اثر فاصله کاشت و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و درصد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

قدرت‌اله شرفی[1*]، مسعود رفیعی[2] و علی خورگامی[3]

چکیده

بابونه آلمانی گیاهی یکساله ولی از نظر ارزش دارویی مهم است. گل‌های آن حاوی مواد موثره ارزشمندی است. اسانس و مواد مؤثره آن دارای کاربردهای متعدد در طب گیاهی است. به منظور بررسی تأثیر فاصله کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و درصد اسانس بابونه آلمانی، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و فاکتور دوم فاصله ردیف کاشت: ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر بود. نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد تک بوته از بیشترین فاصله ردیف کاشت (۳۵ سانتی متر) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد. همچنین حداکثر تولید گل خشک و درصد اسانس گیاه بابونه به ترتیب به میزان ۴۷۴/۱ کیلوگرم در هکتار و ۰/ ۲ درصد برای تیمار فاصله کاشت ۲۵ سانتی متری با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار حاصل گردید. بنابراین، مصرف نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در راستای کشاورزی پایدار به منظور جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی همراه با مدیریت زراعی صحیح از جمله تراکم کاشت، جهت حصول حداکثر اسانس و گل خشک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی، بابونه آلمانی، تراکم کاشت، کود نیتروژن، اسانس.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۰

۱- کارشناس ارشد زراعت، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران (مسؤل مکاتبات: godratsharafi@yahoo.com)

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان.

۳- استادیار دانشکده کشاورزی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

مقدمه

بابونه از قدیمی‌ترین و یکی از نُه گیاه دارویی مهم دنیاست که توسط انسان شناخته شده است (Jamshidi, 2000). این گیاه از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی در اروپا، خاور میانه، آمریکای شمالی، استرالیا و کشورهای آفریقایی است که عمدتاً به منظور استفاده از اسانس آبی رنگ آن کشت می‌شود (Haj-Seyyed Hadi *et al.*, 2004). بابونه برای درمان بی‌خوابی، نقرس، سیاتیک، سوء هاضمه و اسهال به کار برده می‌شود و جایگاه ویژه‌ای در معالجه بیماری‌های کودکان مانند نفخ، دردهای دندان و تشنج مربوط به دوران کودکی دارد. با توجه به کاربرد روزافزون، بابونه در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، عطرسازی و تهیه چاشنی‌های غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Omidbagi, 2008). نیتروژن در ساختمان سلول گیاهی به صورت اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل و کوآنزیم‌ها شرکت دارد. بخش اعظم نیتروژن گیاه به‌صورت ترکیبات آلی بوده، اما کم و بیش به فرم یون‌های آمونیم و نیترات نیز دیده می‌شود. نیترات فرم اصلی جذب نیتروژن و انتقال آن از ریشه به برگ می‌باشد، اما از ریشه به صورت نیترات، یون آمونیم و بعضی اسیدهای آمینه نیز از طریق آوند چوبی به اندام‌های هوایی انتقال می‌یابد (Khajepour, 2009). تحقیقات نشان می‌دهد که برای تولید هر ۱۰۰۰ کیلوگرم گل و ۳۰۰۰ کیلوگرم اندام رویشی، ۸۵ کیلوگرم اکسید پتاس، ۵۳ کیلوگرم نیتروژن و ۲۱ کیلوگرم اکسید فسفر از خاک جذب می‌نمایند (Hornok, 1992). بالاک و همکاران (Balak *et al.*, 1999) نشان دادند که بالاترین شاخص‌های رشدی و عملکرد بابونه با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار حاصل می‌شود. داتا و سینگ (Datta and Sing, 1964) گزارش کردند که بالاترین عملکرد بابونه در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری به دست می‌آید. سینگ (Sing, 1970) گزارش کرد که فواصل ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۳۰ سانتی‌متر بین بوته‌های بابونه بهترین عملکرد گل و اسانس را به دنبال دارد. رحمتی و همکاران (Rahmati *et al.*, 2009) گزارش کردند که تراکم‌های بالای بوته نظیر ٤٠ و ٥٠ بوته در مترمربع می‌توانند کارآیی بیشتری در افزایش عملکرد گل خشک و اسانس داشته باشد. تحقیق انجام شده توسط دادخواه و همکاران (Dadkhah *et al.*, 2009) نشان داد که فاصله ردیف ۲۵ و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متری سبب افزایش عملکرد وزن خشک گل در واحد سطح می‌شود. با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و کاهش تراکم و پوشش گیاهی، فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و به جهت کاهش شرایط رقابتی برای نور، رطوبت و مواد غذایی و در نتیجه تغذیه بهتر تولید ساقه‌های فرعی بیشتری را سبب شده و در نتیجه وزن بوته خشک افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد بوته، عملکرد تک بوته کاهش می‌یابد. امید بیگی (Omidbagi, 2008) برای کشت‌های بهاره و پاییزه فاصله ۱۵-۱۲ سانتی‌متر با عملکرد گل تازه ۰/۵ تا ۲ تن در هکتار را پیشنهاد می‌کند. هورنوک (Hornok, 1992) نشان داد که کودهی یکنواخت و به مقدار کم محصول گل را افزایش می‌دهد ولی مصرف زیاد کود باعث کاهش محصول گیاه بابونه می‌شود. پاپ و همکاران (Pop *et al.*, 2007) نیز ثابت کردند که بیشترین فنول‌ها در گیاه همیشه بهار در بالاترین سطح تراکم (۷۰ بوته در مترمربع) و کمترین میزان آن در کمترین سطح تراکم (۳۰ بوته در مترمربع) حاصل می‌شود. در گیاه همیشه بهار تیمار ٦٠ کیلوگرم نیتروژن خالص نسبت به تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن) ۱۳۳ کیلوگرم اختلاف عملکرد گل خشک را سبب شد.

این آزمایش به منظور تعیین فاصله ردیف و تراکم مناسب بوته و استفاده بهینه از کود نیتروژن با هدف کسب بالاترین عملکرد گل خشک اسانس اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور فاصله ردیف و کود نیتروژنه و سه تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد اجرا شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی رسی لایی‌دار بود. بذور بابونه به صورت ردیفی بعد از مخلوط کردن با ماسه بادی در ۲۱ اسفند ماه ۱۳۸۸ با تقسیط ۵۰:۵۰ کود اوره کشت گردید و با لایه نازکی از خاک پوشانده شد. سطوح کود نیتروژن به میزان ۰، ۱۰۰ و۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده شد. نیمی از کود اوره در مرحله کاشت و نیم دیگر در مرحله ساقه‌روی مصرف گردید. فاکتور دوم شامل فاصله کاشت بود. برای این منظور فاصله بین ردیف‌های کاشت ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر ولی

فاصله بین بوته‌ها ثابت یعنی ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها شش در دو متر بود. پس از انجام عملیات شخم، تسطیح زمین و پیاده کردن نقشه طرح، به علت ریز بودن بذور و جلوگیری از جابجایی آن‌ها، مزرعه با آبپاش دستی به‌طور روزانه آبیاری گردید. بعد از یک هفته به صورت کرتی به فاصله هر سه روز یک بار آبیاری شد. بعد از رشد در مرحله سه الی چهار برگی اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد. همچنین قبل از کاشت، فسفر مورد نیاز بر اساس آزمون خاک از منبع فسفات آمونیوم در کلیه کرت‌ها به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار همراه با شخم در مزرعه مصرف گردید. در هنگام نمونه‌برداری و برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و ردیف‌های کناری صرف نظر گردید و صفاتی مانند وزن خشک بوته، تعداد پنجه در گیاه، عملکرد تر و خشک گل، وزن خشک و طول ریشه و درصد اسانس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسانس، گل‌های خشک شده بدون دم گل به وسیله آسیاب و مخلوط‌کن پودر شده و مقدار ۵۰ گرم از هر نمونه با روش تقطیر با آب[1] به‌وسیله دستگاه کلونجر[2] اسانس‌گیری انجام گردید. اسانس با سدیم سولفات آبگیری و به صورت درصد وزنی محاسبه گردید. داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل شد. و برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن خشک بوته

وزن بوته خشک به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار نیتروژن، فاصله ردیف کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش فاصله ردیف، وزن خشک بوته افزایش یافت، به طوری که در فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری میان سطوح کود مصرفی مشاهده نشد ولی در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر با مصرف حداکثر میزان نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بالاترین وزن خشک بوته به دست آمد (جدول۳). نیتروژن از جمله موادی است که در تمام دوره‌های رشد و نمو گیاهان، مورد نیاز آن‌ها است. کودهای نیتروژن تاثیر عمده‌ای در ساقه‌زایی، برگ زایی و جوانه‌زنی گیاهان دارند و به طور کلی رشد رویشی گیاهان را سرعت می‌دهند (Omidbagi, 2009). به نظر می‌رسد موجودی اولیه نیتروژن در خاک نیاز گیاه به این عنصر پر مصرف را تأمین نموده و در رشد گیاه بیشتر تابع فضای فراهم گردیده که در افزایش وزن خشک بوته منعکس شده است. با افزایش تراکم، هرچه عملکرد در واحد سطح به علت افزایش تعداد بوته افزایش می‌یابد کاهش وزن بوته این افزایش را خنثی می‌کند و عملکرد تک بوته کاهش می‌یابد (Sarmadnia and Koocheki, 1999). هم‌چنین، وزن بوته خشک با عملکرد گل خشک، در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. به این معنی که با افزایش وزن بوته خشک، عملکرد گل خشک افزایش یافت و منجر به افزایش عملکرد ماده خشک و گل خشک گردید (جدول٤).

تعداد پنجه در گیاه

اثر متقابل فاصله ردیف و مقدار نیتروژن روی تعداد پنجه در گیاه معنی‌دار بود (جدول۱). در این صفت نیز افزایش فاصله کاشت موجب تولید حداکثر پنجه گردید، ولی واکنش این صفت به سطوح نیتروژن مصرفی متفاوت بود (جدول۳). تعداد پنجه کمتر از سه در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر و بیش از پنج در فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر با مصرف نیتروژن متغیر بود. با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و کاهش تراکم و پوشش گیاهی، فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و به جهت کاهش شرایط رقابتی برای نور، رطوبت و مواد غذایی و در نتیجه با تغذیه بهتر تولید ساقه‌های فرعی و پنجه بیشتر، وزن بوته خشک افزایش می یابد. پنجه‌دهی یک راه موثر برای افزایش سطح برگ در هر گیاه می باشد و به این لحاظ پنجه‌دهی از حساسیت عملکرد نسبت به تراکم بوته می‌کاهد (Sarmadnia and Koocheki, 1999). تیمار فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به فاصله ردیف‌های ۱۵ سانتی‌متر و ۲۵ سانتی‌متر تعداد پنجه بیشتری تولید کرد. تیمار فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای تعداد پنجه کمتری بوده است (جدول۳). علت کاهش تعداد پنجه در تیمار فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش رشد طولی گیاه جهت رسیدن به نور کافی و بازده نزولی افزایش مقدار کود استفاده شده می‌باشد. افزایش تراکم موجب کوچک شدن و ضعیف شدن ساقه‌ها و غالباً بلند شدن گیاه می‌گردد

[1] Hydro-distillation
[2] Clevenger apparatus (Razi co. , Iran)

(Sarmadnia and Koocheki, 1999). زینلی و همکاران (Zeinali *et al.*, 2008) نشان دادند که اثر کود نیتروژن بر تعداد پنجه معنی‌دار نبود. اثرات متقابل فاصله ردیف و کود نیتروژن روی تعداد پنجه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری داشت. (جدول۱).

عملکرد تر گل

بررسی اثرات اصلی و متقابل فاصله ردیف و کود نیتروژن نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد. فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین مقدار وزنی گل تر را با مقدار ۲۳۷۰/۵۵ کیلوگرم در هکتار دارا بود و فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر با تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) کمترین مقدار وزنی گل تر با ۹۰۱/۹٤ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۱و ۳). اگر فاصله ردیف کاشت کم باشد استهلاک نور به دلیل کم بودن پوشش گیاهی بیشتر خواهد شد و هنگامی که فاصله ردیف‌های کشت از حد مطلوب کمتر باشد جذب نور کاهش یافته و منجر به کاهش تولید گل می‌گردد (Sarmadnia and Koocheki, 1999). ضرایب همبستگی صفات نشان داد که عملکرد گل تر با عملکرد گل خشک، وزن بوته خشک، تعداد پنجه در گیاه، طول ریشه، وزن ریشه خشک همبستگی معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

عملکرد خشک گل

اثرات اصلی و متقابل فاصله ردیف، کود نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد گل خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش میزان کود اوره تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، عملکرد گل خشک افزایش یافت. بالاترین عملکرد گل خشک (٤٧٤/۱ کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متری با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد.

در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متری با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، عملکرد گل خشک کاهش یافت که با یافته‌های فرانز (Franz, 1983) مطابقت دارد (جدول ۱و۳). تراکم نامناسب و سمیت استفاده زیاد از کود شیمیایی باعث کاهش عملکرد می‌گردد. بنابر گزارش فرانز (Franz, 1983) تأثیر کود نیتروژن از طریق افزایش میزان فتوسنتز و ذخیره کربوهیدرات که به‌ترتیب برای کاهش نیترات و غیرسمی شدن آمونیوم ضروری‌اند، بر عملکرد گل خشک اعمال می‌گردد. کاسمن و همکاران (Cassman *et al.*, 1988) دریافتند که کاربرد زیاد کود نیتروژن از طریق تحریک افزایش جذب نیترات و اشباع فرایندهای متابولیسم نیتروزن که منجر به کاهش نسبت کربن به نیتروژن می‌شود، روی کارایی مصرف نیتروژن تأثیر منفی می‌گذارد. بین تیمار فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر بدون استفاده از کود با تیمار فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر با استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱و۳). استفاده بهینه از نور نیز در تراکم‌های مناسب عملکرد را افزایش می‌دهد (Sarmadnia and Koocheki, 1999). در تراکم‌های بالا، اگرچه تعداد ساقه‌های فرعی بوته‌ها کاهش می‌یابد، اما به دلیل بیشتر بودن تعداد بوته در واحد سطح عملکرد گل افزایش می یابد (Jamshidi, 2000). عملکرد گل خشک با وزن بوته خشک در سطح احتمال ۰/۰۱ همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و با درصد اسانس و تعداد پنجه همبستگی معنی‌داری نداشت (جدول٤). طبیعتاً با افزایش زیست توده گیاهی عملکرد گل خشک افزایش پیدا می‌نماید.

وزن خشک ریشه

اثرات اصلی و متقابل فاصله ردیف و کود نیتروژن بر وزن ریشه خشک در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری داشت. فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب بیشترین مقدار وزنی ریشه خشک گیاه را با مقادیر ۰/۰۰۱ و ۰۰۰۹ /۰ کیلوگرم دارا بودند. توحیدی نژاد و همکاران (Tohidynejad *et al.*, 2008) نشان دادند که اثر کود نیتروژن بر عملکرد گیاه معنی‌دار بود. توسعه ریشه در ارتباط مستقیم با تغذیه گیاه و تراکم است و بر رشد اندام‌های هوایی گیاه تاثیر زیادی می گذارد.

طول ریشه

فاصله ردیف در سطح احتمال ۱٪ بر طول ریشه دارای اثر معنی‌دار بود. فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر دارای بیشترین طول ریشه بود (جدول۲). ماده خشک گیاهان تقریباً دارای ۱٪ نیتروژن است، نیتروژن اصلی‌ترین عامل محدودکننده تولیدات زراعی می‌باشد (Sarmadnia and Koocheki, 1999). اثر کود نیتروژن بر طول ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نبود. اثر متقابل فاصله ردیف و کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بر

طول ریشه معنی‌دار بود (جدول۱). افزایش طول ریشه جذب آب و مواد غذایی را افزایش داده و وزن خشک اندام‌های هوایی را افزایش می‌دهد.

درصد اسانس

اثر فاصله ردیف کاشت بر درصد اسانس معنی‌دار نبود. اثر متقابل فاصله ردیف و کود نیتروژن بر درصد اسانس در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر باعث افزایش معنی‌دار درصد اسانس نسبت به سایر تیمارها شد و بدین ترتیب بالاترین درصد اسانس با ۰/۲ درصد را به خود اختصاص داد. توحیدی‌نژاد و همکاران (Tohidynejad *et al.*, 2008) نشان دادند که اثر کود نیتروژن بر درصد اسانس معنی‌دار گردید. فرانز (Franz, 1983) اظهار داشت که میزان اسانس بابونه تا حد مشخصی با افزایش کود نیتروژنه و یا فسفره افزایش و با کاربرد کود پتاسه کاهش می یابد. نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره گیاهان دارویی نقش مهمی ایفا می‌کند. از طرف دیگر، مصرف نیتروژن در سطوح بالا به کاهش قابل توجه اسانس منجر می شود (Omidbagi, 2009). میزان ماده مؤثره همیشه بهار (فلاونوییدها) هم در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار افزایش معنی‌داری را نشان داد (Pop *et al.*, 2007). با افزایش جذب مواد غذایی در تراکم‌های بهینه، وزن خشک اندام‌های دارای اسانس مثل گل خشک افزایش یافته و درصد اسانس و ماده مؤثره در اکثر گیاهان دارویی افزایش می‌یابد.

بر اساس یافته‌های این تحقیق به‌نظر می‌رسد که در بابونه آلمانی، فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر می‌تواند کارایی بیشتری در افزایش عملکرد گل خشک و درصد اسانس در بوته داشته باشد و به عنوان فاصله ردیف مطلوب برای این گیاه قابل توصیه است. از آن‌جایی که عملکرد گل خشک و درصد اسانس با افزایش نیتروژن خالص از منبع اوره تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. مصرف کود نیتروژن بیشتر علاوه بر کاهش عملکرد باعث افزایش ارتفاع و خوابیدگی در گیاه خواهد شد. با توجه به نتایج این تحقیق، به منظور رسیدن به کشاورزی پایدار و عدم استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار قابل توصیه می‌باشد.

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد بررسی در بابونه تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و فاصله کاشت

Table 1. Variance analysis of morphological traits in chamomile affected by planting distance and nitrogen fertilizer

S.O.V.	Mean squares							
	D.F.	Root length	No. tillers per plant	Root dry weight	Plant dry weight	Flower dry weight	Flower fresh weight	Essential oils
Replication	2	0.002^{ns}	0.023^{ns}	1.84**	0.3 21^{ns}	1244.03*	24499.22^{ns}	0.0002^{ns}
Row distance	2	13.09**	9.57**	2215.09**	5.39**	31131.15**	917614.90**	0.0009^{ns}
Nitrogen fertilizer	2	0. 67^{ns}	0.44^{ns}	573.66**	1.66*	33384.73**	1295799.30**	0.004^{ns}
Row distance*nitrogen	4	0.2 67^{ns}	0. 45*	336.54*	1.14*	14658.40**	243526.37**	0.011**
Error	16	0.3 65	0. 15	21.60	0.2 13	333.55	7027.81	0.024
C.V. (%)		5.6	9.3	6.74	8.17	5.760	5.86	9.3

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns, * and ** nonsignificant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر فاصله کاشت و کود نیتروژن بر طول ریشه بابونه

Table 2. Mean comparison of row distance and nitrogen fertilizer effects on root length of chamomile

Factors	Levels	Root length (cm)
Row distance (cm)	35 (D_{35})	9.67^{c}
	25 (D_{25})	12.08^{a}
	15 (D_{15})	10.69^{b}
Nitrogen (kg/ha)	0 (N_0)	10.64^{a}
	100 (N_{100})	11.13^{a}
	200 (N_{200})	10.67^{a}

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with similar letter (s) in each column are not significantly different at 5% level of probability.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف کاشت و کود نیتروژن روی صفات زراعی مورد ارزیابی در بابونه

Table 3. Mean comparison of interaction effects of row distance and nitrogen fertilizer on agronomic traits of chamomile

Treatment	Root dry weight (kg)	No. tillers per plant	Plant dry weight (kg)	Flower dry weight (kg/ha)	Flower fresh weight (kg/ha)	Essential oil (%)
$D_{35}*N_0$	0.0006^{b}	4.86^{ab}	0.006^{ab}	222.81^{d}	901.94^{e}	0.08^{b}
$D_{35}*N_{100}$	0.001^{a}	5.64^{a}	0.006^{ab}	288.56^{bc}	1354.77^{c}	0.14^{ab}
$D_{35}*N_{200}$	0.0009^{a}	5.24^{ab}	0.007^{a}	259.26^{c}	1058.32^{d}	0.14
$D_{25}*N_0$	0.0005^{bc}	3.80^{bc}	0.004^{c}	244.53^{c}	1137.49^{cd}	0.06^{b}
$D_{25}*N_{100}$	0.0006^{b}	3.82^{bc}	0.005^{b}	474.10^{a}	2370.55^{a}	0.20^{a}
$D_{25}*N_{200}$	0.0005^{bc}	4.08^{b}	0.006^{ab}	404.58^{b}	1721.66^{bc}	0.06^{b}
$D_{15}*N_0$	0.0006^{b}	3.34^{cd}	0.004^{bc}	330.59^{c}	1408.33^{c}	0.16^{ab}
$D_{15}*N_{100}$	0.0006^{b}	3.67^{c}	0.005^{b}	39082^{b}	1861.10^{b}	0.09^{b}
$D_{15}*N_{200}$	0.0006^{b}	2.65^{d}	0.004^{c}	237.68^{cd}	1061.10^{d}	0.15^{ab}

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letter(s) in each column are not significantly different at 5% level of probability.

جدول ٤- ضرایب همبستگی ساده بین صفات زراعی در بابونه

Table 4. Simple correlation coefficients between agronomic traits in chamomile.

Traits	Fresh weight of flower	Dry weight of flower	Dry weight of plant	No. of tillers/plant	Root length	Root dry weight
Dry weight of flower	0.22^{ns}					
Dry weight of plant	0.17^{ns}	0.98^{**}				
Number of tiller/plant	0.03^{ns}	-0.08^{ns}	-0.01^{ns}			
Root length	0.10^{ns}	0.60^{ns}	0.54^{ns}	-0.62^{ns}		
Root dry weigh	-0.09^{ns}	0.59^{ns}	0.53^{ns}	0.40^{ns}	0.57^{ns}	
Essential oil	0.33^{ns}	-0.21^{ns}	-0.22^{ns}	0.63^{ns}	-0.50^{ns}	-0.59^{ns}

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار

** significant at 1% of probability level and ns: non-significant

References

Balak RP, Misra N, Sharma NL, Nagari A (1999) Effect of different levels of sodicity and fertility on the performance, oil content and composition of essential oil of German chamomile under subtropical conditions Journal of Medicinal Aromatic Plant Science 21: 969-971.

Cassman KG, Peng S, Olk DC, Ladha JK, Reichartdt W, Dobermann A, Singh U (1998) opportunities for increased nitrogen use efficiency from improved resource management in irrigated rise systems. Field Crops Research 56(1-2): 7-39.

Dadkhah AR, Kafi M, Rasam Gh (2009) The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of matricaria (*Matricaria chamomilla*). Iranian Journal of Horticultural Sciences 23 (2): 100-107. [In Persian with English Abstract].

Datta PK, Singh A (1964) Effect of different spacing on fresh flower and oil yield of *Matricaria chamomilla*. Indian Journal of Agronomy 9 (1): 11-20.

Franz Ch (1983) Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulture 132: 203-216.

Haj-Seyyed Hadi MR, Khodabandeh N, Yasa N, Darzi MT (2004) Effects of sowing date and plant density on flower yield and active substance in chamomile. Iranian Journal of Crop Sciences 4 (3): 208-217. [In Persian with English Abstract].

Hornok L (1992) Cultivation and processing of medicinal plants. University of Budapest Academic Publication: Prag. 338 pp.

Jamshidi K (2000) Effects of row spacing and plant density on quantitative aspects of chamomile flower. Iranian Journal of Agriculture Sciences 31 (1): 203-209. [In Persian with English Abstract].

Khajepour MR (2009) Principle of agronomy. Jihad Daneshgahi Press. Isfahan University of Technology: Isfahan, pp. 135-140. [In Persian with English Abstract].

Omidbagi R (2008) Production and processing of medicinal plants. Astane Qods Razavi Publications: Mashhad, 3: 249-263. [In Persian with English Abstract].

Omidbagi R (2009) Production and processing of medicinal plants. Astane Qods Razavi Publications: Mashhad, 1: 278-233. [In Persian with English Abstract].

Pop GP, Pirsan, Mateoc-Sirb N, Mateoc T (2007) Influence of technological elements on yield quantity and quality in marigold (*Calendula officinalis* L.) cultivated in cultural conditions of Timisoara, The First International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants: Slovak University of Agriculture in Nitra. pp. 20-23.

Rahmati MM, Azizy M, Hasanzadeh Khayyat H, Neamati A (2009) The effects of different levels of nitrogen and plant density on the agromorphological characters, yield and essential oils content of improved chamomile (*Matricaria chamomilla*) cultivar "Bodegold ". Iranian Journal of Horticultural Sciences 23 (1): 27-35. [In Persian with English Abstract].

Sarmadnia G, Koocheki A (1999) Physiology of crop plants (translated). Jihad Daneshgahi Meshhad Press: Mashhad. [In Persian with English Abstract].

Sing LB (1970) Utilization of saline-alkali soils for agro-industry without reclaimation. Economy of Botany 24: 439-442.

Tohidynejad EM, Korky G, Mohammadinejad MM, Majidi K, Ahmadi Afzadi M (2008) The effect of planting date and nitrogen levels on performance and essence of matricaria (*Matricaria chamomilla*). Golestan Agricultural Sciences and Natural Resources, Iranian Electronic Journal 1(1): 15-24. [In Persian with English Abstract].

Zeinali H, Bagheri Kholanjani M, Golparvar MR, Jafarpour M, Shirani Rad AH (2008) Effect of different planting time and nitrogen fertilizer rate on flower yield and its components in German chamomile (*Matricaria recutita*). Iranian Journal of Crop Sciences 10 (3): 220-230. [In Persian with English Abstract].