Archive of SID

نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۴(۵۲)، زمستان ۱۳۹۸، صفحه ۶۲۰-۶۰۵

ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در سطوح مختلف نیتروژن و عناصر ریزمغذی

اسمعیل آبکار[1*]، اسمعیل نبی‌زاده[2]، محسن رشدی[3] و سامان یزدان‌ستا[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۴

چکیده

خصوصیات زراعی و عملکرد بادرشبو در سطوح مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، بور و روی) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در ۳ کیلومتری غرب شهرستان خوی بررسی گردید. فاکتور اول شامل سه سطح مصرف کود نیتروژن توصیه شده به ترتیب قبل از کاشت، نصف قبل از کاشت و نصف یک ماه بعد از کاشت، یک‌سوم قبل از کاشت و یک‌سوم یک ماه بعد از کاشت و یک‌سوم ۴۵ روز بعد از کاشت و فاکتور دوم نیز محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در پنج سطح شامل عدم مصرف (شاهد)، آهن با بور، آهن با روی، بور با روی، آهن با بور و روی بود. صفات قطر ساقه، وزن تر بوته، شاخص برداشت و عملکرد اسانس تحت تأثیر اثرات سال قرار گرفت. مصرف نیتروژن اثر معنی‌داری بر قطر ساقه، وزن صد دانه، وزن تر بوته و عملکرد اسانس داشت. بیشترین وزن تر بوته با میانگین ۱۰۸۰۵/۸۰ کیلوگرم در هکتار در سطح سوم مصرف نیتروژن و بیشترین عملکرد اسانس با میانگین ۱۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار در سطح دوم مصرف نیتروژن مشاهده گردید. کلیه صفات آزمایشی به‌جز شاخص برداشت تحت تاثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار گرفت. سطح محلول‌پاشی آهن، بور و روی با میانگین ۱۱۰۶۳/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن تر بوته و با میانگین ۱۷/۵۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد اسانس را دارا بود. اثرات متقابل کود نیتروژن و عناصر ریزمغذی بر صفات قطر ساقه، وزن تر بوته و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین وزن تر بوته به‌ترتیب در تیمارهای مصرف سطح سوم نیتروژن همراه با محلول‌پاشی آهن + روی و مصرف سطح اول نیتروژن بدون محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی حاصل گردید. در محلول‌پاشی کل عناصر ریزمغذی و سطح دوم مصرف نیتروژن بیشترین مقدار اسانس به‌دست آمد و کمترین مقدار این صفت در تیمار عدم مصرف عناصر ریزمغذی و سطح اول نیتروژن مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: بادرشبو، عملکرد اسانس، قطر ساقه، وزن تر بوته.

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.
نگارنده‌ی مسئول abolfazlabkar1320@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بادرشبو گیاهی است معطر علفی و یک ساله با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. از تیره‌ی نعناعیان (Lamiaceae) و با نام‌های فارسی بادرشبو، بادرشبی، بادرشبویه (Omidbaigi, 2005). انتخاب مدیریت کودی به طور اعم به برنامه‌های محیط زیست برای ممانعت از آلودگی زمین، آب و هوا بستگی دارد. بنابراین، سیستم مدیریت کودی مناسب شایسته گسترش می‌باشد (Karmaka *et al*., 2007). نیتروژن از مهم‌ترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دست‌یابی به عملکرد مطلوب در گیاهان می‌باشد و نقش مهمی در افزایش عملکرد کمّی و کیفی محصولات ایفا می‌کند، به‌طوری‌که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند. مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه بادرشبو منجر به افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، گل‌دهی زودرس، افزایش طول سر شاخه گل‌دار، وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی بذور شد (Safikhani, 2007). نتایج مشابهی در آزمایش علیزاده سهرابی و همکاران (Alizadeh Sohrabi *et al*., 2007) روی مرزه نیز به‌دست آمد. در روش محلول‌پاشی برگی از مواد مغذی به‌طور مستقیم بر روی گیاه و در مقادیر محدود استفاده می‌شود، که در نتیجه به کاهش اثرات زیست محیطی در مقایسه با کودهای خاکی می‌انجامد. با این حال، پاسخ گیاهان به محلول‌پاشی برگی اغلب به علت وجود دانش و آگاهی از بسیاری از عوامل مربوط به شرایط جذب گیاه از سطح برگ متغیر می‌باشد (Fernandez and Eichert, 2009). کاربرد مقادیر ۲ گرم در لیتر نانو کود آهن تأثیر منفی بر اکثر صفات مورد مطالعه داشت. با محلول‌پاشی مقادیر مناسب نانو کلات آهن (۱/۵ گرم در لیتر) علاوه بر بهبود خصوصیات کمّی و کیفی در گیاه بادرشبو می‌توان به سمت کشاورزی پایدار حرکت کرد (Yousefzadeh *et al*., 2016). پزمیک و همکاران (Posmyk *et al*., 2009) گزارش کردند در گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) محلول‌پاشی آهن اثر مثبتی بر افزایش رزمارینیک اسید (نوعی فلاونوئید) داشت. پیوندی و همکاران (Peyvandi *et al*., 2011) مطرح کردند که محلول‌پاشی گیاه ریحان (*Ocimum basillicum*) با کلات آهن به مقدار ۷/۵ گرم در لیتر و نانو کود آهن با غلظت یک پی‌پی‌ام باعث افزایش پارامترهای رشد گردید. محلول‌پاشی آهن در گیاه شوید (*Anethum graveolans*) باعث بهبود پارامترهای رشد و نیز عملکرد وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گردید (Jafari *et al*., 2013). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) باعث افزایش درصد اسانس و عملکرد دانه گردید (Shaban Zadeh and Gloy, 2011). محلول‌پاشی روی به میزان ۲۵۰ پی‌پی‌ام و آهن به‌صورت ترکیبی نسبت به مصرف جداگانه آنها موجب افزایش میزان اسانس گیاه ریحان گردید (Said-Al Ahl and Mahmoud, 2010). طی آزمایشی عبدالوهاب (Abd El Wahab, 2008) گزارش نمود که مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی باعث افزایش رشد گیاه و افزایش ترکیبات آروماتیکی و اسانس در گیاهان دارویی مانند نعناع می‌شود. اختر و همکاران (Akhtar *et al*., 2009) طی آزمایشی گزارش کردند که محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار باعث افزایش ۲۸/۲ درصدی اسانس نعناع گردید. پیرزاد و همکاران (Pirzad *et al*., 2013) نشان دادند که محلول‌پاشی ۶ در هزار آهن باعث افزایش اسانس گیاه، عملکرد دانه، میزان کلروفیل و عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

اسانس آنیسون شده و این افزایش با محلول‌پاشی روی نیز تشدید می‌شود. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی سبب شده که میزان عملکرد دانه، بیولوژیک و موسیلاژ در گیاه اسفرزه افزایش یابد طوری که بالاترین عملکرد دانه از محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی آهن و روی به دست آمد (Ramrodi *et al*., 2011).

با توجه به سازگاری بادرشبو به شرایط آب و هوایی منطقه خوی و توسعه سطح زیر کشت آن طی سال‌های اخیر، این پژوهش به‌منظور ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد بادرشبو تحت مدیریت تلفیقی کود نیتروژن و تغذیه عناصر ریزمغذی در این منطقه به‌صورت دو ساله انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در سه کیلومتری غرب شهرستان خوی (اول جاده روستای وار) اجرا گردید. مختصات جغرافیایی مزرعه با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۵۴ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۴ ثانیه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۴۰ متر، با اقلیم سرد و نیمه خشک و با بارندگی سالانه ۲۸۵ میلی‌متر است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال متوالی اجرا گردید. فاکتور اول، مصرف تقسیطی کود نیتروژن شامل سطح اول ۱۰۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت، سطح دوم ۵۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت و ۵۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار یک ماه بعد از کاشت و سطح سوم ۳۴/۶۶ کیلوگرم در هکتار حین کاشت، ۳۴/۶۶ کیلوگرم یک‌ماه بعد از کاشت و ۳۴/۶۶ گرم ۱۰ روز بعد از آن بود. فاکتور دوم محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در ۵ سطح شامل عدم مصرف، آهن + بور، آهن + روی، بور+ روی و آهن + بور + روی بود. عناصر ریزمغذی آهن از منبع کلات آهن ۶ درصد، روی از منبع ۱۵ درصد کود ویکر روی و بور هم از منبع کلات بور ۹ درصد استفاده و محلول‌پاشی گردید. عملیات تهیه زمین با اجرای شخم عمیق در بهار سال‌های ۹۵ و ۹۶ شروع شد و با عملیات تکمیلی شامل شخم سطحی، دیسک زدن، ماله کشیدن و کرت‌بندی در بهار همان سال‌ها ادامه یافت. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و طول ردیف ۴ متر و فاصله بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر دو خط نکاشت و فاصله تکرارها از هم ۱/۵ متر به‌صورت نکاشت رها شده بود. با توجه به کمبود فسفر خاک، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تمام کرت‌ها مصرف گردید. کاشت به‌صورت ردیفی در تاریخ ۱۵ اردیبهشت سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام گرفت. جهت جوانه‌زنی سریع بذرها، آبیاری مزرعه توسط آب‌پاش، انجام گرفت. کودهای مورد نظر طبق مقادیر تیمارهای آزمایشی نیز در هر دو سال برای هر کدام از کرت‌ها طبق نقشه طرح پاشیده شد. بعد از عملیات کشت، زمین مورد نظر در مرحله چهار برگی تنک شد. اولین آبیاری به‌صورت کرتی یک هفته بعد از کاشت و فواصل آبیاری بعدی بر حسب نیاز گیاه تعیین گردید. محلول‌پاشی آهن، بور و روی در دو مرحله، طبق توصیه کودی انجام گرفت. طی هر دو سال آزمایش نمونه‌هایی در مرحله گلدهی کامل از ردیف‌های میانی به تعداد ۱۰ بوته از هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای،

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت گردید. جهت محاسبه صفات مرتبط با دانه از قبیل وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت نمونه‌هایی بعد از رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌ها انتخاب گردید. برای استخراج درصد اسانس از روش تقطیر با آب و از دستگاه کلونجر استفاده شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد آن از حاصل‌ضرب عملکرد ماده خشک در درصد اسانس محاسبه گردید. پس از جمع‌آوری اطلاعات مـزرعه‌ای، داده‌های حاصل مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات منابع تغییر و با در نظر گرفتن اثر سال به عنوان اثر تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (منبع به نرم‌افزار) انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

قطر ساقه: اثرات متقابل دو فاکتور بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). قطر بیشتر ساقه در تیمار مصرف آهن + بور + روی در سطح دوم مصرف نیتروژن و مقدار کمتر این صفت در تیمار مصرف عناصر آهن + روی در سطح اول مصرف نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۶). با توجه به تاثیر نیتروژن بر رشد رویشی گیاهان به نظر می‌رسد که نیتروژن با تاثیر بر تعداد و اندازه سلول‌ها توانسته است موجب افزایش قطر ساقه در گیاه گردد. یونسی و همکاران (Younesi *et al.*, 2014) در تحقیق خود اظهار داشتند که کود نیتروژن باعث افزایش قطر ساقه گیاه نعناع فلفلی گردید. چیت‌ساز و همکاران (Chetssaz *et al.*, 2016) طی آزمایشی اظهار داشتند محلول‌پاشی روی، باعث افزایش قطر ساقه نعناع فلفلی شد.

وزن صد دانه: وزن صد دانه تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بیشترین وزن صد دانه در سطح سوم مصرف نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۳). وزن صد دانه تحت تأثیر اثرات متقابل سال و فاکتورهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲). کود نیتروژن به دلیل افـزایش ماده خشک و دوام سطـح برگ می‌تواند باعث افزایش وزن دانه شود (Castillo *et al.*, 1992). تسونو و همکاران (Tusno *et al.*, 1994) گزارش نمودند که همبستگی مثبت و بالایی بین افزایش میزان نیتروژن برگ و وزن دانه وجود دارد. به‌طوری‌که مقادیر بالاتر نیتروژن برگ موجب افزایش فتوسنتز و سرعت پر شدن دانه گردید. کود نیتروژن به علت افزایش رشد رویشی و تولید شاخه و برگ بالا، در فتوسنتز تأثیرگذار بوده و این عمل در نهایت در تولید دانه‌هایی با وزن بیشتر مؤثر است. یوسف‌زاده و همکاران (Yusefzadeh *et al.*, 2013) در تحقیق خود نشان داد که کود نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه بادرشبو می‌شود. ولی‌پور چارده چرخی و همکاران (Valipoor Chardeh Cheriki *et al.*, 2017) در تحقیق بر روی گیاه دارویی سیاه‌دانه اظهار داشتند که کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه می‌گردد. رحیم‌زاده و همکاران (Rahimzadeh *et al.*, 2013) طی آزمایشی بر روی گیاه بادرشبو، نشان دادند که کود شیمیایی نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه گردید.

عملکرد دانه: اثر سال و کود نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). طبق نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه تحت تأثیر عناصر ریزمغذی قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه با میانگین ۷۹۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار مصرف آهن + بور + روی و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف عناصر ریزمغذی با میانگین ۷۰۹/۵۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). هیچ‌کدام از اثرات متقابل کود و سال بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). درزی (Darzi, 2007) طی تحقیقات خود نشان داد که کاربرد کود نیتروژن در بادرشبو باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. ولی‌پور چارده چرخی و همکاران (Valipoor Chardeh Chriki *et al*., 2017) در تحقیق خود بر روی گیاه دارویی سیاه‌دانه، رحیم‌زاده و همکاران (Rahimzadeh *et al*., 2013) در گیاه بادرشبو و اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia *et al*., 2006) در گیاه گشنیز بیان کردند که کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه گردید.

وزن تر بوته: اثرات متقابل کود نیتروژن و ریزمغذی بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین وزن تر بوته در تیمار سوم مصرف نیتروژن همراه با مصرف عناصر آهن + روی (۱۲۲۹۰/۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار وزن تر بوته در سطح اول مصرف نیتروژن و عدم مصرف عناصر ریزمغذی (۸۸۸۱/۷ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید (جدول ۶). سایر اثرات متقابل نتوانست وزن تر بوته بادرشبو را تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۲). زمانی که گیاه، نیتروژن کافی در اختیار داشته باشد سرعت فتوسنتز افزایش می‌یابد و گیاه را قادر می‌سازد که سریع‌تر رشد کرده و زیست توده بیشتری تولید کند. علاوه بر این، کاربرد کود نیتروژن در خاک به جذب بهتر فسفر و پتاسیم نیز کمک می‌کند که در افزایش رشد گیاه تأثیرگذار هستند (Ashraf *et al*., 2005). نیتروژن نقش مهمی در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن دارد، کاربرد آن بازده فتوسنتزی گیاه را افزایش می‌دهد (Dordas and Sioulas, 2008).

پشت‌دار و همکاران (Poosht Dar *et al*., 2016) طی تحقیق خود اظهار داشتند که کود نیتروژن باعث ازدیاد عملکرد ماده تر در نعناع فلفلی شد. زینالی و همکاران (Zeinali *et al*., 2012) در بررسی اثر سطوح ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر وزن اندام‌های هوایی نعناع فلفلی گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد افزایش یافت. چیت‌ساز و همکاران (Cheetsaz *et al*., 2016) بیان کردند که مصرف روی موجب افزایش وزن تر بوته نعناع فلفلی می‌شود.

شاخص برداشت: اثرات متقابل نیتروژن و ریزمغذی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۳۴/۹۸ درصد در تیمار اول مصرف نیتروژن و عناصر آهن + روی مشاهده گردید و کمترین مقدار با میانگین ۲۱/۳۶ درصد در تیمار مصرف عناصر آهن + بور+ روی با سطح دوم نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۶). با توجه به حصول حداکثر عملکرد دانه و بیوماس در سطح سوم مصرف نیتروژن و همراه با مصرف تؤام آهن + بور + روی و تأثیر عکس عملکرد بیولوژیک بر شاخص برداشت به نظر می‌رسد مشاهده چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود که سطح اول نیتروژن با مصرف آهن + روی بالاترین شاخص برداشت را داشته باشد (جدول ۶). علیزاده سهرابی (Alizadeh Sohrabi, 2007) نشان دادند که کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت گیاه دارویی مرزه در سطح احتمال ۵ درصد گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد اسانس: اثرات متقابل سال و عناصر ریزمغذی و اثرات متقابل نیتروژن و عناصر ریزمغذی بر عملکرد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد اسانس در تیمار مصرف سه عنصر ریزمغذی با مصرف نصف کود نیتروژن در زمان کاشت + نصف نیتروژن یک ماه بعد از کاشت (۲۱/۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد اسانس مربوط به عدم مصرف عناصر ریزمغذی همراه با مصرف کل نیتروژن در زمان کاشت (۱۰/۹۹ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۶). مؤثرترین و پرمصرف‌ترین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند که از سه طریق تأثیر بر عملکرد دانه، تأثیر بر ترکیبات تشکیل دهنده اسانس و نهایتاً تأثیر بر مقدار اسانس بر روی گیاهان اسانس‌دار تأثیر می‌گذارند (Omidbaigi, 2005). در شرایطی که گیاه، نیتروژن کافی در اختیار داشته باشد رشد و نمو آن افزایش یافته و سطح برگ و پیکره رویشی بیشتری تولید می‌کند. همه این عوامل باعث افزایش بازده فتوسنتزی گیاه و تولید پیش ماده‌های اولیه بیوسنتز اسانس‌ها می‌شود. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که مصرف نیتروژن بازده اسانس گیاه را افزایش دهد. مطالعات نشان داده است که مقادیر بالای نیتروژن می‌تواند اثر بازدارنده بر فعالیت برخی آنزیم‌ها مانند ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز و فسفوانول پیروات کربوکسیلاز داشته باشد و به این طریق میزان فتوسنتز و تولید پیش ماده‌های متابولیکی اسانس‌ها را کاهش دهد (Ashraf *et al*., 2005). یوسف‌زاده و همکاران (Yusefzadeh *et al*., 2011) طی آزمایشی بر روی گیاه بادرشبو اظهار داشت مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد اسانس می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در گیاه سیاه‌دانه باعث افزایش عملکرد دانه و اسانس نسبت به شاهد گردیده است (Shaban Zadeh and Goly, 2011). هم‌چنین، نتایج مشابهی در گیاه سیاه دانه با کاربرد عناصر ریزمغذی به‌دست آمده است (Norozpoor and Rezvani Mogaddam, 2005). آهن و روی به‌عنوان عناصر ریزمغذی نقش بسیار مهمی در رشد و نمو و تولید اسانس گیاهان دارویی دارند. این عناصر در سطوح پایین سبب افزایش فعالیت‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی، افزایش فتوسنتز و تنفس و افزایش انرژی لازم برای بیوسنتز ترکیبات ترپنی، افزایش سطح برگ و غدد ترشح کننده اسانس می‌شوند (Preetipande *et al*., 2007; Street, 2012; Pirzad *et al*., 2013). از آن‌جایی‌که آهن بر متابولیسم گیاه با تأثیر بر فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز، تنفس نوری و محتوای کلروفیل تأثیر دارد (Marschner, 1995) و در مطالعات مختلف نقش آهن به‌عنوان یک کاتالیزور در فرایند تنفس اثبات شده است، از این‌رو فراهمی آهن می‌تواند در تولید متابولیت‌های ثانویه مؤثر باشد (Nasiri *et al*., 2010). کارتنوئیدها رنگدانه‌های کمکی هستند که در جذب و انتقال نور تأثیر دارند و حفاظت کننده‌های کلروفیلی در طی فرایند اکسیداسیون نوری محسوب می‌شوند (Akbarian *et al*., 2012) و عنصر آهن برای سنتز کلروپلاست و کارتنوئیدها لازم است (Shamloo and Roozbahani, 2016)، بنابرین افزایش آهن، سنتز کارتنوئیدها را افزایش می‌دهد. تحقیقات قبلی نیز نشان داده که محلول‌پاشی آهن و روی سبب افزایش درصد اسانس گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum*) در مقایسه با تیمار شاهد شده است (Misra *et al*., 2006). با توجه به نقش کلیدی آهن در فرایند فتوسنتز، احتمالاً کاربرد آن

www.SID.ir

Archive of SID

با بهبود فتوسنتز سبب افزایش میزان اسانس گیاه شده است. تحقیق دیگری نشان داده بیوسنتز اسانس گیاه ریحان به شدت تحت تأثیر مصرف آهن قرار گرفته است (Zehtab Salmasi *et al.*, 2008).

درصد نیتروژن: با توجه به داده‌های جدول تجزیه واریانس بین سال‌های اجرای آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد و سطوح فاکتور اول در سطح احتمال یک درصد از لحاظ درصد نیتروژن اندام‌های هوایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح مصرف نیتروژن نشان داد که با تقسیط مصرف نیتروژن طی سه مرحله درصد تجمع این عنصر در اندام‌های هوایی به بالاترین مقدار خود می‌رسد و با مصرف کامل کود نیتروژن قبل از کاشت کمترین درصد نیتروژن در اندام‌های هوایی مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با تقسیط مصرف کود نیتروژن میزان جذب این عنصر و در نهایت تجمع در اندام‌های هوایی بالا رفته و اثر بخشی آن نیز در میزان رشد بیوماس بهبود خواهد یافت. در صورتی که با مصرف یک مرحله کود نیتروژن شاید از اواسط فصل به بعد گیاه بادرشبو با کمبود آن و شاید کاهش روند رشد مواجه شود. بنابراین می‌توان اذعان نمود با تقسیط کود نیتروژن درصد تجمع نیتروژن حتی اثر بخشی مثبت این عنصر را در اندام‌های هوایی بادرشبو بهبود بخشید. سطوح فاکتور دوم و اثر متقابل دو فاکتور آزمایشی از لحاظ درصد نیتروژن در اندام‌های هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴).

زینالی و همکاران (Zeinali *et al.*, 2012) طی آزمایشی اظهار داشتند که کود نیتروژن باعث افزایش ارتفاع در نعناع فلفلی گردید. آزاز و همکاران (Azaz *et al.*, 2009) در گیاه رازیانه مشاهده کردند که کاربرد کود نیتروکسین باعث افزایش تعداد شاخه در گیاه بادرشبو گردید. ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌ترتیب بیشترین و تیمارهای ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عدم مصرف آن کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند. یوسف‌زاده و همکاران (Yusefzadeh *et al.*, 2011) طی آزمایشی بر روی گیاه بادرشبو اظهار داشت مصرف کود نیتروژن به میزان ۷۴/۰۲ سانتی‌متر باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود.

درصد آهن: درصد آهن اندام‌های هوایی بادرشبو تحت تأثیر سطوح فاکتور دوم (ریزمغذی) و اثر متقابل دو فاکتور آزمایش در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). علی‌رغم اینکه درصد آهن تحت تأثیر سطوح تقسیط نیتروژن قرار نگرفت ولی همانند اکثر صفات آزمایشی، درصد آهن نیز با تقسیط مصرف نیتروژن طی سه مرحله به حداکثر مقدار در اندام‌های هوایی بادرشبو رسید (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد با مصرف به موقع نیتروژن و حفظ سطح سبز اندام‌های فتوسنتز کننده باعث تداوم جذب آهن خاک و در نهایت درصد بالای این عنصر در اندام‌های هوایی گردید. البته بین سطوح مصرف ریزمغذی‌ها، کاربرد توأم آهن و بور و آهن با روی باعث تجمع حداکثر آهن در اندام‌های هوایی بادرشبو گردید (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد در این تیمارهای کودی مصرف توأم عناصر آهن با بور و آهن با روی بر یکدیگر تأثیر تشدیدکنندگی داشته و باعث بهبود جذب مطلوب آهن و تجمع آن در اندام‌های هوایی گردید. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی از لحاظ درصد آهن اندام‌های هوایی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف نیتروژن طی سه مرحله همراه با مصرف توأم آهن و بور بالاترین میزان آهن اندام‌های هوایی را داشت. البته شاید دلیل اصلی این موضوع حفظ سطح سبز اندام‌های هوایی بادرشبو با مصرف دیرهنگام کود نیتروژن همراه با محلول پاشی دو عنصر آهن و بور باعث جذب مطلوب آهن در نهایت تجمع بالای آن دربیوماس بادرشبو باشد. به‌نظر می‌رسد عملکرد بالای بیوماس در سطح سوم مصرف نیتروژن (تقسیط سه مرحله‌ای) همراه با مصرف توأم آهن و بور در کسب جایگاه بهترین تیمار از لحاظ درصد آهن اندام‌های هوایی بادرشبو مؤثر بوده است. مصرف دیرهنگام کود نیتروژن همراه با محلول‌پاشی دو عنصر آهن و بور باعث جذب مطلوب آهن در نهایت تجمع بالای آن در بیوماس بادرشبو باشد. به‌نظر می‌رسد عملکرد بالای بیوماس در سطح سوم مصرف نیتروژن (تقسیط سه مرحله‌ای) همراه با مصرف توأم آهن و بور در کسب جایگاه بهترین تیمار از لحاظ درصد آهن اندام‌های هوایی بادرشبو مؤثر بوده است (جدول ۶). محلول‌پاشی آهن در گیاه شوید (*Anethum graveolans*) باعث افزایش پارامتر رشد و نیز عملکرد وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گردید (Jafari *et al*., 2013).

درصد روی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن تأثیر مصرف نیتروژن و عناصر ریزمغذی و اثر متقابل آنها بر درصد روی اندام‌های هوایی است (جدول ۴). بین سطوح نیتروژن، مصرف کامل نیتروژن طی یک مرحله قبل از کاشت بالاترین درصد روی را داشته است، البته با این توضیح که اختلاف آن با تیمار مصرف دو مرحله‌ای نیتروژن از لحاظ درصد روی معنی‌دار نبوده است. برخلاف سایر صفات مورد بررسی در این تحقیق مصرف سه مرحله‌ای نیتروژن از لحاظ درصد روی کمترین مقدار را داشته است (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح فاکتور دوم (ریزمغذی‌ها) نشان داد که مصرف توأم آهن و روی نسبت به بقیه از لحاظ درصد روی دارای بالاترین مقدار بوده و عدم مصرف ریزمغذی‌ها کمترین درصد روی اندام‌های هوایی بادرشبو داشت (جدول ۵). این نتیجه تا حدی قابل پیش بینی بود که مصرف توأم آهن و روی بر هم تشدید کننده بوده و توانسته میزان جذب و در نهایت درصد آن را در اندام‌های هوایی بادرشبو بهبود بخشد. به‌نظر می‌رسد مصرف سه عنصر آهن، روی و بور نتوانست بالاترین درصد روی و حتی آهن را در اندام‌های هوایی بادرشبو داشته باشد. شاید اثر بازدارندگی این سه عنصر بر روی همدیگر در جذب و تجمع عناصر آهن و روی باشد که منجر به ایجاد چنین وضعیتی شده است.

داده‌های جدول ۴ حاکی از برتری تیمار مصرف دو مرحله‌ای نیتروژن و مصرف توأم آهن و روی از لحاظ درصد روی اندام‌های هوایی بادرشبو نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی می‌باشد. با توجه به اینکه مصرف سه مرحله‌ای نیتروژن باعث حصول حداکثر وزن تر بوته و بیوماس بادرشبو شده است ولی در مورد درصد روی بیوماس، مصرف دو مرحله‌ای نیتروژن همراه با مصرف توأم آهن و روی توانست حداکثر تجمع این عنصر را در بیوماس نشان دهد. شاید دلیل این مسئله فاصله زمانی کمتر (۱۵ روز) بین دو مصرف متوالی نیتروژن است که نتوانسته تأثیری چشم‌گیر بر جذب و تجمع روی در بیوماس بادرشبو داشته باشد. البته لازم به ذکر است که مصرف سه مرحله‌ای نیتروژن با مصرف توأم آهن و روی در گروه دوم آماری (b) قرار گرفته است که حاکی از برتری نسبی این تیمار نسبت به سایر تیمارهای

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشی است (جدول ۶). در کل می‌توان اذعان نمود که مصرف عناصر ریزمغذی تا حدود زیادی باعث افزایش عملکرد وزن تر و بیوماس بادرشبو و همچنین درصد تجمع این عناصر در اندام‌های هوایی این گیاه گردید، پس می‌توان با مصرف صحیح و به موقع عناصر مورد نیاز، عملکرد کمّی و کیفی بادرشبو را بهبود بخشید.

نتیجه گیری کلی

طبق نتایج دو ساله آزمایش می‌توان اذعان نمود که فاکتورهای آزمایشی (نیتروژن و عناصر کم‌مصرف) اثر متقابل معنی‌داری بر عمده صفات داشته که این مسئله حاکی از تشدید اثرات دو فاکتور بر همدیگر می‌باشد. مصرف کود نیتروژن به صورت تقسیط شده (طی ۲ یا ۳ مرحله) باعث بهبود وزن تر بوته و میزان اسانس بادرشبو گردید. به‌نظر می‌رسد مصرف کود نیتروژن در تقویت رشد اندام‌های هوایی و رفع نیازهای غذایی این گیاه نقش مؤثری داشته است. در هر دو سال تحقیق، مصرف عناصر ریزمغذی نسبت به عدم مصرف آنها تأثیر معنی‌داری از لحاظ صفات آزمایشی نشان داد که این موضوع بیانگر تأثیر مثبت مصرف این عناصر (آهن، بور و روی) بر خصوصیات بادرشبو دارد. مصرف کود نیتروژن دو مرحله‌ای همراه با عناصر آهن، بور و روی با تولید حداکثر عملکرد اسانس می‌تواند به عنوان بهترین تیمار آزمایش پیشنهاد گردد، بالاخص اینکه مصرف دو مرحله‌ای نیتروژن می‌تواند علاوه بر تقویت رشد اندام‌های هوایی، با کاهش هزینه‌های کارگر یا ماشین‌آلات از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد.

جدول ۱ – خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table1 – Physical and chemical characteristics of soil

عمق نمونه Sample depth	روی قابل جذب Zn mg/kg	بور قابل جذب BoO_3 mg/kg	آهن قابل جذب Fe mg/kg	پتاسیم قابل جذب K ppm	فسفر قابل جذب P ppm	نیتروژن کل TN%	کربن آلی OC%	درصد اشباع بازی SP%	pH	شوری Salinity $EC*10^3$	بافت خاک Soil texture	سیلت Silt ٪	شن sand ٪	رس Clay ٪
0-30	0.45	3.5	6.5	345	10.18	0.1	0.95	53.21	7.95	0.96	رسی لومی	32	28	40

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین مربعات برخی صفات آزمایشی

Table 2 - Squares mean of some experimental traits

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	قطر ساقه Stem diameter	وزن صد دانه 100 Grains weight	عملکرد دانه Grain yield	وزن تر بوته Fresh weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد اسانس Essential oil yield
سال Y	1	30.044*	0.003	23072.011	27966987.780	28.336	940.900**
نیتروژن N (A)	2	3.967*	0.016*	11164.978	13552654.440*	112.297*	43.749*
سال × نیتروژن Y× N	2	0.205	0.001	1062.578	2831694.444	146.968*	8.107
کود میکرو (B)	4	2.453	0.008	1887.794*	9503179.444	36.928	50.714*
سال × کود میکرو Y×B	4	1.101	0.005	5292.761	4420690.998	27.801	36.065
کود میکرو × نیتروژن (AB)	8	2.135*	0.002	7817.019	7997375.278*	107.851*	29.794*
سال × نیتروژن × میکرو N×B×Y	8	0.899	0.002	3478.786	2542859.722	23.684	13.854
اشتباه آزمایشی E	56	0.894	0.002	6608.852	3712963.968	34.361	13.576
ضریب تغییرات	(%C.V.)	18.10	19.08	10.85	19.07	20.08	23.88

*و** به ترتیب نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** significant at 5 and 1 % level of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده برخی صفات آزمایشی

Table 3- Comparison of simple effects mean of some experimental traits

فاکتورهای آزمایشی Experimental factors	وزن صد دانه 100 Grains weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
سال Year		
اول First	0.263	764.71
دوم Second	0.257	732.47
کود نیتروژن		
قبل از کاشت Before planting	0.227 b	742.31
$\frac{1}{2}$زمان کاشت +$\frac{1}{2}$یک ماه بعد 1/2 Before planting + 1/2 one month later	0.258 ab	733.56
$\frac{1}{3}$زمان کاشت +$\frac{1}{3}$یک ماه +45 روز بعد $\frac{1}{3}$ Before planting+ $\frac{1}{3}$one month later +$\frac{1}{3}$ 45 days later	0.273 a	770.35
عناصر ریز مغذی Micronutrients		
شاهد Control	0.23	709.56 b
آهن+ بور Iron + Boron	0.25	758.10 ab
آهن+ روی Iron + Zinc	0.25	741.7 ab
بور + روی Boron + Zinc	0.25	738.17 ab
آهن+ بور+ روی Iron + boron + zinc	0.29	796.33 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشند.

Means of fallowed by same letter in each column are not significantly different at 05% of probability level in Duncan's test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ – میانگین مربعات برخی صفات آزمایشی

Table 4 – Squares mean of some experimental traits

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	درصد نیتروژن N%	درصد آهن Fe %	درصد روی Zn %
Year	سال	1	0.364*	1.907	0.008
Nitrogen (A)	نیتروژن (A)	2	0.890**	0.019	0.001**
Year × nitrogen	سال× نیتروژن	2	0.001	0.001	0.00001
Micro Fertilizer (B)	کود میکرو (B)	4	0.002	2.358**	0.007**
Year × micro fertilizer	سال × کود میکرو	4	0.001	0.000	0.00001
Micro × Nitrogen Fertilizer (AB)	کود میکرو × نیتروژن (AB)	8	0.002	0.100**	0.001**
Year × Nitrogen × Micro	سال × نیتروژن × میکرو	8	0.001	0.001	0.00001
Error	اشتباه آزمایشی	56	0.001	0.003	0.00001
(%CV)	ضریب تغییرات		1.19	1.37	1.46

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

* and **, significant at 5 and 1 % level of probability , respectively.

جدول۵ – مقایسه میانگین اثرات ساده برخی صفات آزمایشی

Table 5 - comparison of simple effects mean of some experimental traits

صفات آزمایشی Experimental traits		درصد نیتروژن N%	درصد آهن Fe %	درصد روی Zn %
year سال				
First اول		2.75b	3.82	0.52
Second دوم		2.87a	3.53	0.50
Nitrogen fertilizer کود نیتروژن				
Before planting	قبل از کاشت	2.65C	3.67	0.515
1/2 Before planting + 1/2 one month later	½ زمان کاشت +½ یک ماه بعد	2.78b	3.65	0.513
⅓ Before planting+ ⅓one month later +⅓ 45 days later	⅓ زمان کاشت +⅓ یک ماه بعد + ⅓ ده روز بعد	2.99a	3.70	0.505
Micronutrients عناصر ریز مغذی				
Control	شاهد	2.79	3.27	0.491
Iron + Boron	آهن+بور	2.81	4.07	0.537
Iron + Zinc	آهن+ روی	2.81	3.99	0.494
Boron + Zinc	بور + روی	2.81	3.35	0.517
Iron + boron + zinc	آهن+ بور+ روی	2.82	3.68	0.515

میانگین‌های دارای حروف مشابه هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشند.

Means of fallowed by same letter in each column are not significantly different at 05% of prob ability level in Duncan's test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل برخی صفات آزمایشی

Table 6 - comparison of interactions effects mean of some experimental traits

صفات آزمایشی Experimental traits	قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن تر بوته Fresh weight ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد آهن Fe %	درصد روی Zn %
کامل در زمان کاشت						
شاهد Control	5.02 bcd	8881.7 c	32.86 abc	10.99 d	3.22 j	0.502efg
آهن+ بور Iron + Boron	4.93 bcd	9426.7 c	27.83 bcde	14.93 bcd	4.08 b	0.535 b
آهن+ روی Iron + Zinc	4.20 d	8968.3 c	34.98 a	13.66 cd	3.98 c	0.498 fg
بور + روی Boron + Zinc	4.82 bcd	9968.3 bc	27.44 bcde	15.94 bcd	3.37 i	0.527 c
آهن+ بور+ روی Iron + boron + zinc	5.38 abcd	10088.3abc	33.64 ab	14.67 bcd	3.72 f	0.515 d
$\frac{1}{2}$ زمان کاشت +$\frac{1}{2}$ یک ماه بعد 1/2 Before planting + 1/2 one month later						
شاهد Control	5.18 bcd	9066.7 c	26.17 cde	15.78 bcd	3.22 j	0.487 h
آهن+بور Iron + Boron	5.78 abc	10426.7abc	29.49 abcd	15.68 bcd	3.92 d	0.547 a
آهن+ روی Iron + Zinc	4.7 bcd	9203.3 c	29.35 abcd	14.37 bcd	4.08 b	0.497 g
بور + روی Boron + Zinc	5.78 abc	9293.3 c	31.75 abc	14.35 bcd	3.48 h	0.507 e
آهن+ بور+ روی Iron + boron + zinc	6.55 a	12176.7 ab	21.36 e	21.46 a	3.55 g	0.527 c
$\frac{1}{3}$زمان کاشت + $\frac{1}{3}$یک ماه بعد + $\frac{1}{3}$ده روز بعد $\frac{1}{3}$ Before planting+ $\frac{1}{3}$one month later +$\frac{1}{3}$ 45 days later						
شاهد Control	4.55 bcd	9705 c	32.68 abc	13.06 cd	3.38 i	0.483 h
آهن+ بور Iron + Boron	4.47 cd	8926.7 c	32.12 abc	14.07 cd	4.22 a	0.53 bc
آهن+ روی Iron + Zinc	5.9 ab	12290 a	26.45 cde	16.2 abcd	3.92 d	0.487 h
بور + روی Iron + Zinc	5.77 abc	12180 ab	24.03 de	19.45 ab	3.22 j	0.52 d
آهن+ بور+ روی Iron + boron + zinc	5.35abcd	10926.7abc	27.64 bcde	16.57 abc	3.77 e	0.503 ef

میانگین‌های دارای حروف مشابه هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشند.

Means of fallowed by same letter in each column are not significantly different at 05% of prob ability level in Duncan's test.

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Abd El- Wahab, M.A. 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. *Research Agricultural Biology Journal.* 4(6): 717- 724.
- Akbarian, M.M., H. Heidari Sharifabad, G. Noor mohammadi, and F. Darvish Kojouri. 2012. The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativa*). *Annal Biology Research.* 3(12): 5651- 5658.
- Akbariniya, A., J. Daneshian., and F. Mohamad Baygi. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 22 (4): 410- 419. (In Persian).
- Akhtar, N., M. Abdul, M. Hasina, and K. Nada. 2009. Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperica*. *Bangladesh Journal of Science Indistarial Research.* 44(1): 125-130.
- Alizadeh Sohrabi, A. 2007. Evaluate of best time and of consumption of complete micronutrients foliar application on yield and yield components of wheat var. Nik nejad. 3th Conference of Agriculture and Nature, young Researcher Club, Islamic Azad University, Fasa Branch. 154 -167. (In Persian).
- Ashraf, M., Q. Ali, and E.S. Rha. 2005. The effect of applied nitrogen on the growth and nutrient concentration of Kalonji (*Nigella sativa*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 45(4): 459- 463.
- Azaz, N.A., E. Massan, and E.H. Hamad. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of *fennel* plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3: 579- 587.
- Castillo, E.G., R.J. Buresh, and K.T. Ingram. 1992. Low land rice yield as affected by timing of water deficit and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal.* 84: 152- 159
- Cheetsaz, M., T. Nejatzadeh, and F. Ebrahim Zadehgan. 2016. The study of irrigation and Zn hutrition effect on growth and essential oil yield of *peppermint*. *New Cell Mol Biotechnology*. 6(23): 39- 46.
- Darzi, M. R. 2007. Study of effect of biofertilizers application on quality and quantity yield of *Foeniculum vulgare* on sustainable agriculture system achevment. Ph.D. Thesis of Agronomy, Tarbiat Modares University. Pp: 165. (In Persian).
- Dordas, C.A., and C. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crop Production.* 27 (1): 75- 81.
- Fernandez, V., and T. Eichert. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current at of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 28: 36- 68.
- Jafari, F., A. Golehin, and S. Shafiei. 2013. Effect of nitrogen and foliar application of iron amino chelate on yield and growth indices of dill (*Anethum graveolans* L.) medical plant. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 5(17): 1- 12. (In Persian).
- Karmaka, S., L.C. Agnew, and H. Landry. 2007. Integrated decision support system (DSS) formanure management. *Computers and Electronics*. 57: 190-201.

www.SID.ir

Archive of SID

- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2ed. New York: Academic. Press. Pp: 889.
- Misra, A., S. Dwivedi, A.K. Srivastava, D.K. Tewari, A. Khan, and R. Kumar. 2006. Low iron stress nutrition for evaluation of Fe efficient genotype physiology, photosynthesis, and essential monoterpene oil yield of *Ocmium sanctum*. *Photosynte*. 44: 474 - 477.
- Mozafariyan, V. 2003. Vocabulary of Iranian plant. Farhang Moaser Press. Pp: 392. (In Persian).
- Nasiri, Y., S. Zehtab Salmasi, S.N. Nasrullahzadeh, N. Najafi, and K. Ghassemi-Golezani. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Medicinal Plants Research.* 4(17): 1733 - 1737. (In Persian).
- Norozpoor, O., and P. Rezvani Mogaddam. 2005. Effect of different in irrigation intervals and plant density on yield component of blank cumin (*Nigella sativa*). *Iranian Journal of Field Crops Research.* 3: 305- 315. (In Persian).
- Omidbaigi, R. 2005. Production and processing of medicinal plants. Astan Gods Razavi Press. Pp: 347. (In Persian).
- Omidbaigi, R., and S. Hassani Malayeri. 2006. The effect of N and plant density on fertility (growth, yield, vegetative growth and active ingradients) of *Matricaria parthenium*. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 38(1): 303- 309. (In Persian).
- Peyvandi, M., H. Parande, and M. Mirza. 2011. Comparison of effect of nano Fe chelate with Fe chelate on growth parameters and antioxidant enzymes activity of *Basilicum Ocimum*. *New Cell Mol Biotechnology*. 1 (4): 89- 99.
- Pirzad, A.R., P. Tousi, and R. Darvishzadeh. 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).
- Poosht Dar, A., R. Abdali, F. Moradi, S.A.A. Syadat, and A. Bakhshandeh. 2016. Effect of source and rate of nitrogen fertilizer on yield and water and nitrogen use efficiency of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 18(1): 13-31. (In Persian).
- Posmyk, M.M., R. Kontek, and K.M. Janas. 2009. Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red *cabbage* seedlings exposed to copper stress. *Ecotoxicology Environment Saf.* 72(2): 596 - 602.
- Preetipande, M., S.C. Anwar, V. Yadov, and D. Patra. 2007. Optimal level of Iron and Zinc in relation to its influence on herb yield and protection of essential oil in menthol mint. *Communication of Soil Science and Plant Analysis.* 38: 561- 578.
- Rahimzadeh, S., Y. Sihrabi, G. Haydari, G. Eyvazi, and S. Taher Hossayni. 2013. The effect of biological and chemical fertilizers application on micro and macro elements absorbtion and essential oil percent in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). *Iranian Journal of Field Crops Research.* 11(1): 179- 190. (In Persian).
- Ramrodi, M., M. Khiykha Jaleh, M. Gloy, M.J. Segatoleslami, and R. Baradaran. 2015. Effect of micronutrients foliar application and irrigation regimes on quality and quantity yield of *Plantago ovata Forsk*. *Journal of Agroecology.* 3(2): 219-226.

www.SID.ir

Archive of SID

- Safikhani, F. 2007. Effect of Drought stress effect on quality and quantity yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in farm condition. Ph.D. Thesis, Ramin Uni of Ahwaz. Pp: 235- 241. (In Persian).
- Said-Al Ahl, H.A.H., and A.A. Mahmoud. 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean Journal of Applied Sciences.* 3(1): 97- 111.
- Shaban Zadeh, Sh., and M. Gloy. 2011. The effect of micro nutrients foliar application and irrigation cycle on agronomical characteristics and yield of *Nigella sativa* L. *Environmental Stresses in Crop Science.* 4(1): 1- 9.
- Shamloo, A., and A. Roozbahani. 2016. Effect of amino acids and microelements on the rate of photosynthetic pigments content and yield of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Ecophysiology*. 7(21): 136- 150. (In Persian).
- Street, R. 2012. Heavy metals in medicinal plant products. An African perspective. *South African Journal of Botany*. 78: 116- 121.
- Tusno, Y., T. Yamaguchi, and J. Nakano. 1994. Analysis of the grain filling process of rice plant from the view point of source-sink relationships and role of root respiration in its relationship. *Bull. Faculty of Agric. Tottori Univ.* 47: 1- 10.
- Valipoor Chardah Cheriki, Y., A. Abdol Zadeh, and F. Gadri Far. 2017. Evaluate of effect of type and different amounts of N fertilizer on Chlorophyll, growth amount, oil and essential oil in *Nigella sativa* L. *Plant Environmental Physiologic*. 12 (45): 68- 80. (In Persian).
- Younesi, A.S., Y. Sadegian Motahar, N.A. Sajedi, and G. Naderi Brojerdi. 2014. Study of N and P biological and chemical fertilizers on yield and essential oil of floral branch of *peppermint* in Arak environmental condition. *Journal of New Finding in Agricultural.* 8 (3): 275- 290. (In Persian).
- Yousefzadeh, S., H.A. Nagde Badi, N. Sabagneya, and M. Jan Mohamadi. 2016. Effect of nano chelate Fe foliar application on physiological and chemical characters in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). *Medical Plant Quarterly*. 15(4): 152- 160.
- Yousefzadeh, S., S.A.M. Modares Sanavi, F. Safedkan, M.A. Asgar Zadeh, A. Galavand, M. Roshdi, and A. Safar Alizadeh. 2013. Effect of biologic fertilizers, Azo compost and nitrogen on morphological characters and essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. in two region. *Iranian Journal of Medicinal Plant Research.* 29(2): 438-451. (In Persian).
- Zehtab Salmasi, S., F. Heidari, and H. Alyari. 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha peppermint* L.). *Plant Science Research.* 1: 24- 28. (In Persian).
- Zeinali, H., H. Hosseini, and M.H. Shirzadi. 2012. Effects of effect of nitrogen fertilizer and harvest time on agronomical, essential oil and menthol of *Mentha piperita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 3(3): 486- 495. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Morphological Characteristics and Seed Yield of Dragon Head (*Dracocephalum moldavica* L.) Using Different Levels of Nitrogen and Micronutrient Elements

Esmaeil Abkar[1], Esmaeil Nabizadeh[2], Mohsen Roshdi[3], and Saman Yazdanseta[2]

Received: September 2019 , Revised: 5 January 2020, Accepted: 14 January 2020

Abstract

To evaluate agronomical characteristics and yield of dragon head by using different levels of nitrogen and microelements (Fe, B, Zn), a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in Khoy, during 2016 and 2017 growing seasons. The first factor consisted of three levels of recommended nitrogen fertilization (1- before planting, 2- one half before planting+15 days after planting, 3- one third before planting+ one-third one month after planting+ one-third 45 days after planting) and the second factor was the use of microelements with five levels including non-consuming treatments, iron with boron, iron with zinc boron, zinc. Nitrogen consumption resulted in significant effect on stem diameter, 100 seed weight, fresh weight of plant and essential oil yield. According to the results, growth and yield increase were observed using fertilizers. Therefore, the highest plant height was in two stages, the fresh yield of 10805.80 kg.ha^{-1}, in three stages, essential oil percentage of 0.59% and essential oil yield of 16.33 kg.ha^{-1} in nitrogen application in two stages and iron, boron and was observed. Although the second treatment of nitrogen (half before planting and half after sowing) along with that of boron and zinc micronutrients, the highest percentage of essential oil was 0.59%, but the consumption of other micronutrients also increased the essential oil content. Meanwhile, the highest fresh yield of nitrogen in nitrogen application was obtained at 10805.7 kg.ha^{-1} during three stages. It can be concluded that in growing dragonhead, nitrogen should be used in several stages and micronutrients usage also improves the quality and quantity of plant yield.

Key words: Dragonhead, Essential oil percentage, Fresh weight, Stem diameter.

1- Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
2- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
3- Associate Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran.
**Corresponding Author: abolfazlabkar1320@gmail.com*

www.SID.ir