تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

حامد جوادی*[۱]، حیدر نخعی زینلی[۲]

[۱] استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

[۲] کارشناس ارشد زراعت، شهرداری، نهبندان، ایران

*نویسنده مسئول: h_javadi@pnu.ac.ir

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گل همیشه‌بهار، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در نهبندان به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح (صفر، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تراکم بوته در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی بودند. در این آزمایش ۲۵ تن در هکتار کود دامی پوسیده نیز استفاده شد. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ در بوته، قطر گل، تعداد گل در بوته، تعداد گل در مترمربع، وزن صد گل، عملکرد خشک گل تک بوته، عملکرد خشک گل، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب گل و راندمان مصرف آب بیوماس کل بودند. نتایج نشان داد که کود نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته و شاخص برداشت معنی‌دار بود. کاربرد ۹۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به ترتیب تعداد ساقه در بوته و شاخص برداشت را به میزان ۲۱/۲ و ۱۴/۹ درصد نسبت به عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد) افزایش داد. تراکم بوته بر تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک تک بوته و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین تعداد گل در بوته (۱۶۷/۱ گل)، عملکرد گل خشک تک بوته (۱۷/۵ گرم) و شاخص برداشت (۱۶/۶ درصد) از تراکم ۱۰ بوته در مترمربع حاصل شد. برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر هیچ‌کدام از صفات فوق (به‌جز ارتفاع بوته) معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج این تحقیق، تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بدون مصرف کود نیتروژن (مشروط به کاربرد ۲۵ تن کود دامی پوسیده) جهت افزایش عملکرد گل همیشه‌بهار در منطقه نهبندان پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: راندمان مصرف آب، شاخص برداشت، گیاه دارویی

مقدمه

همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی دارویی با ارزش از خانواده کاسنی است که به دلیل خواص درمانی گوناگون از جمله درمان التهاب‌های معده و روده، کم‌خونی، تب، انواع جراحات، زخم‌ها و التهاب‌های پوستی به میزان زیادی مورد توجه بیش‌تر پژوهشگران قرار گرفته است (Sharrif Moghaddasi *et al*., 2012).

نیتروژن یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد که با تأثیر مثبت بر استقرار گیاه باعث بهبود رشد گیاه می‌شود. کاهش نیتروژن در خاک به دلیل کاهش رشد، کاهش عملکرد را موجب می‌شود و افزایش آن نیز به دلیل تحریک رشد رویشی و کاهش رشد زایشی، کاهش تعداد گل را به دنبال دارد (امید بیگی، ۱۳۹۴). برخی پژوهشگران بیان کردند که همیشه‌بهار به ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیاز دارد؛ درحالی‌که برخی دیگر از پژوهشگران حداکثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن را برای دستیابی به حداکثر عملکرد توصیه نمودند (Blumenthal *et al*., 1998). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که مصرف بیش از اندازه این عنصر پرمصرف، علاوه بر اختلال در نسبت رشد رویشی به زایشی و کاهش رشد زایشی، به دلیل افزایش حمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، کاهش عملکرد گل را به دنبال دارد (Martin and Deo, 2000). نتایج تحقیقی نشان داد که افزایش نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد زیستی، تعداد گل در مترمربع، عملکرد خشک گل و بازده مصرف آب بیوماس شد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱).

تراکم گیاهی یکی دیگر از عوامل مدیریتی است که برای استفاده مطلوب از منابع و فضا باید مد نظر قرار گیرد. البته تراکم گیاهی مناسب بسته به نوع رقم و شرایط آب و هوایی نیز متفاوت می‌باشد. مارتین و دیو (Martin and Deo, 2000) بیان نمودند که با افزایش تراکم، ارتفاع نهایی ساقه گل دهنده همیشه‌بهار افزایش یافت که در نتیجه به دلیل افزایش تراکم، ورس گیاه و در نتیجه به علت افزایش پوسیدگی کاهش عملکرد گل را موجب شد. نتایج تحقیقی نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته در مترمربع عملکرد گل ۲۳ درصد افزایش یافت و با افزایش تراکم تا ۷۵ بوته در مترمربع کاهش ۲۰ درصدی برای عملکرد گل مشاهده شد (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۲).

بنابراین، با توجه به اهمیت گونه دارویی همیشه‌بهار و لزوم بررسی مدیریت زراعی به‌ویژه نیتروژن به‌عنوان عنصری ضروری برای رشد و تراکم به‌عنوان عامل تعیین‌کننده میزان بهره‌وری محیطی، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد همیشه‌بهار در منطقه نهبندان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال۱۳۹۳ در مرکز تولید گل و گیاه شهرداری نهبندان واقع در طول جغرافیایی ۶۰ درجه و۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و۳۳ دقیقه و در ارتفاع ۱۱۹۶ متری از سطح دریا اجرا شد. محل آزمایش از نظر اقلیمی بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک می‌باشد. میانگین ۱۰ ساله بارندگی این منطقه ۱۳۱/۵ میلی‌متر، حداکثر دمای آن ۴۴ درجه سانتی‌گراد، حداقل دما ۲۱/۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد و میانگین دمای سالانه ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک مزرعه آزمایشی سیلتی شنی، pH آن برابر ۸، هدایت الکتریکی ۱/۲۶ میلی موس بر سانتی‌متر و میزان کربن آلی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک ۰/۰۷ درصد، ازت کل ۰/۰۵۱ درصد، فسفر قابل‌جذب ۳/۳۶ پی پی‌ام و پتاسیم قابل‌جذب ۱۸۸ پی پی‌ام بود. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در۳ تکرار اجرا گردید. نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح (صفر، ۲۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تراکم بوته در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی بودند. فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد، به منظور جلوگیری از اختلاط آب آبیاری آب به‌صورت شلنگی در هر کرت به مقدار ۱۲۰ لیتر در نظر گرفته شد. کود دامی پوسیده به مقدار ۲۰ تن در هکتار در زمین پخش شد. کود نیتروژن در طی دو مرحله (نصف در مرحله ۵ تا ۶ برگی و نیم دیگر در ابتدای مرحله گلدهی) به‌صورت سرک به کرت‌های آزمایشی داده شد. زمین سال قبل آیش بود و عملیات آماده‌سازی بستر کاشت در اواسط فروردین‌ماه با انجام عملیات شخم و دو دیسک عمود بر هم انجام شد. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام دو در هزار ضدعفونی شد و دردهم مردادماه سال ۱۳۹۳ در عمق حدود ۲/۵ سانتی‌متر خاک کشت شد. گیاهان سبز شده روی ردیف در مرحله ظهور چهارمین برگ با فاصله ۱۵ سانتی‌متر تنک شدند.

در این آزمایش صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ در بوته، قطر گل، تعداد گل در بوته، تعداد گل در مترمربع، وزن صد گل، عملکرد خشک گل تک بوته، عملکرد خشک گل، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب گل و راندمان مصرف آب بیوماس کل اندازه‌گیری شدند. برای به دست آوردن صفات گل در مترمربع و عملکرد خشک گل طی ۲۰ نوبت گل‌ها از دو خط ۲ و ۵ با رعایت اثر حاشیه‌ای از مساحت ۳ مترمربع برداشت و شمارش گردید و سپس در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. از تقسیم عملکرد گل خشک به عملکرد زیستی و ضرب آن در عدد ۱۰۰ شاخص برداشت گل به دست آمد. همچنین از تقسیم عملکرد گل خشک بر آب مصرف شده راندمان مصرف آب گل و از تقسیم بیوماس کل بر آب مصرف شده راندمان مصرف آب بیوماس کل بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید.

در پایان تجزیه اطلاعات جمع‌آوری‌شده برای هر یک از صفات با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر ساده نیتروژن و تراکم و برهمکنش آن‌ها بر تعداد برگ در بوته و قطر گل همیشه‌بهار معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته از تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع (۴۳/۶ سانتی‌متر) حاصل شد و کمترین آن متعلق به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۳۴/۷ سانتی‌متر) بود (شکل ۱). بررسی نتایج برخی محققان نیز حاکی از افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف نیتروژن و افزایش تراکم بوته می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Martin and Deo, 2000). مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دلیل تحریک رشد رویشی و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع به دلیل رقابت برای جذب نور شرایط افزایش ارتفاع بوته همیشه‌بهار را فراهم کردند.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن تعداد ساقه در بوته را افزایش داد. به‌طوری‌که مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص تعداد ساقه در بوته را ۲۱/۲ درصد نسبت به عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد) افزایش داد (جدول ۲). تیمارهای نیتروژن به میزان ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد نشان نداد (جدول ۲). افزایش مصرف نیتروژن با تحریک رشد رویشی منجر به افزایش تعداد ساقه در بوته شد. نتایج مطالعه ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیانگر تأثیر مثبت نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته بود.

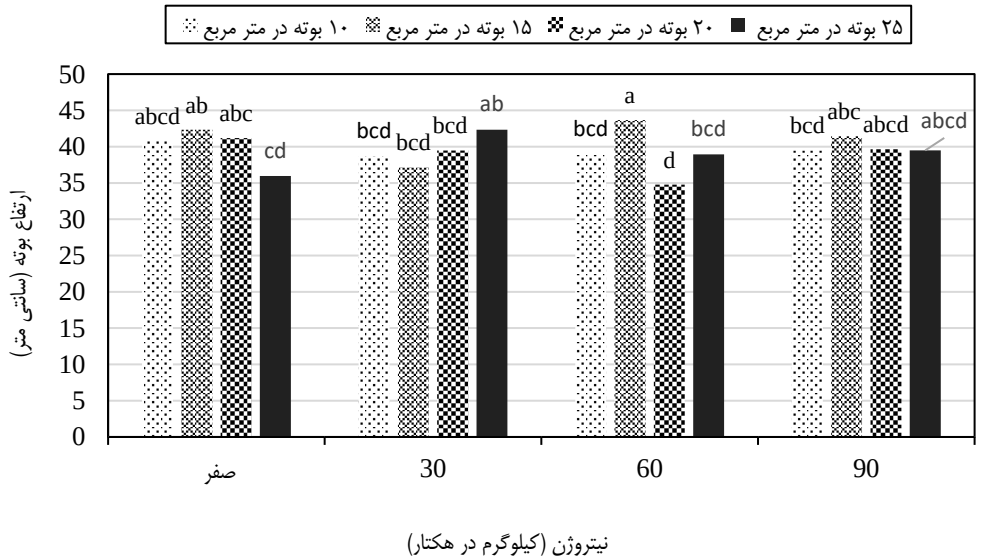
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر نیتروژن و تراکم بوته بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان مصرف آب همیشه بهار.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد ساقه در بوته	تعداد برگ در بوته	قطر گل	تعداد گل در بوته	تعداد گل در متر مربع	وزن صد گل
تکرار	۲	۹۶/۵ ns	۳۹۳/۲ ns	۱۳۶۱/۷ ns	۰/۳۴ ns	۴۳۳۹/۶ **	۱۲۱۲۰۸۰ **	۱/۸۹ ns
نیتروژن	۳	۱۳ ns	۳۴۶۲/۸ **	۳۰۰۸۴۸ ns	۰/۱۴ ns	۳۷۱/۵ ns	۸۴۶۳۷/۹ ns	۱/۰۶ ns
خطای اول	۶	۳۳	۳۰۳	۱۴۳۶۳۳	۰/۰۷	۱۶۰/۶	۷۳۷۵۷/۹	۰/۵۸
تراکم بوته	۳	۱۳ ns	۱۶۲۹/۳ ns	۲۶۳۸۴۱ ns	۰/۰۱ ns	۲۲۶۵۱/۸ **	۱۶۰۶۱/۶ ns	۱/۱۵ ns
نیتروژن × تراکم بوته	۹	۲۳/۳ *	۳۳۳۷/۸ ns	۸۳۴۷۲/۷ ns	۰/۰۷ ns	۲۴۶/۸ ns	۳۶۸۳۱/۵ ns	۱/۶۸ ns
خطای دوم	۲۴	۹/۶	۱۷۵۷/۹	۱۰۲۱۹۹	۰/۰۵	۲۹۵/۲	۶۵۰۲۰/۲	۱/۱۵
ضریب تغییرات		۷/۸	۲۳/۳	۲۴/۴	۱/۸	۱۵/۸	۱۵	۱۰/۳۲

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد گل خشک تک بوته	عملکرد گل خشک	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	راندمان مصرف آب گل	راندمان مصرف آب بیوماس کل
تکرار	۲	۳۳/۴ **	۹۵۲۵۸ **	۶۶۱۳۲۰۵ ns	۳۲/۶ **	۰/۰۵ ns	۰/۳۸ ns
نیتروژن	۳	۳/۵ ns	۴۸۳۶۳/۸ ns	۶۰۹۷۸۱۰ ns	۱۱/۹ *	۰/۰۰۲ ns	۰/۳۵ ns
خطای اول	۶	۱/۱	۴۳۰۸۲/۳	۱۶۵۲۷۹۵	۰/۹	۰/۰۰۲	۰/۰۹
تراکم بوته	۳	۲۵۹/۸ **	۷۳۲۲/۵ ns	۸۶۰۸۰۸۹ ns	۱۶/۴ *	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۵۰ ns
نیتروژن × تراکم بوته	۹	۳/۸ ns	۶۹۵۵۳ ns	۷۲۹۱۷۶۹ ns	۸/۱ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۴۲ ns
خطای دوم	۲۴	۲/۶	۵۵۰۵۶/۱	۵۲۴۵۷۳۲	۵/۲	۰/۰۰۰۳	۰/۳۰
ضریب تغییرات		۱۴/۵	۱۳/۴۲	۱۹/۸	۱۴/۸	۱۹/۸	۲۱/۳

**، * و n.s به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار می‌باشد.

شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر ارتفاع همیشه‌بهار.



جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر سطوح نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته و شاخص برداشت همیشه بهار.

کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ساقه در بوته	شاخص برداشت (درصد)
صفر	۹/۹ b	۱۴/۷ b
۳۰	۱۰/۴ b	۱۶/۹ a
۶۰	۱۱/۱ b	۱۴/۸ b
۹۰	۱۲/۰ a	۱۵/۲ b

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم بوته بر تعداد گل در بوته و عملکرد گل خشک تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر نیتروژن و برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد گل در بوته، تعداد گل در مترمربع، وزن صد گل، عملکرد گل خشک تک بوته، عملکرد گل خشک کل و عملکرد زیستی معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۱۰ بوته در مترمربع به ۱۵، ۲۰ و ۲۵ بوته در مترمربع تعداد گل در بوته و عملکرد خشک تک بوته کاهش یافت (جدول ۳). نتایج تحقیقی نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته در مترمربع عملکرد گل ۲۳ درصد افزایش یافت و با افزایش تراکم تا ۷۵ بوته در مترمربع کاهش ۲۰ درصدی برای عملکرد گل مشاهده شد (ملافیلابی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به عادت رشدی همیشه‌بهار که به‌صورت نامحدود رشد می‌باشد (امید بیگی، ۱۳۹۴)، چنین به نظر می‌رسد که استفاده از تراکم مناسب به دلیل تأثیر بر تولید شاخه‌های جانبی می‌تواند تأثیر مطلوبی بر گل‌دهی داشته باشد. به این ترتیب، انتخاب تراکم بالاتر از سطح مطلوب طی دوره رشد رویشی باعث می‌شود که گیاه فضا و عناصر غذایی کم‌تری در اختیار داشته باشد که در نتیجه به دلیل نبود تناسب بین رشد رویشی و زایشی و همچنین افزایش رقابت برای جذب آب، عناصر غذایی، نور و فضا کاهش عملکرد گل را به دنبال دارد. هم‌چنین با افزایش تراکم بیشتر از سطح مطلوب به دلیل محدود شدن فضا برای رشد تک بوته و افزایش رقابت کاهش تعداد گل را به دنبال داشته است. مارتین و دیو (Martin and Deo, 2000) بیان نمودند که افزایش تراکم بوته موجب ورس گیاه و در نتیجه افزایش پوسیدگی و کاهش عملکرد گل می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته بر تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک تک بوته و شاخص برداشت همیشه بهار.

تراکم (بوته در متر مربع)	تعداد گل در بوته	عملکرد گل خشک تک بوته (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
۱۰	۱۶۷/۱ a	۱۷/۵ a	۱۶/۶ a
۱۵	۱۱۳/۶ b	۱۱/۸ b	۱۳/۹ b
۲۰	۸۷/۲ c	۸/۵ c	۱۵/۰ b
۲۵	۶۶/۶ d	۶/۹ d	۱۶/۰ b

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت معنی‌دار بود، اما برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار موجب افزایش ۱۴/۹ درصدی شاخص برداشت نسبت به عدم مصرف کود (شاهد) شد، این در حالی بود که کاربرد بیش از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تأثیر آماری معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲). در مطالعه ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۲) نیز افزایش بیش از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب کاهش شاخص برداشت شد. با توجه به اینکه مصرف نیتروژن باعث تحریک بیشتر رشد رویشی نسبت به رشد زایشی می‌شود، بنابراین افزایش کود نیتروژن، احتمالاً به دلیل تأخیر در گل‌دهی و کاهش نسبت اندام رویشی به زایشی، کاهش شاخص برداشت را موجب شد. امید بیگی (۱۳۹۴) نیز بیان کرد که مصرف زیاد نیتروژن (بیش از ۶۰ کیلوگرم در هکتار) برای گیاه دارویی همیشه‌بهار نامناسب است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۱۰ بوته در مترمربع به ۱۵، ۲۰ و ۲۵ بوته در مترمربع شاخص برداشت کاهش یافت (جدول ۳). نتایج مطالعه ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۲) حاکی از آن بود که افزایش تراکم بوته تا ۵۰ بوته در مترمربع موجب افزایش شاخص برداشت شد اما افزایش تراکم بوته تا ۷۵ بوته در مترمربع شاخص برداشت را کاهش داد. ازآنجایی‌که افزایش تراکم بیش از ۱۰ بوته در مترمربع عملکرد گل را کاهش داد (جدول ۳)، بنابراین مشخص شد که افزایش تراکم بوته با تأثیر بر عملکرد گل موجب کاهش شاخص برداشت شد.

راندمان مصرف آب گل و بیوماس

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن، اثر تراکم و برهمکنش آن‌ها بر راندمان مصرف آب گل و بیوماس معنی‌دار نبود (جدول ۱). با توجه به این که راندمان مصرف آب از تقسیم عملکرد (گل یا بیوماس) بر میزان آب مصرفی به دست می‌آید، لذا در این تحقیق با توجه به اینکه عملکرد گل و عملکرد بیوماس تحت تأثیر نیتروژن و تراکم بوته قرار نگرفتند (جداول ۲ و ۳) و از طرفی میزان آب مصرفی برای هر کرت یکسان بود لذا تغییر معنی‌داری در راندمان مصرف آب گل و بیوماس مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بدون مصرف کود نیتروژن (مشروط به کاربرد ۲۵ تن کود دامی پوسیده) جهت افزایش عملکرد گل همیشه‌بهار در منطقه نهبندان پیشنهاد می‌شود.

منابع

امید بیگی، ه. ۱۳۹۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی جلد اول. انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۴۸ صفحه.

ملافیلابی، ع.، خرم دل، س.، سیاهمرگویی، آ. و شوریده، ه. ۱۳۹۲. تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات کیفی گل همیشه‌بهار در شرایط آب و هوایی تربت‌جام. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۰۰-۸۳.

موسوی، س. غ. ر.، ثقه‌الاسلامی، م. ج.، انصاری نیا، ا. و جوادی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر تنش کم‌آبی و کود نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گیاه همیشه‌بهار. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۵۰۸- ۴۹۳.

Blumenthal, M., Busse, W., Gruenwald, J. and Hall Riggins, C.W. 1998. Therapeutic Guide to Herbal Medicines. Austin: American Botanical Council and Boston: Integrative Medicine Communication.

Martin, F. 2000. A grower manual for *Calendula officinalis* L. ADAS Bridget Research Center. Martyr Worthy. Winchester, UK.

Martin, R.J. and Deo, B. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 37-44.

Sharrif Moghaddasi, M. and Haddad Kashani, H. 2012. Pot marigold (*Calendula officinalis*) medicinal usage and cultivation. Scientific Research and Essays, 7(14): 1468-1472.

Effect of Different Nitrogen Levels and Plant Density on Yield and Yield Components of Marigold (*Calendula officinalis* L.)

Hamed javadi[1]*, Heydar Nakhaee Zeinali[2]
[1]Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University (PNU), Iran
[2]Master of Agriculture, Nehbandan Municipality, Iran
[*]*Corresponding Author: h_javadi@pnu.ac.ir*

Abstract

In order to evaluate the effect of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield components of *Calendula officinalis*, an experiment was conducted in Nehbandan during the 2014-2015 crop year in the form of split plots in a randomized complete block design with three replications. Nitrogen as the main factor at four levels (zero, 20, 30, 60 and 90 kg of pure nitrogen per hectare) and plant density at four levels (10, 20, 30 and 40 plants per m^{-2}) were the secondary factors. In this experiment, 25 t. ha^{-1} of rotten manure was used. Traits studied in this study include plant height, number of stems per plant, number of leaves per plant, flower diameter, number of flowers per plant, number of flowers per square meter, weight of 100 flowers, dry yield of single plant flowers, dry flower yield, biological yield harvest index, flower water use efficiency and total biomass water use efficiency were. The results showed that nitrogen fertilizer was significant on the number of stems per plant and harvest index. Application of 90 and 30 kg ha^{-1} of pure nitrogen increased the number of stems per plant and harvest index by 21.2% and 14.9%, respectively, compared to not using nitrogen fertilizer (control). Plant density was significant on the number of flowers per plant, single flower dry yield and harvest index. The highest number of flowers per plant (167.1 flowers), single flower dry yield (17.5 g) and harvest index (16.6%) were obtained from the density of 10 plants per m^{-2}. The interaction of nitrogen and plant density on any of the above traits (except plant height) was not significant. According to the results of this study, a density of 10 plants per m^{-2} without the use of nitrogen fertilizer (provided the use of 25 tons of rotten manure) is recommended to increase the yield of marigold in Nehbandan region.

***Keywords*:** Harvest index, Medicinal plant, Water use efficiency