed by the combination of 2 g.L⁻¹ iron plus 180 kg.ha⁻¹ nitrogen (i.e. 0.79%) compared to 0.51% essential oil in control treatment. The highest fresh and dry weight, and total essential oil production was recorded in 2 g.L⁻¹ iron in combination with 180 kg.ha⁻¹ nitrogen. In this treatment the total essential oil production (13.6 kg.ha⁻¹) was reached to almost twice of the control (7.1 kg.ha⁻¹). Collectively the results showed that the best treatment for highest vegetative growth leading to high fresh and dry weight and essential oil production achieved in 2 g.L⁻¹ iron in combination with 180 kg.ha⁻¹ nitrogen.

Keywords: Essential Oil, Iron, Morphology, Nutrition, Sweet Basil

مقدمه

علفی است که از این گیاه برای معالجه نفخ شکم، برخی بیماری‌های قلبی، بزرگ شدن طحال و همچنین کمک به هضم غذا استفاده می‌شود. اسانس ریحان خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی داشته و در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می‌شود (امید بیگی ۲۰۰۸). مقدار اسانس گیاه ریحان با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد متغیر است. ترکیبات

عوارض جانبی داروهای شیمیایی و روند رو به رشد استفاده از داروهای گیاهی سبب شده است که در دهه‌های اخیر سطوح وسیعی از زمین‌های زراعی در کشورهای توسعه‌یافته به کشت گیاهان دارویی اختصاص یابد. گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) از خانواده نعنائیان، گیاهی یک‌ساله و

عناصر غذایی عمل کنند و همین امر، لزوم توجه بیشتر به کاربرد آن‌ها را مشخص می‌سازد (ملکوتی ۱۹۹۹). آهن از تحرک کمی در خاک‌های آهکی برخوردار بوده و به همین دلیل، جذب آهن کافی توسط گیاه در این خاک‌ها میسر نمی‌باشد. مصرف کودهای معدنی آهن‌دار برای رفع کمبود مؤثر واقع نشده و به سرعت به ترکیبات نامحلول و غیرقابل جذب در خاک تبدیل می‌شوند و محلول‌پاشی با کلات‌های آهن باعث جذب بهتر آهن و توزیع سریع‌تر آن در اندام‌های گیاهی و نقاط مصرف می‌شود (داتریل و همکاران ۲۰۱۲).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در کشاورزی استفاده از نانو کودها در تغذیه گیاه است (رضایی و همکاران ۲۰۰۹). از ویژگی‌های مواد نانو، سبک و کوچک بودن آن‌ها، استفاده در مقادیر کم و چند کاربردی بودن است (علی نژاد و گلی ۲۰۰۵). استفاده از نانو کودها که همه خصوصیات لازم مانند غلظت مؤثر، قابلیت حل‌پذیری مناسب، ثبات و تأثیرگذاری بالا و رهایش کنترل‌شده را دارند سبب افزایش کارایی عناصر غذایی و تغذیه گیاه می‌شوند (نادری و همکاران ۲۰۱۲). رهاسازی مداوم عناصر غذایی، جذب و انتقال آسان از طریق برگ از خصوصیات نانو کودهاست (لیو و همکاران ۲۰۰۶).

کاربرد صحیح عناصر و مواد غذایی در طول مراحل کاشت و داشت گیاهان دارویی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد آن‌ها دارد، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره محصول تولید شده نیز مؤثر است. آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء بوده و برای ساخت کلروفیل مورد نیاز می‌باشد (کافی و همکاران ۱۹۹۹). نیتروژن نیز در تشکیل بسیاری از ترکیبات آلی گیاهی نقش داشته و تأثیر نیتروژن بر رشد گیاه به دلیل اثرات مثبت نیتروژن بر فعالیت فتوسنتزی و فرآیندهای متابولیکی ترکیبات آلی در گیاه و تقویت رشد رویشی گیاه می‌باشد (ال گندی

تشکیل‌دهنده اسانس متفاوت بوده و لینالول، متیل کایکول، سیترال، اوژنول، سینئول، ژرانیول، کامفور و متیل سینامات از اجزاء مهم اسانس ریحان می‌باشند (سیمون و همکاران ۱۹۹۰، اوزک و همکاران ۱۹۹۵). به منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب گیاهان تولید شده، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای گیاه دارای اهمیت می‌باشد. با روش صحیح حاصل-خیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط‌زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. همچنین می‌توان با اجتناب از کاربرد غیرضروری و بی‌رویه عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل کاهش داد، که این امر می‌تواند گامی به سوی کشاورزی پایدار باشد (حسن‌زاده و همکاران ۲۰۰۱، رضایی‌نژاد و افیونی ۲۰۰۱).

قسمت اعظم خاک‌های ایران آهکی بوده و تولید محصول زیاد در این خاک‌ها به دلیل pH زیاد، کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف و فقدان مواد آلی کافی همواره با مشکلاتی مواجه بوده است. pH قلیایی و غلظت بالای یون کلسیم باعث شده که بعضی از عناصر غذایی که قابلیت جذب آن‌ها توسط pH کنترل می‌شود، به صورت ترکیبات نامحلول و غیرقابل استفاده برای گیاه درآیند (جعفری و همکاران ۲۰۱۲). مقدار زیاد یون بیکربنات تولید شده در خاک‌های آهکی، ضمن افزایش pH خاک، باعث کاهش قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف، به خصوص آهن، توسط گیاه می‌شود (حجازی و کفاشی صدقی ۲۰۰۰). هنگامی که جذب مواد غذایی از طریق ریشه محدود می‌گردد، محلول‌پاشی برگ در رفع کمبود عناصر غذایی می‌تواند مؤثر باشد (کاکماک و همکاران ۱۹۹۹). عناصر کم‌مصرف در گیاهان به مقدار کم مورد نیاز بوده، اما تأثیر مهمی بر رشد گیاه بجا می‌گذارند. عناصر کم مصرف در صورت کمبود می‌توانند گاهی به عنوان محدودکننده رشد و جذب سایر

سطوح نیتروژن و محلول‌پاشی نانوکلات آهن بر رشد و نمو گیاه دارویی ریحان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان با طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۹۶ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی در جدول یک آمده است.

و همکاران، ۲۰۱۵). امیدبگی و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد و نمو گیاه آویشن مشاهده کردند که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بهترین تیمار جهت حصول حداکثر عملکرد پیکر رویشی، اسانس و تیمول در هکتار بود. همچنین آراباسی و بایرام (۲۰۰۴) گزارش کردند که کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد شاخ و برگ در گیاه ریحان می‌شود. با توجه به نقش زیاد نیتروژن در رشد و نمو سبزی‌ها و گیاهان دارویی و کمبود آهن در خاک‌های آهنی، این تحقیق با هدف بررسی اثر متقابل

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

K	P	Fe	N (%)	ماده آلی (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	هدایت الکتریکی	pH
Mg.kg ⁻¹								dS/m	
۱۵۴	۱۹/۶۶	۱/۸	۰/۰۸	۱/۲۸	۴۰	۲۷	۳۳	۱/۱۲	۷/۲۷

یک لیتر بر متر مربع مصرف گردید. طی فصل رشد به دفعات لازم وجین دستی انجام شد. آبیاری‌های اولیه تا سبز شدن و استقرار بوته‌ها هر سه روز یکبار و پس از آن هر چهار روز یکبار انجام گرفت. گیاهان سبز شده در مرحله سه تا چهار برگی تنک و فاصله نهایی بوته‌ها حدوداً ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ده بوته ریحان در مرحله گل‌دهی کامل برداشت و در سایه خشک گردید، سپس اسانس آن‌ها به روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر استخراج گردید. عملکرد اسانس از طریق محاسبه میزان اسانس حاصل از یک متر مربع و ارائه نتایج برحسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد. صفات اندازه‌گیری شده در سه چین (میانگین صفات مورد بررسی) شامل ارتفاع بوته، تعداد گره، سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی، درصد و عملکرد اسانس بودند.

در این آزمایش اثر چهار سطح نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) با استفاده از کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و سه سطح آهن (صفر، دو و چهار گرم در لیتر) با استفاده از نانوکلات آهن (۹ درصد آهن) مورد بررسی قرار گرفت. در هر واحد آزمایشی پنج ردیف کاشت به طول یک متر و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. بذور ریحان تهیه شده از شرکت پاکان بذر در عمق ۱/۵ الی دو سانتیمتری به شکل خطی کشت شدند. فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. یک ماه پس از کاشت بذر، کود اوره به صورت محلول در مقدار یکسان آب و به طور یکنواخت در سطح کرت‌ها طی سه مرحله به فواصل چهار هفته و نانوکلات آهن به صورت محلول‌پاشی بر برگ‌ها طی سه مرحله به فواصل چهار هفته به میزان

معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف نیتروژن و محلول‌پاشی نانوکلات آهن بر عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه ریحان در جدول سه نشان داده شده است. بر این اساس، بیشترین عملکرد تر (۱۰/۰ تن در هکتار) و عملکرد خشک (۱/۶۳ تن در هکتار) اندام‌های هوایی در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۸/۹۶ و ۱/۴۵ تن در هکتار مشاهده شد.

برای تجزیه واریانس نتایج حاصله، از نرم‌افزار SPSS و SAS و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین، آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورداستفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن بر عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن و آهن

		میانگین		درجه		منابع تغییر		آزادی	
		مربعات		مربعات		مربعات		مربعات	
عملکرد	درصد	تعداد گره	سطح	تعداد	ارتفاع	عملکرد خشک	عملکرد تر	درجه	منابع تغییر
اسانس	اسانس		برگ	شاخه‌های	گیاه	اندام‌های	اندام‌های هوایی	آزادی	منابع تغییر
			جانبی	جانبی		هوائی			
۷/۱۴۷ ^{ns}	۰/۰۴۰*	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۴۱ ^{ns}	۲/۸۹ ^{ns}	۰/۳۹۵ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۱۳۹ ^{ns}	۲	بلوک
۳۲/۵۸۱*	۰/۰۸۳**	۰/۲۴ ^{ns}	۳/۷۹۲*	۲۴**	۱۱/۰۵*	۰/۰۳۳ ^{ns}	۱/۰۴۹ ^{ns}	۲	آهن
۸/۲۱۱ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۱/۰۷*	۳/۰۹۳*	۲۱/۱۳**	۸/۶۴*	۰/۱۸*	۶/۶۶۴*	۳	نیتروژن
۳/۳۱۳ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۲/۶۴۷*	۲/۷۸ ^{ns}	۱۳/۷۴ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۷۸۱ ^{ns}	۶	نیتروژن×آهن
۶/۱۳۵	۰/۰۰۹	۰/۲۳	۰/۵۵۹	۲/۲	۳/۹۹	۰/۰۵۹	۲/۱۹۴	۲۲	خطا
								ضریب تغییرات	
								(%)	
								۲۷	
								۱۸/۸	
								۶/۵	
								۱۷/۹۹	
								۱۶/۴	
								۵/۳۷	
								۱۶/۰۶	
								۱۵/۸۲	

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

بیشترین عملکرد اندام هوایی در گیاه ریحان مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. به‌طور کلی مصرف کودهای نیتروژن دار با توسعه اندام‌های هوایی و افزایش سطح کربن‌گیری موجب تولید کربوهیدرات‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (سالاردینی ۲۰۰۳).

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده نیتروژن و آهن بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال

نیتروژن در مهم‌ترین ترکیبات حیاتی نظیر اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک مشارکت داشته و جزء مهمی از مولکول‌های کلروفیل و روبیسکو بوده و رشد سبزینه‌ای گیاه را افزایش می‌دهد و در نتیجه اثرات مستقیمی بر میزان عملکرد محصول دارد (تسو ۲۰۰۵). نتایج مطالعات کاک‌ماک و همکاران (۱۹۹۹) روی گیاه آویشن نشان داد که عملکرد پیکر رویشی با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. بیسیادا و کیوس (۲۰۱۰) و یاسن و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که

در این ارتباط، صفی‌خانی (۲۰۰۷) گزارش نمود که مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه بادرشبو باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه شد. آهن نیز به‌عنوان کوفاکتوری منحصر به‌فرد در ساخت ۱۴۰ آنزیم فعالیت داشته و نقش اساسی در رشد و توسعه گیاهان ایفا می‌کند (بریتنهام ۱۹۹۴). در این بررسی مشخص شد هر دو عنصر آهن و نیتروژن نقش بارز در تسریع رشد رویشی گیاه ریحان دارند (جدول ۳ و ۴).

پنج درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، بیشترین ارتفاع گیاه با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۴۸/۸۸ سانتی‌متر) و دو گرم در لیتر آهن (۴۷/۱۳ سانتی‌متر) به دست آمد (جدول ۳ و ۴). تأثیر نیتروژن در افزایش رشد رویشی شاخه‌ها در اثر تغییر تعادل هورمون‌های گیاهی در بخش‌های رویشی ایجاد می‌شود. مصرف نیتروژن با کاهش نسبت اسید آبسزیک بر جیبرلین باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌گردد (مارشنر ۲۰۱۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر نیتروژن

عوامل آزمایش	عملکرد تر	عملکرد خشک	تعداد گره	تعداد شاخه‌های جانبی	سطح برگ	ارتفاع گیاه
(تن در هکتار)	اندام‌های هوایی	اندام‌های هوایی	(تن در هکتار)	(تن در هکتار)	(سانتی‌متر مربع)	(سانتی‌متر)
نیتروژن						
۰	۸/۹۶۳ ^{ab}	۱/۴۵۵ ^{ab}	۸/۳۷ ^b	۱۲/۵۷ ^b	۹/۰۸۲ ^b	۴۵/۶۹ ^b
۶۰	۸/۱۴۷ ^b	۱/۳۱۲ ^b	۹/۱۲ ^a	۱۳/۳۷ ^b	۹/۰۲۹ ^b	۴۵/۶۶ ^b
۱۲۰	۹/۷۷۳ ^a	۱/۵۷۷ ^a	۸/۹۷ ^a	۱۳/۵۳ ^b	۱۰/۷۷۸ ^a	۴۶/۸۹ ^b
۱۸۰	۱۰ ^a	۱/۶۳ ^a	۹/۰۷ ^a	۱۶/۱۱ ^a	۹/۷۳۱ ^{ab}	۴۸/۸۸ ^a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر آهن

عوامل آزمایش	تعداد شاخه‌های جانبی	درصد	عملکرد اسانس	سطح برگ	ارتفاع گیاه
(تن در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)	اسانس	(کیلوگرم در هکتار)	(سانتی‌متر مربع)	(سانتی‌متر)
آهن					
۰	۱۲/۳ ^b	۰/۵۹ ^b	۸/۵۳ ^b	۸/۷۵۶ ^b	۴۵/۳۸ ^b
۲	۱۴/۹۸ ^a	۰/۷۶ ^a	۱۱/۸۰۳ ^a	۱۰/۰۴۷ ^a	۴۵/۸۶ ^b
۴	۱۴/۴۱ ^a	۰/۶۵ ^b	۹/۸۰۸ ^{ab}	۱۰/۱۶۳ ^a	۴۷/۱۳ ^a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

سطح برگ

سوم مصادف با انتهای دوره رشد و جذب عمده ازت موجود در خاک بوده است بیشترین اثر بر شاخص سطح برگ در این زمان برداشت مشاهده شده است. نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان داده است کاربرد کود

نتایج نشان داد که در برداشت سوم کاربرد کود آهن و نیتروژن بر سطح برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۴). از آنجا که چین

آهن بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت اسید ایندول استیک گزارش شده است.

تعداد گره

طبق جدول‌های دو و سه، کود نیتروژن بر روی صفت تعداد گره که به‌عنوان یکی از مولفه‌های رشد و نمو در نظر گرفته می‌شود اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشته است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد سطوح مختلف ازت باعث افزایش تعداد گره در مقایسه با تیمار شاهد گردید. طی پژوهش‌های دیگر بیشترین تعداد گره در گیاه نعنای فلفلی، ریحان و بادرنجبویه در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گزارش شده است (ایزدی و همکاران ۲۰۱۰، وهاب و لارسون ۲۰۰۲).

درصد و عملکرد اسانس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد آهن بر روی صفات درصد و عملکرد اسانس به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین مقدار اسانس (۰/۸۴ درصد) در تیمار دو گرم در لیتر آهن و به دنبال آن در تیمار دو گرم در لیتر آهن همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۰/۷۹ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۵۱ درصد) حاصل شد. همچنین بیشترین میزان عملکرد اسانس در تیمار دو گرم در لیتر آهن همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۳/۶۱۱ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن در تیمار دو گرم در لیتر آهن (۱۲/۷۵۲ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (۷/۰۹۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. بهترین تیمار (تیمار دو گرم در لیتر آهن همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) افزایشی نزدیک به دو برابر در عملکرد اسانس را نسبت به شاهد نشان می‌دهد. نتایج نشان داد کاربرد دو گرم در لیتر آهن به ترتیب باعث افزایش ۴۴ و ۳۸/۸ درصدی در میزان درصد و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد.

نیتروژن بر سطح برگ در گیاه ریحان معنی‌دار می‌باشد (سیفلا و باربیری ۲۰۰۶ و بخشنده و همکاران ۲۰۱۴). اثر افزایش کود نیتروژن در تعداد برگ به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه مربوط می‌شود، زیرا نیاز گیاه به منبع نیتروژن را تامین می‌کند و موجب افزایش فرآورده‌های فتوسنتزی و در نتیجه افزایش رشد رویشی از قبیل تعداد و سطح برگ می‌شود (امید بیگی ۲۰۰۸). مقدم و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد نانوکلات آهن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ گیاه ریحان مقدس داشت.

تعداد شاخه‌های جانبی

اثرات مستقل نیتروژن و آهن بر تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۶/۱۱) و به دنبال آن در تیمار دو گرم در لیتر آهن (۱۴/۹۸) مشاهده شد (جدول ۳ و ۴). با توجه به اینکه نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها گیاه به توسعه سطح برگ، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه می‌پردازد که در نتیجه آن افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (رحمانی و همکاران ۲۰۰۸). مقدم و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد نانوکلات آهن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه ریحان مقدس داشت. در تحقیقات قبلی اثر مثبت محلول پاشی کودهای آهن در افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گیاهان آنیسون (پیرزاد و همکاران ۲۰۱۳) و ریحان (نظری و همکاران ۲۰۱۲، سعید الاهل و ابیر ۲۰۱۰) گزارش شده است که دلیل آن تأثیر عنصر

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف آهن و نیتروژن موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره، ارتفاع گیاه، عملکرد تر و خشک، درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان شد. به طوری که بیشترین میزان عملکرد تر و خشک و عملکرد اسانس در تیمار محلول پاشی برگ آهن به غلظت دو گرم در لیتر همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد. عملکرد اسانس در این تیمار، افزایشی نزدیک به دو برابر را نسبت به شاهد نشان داد. بنابراین بهترین تیمار برای دستیابی به بیشترین میزان عملکرد تر و خشک و مقدار اسانس در شرایط زنجان، ترکیب دو گرم در لیتر آهن همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار ازت می‌باشد.

سالار پور و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که تأثیر محلول‌پاشی نانوکلات آهن بر روی میزان اسانس در سطح یک درصد در گیاه شاهی معنی‌دار بود. همچنین طبق گزارشاتی دیگر میزان عملکرد اسانس در نعنای فلفلی و بابونه تحت تأثیر تیمار آهن افزایش یافت (زهتاب و همکاران ۲۰۰۸، نصیری و همکاران ۲۰۱۰). با توجه به تأثیر عنصر آهن در رشد و نمو گیاه، می‌توان یکی از دلایل افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه را نقش این عنصر در فعالیت ساختمان کلروپلاست دانست که این افزایش منجر به تولید بیشتر غده‌های ترشح‌کننده اسانس در برگ می‌گردد (ایوانز ۱۹۹۶). به نظر می‌رسد ریزمغذی‌ها از طریق تأثیر بر روی مواد خشک گیاهی و نه میزان تورژسانس سلولی منجر به افزایش عملکرد و اسانس گیاهی می‌شوند (ضیاییان و ملکوتی ۱۹۹۸).

منابع مورد استفاده

- Alinezhad D and Goli H, 2005. Nano-composites and their applications. Publication of Zaban Mosavar. (In Persian).
- Arabaci O and Bayram E, 2004. The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). Journal of Agronomy, 3: 255-262.
- Bakhshande Larimi S, Shakiba M, Dabbagh Mohammadinasab A and Moghaddam Vahed M, 2014. Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by biofertilizer and nitrogen application. International Journal of Bioscience, 5(9): 256-265.
- Biesiada A and Kuś A, 2010. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yielding and nutritional status of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 9(2): 3-12.
- Brittenham GM, 1994. New advances in iron metabolism, iron deficiency and iron overload. Current Opinion in Hematology, 1: 549-556.
- Cakmak I, Kalayci M, Ekiz H, Braun J, Kilinc Y and Yilmaz A, 1999. Zn deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability project. Field Crops Research, 60: 175-188.
- Datir RB, Apparao BJ and Laware SL, 2012. Application of amino acid chelated micro nutrient for enhancing growth and productivity in chili (*Capsicum annum* L.). Plant Science Feed, 2(6): 100-106.
- El Gendy AG, El Gohary AE, Omer EA, Hendawy SF, and Hussein MS, 2015. Effect of nitrogen and potassium fertilizer on herbage and oil yield of chervil plant (*Anthriscus cerefolium* L.). Industrial Crops and Products, 69: 167-174.
- Evans WC, 1996. Pharmacognosy. John Wiley, New York.

- Hasanzadeh Ghourt-tapeh A, Ghalavand M, Ahmadi R and Mirnia KH, 2001. The effect of chemical, organic and integrated fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sunflower varieties in West Azerbaijan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2(122): 85-104. (In Persian).
- Hejazi A and Kafashi-Sedghi M, 2000. *Physiological bases of plant growth substances*. University of Tehran Press. (In Persian).
- Izadi Z, Ahmadvand G, Asna-Ashari M and Piri K, 2010. The effect of nitrogen and plant density on some growth characteristics, yield and essential oil in peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(5): 824-836. (In Persian).
- Jafari F, Golchin A and Shafiei S, 2012. The effects of nitrogen and foliar application of iron amino chelate on yield and growth indices of dill (*Anethum graveolans* L.) medical plant. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 5(17): 1-12. (In Persian).
- Kafi M, Lahouti M, Zand A, Sharifi HR and Goldani M, 1999. *Plant Physiology*. Publication of Jihad Daneshgahi of Mashhad. (In Persian).
- Leilah AA, Badawi MA, EL-Moursy SA, Attia AN, 1988. Response of soybean plants to foliar application of zinc and different levels of nitrogen. *Journal of Agricultural Science*, 13: 556-563.
- Liu X, Feng Z, Zhang S, Zhang J, Xiao Q and Wang Y, 2006. Preparation and testing of cementing nano-sub nano-composites of slow or controlled release of fertilizers. *Science Agriculture Sinica*, 39: 1598-1604.
- Malakouti MJ, 1999. *Diagnosis and recommendation Integrated for optimal use of chemical fertilizers*. Publication of Tarbiat Modares University. (In Persian).
- Marschner H, 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Third Edition, Academic Press, London.
- Moghadam O, Mahmoodi M, Farokhian A, Ramezani Z and Eskandari F, 2015. The effect of foliar application of iron chelate type on morphological traits and essential oil content of holy basil. *Journal of Agricultural Crop Management*, 17(3): 595-606. (In Persian).
- Naderi MR, Shahraki A and Naderi R, 2012. The role of nanotechnology in improving nutrient use efficiency and fertilizers. *Journal of Nanotechnology* 11(12): 16-23. (In Persian).
- Nasiri Y, Zehtabe-Salmasi S, Nasrollahzade S, Najafi N, Ghassemi- Golezani K, 2010. Effect of foliar application of micronutrient (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomila* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(17): 1733-1737.
- Nazari M, Mehrafarin A, Naghdi Badi H and Khalighi-sigaroodi F, 2012. Morphologica traits of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) as influenced by foliar application of methanol and nano-iron chelate fertilizers. *Scholars Research Library. Annals of Biological Research*, 3(12): 5511-5514.
- Omidbaigi R, Rezainezhad A and Khademi K, 2000. The effect of nitrogen fertilizer and harvest time on the oil and thymol content of thyme. *Agricultural Research*, 2(2): 13-20. (In Persian).
- Omidbaigi R, 2008. *Production and processing of medicinal plants*. Volume 3. Publication of Behnashr. (In Persian).
- Ozek T, Beis S, Demircakmak B and Baser KHC, 1995. Composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 7: 203-205.
- Pirzad AR, Tousi P. and Darvishzadeh R, 2013. Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(1): 12 -23. (In Persian).
- Rahmani N, Valadabadi SA, Daneshian J and Bigdeli M, 2008. The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 101-108. (In Persian).

- Rezaei R, Hosseini SM, Shabanali H and Safa L, 2009. Identify and analyze the barriers to nanotechnology development in the Iranian agricultural sector by researchers. *Journal of Science and Technology Policy*, 2(1): 17-26. (In Persian).
- Rezaenejad Y and Afyuni M. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties and corn yield and elemental uptake. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 4(4): 19-29. (In Persian).
- Safikhani F, 2007. Effects of water stress on yield and quality of *Dracocephalum moldavica* under field conditions. PhD. Thesis University of Ramin. (In Persian).
- Said-Al Ahl HAH and Abeer AM, 2010. Effect of zinc and /or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean Applied Sciences*, 3(1): 97-111.
- Salardini AA, 2003. Soil fertility. University of Tehran Press. (In Persian).
- Salarpour O, Parsa S, Sayyari MH, Jami Alahmadi M, 2013. Effect of Nano-iron Chelates on Growth, Peroxidase Enzyme Activity and Oil Essence of Cress (*Lepidium sativum* L.). *International Journal of Plant Production*, 4 (S): 3583-3589.
- Sifola MI and Barbieri G, 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108: 408-413.
- Simon JE, Quinn J and Murray RG, 1990. Basil: A Source of Essential Oils. In: Janick J and Simon JE, (eds.). *Advances in New Crops*. Timber Press. Oregon, USA.
- Tso TC, 2005. Production, physiology and biochemistry of tobacco plant. Institute of International Development and Education in Agricultural and Life Sciences. New York, USA.
- Yassen M, Ram P, Yadav A and Singh K, 2003. Response of Indian basil (*Ocimum basilicum*) to irrigation and nitrogen schedule in Central Uttar Pradesh. *Annals of Plant Physiology*, 17:177-181.
- Zehtabe-Salmasi S, Heidari F, Alyari H, 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Plant Science Research*, 1(1): 24-28.
- Ziaeyan A and Malakouti MJ, 1998. Effects of fertilizer containing micronutrients and timing on their increase Corn production. *Iranian Journal of Soil Research*, 12(1): 56-62. (In Persian).