



دانشگاه گیلان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات کیفی گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) در شرایط آب و هوایی تربت‌جام

عبدالله ملافیلابی<sup>۱</sup>، \* سرور خرم‌دل<sup>۲</sup>، آسیه سیاهمرگویی<sup>۳</sup> و هادی شوریده<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، گروه زیست فناوری مواد غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت‌جام،  
<sup>۲</sup>استادیار گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۳</sup>استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،  
<sup>۴</sup>دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات، دانشگاه تهران  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲

### چکیده

همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان مورد استفاده در صنایع دارویی می‌باشد. به منظور بررسی اثر تراکم بوته و میزان کود نیتروژن بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گل همیشه‌بهار، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت‌جام در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا شد. عوامل اصلی و فرعی به ترتیب شامل ۴ سطح نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ تراکم بوته (۲۵، ۵۰ و ۷۵ بوته در مترمربع) بودند. نیتروژن (به صورت اوره) به صورت سرک در ۲ مرحله ۶-۴ برگی و گل‌دهی مصرف شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع ساقه گل‌دهنده، وزن خشک ساقه و ریشه، عملکرد گل، بذر و زیست‌توده، شاخص برداشت (بر اساس عملکرد گل) و محتوی اسانس و عصاره گل همیشه‌بهار بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده مقدار نیتروژن و تراکم بوته بر ارتفاع، وزن خشک ساقه و ریشه، عملکرد گل، بذر و زیست‌توده، شاخص برداشت و محتوی اسانس و عصاره همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد. با افزایش مصرف نیتروژن از ۶۰-۰ کیلوگرم به دلیل افزایش رشد رویشی و بهبود فتوسنتز، عملکرد گل و محتوی اسانس بیش از ۱۰۰ درصد افزایش و با افزایش بیش‌تر آن، این دو قسمت به ترتیب ۳۳ و ۵۲ درصد کاهش یافت. با افزایش تراکم

\* مسئول مکاتبه: [khorrandel@um.ac.ir](mailto:khorrandel@um.ac.ir)

بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته در مترمربع عملکرد گل و محتوی اسانس به ترتیب ۲۳ و ۲۹ درصد افزایش یافت و با افزایش تراکم تا ۷۵ بوته در مترمربع، کاهش به ترتیب ۲۰ و ۴۴ درصدی برای این دو صفت مشاهده شد. به این ترتیب، می‌توان از مصرف مقادیر مناسب کود نیتروژن و تراکم به‌عنوان دو راه‌کار زراعی برای دستیابی به عملکرد مطلوب کمی و کیفی همیشه‌بهار بهره جست.

واژه‌های کلیدی: اسانس، عصاره، گیاه دارویی، همیشه‌بهار

### 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 به‌میزان زیادی مورد توجه بیش‌تر پژوهش‌گران قرار گرفته است (شریف‌مقدسی و حداد کاشانی، ۲۰۱۰). هدف از کاشت این گیاه، بهره‌برداری از مواد مؤثره موجود در گل‌ها و به‌ویژه گلبرگ‌ها می‌باشد (مارتین و دیو، ۲۰۰۰). بذرهاى همیشه‌بهار دارای ۲۰-۵ درصد روغن می‌باشد (کروماک و اسمیت، ۱۹۹۸) که مصرف دارویی و صنعتی فراوانی برای آن ذکر شده است (بیرناس، ۲۰۰۰؛ موس و همکاران، ۱۹۹۲). به این ترتیب، با توجه به اهمیت دارویی و ارزش اقتصادی این گیاه دارویی، تمایل به تولید آن در کشورهای مختلف دنیا بالا می‌باشد (مارتین و دیو، ۲۰۰۰).

اگرچه این گیاه، نسبت به خاک‌های فقیر به نسبت مقاوم است، ولی طالب خاک‌های حاصل‌خیز و سبک می‌باشد، به طوری که بهبود کیفیت خاک می‌تواند سبب افزایش عملکرد و به‌ویژه تولید گل شود (امیدییگی، ۱۹۹۷؛ دوک، ۱۹۸۲). نیتروژن یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان می‌باشد که با تأثیر مثبت بر استقرار گیاه باعث بهبود رشد گیاه می‌شود (توماس و تورنی، ۱۹۷۵). 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 (امیدییگی، ۱۹۹۷). برخی از پژوهش‌گران (امیدییگی، ۲۰۰۵) بیان نموده‌اند این گیاه نیاز به ۶۰-۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارد؛ در حالی که برخی دیگر از پژوهش‌گران حداکثر ۵۰ کیلوگرم نیتروژن را برای دستیابی به حداکثر عملکرد توصیه نموده‌اند (بلومتال و همکاران، ۱۹۹۸). 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 (مارتین و دیو، ۲۰۰۰). چاوهران و کومار (۲۰۰۷) گزارش نمودند که با افزایش میزان مصرف نیتروژن از ۱۰۰-۰ کیلوگرم در هکتار رشد و عملکرد گل همیشه‌بهار به طور معنی‌داری بهبود یافت.

تراکم گیاهی یکی از دیگر عوامل مدیریتی است که برای استفاده مطلوب از منابع و فضا باید مدنظر قرار گیرد (سارما و همکاران، ۱۹۹۲). البته تراکم گیاهی مناسب بسته به نوع رقم و شرایط آب و هوایی نیز متفاوت می‌باشد (ساتیناریا، ۱۹۸۷). مارتین و دیو (۲۰۰۰) بیان نمودند که با افزایش تراکم، ارتفاع نهایی ساقه گل‌دهنده 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. هم‌چنین با افزایش تراکم، زیست‌توده گیاه افزایش و عملکرد گل کاهش یافت. کروماک و اسمیت (۱۹۹۸) با بررسی اثر تراکم ۸۰-۱۰ بوته در مترمربع روی عملکرد دانه همیشه‌بهار بیان نمودند که بالاترین عملکرد دانه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج مطالعه بورم و ونجیک (۱۹۹۴) نیز نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد. این پژوهش‌گران بیان نمودند که با افزایش تراکم به دلیل کاهش تعداد شاخه جانبی، عملکرد دانه کاهش یافت.

اگرچه اثر تراکم روی خصوصیات رشدی و عملکرد این گیاه تا حدودی بررسی شده است، ولی نتایج مطالعات بریموندی و همکاران (۲۰۱۱) روی اثر تراکم و محیط کاشت بر رشد و عملکرد همیشه‌بهار در شرایط آب و هوایی مشهد اثبات نمود که شرایط محیطی نیز تأثیر به‌سزایی بر رشد این گیاه داشت. به این ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب، بررسی خصوصیات این گیاه در شرایط مختلف آب و هوایی، مهم می‌باشد.

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 رشد، عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک همیشه‌بهار اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت‌جام (۶۰ درجه و ۲۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵

درجه و ۱۳ دقیقه عرض جغرافیایی، ۱۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی ۱۷۰-۱۱۷ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت و رطوبت نسبی به ترتیب ۱۵/۵ و ۵۱ درصد) در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا شد. ۴ سطح نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳ تراکم بوته (۲۵، ۵۰ و ۷۵ بوته در مترمربع) به ترتیب به عنوان عامل اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. ۵۰ درصد تیمارهای کودی در نظر گرفته شده در مرحله ۶-۴ برگی (هم‌زمان با تنک) و ۵۰ درصد در مرحله گل‌دهی به صورت سرک مصرف شد.

به منظور تعیین خصوصیات خاک، نمونه برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک محل اجرای آزمایش قبل از کاشت انجام شد. نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش قبل از کاشت.

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	محتوی کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (پی‌پی‌ام)	پتاسیم در دسترس (پی‌پی‌ام)	فسفر در دسترس (پی‌پی‌ام)
لومی	۴/۲۸	۸/۲	۰/۴۲	۴۲۱	۳۲۸	۱۸

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم، دیسک و لولر در اوایل اسفندماه انجام شد. بذرها روی ۶ ردیف ۴ متری (عمق ۳-۲ سانتی‌متر) با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر در بیستم اسفندماه با دست کاشته شدند. به این ترتیب، ابعاد کرت‌های آزمایش ۴×۳ متر بود. به منظور یکنواختی و تسهیل در سبز شدن، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یک‌بار تا پایان فصل رشد به شیوه نشتی انجام شد. در مرحله ۶-۴ برگی بوته‌ها برای رسیدن به تراکم موردنظر تنک شدند. بین کرت‌ها دو ردیف نکاشت در نظر گرفته شد و انتهای کرت‌ها به‌طور کامل مسدود شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، آبیاری کرت‌ها و بلوک‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. وجین دستی علف‌های هرز طی ۳ مرحله بعد از سبز شدن، ۶-۴ برگی و هم‌زمان با بسته شدن تاج‌پوشش انجام شد.

با توجه به این‌که همیشه‌بهار گیاهی گل نامحدود است، برداشت گل به صورت هفتگی انجام شد. در پایان فصل رشد نمونه‌برداری پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح ۱ مترمربع برای تعیین صفات رویشی و زایشی شامل وزن خشک گل (مجموع وزن کاسبرگ و گلبرگ)، وزن خشک بذر، وزن

خشک ساقه و ریشه و عملکرد زیست توده انجام شد. عملکرد زیست توده براساس مجموع وزن خشک اندام‌های هوایی شامل ساقه، برگ، گل، کاسبرگ و... در نظر گرفته شد. برای تعیین تولید بذر، یک سوم کرت‌های آزمایشی از ابتدا تا انتهای فصل رشد به صورت دست نخورده باقی ماند و در پایان فصل رشد، بذر جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین وزن ریشه پس از انجام آبیاری و گاوری شدن زمین، بوته‌ها از خاک خارج شدند. شاخص برداشت از نسبت عملکرد گل به عملکرد زیست توده محاسبه شد. خشک کردن گل‌ها و سایر اجزای گیاهی در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد.

عصاره ۵۰ گرم گل با روش پرکولاسیون با استفاده از اتانول ۷۰ درصد به مدت ۷۲ ساعت انجام شد و سپس با استفاده از روتاری با پمپ خلأ عصاره از حلال جداسازی گردید. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از کلونجر<sup>۱</sup> به مدت ۳ ساعت برای تمام تیمارها انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده، عملکرد و خصوصیات کیفی همیشه‌بهار در جدول ۲ نشان داده شده است.

**ارتفاع ساقه گل‌دهنده:** اثر سطوح مختلف نیتروژن روی ارتفاع ساقه گل‌دهنده همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم ارتفاع بوته بیش از ۱۰۰ درصد افزایش یافت (شکل ۱-الف). افزایش مصرف نیتروژن با تحریک رشد رویشی گیاه (سرمدنیا و کوچکی، ۲۰۰۱)، منجر به افزایش ارتفاع گردیده است. گنجعلی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که افزایش مصرف نیتروژن بهبود ارتفاع ساقه گل‌دهنده همیشه‌بهار را موجب شد.

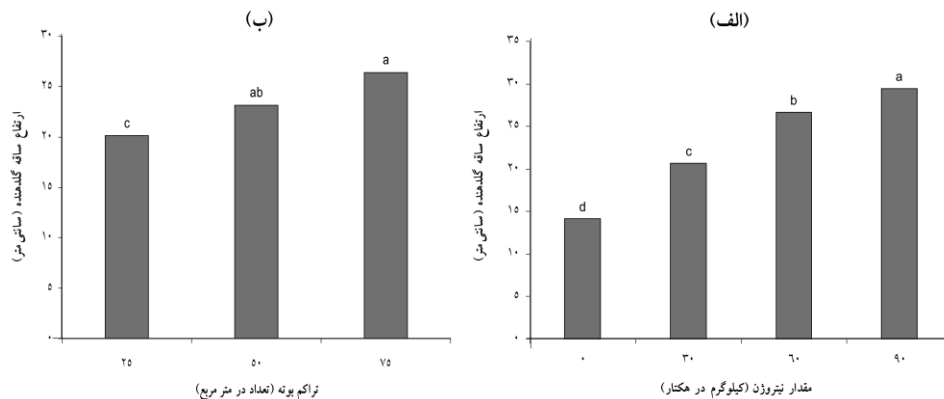
---

1- Clevenger

جدول ۲- میانگین مربعات اثر سطح کود نیتروژن و تراکم بوته بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه بهار.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه گل‌دهنده	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک گل	وزن خشک پدرب	عملکرد نیولوژیکی	شاخص برداشت	میزان اسانس	میزان عصاره گل
تکرار	۳	۲/۴۱	۱۵۲/۲۲	۶۴۹	۲۴۷/۵۳	۷۴/۹	۱۴۹۹/۵	۰/۰۱۴	۰/۱۲	۳/۲۱
مقدار کود نیتروژن (A)	۳	۳۰۳/۹ <sup>ns</sup>	۱۱۰۶/۴۶ <sup>ns</sup>	۱۰۶۹/۷۷ <sup>ns</sup>	۴۹۲/۵۳ <sup>ns</sup>	۳۵۹/۱ <sup>ns</sup>	۱۲۲۴/۹ <sup>ns</sup>	۴/۰۳۵ <sup>ns</sup>	۸۳۳ <sup>ns</sup>	۱۱۱/۱۴ <sup>ns</sup>
خطای اصلی	۹	۷/۷۵	۶۵۲/۹	۶۱۰/۵۳	۱۰۷/۹	۱۸۱/۹	۶۵۸/۵	۰/۰۰۴	۰/۰۹	۱۰/۰
تراکم بوته (B)	۲	۸۳/۹۶ <sup>ns</sup>	۱۹۴/۷ <sup>ns</sup>	۴۹۷۷/۷۸ <sup>ns</sup>	۴۷۰/۸۴ <sup>ns</sup>	۱۹۴/۷۸ <sup>ns</sup>	۴۶۸۰/۳ <sup>ns</sup>	۵/۰۶۵ <sup>ns</sup>	۵/۲۱ <sup>ns</sup>	۱۲/۳۴ <sup>ns</sup>
A×B	۶	۱۲/۹ <sup>ns</sup>	۵۳۴/۹ <sup>ns</sup>	۲۲۱/۲۵ <sup>ns</sup>	۲۹/۵ <sup>ns</sup>	۸۳ <sup>ns</sup>	۲۴/۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۲	۰/۰۳۰
خطای فرعی	۲۴	۹/۴	۱۷۶/۰۵	۲۰۱۳/۰۳	۲۰۲/۵۴	۹/۳	۱/۱۷	۲/۰۲	۵/۰۰	۳/۰
کل	۴۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد)		۲۳	۷	۱۹/۱۲	۳/۱	۲/۵	۳/۱	۱۰	۵/۳	۳/۳

معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، <sup>ns</sup> معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و <sup>ns</sup> غیرمعنی دار.



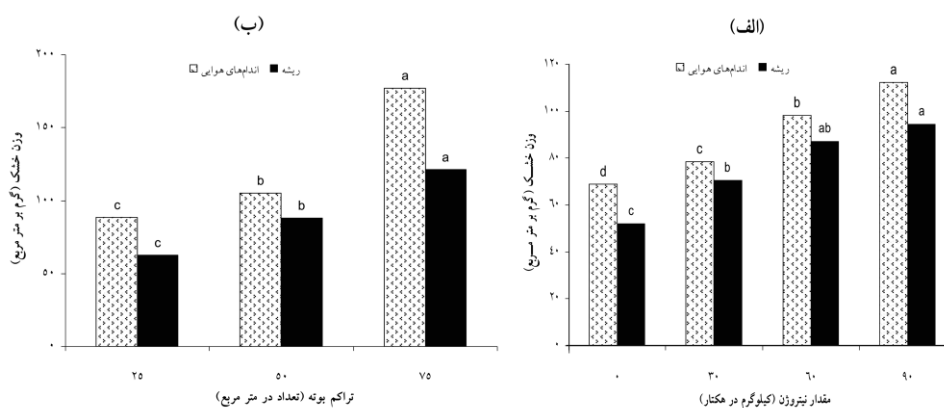
شکل ۱- اثر (الف) سطوح کود نیتروژن و (ب) تراکم بوته بر ارتفاع بوته همیشه‌بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

تراکم بوته ارتفاع ساقه گل‌دهنده همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار داد ( $P \leq 0/01$ ) (جدول ۲). به‌طوری‌که با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۷۵ بوته در مترمربع ارتفاع بوته ۳۱ درصد افزایش یافت (شکل ۱-ب). افزایش تراکم به‌دلیل سایه‌اندازی و ورود کم‌تر نور به داخل تاج‌پوشش، رقابت بوته‌ها را برای جذب نور افزایش داده که این امر باعث بهبود ارتفاع شده است. نتایج مطالعه الژندی (۲۰۰۱) نشان داد که با افزایش تراکم ریحان، ارتفاع گیاه بهبود یافت. وی دلیل این امر را به افزایش رقابت درون‌گونه‌ای بوته‌ها برای جذب نور نسبت داد.

**وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی:** اثر سطوح مختلف نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲). به‌طوری‌که افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم، افزایش وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی را به‌ترتیب برابر با ۸۱ و ۶۳ درصد موجب شد (شکل ۲-الف). چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن با بهبود رشد و در نتیجه تولید اندام‌های فتوسنتزی، افزایش تولید ماده خشک و تجمع مواد فتوسنتزی را به‌دنبال داشته که این امر در نتیجه افزایش وزن خشک گیاه را برای اندام‌های هوایی و زیرزمینی موجب گردیده است، البته میزان این افزایش برای اندام‌های هوایی به مراتب بیش‌تر از ریشه بود. نتایج برخی مطالعات (عبداللهی‌قراکند و همکاران، ۲۰۰۲) نشان داده است که فراهم بودن نیتروژن در محیط ریزوسفر، اگرچه تحریک رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاه را به‌دنبال دارد، ولی به‌دلیل فراهمی عناصر در محیط ریشه، گیاهان معمولاً مواد فتوسنتزی تولید شده بیش‌تری را به اندام‌های هوایی تخصیص می‌دهند. به‌این ترتیب،

احتمال می‌رود که در این آزمایش نیز فراهمی نیتروژن با کاهش نیاز گیاه به صرف انرژی برای گسترش ریشه باعث افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و افزایش بیش‌تر وزن خشک آن در مقایسه با اندام‌های زیرزمینی شده است.



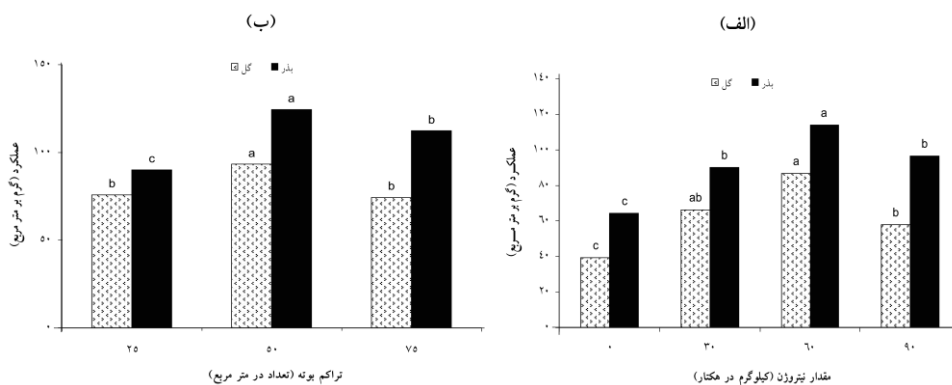
شکل ۲- اثر (الف) سطوح کود نیتروژن و (ب) تراکم بوته بر وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی همیشه‌بهار. \* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل و برای هر قسمت، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0.05$ ).

تراکم بوته وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار داد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۷۵ بوته در مترمربع وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه به‌ترتیب برابر با ۹۴ و ۱۰۰ درصد بهبود یافت (شکل ۲-ب). افزایش تراکم با سایه‌اندازی و ورود کم‌تر نور به داخل تاج‌پوشش، علاوه‌بر افزایش ارتفاع تحت‌تأثیر افزایش رقابت درون‌گونه‌ای، موجب بهبود وزن خشک به‌دلیل افزایش تولید مواد فتوسنتزی گیاه گردیده است. علاوه‌بر این، افزایش تراکم با بهبود تولید ماده خشک تحت‌تأثیر افزایش سطح اندام‌های رویشی که در فتوسنتز مؤثر هستند، احتمالاً به‌دلیل بهبود تخصیص مواد فتوسنتزی افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه را به‌دنبال داشته است.

عملکرد گل و بذر: اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد گل و بذر همیشه‌بهار معنی‌دار شد ( $P \leq 0.01$ ). با افزایش مصرف نیتروژن از ۶۰-۰ کیلوگرم به‌دلیل افزایش رشد رویشی و



به دنبال آن بهبود فتوستتز، عملکرد گل و بذر به ترتیب بیش از ۱۰۰ و ۷۷ درصد افزایش یافت، ولی با افزایش بیش تر از این میزان، عملکرد این اندام‌ها به ترتیب ۳۳ و ۱۵ درصد کاهش یافت (شکل ۳-الف). به نظر می‌رسد افزایش مصرف نیتروژن تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار با تحریک رشد رویشی موجب افزایش عملکرد گل شده که در نتیجه عملکرد بذر را افزایش داده است. از طرف دیگر، افزودن بیش از این میزان نیتروژن، با افزایش نسبت اندام رویشی کاهش عملکرد گل و به دنبال آن عملکرد بذر را به دنبال داشته است. به این ترتیب، با توجه به این‌که همیشه بهار گیاهی گل نامحدود است و گل جز اقتصادی این گیاه دارویی محسوب می‌شود (امیدبیگی، ۱۹۹۷)، به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد اقتصادی باید نسبت اندام رویشی به زایشی در نظر گرفته شود. نتایج مطالعه پاپزن (۲۰۰۵) روی استفاده از کودهای مایع نیتروژن به صورت محلول‌پاشی نشان داد که مصرف این عنصر ضروری، عملکرد بذر همیشه بهار را به طور معنی‌داری بهبود بخشید. گنجعلی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که با کاربرد ۵۰ تن نیتروژن در هکتار بهترین نتایج به دست آمد. ژیکوا و همکاران (۱۹۹۶) بر هم خوردن نسبت رشد اندام‌های رویشی به زایشی را بعد از اضافه نمودن مقادیر بالای نیتروژن به تأخیر در شروع گل‌دهی نسبت دادند. شارف و ورم (۱۹۷۵) بیان داشتند اگرچه واکنش رویشی گیاهان نسبت به مصرف نیتروژن مثبت می‌باشد، ولی اندام‌های زایشی عکس‌العمل متفاوتی نسبت به افزایش محتوی این عنصر پرمصرف در خاک نشان می‌دهند. به این ترتیب، این پژوهش‌گران توجه به مصرف مقادیر مناسب این عنصر را در خاک توصیه نمودند.



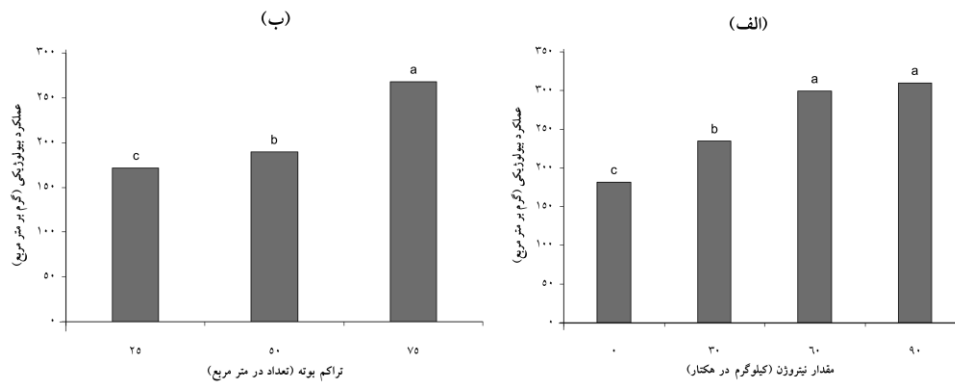
شکل ۳- اثر (الف) سطوح کود نیتروژن و (ب) تراکم بوته بر عملکرد گل و بذر همیشه بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل و برای هر قسمت، براساس

آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

تراکم بوته عملکرد گل و بذر همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته در مترمربع عملکرد گل و بذر به‌ترتیب ۲۳ و ۳۸ درصد افزایش و با افزایش بیش‌تر تراکم بوته، کاهش به‌ترتیب ۲۰ و ۱۰ درصدی برای این دو جز حاصل گردید (شکل ۳-ب). با توجه به عادت رشدی این‌گونه که به‌صورت نامحدود رشد می‌باشد (امیدبگی، ۱۹۹۷)، چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از تراکم مناسب به‌دلیل تأثیر بر تولید شاخه جانبی می‌تواند تأثیر مطلوبی بر گل‌دهی و در نتیجه تولید بذر 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 به‌دلیل نبود تناسب بین رشد رویشی و زایشی و هم‌چنین افزایش رقابت برای جذب آب، عناصر غذایی، نور و فضا کاهش عملکرد گل و بذر را به‌دنبال دارد. هم‌چنین با افزایش تراکم تا سطح مطلوب به‌دلیل افزایش تعداد شاخه جانبی، تعداد گل و به‌دنبال آن تعداد بذر افزایش یافته است و افزایش بیش‌تر تراکم به‌دلیل محدود شدن فضا برای رشد تک‌بوته تحت تأثیر افزایش رقابت کاهش عملکرد بذر و گل را به‌دنبال داشته است. نتایج مطالعه فکوری‌قاضیانی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که با افزایش تراکم عملکرد گل کاهش یافت.

**عملکرد زیست‌توده:** اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد زیست‌توده همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲). با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم تحت تأثیر تحریک رشد اندام‌های رویشی و به‌دنبال آن بهبود فتوسنتز، رشد و تولید ماده خشک افزایش یافت که این امر در نهایت بهبود ۷۱ درصدی عملکرد زیست‌توده را به‌دنبال داشت. البته با توجه به روند تغییرات عملکرد زیست‌توده در پاسخ به مصرف مقادیر کود نیتروژن مشخص است که طبق قانون بازده نزولی واکنش عملکرد زیست‌توده در مقادیر کم‌تر نیتروژن نسبت به مقادیر بیش‌تر به مراتب بالاتر بوده است (شکل ۴-الف). نتایج برخی پژوهش‌ها (محمودی‌نژاد دزفولی و همکاران، ۲۰۱۲) نیز افزایش تولید ماده خشک به‌دلیل سطح برگ و افزایش سرعت فتوسنتز، تحت تأثیر افزایش مصرف نیتروژن را تأیید نموده است. بلومنتال و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن تحت تأثیر تحریک رویشی، عملکرد زیست‌توده افزایش یافت. به‌این ترتیب، این پژوهش‌گران برای دستیابی به سطح مطلوب عملکرد و نسبت متناسب اندام‌های رویشی به زایشی مصرف حداکثر ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توصیه کردند.



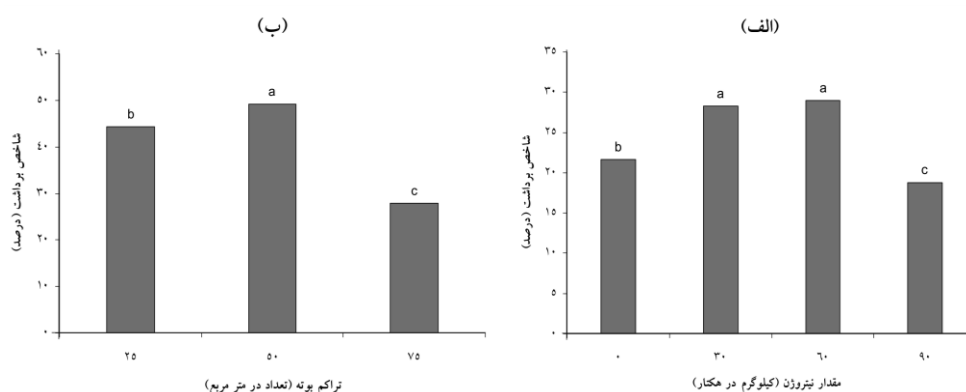
شکل ۴- اثر (الف) سطوح کود نیتروژن و (ب) تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیکی همیشه‌بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

تراکم بوته عملکرد زیست‌توده همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) تحت‌تأثیر قرار داد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۷۵ بوته در مترمربع عملکرد زیست‌توده ۵۶ درصد بهبود یافت (شکل ۴-ب). به‌دلیل افزایش تراکم، تولید ماده خشک بهبودیافته و در نتیجه موجب بهبود عملکرد زیست‌توده به‌عنوان زیست‌توده گیاهی شده است. از آن‌جا که واکنش بذر و گل نسبت به تراکم یکسان بود، چنین به‌نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالا به‌دلیل کاهش درصد حضور علف‌های هرز، عملکرد زیست‌توده بهبودیافته است (مارتین و دیو، ۲۰۰۲). بیولک و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش نمودند که با افزایش تراکم به‌دلیل استفاده بهتر از منابع، مقدار تجمع ماده خشک ریحان تحت‌تأثیر افزایش فتوسنتز افزایش یافت.

**شاخص برداشت:** اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر شاخص برداشت همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲). به‌طوری‌که افزایش مصرف نیتروژن از ۶۰-۰ کیلوگرم موجب بهبود ۳۴ درصدی شاخص برداشت شد، در حالی‌که با افزایش بیش از این میزان نیتروژن به خاک، شاخص برداشت ۳۵ درصد کاهش یافت (شکل ۵-الف). با توجه به این‌که مصرف نیتروژن باعث تحریک بیش‌تر رشد رویشی نسبت به رشد زایشی می‌شود، بنابراین افزایش کود نیتروژن، احتمالاً به‌دلیل تأخیر در گل‌دهی و هم‌چنین کاهش نسبت اندام رویشی به زایشی، کاهش شاخص برداشت را موجب گردید. امیدییگی (۱۹۹۷) نیز بیان داشت که مصرف زیاد نیتروژن (بیش از ۶۰ کیلوگرم) برای گیاه دارویی همیشه‌بهار

نامناسب است. نتایج مطالعه هفید و همکاران (۲۰۰۲) روی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت (براساس عملکرد گل به عملکرد کل زیست‌توده) گاوزبان نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن کاهش شاخص برداشت را موجب گردید.



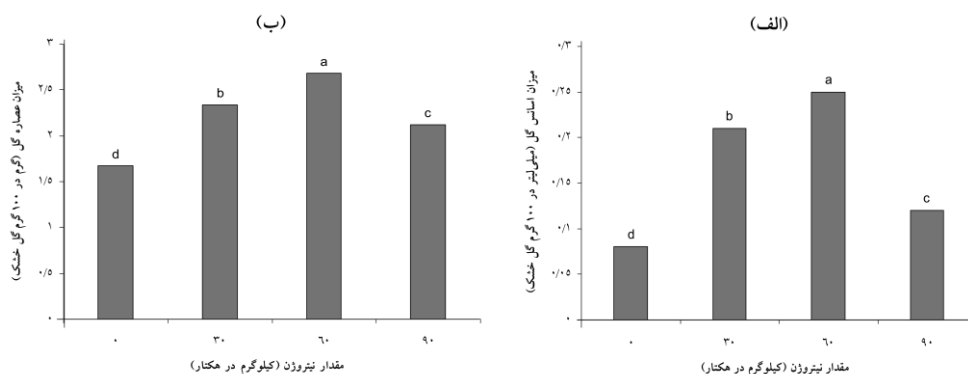
شکل ۵- اثر (الف) سطوح کود نیتروژن و (ب) تراکم بوته بر شاخص برداشت همیشه‌بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

تراکم بوته شاخص برداشت همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته بهبود ۱۱ درصدی شاخص برداشت را موجب شد و با افزایش تراکم بوته بیش از این میزان، شاخص برداشت ۴۳ درصد کاهش یافت (شکل ۵-ب). از آن‌جا که با افزایش تراکم تا ۷۵ بوته در مترمربع عملکرد گل کاهش (شکل ۳) و عملکرد زیست‌توده بهبود یافت (شکل ۴)، بنابراین مشخص است که افزایش تراکم بوته با تأثیر بر نسبت عملکرد گل به عملکرد زیست‌توده کاهش شاخص برداشت را به‌دنبال داشته است. همچنین به‌نظر می‌رسد کم‌تر بودن سایه‌اندازی بوته‌ها و کاهش تنفس در تراکم‌های پایین، در نتیجه با بهبود انتقال مواد فتوسنتزی به دانه موجب افزایش شاخص برداشت شده است. این نتایج با گزارش مارتین (۲۰۰۰) نیز مطابقت دارد.

میزان اسانس و عصاره گل: اثر مقادیر نیتروژن بر میزان اسانس و عصاره گل همیشه‌بهار معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲). با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار میزان اسانس و عصاره به‌ترتیب بیش از ۱۰۰ و ۶۰ درصد افزایش یافت و مصرف بیش از این میزان، کاهش به‌ترتیب

برابر با ۵۲ و ۲۱ درصدی میزان اسانس و عصاره گل را برای این گونه دارویی موجب گردید (شکل ۶). اضافه نمودن نیتروژن تا ۶۰ کیلوگرم به دلیل تأثیر مطلوب بر نسبت اندام‌های رویشی به زایشی، منجر به افزایش عملکرد گل (شکل ۳-الف) و در نتیجه بهبود محتوی اسانس و عصاره شد؛ در حالی که افزودن بیش از این میزان نیتروژن به دلیل تحریک بیش‌تر رشد اندام‌های رویشی نسبت به اندام‌های زایشی و کاهش عملکرد گل، موجب کاهش این اجزای کیفی گل گردید. عامری و همکاران (۲۰۰۹) نیز نیتروژن بهبود محتوی اسانس و عصاره گونه دارویی همیشه‌بهار تحت تأثیر مصرف نیتروژن را گزارش نمودند. کرول (۲۰۱۱) پی برد که افزایش مصرف نیتروژن از ۱۶۰-۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش محتوی اسانس را موجب گردید. چنین به نظر می‌رسد که وجود شرایط متفاوت آب و هوایی با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی نسبت اندام‌های رویشی به زایشی باعث بروز این اختلاف شده است.

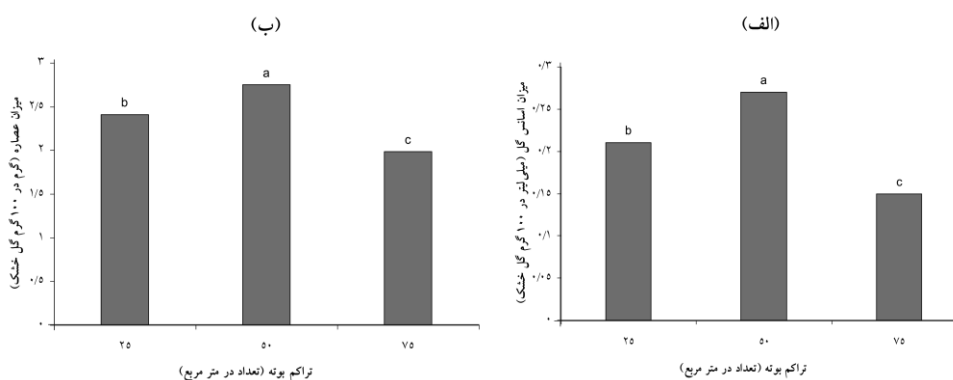


شکل ۶- اثر سطوح کود نیتروژن بر محتوی (الف) اسانس و (ب) عصاره گل همیشه‌بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0.05$ ).

تراکم‌های مختلف بوته محتوی اسانس و عصاره همیشه‌بهار را به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۵۰ بوته در مترمربع محتوی اسانس و عصاره به ترتیب برابر با ۲۹ و ۱۴ درصد افزایش یافت و افزایش تراکم از ۵۰ به ۷۵ بوته در مترمربع به ترتیب برابر با کاهش ۴۴ و ۲۸ درصدی برای این اجزای کیفی حاصل شد (شکل ۷). چنین به نظر

می‌رسد که افزایش تراکم تا سطح مطلوب، بهبود عملکرد گل و به دنبال آن افزایش محتوی اسانس و عصاره را موجب گردیده است؛ در حالی که بهبود تراکم بیش از میزان مطلوب به دلیل افزایش رقابت، کاهش این اجزای کیفی را تحت تأثیر کاهش عملکرد گل به دنبال داشته است. هم‌چنین به نظر می‌رسد که تراکم بالاتر به دلیل افزایش طول دوره رشد رویشی و تأخیر در شروع گل‌دهی (ژیوکوا و همکاران، ۱۹۹۶)، به دلیل کاهش عملکرد گل و در نهایت، منجر به کاهش محتوی اسانس و عصاره شده است. فکور قاضیانی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تراکم (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع) گزارش نمودند که میزان اسانس گل ۰/۲۳۲ میلی‌لیتر برای تراکم ۶۰ بوته در مترمربع حاصل شد. عامری و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که با افزایش تراکم محتوی اسانس و عصاره گونه دارویی همیشه بهار بهبود یافت.



شکل ۷- اثر تراکم بوته بر محتوی (الف) اسانس و (ب) عصاره گل همیشه بهار.

\* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل، براساس آزمون دانکن از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P \leq 0.05$ ).

نتایج بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر رشد، عملکرد زیست‌توده، بذر و گل و محتوی اسانس و عصاره گیاه همیشه بهار نشان داد که اثر متقابل این عامل‌ها بر هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۲).

## نتیجه گیری

نیترژن عنصری ضروری برای رشد گیاهان بوده و ضروری است که به میزان مورد نیاز در اختیار گیاه قرار داشته باشد. با این وجود، باید در نظر داشت که این عنصر تحریک کننده رشد رویشی گیاهان بوده و بر نسبت رشد اندام های رویشی به زایشی مؤثر است. به همین دلیل در اضافه نمودن این عنصر تحریک کننده رشد لازم است که دقت کافی صورت گیرد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش مصرف نیترژن از ۶۰-۰ کیلوگرم در هکتار به دلیل تحریک رشد رویشی و افزایش تولید ماده خشک منجر به بهبود تولید گل و خصوصیات کیفی آن از جمله محتوی اسانس و عصاره گردید. تعیین تعداد مناسب بوته یکی دیگر از راه کارهای زراعی است که به دلیل استفاده بهینه از فضا و منابع می تواند تأثیر به سزایی بر عملکرد اقتصادی داشته باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در متر مربع، عملکرد گل به عنوان جز اقتصادی و خصوصیات کیفی متأثر از این جز بهبود یافت، در حالی که افزایش تراکم بیش از این میزان، به دلیل افزایش رقابت تحت تأثیر کاهش فضا و دسترسی به عناصر غذایی، کاهش تعداد شاخه جانبی و هم چنین تأخیر در شروع گل دهی موجب کاهش این صفات گردید. بنابراین، مشخص است که برای دستیابی به سطح مطلوب عملکرد اقتصادی گیاه دارویی همیشه بهار، تعیین میزان مطلوب نیترژن و استفاده از تراکم مناسب باید به دقت مدنظر قرار گیرند.

## منابع

1. Abdollahi Gharakand, J., Hashemi-Majd, K., Mosavi, S.B., Feiziasl, V., Jafarzadeh, J. and Karimi, E. 2012. Effects of nitrogen application on dry land wheat roots and shoot. *Green. J. Agric. Sci.* 2: 5. 188-194.
2. Berimavandi, A.R., Hashemabadi, D., Facouri Ghaziani, M.V. and Kaviani, B. 2011. Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. *J. Medic. Plant Res.* 5: 2. 5110-5115.
3. 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.
4. Borm, G. and Van Dijk, N. 1994. Effects of sowing time, seed rate and row distance on *Calendula officinalis* L. grown for seed. In: *Alternative oil seed and fiber crops for cool and wet regions of Europe*. Proceeding of a Workshop, 7-8 April. Wageningen, CPRO-DLO, the Netherlands, 203p.
5. Bullock, D.G., Nielson, R.I. and Nyquist, W.E. 2000. A growth analysis comparison of sweet basil growth in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 29: 256-258.

6. Chauhan, A. and Kumar, V. 2007. Effect of graded levels of nitrogen and van on growth and flowering in calendula (*Calendula officinalis* Linn.). J. Ornam. Hort. 10: 1. 61-63.
7. Cromack, H.T.H. and Smith, J.M. 1998. *Calendula officinalis*-production potential and crop agronomy in southern England. Indust. Crops Prod. 7: 223-229.
8. Duke, J.A. 1982. Ecosystematic data on medicinal plants: In "cultivation and utilization of medicinal plants" (eds: Atal, C.K. and Kapur, B.M.) P 13-23, Reg. Res Lab, Jammu. Tawi, India.
9. El-Gendy, H. 2001. Sweet basil productivity under different organic fertilization and interplant spacing levels in a newly reclaimed lending Egypt. Herba Polon. 52: 22-30.
10. Fakouri Ghaziani, M.V., Berimavandi, A.R., Torkashvand, A.M., Hashemabadi, D. and Kaviani, B. 2012. Influence of plant density and irrigation method on the growth, flowering and quantity of essential oil of *Calendula officinalis* L. Ind. J. Fundam. Appl. Life Sci. 2: 2. 184-190.
11. Ganjali, H.R., Ayeneh Band, A., Heidari Sharif Abad, H. and Moussavi Nik, M. 2010. Effects of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on yield, yield components and various traits of *Calendula officinalis*. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 8: 6. 672-679.
12. Hafid, E.R., Blade, S.F. and Hoyano, Y. 2002. Seeding date and nitrogen fertilization effects on the performance of borage (*Borago officinalis* L.). Ind. Crops and Prod. 16: 3. 193-199.
13. Król, B. 2011. The effect of different nitrogen fertilization rates on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L. 'TOKAJ') raw material. Acta Agrob. 64: 3. 29-34.
14. Mahmoodi nezhade dezfully, S.H., Gholami, A., Moezi, A.A. and Hosseinpour, M. 2012. Effects of nitrogen, potassium and phosphorus on quantitative and qualitative characteristics of tuberose Cv. Double (*Polianthes tuberosa* L.). J. Appl. Environ. Biol. Sci. 2: 9. 485-491.
15. Martin, F. 2000. A grower manual for *Calendula officinalis* L. ADAS Bridget Research Center. Martyr Worthy. Winchester, UK.
16. Martin, R.J. and Deo, B. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 28: 37-44.
17. Omid Baigi, R. 1997. Approach to the production and processing of medicinal plants. Fakor Press, Iran, 424p. (In persian)
18. Omid Baigi, R. 2005. Approach to the production and processing of medicinal plants. Beh-Nashr Press, Iran. P. (In persian)
19. Papzan, A. and Bahrami-Nejad, S. 2002. Study of phonological stages and the effect of density on different characteristics of *Nigella sativa* and *Calendula officinalis* L. species in Kermanshah. Final Report of Research Project.



- 20.Sarmad Niya, G. and Koocheki, A. 2001. Crop Physiology. JDM Press, Mashhad, Iran, 467p. (In persian)
- 21.Sarmah, P.C., Katyal, S.K. and Verma, O.P.S. 1992. Growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) varieties in relation to fertility level and plant population. Ind. J. Agron. 37: 385-389.
- 22.Satynaria, V. 1987. Effect of plant density, nitrogen and potassium on the yield of two genetically (*Sesamum indicum L.*) varieties. Thesis Abs. 4: 130-189.
- 23.Scharph, H.C. and Wehrmann, C. 1975. Importance of mineral nitrogen quantity in the soil profile at the beginning of the growth period for the N application rate for winter wheat. Landw. Forsh.
- 24.Sharrif Moghaddasi, M. and Haddad Kashani, H. 2012. Pot marigold (*Calendula officinalis*) medicinal usage and cultivation. Sci. Res. Essay. 7: 14. 1468-1472.
- 25.Thomas, S.M. and Thorne, T.N. 1975. Effect of nitrogen fertilizer on photosynthesis and ribulos 1, 5- diphosphate carboxylase activity in spring wheat in the field. J. Exp. Bot. 26: 43-51.
- 26.Zhukova, L.A., Voskresneskaya, O.L. and Grosheva, N.P. 1996. Morphological and physiological characteristics of ontogenesis in pot marigold (*Calendula officinalis L.*) plants grown at different densities. Rus. J. Ecol. 27: 100-106.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Plant Production*, Vol. 20 (4), 2014  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## **Plant density and nitrogen fertilizer effects on yield and qualitative characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.) under Torbat-e-Jam climatic conditions**

**A. Mollafilabi<sup>1</sup>, \*S. Khorramdel<sup>2</sup>, A. Siahmarguee<sup>3</sup> and H. Shourideh<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Faculty Member, Research Institute of Food Science and Technology <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>4</sup>Ph.D. Student, Dept., of Plant Breeding, Tehran University

Received: 02/24/2013 ; Accepted: 09/24/2013

### **Abstract**

Marigold (*Calendula officinalis* L.) is one of the oldest medicinal plants which had been used for the pharmaceutical industries. In order to evaluate the effects of different plant densities and nitrogen levels on growth, yield and qualitative characteristics of marigold flower, a field experiment was conducted as split plot based on a randomized complete blocks design with four replications at the Agricultural Research Station, Azad University of Torbat-e-Jam, during growing season of 2008-2009. Main and sub plots included four nitrogen levels (zero, 30, 60 and 90 kg.ha<sup>-1</sup>) and three plant densities (25, 50 and 75 plants.m<sup>-2</sup>), respectively. Nitrogen (as Urea) was used at 4-6 leaves and flowering stages of marigold as topping dress. Plant height, shoot and root dry weights, seed yield, flower yield, biological yield, harvest index (based on the flower yield), essential oil content and flower extract contents of marigold were studied. The results showed that the simple effects of nitrogen and plant densities were significant ( $P \leq 0.01$ ) on plant height, shoot and root dry weights, seed, flower and biological yields, harvest index and essential oil and extract contents of marigold. By increasing nitrogen level from zero to 60 kg.ha<sup>-1</sup>, enhanced flower dry weight and essential oil content due to increasing in vegetative growth and photosynthesis up to 100% and by increasing nitrogen level up to 90 kg.ha<sup>-1</sup>, these traits declined 33 and 52%, respectively. Whereas, by increasing plant density from 25 to 50 plants.m<sup>-2</sup>, increased flower yield and essential oil content up to 23 and 29% and by increasing in nitrogen level up to 75 plants.m<sup>-2</sup>, these trait decreased 20 and 44%, respectively. Thus, in order to achieve suitable quantitative and qualitative yields of marigold can be considered as appropriate levels of nitrogen fertilizer and crop density as these agronomic approaches.

**Keywords:** Essential oil, Extract, Medicinal plat, Marigold

---

\* Corresponding Author, Email: khorramdel@um.ac.ir