اثر مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم بر کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد گل و مواد موثره همیشه بهار(*Cale`ndula officinalis* L.)

علی اکبر عامری، مهدی نصیری محلاتی،پرویز رضوانی مقدم [۱]

چکیده

به منظور بررسی اثرسطوح نیتروژن و تراکم روی کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد گل و مواد موثره در گیاه دارویی همیشه بهار آزمایشی در دو سال زراعی(۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) در مشهد، بصورت کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح تیمارنیتروژن (فاکتور اصلی) شامل صفر ، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و سطوح تیمار تراکم (فاکتور فرعی) شامل۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در متر مربع بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد وزن خشک گل، میزان عصاره و اسانس موجود در گل، میزان نیتروژن موجود در ماده خشک اندام هوایی گیاه و در نهایت جنبه های مختلف کارایی استفاده از نیتروژن بود. نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده های دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای نیتروژن و تراکم، روی صفات مورد بررسی در آزمایش تاثیر آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین عملکرد گل خشک در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۰۲/۸۶ گرم در متر مربع بدست آمد. کاهش میزان نیتروژن به۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، باعث ۱۶/۹۳ درصد کاهش عملکرد گل خشک شده و مقدار آن به ۸۵/۴۳ گرم در متر مربع رسید. با توجه به تاثیر تیمارهای تراکم و نیتروژن، روی عملکرد گل خشک، میزان نهایی تولید عصاره و اسانس در واحد سطح نیزدر سطوح مختلف تراکم و نیتروژن متفاوت بود. بیشترین مقدار تولید عصاره و اسانس در واحد سطح مربوط به تیمارهای۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۸۰ بوته در هکتار بود. با افزایش کاربرد کود نیتروژن کارایی استفاده از نیتروژن کاهش یافت. بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (۱۴/۹۵ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن) . با افزایش میزان کود نیتروژن به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی استفاده از نیتروژن به ۶/۸۵ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن رسید .نتایج مشابهی در مورد کارایی جذب و مصرف نیتروژن نیز دیده شد. با افزایش استفاده از کود نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن کاهش یافت و از ۷۷/۶۸ درصد در تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، به ۵۵/۵۹ درصد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید. کارایی مصرف نیتروژن نیز از ۳۳/۹ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن در تیمار عدم کاربرد کود به ۱۲/۴۴ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: همیشه بهار، گیاه دارویی، عصاره، اسانس، کارایی جذب نیتروژن، کارایی زراعی، کارایی فیزیولوژیکی..

مقدمه

گیاهان دارویی مخازن غنی از متابولیتهای ثانوی یعنی مواد موثره اساسی بسیاری از داروها می‌باشند. مواد مذکور اگر چه اساسا" با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی ساخت آنها بطور بارزی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به طوری که عوامل محیطی باعث تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و نیز در مقدار و کیفیت مواد موثره آنها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، روغنهای فرار(اسانسها) و امثال آن می‌گردد (۳۵). محصول زراعی یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب عوامل محیطی و ارقام گیاهی مناسب (۳،۴،۵) می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت.

عناصر غذایی از جمله نیتروژن با تاثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی دارند، بالطبع باعث تغییراتی در عملکرد محصول می‌شوند و کمیت و کیفیت مواد موثره

۱- به ترتیب دانشجوی دکتری و اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

آنها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. علاوه بر این، وجود خواص هم کاهی[1] و هم افزایی[2] بین عناصر غذایی، منجر به تغییر در جذب برخی از عناصر غیر ضروری برای گیاه می‌گردند که در اغلب اوقات این عناصر برای انسان سمی و خطرناک می‌باشند (۲۱). بنابر این توصیه کودی برای گیاهان دارویی، باید با در نظر گرفتن موارد فوق صورت گیرد، زیرا ممکن است یک تیمار کودی باعث افزایش محصول گردد، در حالی که میزان ماده موثره گیاهان دارویی را کاهش دهد و یا تغییر کیفی خاصی در اجزای متشکله مواد موثره ایجاد نماید که سودمند نباشد (۲۹) یا اینکه یک تیمار کودی خاصی باعث بهبود میزان محصول و میزان مواد موثره گردد، در حالی که میزان عناصر سنگین و سمی مانند کادمیوم یا سرب یا دیگر ترکیبات مضر مانند نیترات را افزایش دهد که نتیجه آن مطلوب نخواهد بود (۲۱).

نیتروژن نقشی اساسی در دستیابی به عملکرد بالای کمی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می‌نماید. در عین حال این عنصر به آسانی از داخل خاک شسته شده و باعث آلودگی سفره‌های آب می‌شود.علاوه بر این طبق برآوردهای انجام شده حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد کود نیتروژن اضافه شده به خاک از طریق محصول کشاورزی از خاک خارج می‌شود و این مقدار با افزایش کاربرد کود کاهش می‌یابد. در نتیجه میزان باقیمانده کود در خاک افزایش یافته که علاوه بر کاهش کارایی مصرف نیتروژن، می‌تواند به راحتی شسته شده و باعث آلودگی بیشتر منابع آبی شود (۱۷،۳۰).

کارایی نیتروژن شامل کارایی جذب(بازیافت)، کارایی مصرف(کارایی فیزیولوژیکی) و کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی) می‌باشدکه کارایی زراعی، حاصلضرب کارایی جذب و مصرف نیتروژن می‌باشد. کارایی جذب نیتروژن، نسبت میان نیتروژن موجود در زیست توده[3] به نیتروژن موجود در خاک است و نشان دهنده این است که از مجموع کود نیتروژن بکار رفته، چه میزان از آن در بیوماس محصول تجمع یافته است و به صورت درصد بیان می‌شود ، کارایی مصرف نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی(گل ، دانه و ...) در هر واحد نیتروژن بازیافت شده در زیست توده می‌باشد (۲۸). در نهایت کارایی استفاده از نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی به ازای نیتروژن موجود در خاک می‌باشد. چنانچه عملکرد کرت شاهد (بدون دریافت کود نیتروژن) در دسترس باشد، جنبه‌های کارایی نیتروژن، از طریق تفاوت میان میزان نیتروژن در کرت کود داده شده و کود داده نشده (شاهد) قابل محاسبه است.

طبق نظر مول و همکاران (۲۸) کارایی استفاده از نیتروژن همبستگی مثبتی با کارایی جذب و کارایی مصرف نیتروژن دارد اما کارایی جذب و مصرف نیتروژن، همبستگی منفی ضعیفی با یکدیگر دارند. طبق یافته های آلفرد و همکاران (۱۵) کارایی جذب نیتروژن، تاثیری نسبی بیشتری نسبت به کارایی مصرف نیتروژن روی کارایی استفاده از نیتروژن(کارایی زراعی) در عملکرد دانه غلات دارد.

در سایر مطالعات، سهم نسبی هر کدام از دو جزء کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی جذب و کارایی مصرف نیتروژن)، بستگی به میزان استفاده از نیتروژن داشته است ، گرچه اهمیت بیشتر کارایی مصرف نیتروژن را در ایجاد عملکرد بالا در غلات بدون توجه به میزان کاربرد نیتروژن خاطر نشان می‌سازد (۱۵).

برومند رضا زاده (۸) با بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر خصوصیات مورفولوژیک و درصد اسانس گیاه دارویی زنیان، به این نتیجه رسید که تاثیر تراکم بوته بر درصد اسانس معنی‌دار است. درصد اسانس از ۳/۱۴۹ درصد در تیمار ۱۰ بوته در متر مربع به ۴/۴۸ درصد در تیمار ۷۰ بوته در متر مربع رسید (۴۲/۲۷ درصد افزایش). نقدی بادی و همکاران (۱۴)،در آزمایش خود در رابطه با اثر فاصله ردیف بر روی گیاه دارویی آویشن(*Thymus vulgaris* L.) مشاهده کردند که با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم بوته ، عملکرد اسانس در نتیجه افزایش عملکرد ماده خشک افزایش پیداکرد.

آمارجیت و همکاران (۱۶) تاثیر فاصله ردیف را بر درصد اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens*) مطالعه کرده و گزارش نمودند که فاصله ردیف اثر معنی داری بر درصد اسانس بذر نداشت ،اما با کاهش فاصله ردیف درصد

1- Antagonistic 2- Synergistic 3- Biomass

اسانس بذر روند افزایشی از خود نشان داد. در این تحقیق همچنین مشخص گردید که افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد اسانس شد.

با توجه به اهمیت همیشه بهار به دلیل داشتن مصارف متعدد دارویی، بهداشتی و صنعتی، تحقیقات اندکی که روی این گیاه انجام شده است، مطالعه حاضر به منظور شناخت اثرات نیتروژن و تراکم روی میزان عملکرد گل، مواد موثره و جنبه‌های مختلف کارایی مصرف نیتروژن، انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش ، طی دو سال (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) در محل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در مشهد اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کرتهای خرد شده بر پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سطوح مختلف کود نیتروژن (N1 : صفرکیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به عنوان شاهد، N2 : ۵۰ ، N3 : ۱۰۰ و N4 : ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و فاکتور فرعی شامل تراکم گیاه همیشه بهار، در چهار سطح (D1: ۲۰ بوته در متر مربع ، D2 : ۴۰ بوته در متر مربع ، D3 : ۶۰ بوته در متر مربع وD4 : ۸۰ بوته در متر مربع) بود. قبل از کود دهی از خاک مزرعه نمونه برداری و خصوصیات آن تعیین گردید(جدول۱). کود نیتروژن مورد استفاده اوره دارای ۴۶ درصد نیتروژن بود که بر اساس آن میزان نیتروژن مورد نیاز محاسبه گردید. تمامی کود فسفره (بر اساس ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات) قبل از کاشت به خاک افزوده شد. نیمی از کود نیتروژن قبل از کاشت ونیم دیگر در اوایل گل دهی در کنار ردیف‌های کاشت به خاک افزوده شد. زمین آزمایش در سال قبل آیش بود. کاشت در هر دو سال آزمایش در ۲۸ فروردین انجام و سبز شدن در اول تا دوم اردیبهشت ماه صورت گرفت. نمونه برداری تخریبی به منظور تعیین وزن خشک اندام هوایی، ۱۵ روز پس از سبز شدن و به فاصله هر ۱۵ روز (در اواخر رشد ۳۰ روز) تا پایان دوره رشد انجام شد. بدین منظور از انتهای یک ردیف در هر کرت سه بوته از سطح خاک قطع شده و پس از خشک شدن در آون در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت، توزین گردید. پس از شروع گلدهی در نیمه تیر ماه، برداشت گل هفته‌ای یکبار از مساحت یک متر مربع از هر کرت تا پایان دوره گلدهی انجام شد. گل‌های برداشت شده پس از توزین در آون فن‌دار و در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده ومجددا" توزین می‌شدند. مجموع گل خشک تولیدی طی فصل گلدهی از حاصل جمع وزن خشک گل در طی مراحل برداشت برای هر کرت بدست آمد. در سه مرحله از رشد شامل اوایل گلدهی (۳۰ تیرماه)، اواسط گلدهی (۳۰ شهریور ماه) و اواخر گلدهی (۳۰ آبان ماه)، نمونه‌های خشک شده گل به میزان ۱۰۰ گرم از هر کرت جهت تعیین میزان عصاره و اسانس به آزمایشگاه ارسال گردید. میزان عصاره با استفاده از روش اتانول ۷۰٪ و میزان اسانس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر تعیین گردید. همچنین در مراحل یاد شده، مقدار ۱۰۰ گرم از اندام هوایی خشک شده برای تعیین مقدار نیتروژن، نمونه برداری و با استفاده از دستگاه میکروکجلدال، مقدار نیتروژن نمونه‌ها تعیین گردید.

جنبه‌های مختلف کارایی نیتروژن با استفاده از معادلات زیر محاسبه گردید (۳۲) .

کارایی جذب (بازیافت) نیتروژن :

$$NRE(\%) = BNY_f \times \frac{۱۰۰}{N_f} \qquad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، [1] NRE : کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن (درصد)، [2] BNY_f : میزان نیتروژن در بیوماس گیاهان کرت کود داده شده(گرم در متر مربع)، و N_f : میزان کود نیتروژن استفاده شده (گرم در متر مربع) می‌باشد.

کارایی مصرف نیتروژن (کارایی فیزیولوژیکی) :

$$NUTE(g_f g_n^{-۱}) = \frac{FYLD_f}{BNY_f} \qquad \text{معادله (۲)}$$

که درآن، [3] NUTE : کارایی مصرف نیتروژن(گرم گل خشک بر گرم نیتروژن)، [4] $FYLD_f$: عملکرد گل خشک در کرت کود داده شده(گرم در متر مربع)، BNY_f : میزان نیتروژن در بیوماس گیاهان کرت کود داده شده (گرم در متر مربع) می‌باشد.

1- Nitrogen Recovery Efficiency
2- Biomass Nitrogen Yield
3- Nitrogen Utilization Efficiency
4- Flower Yield

جدول ۱: مشخصات خاک محل اجرای طرح

فاکتور	EC ($ds\ m^{-1}$)	PH	OM[1] (%)	N ($mg\ kg^{-1}$)	P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	CEC (meq)
مقدار	۰/۸	۷/۷۳	۰/۴۱	۷/۱۲۸	اندک	۱۵۰	۱۰

کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی) :

معادله (۳) $$NUE(g_f g_n^{-1}) = \frac{FYLD_f}{N_f}$$

دراین معادله،[2] NUE: کارایی استفاده از نیتروژن (گرم گل خشک بر گرم نیتروژن)، $FYLD_f$: عملکرد گل خشک در کرت کود داده شده(گرم در متر مربع)، و N_f میزان کود نیتروژن استفاده شده (گرم در متر مربع) می‌باشد.

همچنین می‌توان کارایی زراعی استفاده از نیتروژن را از طریق حاصلضرب کارایی جذب در کارایی مصرف نیتروژن، بدست آورد.

معادله (۴) $$NUE(g_f g_n^{-1}) = NUTE \times NRE$$

که در آن، NUE: کارایی استفاده از نیتروژن (گرم گل خشک بر گرم نیتروژن)، NUTE: کارایی مصرف نیتروژن (گرم گل خشک بر گرم نیتروژن) و NRE: کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن(درصد)، می‌باشد.

داده‌های حاصل از دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفته و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

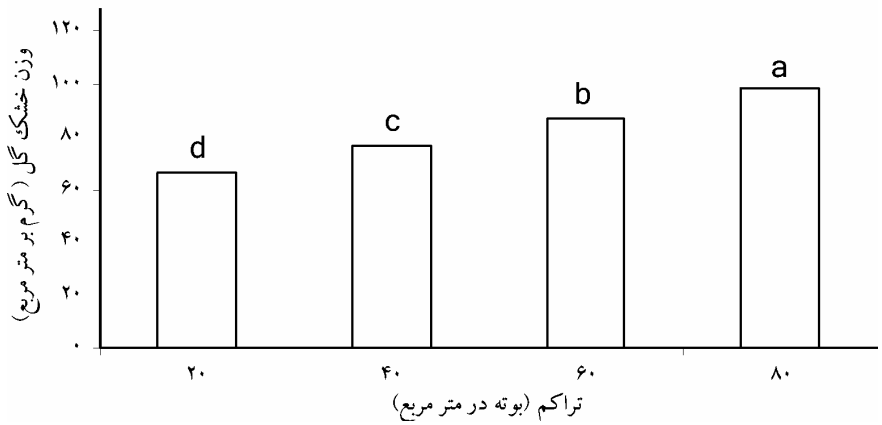
عملکرد گل خشک

نتایج تجزیه مرکب وزن خشک گل نشان داد که تیمار نیتروژن روی وزن نهایی گل خشک ، در سطح ۵ درصد تاثیر معنی‌دار داشت. بیشترین میزان عملکرد گل خشک (۱۰۲۸/۶۱ کیلوگرم در هکتار)، در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد. مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث تولید عملکرد گل خشک به میزان ۸۵۴/۳۷ کیلوگرم در هکتار شدکه نسبت به تیمار قبلی۱۶/۹۳ درصد کاهش نشان داد. عدم مصرف کود نیتروژن باعث ایجاد کمترین عملکرد وزن خشک گل (۶۴۸/۲۳ کیلوگرم در هکتار) شد که نسبت به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۳۶/۹۸ درصد کاهش نشان داد (شکل ۱).

تاثیر تیمار تراکم روی عملکرد وزن خشک گل نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. تیمار تراکم ۸۰ بوته در متر مربع باعث تولید بالاترین عملکرد گل خشک گردید (۹۸۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار). تیمار تراکم ۶۰ بوته در متر مربع، باعث شد عملکرد وزن خشک گل ۱۱/۵۹ درصد کاهش یافته و به میزان ۸۶۷/۵۲ کیلوگرم در هکتار برسد.

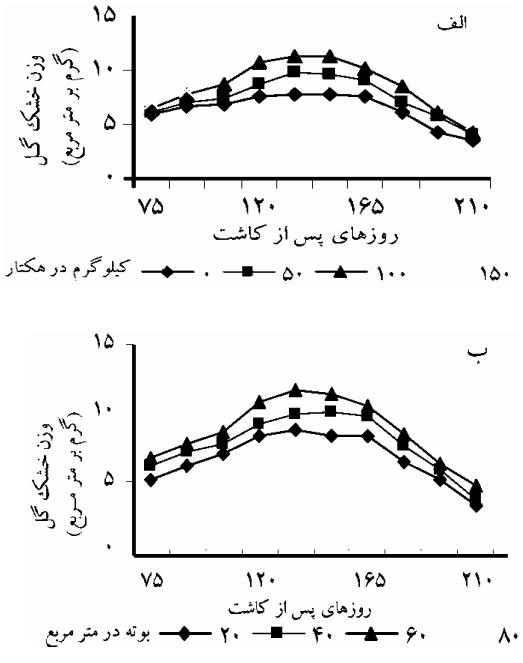
شکل ۱: تاثیر کود نیتروژن روی عملکرد گل خشک گیاه همیشه بهار

1- Organic Matter 2- Nitrogen Use Efficiency



شکل ۲: تاثیر تراکم روی عملکرد گل خشک گیاه همیشه بهار

کمترین میزان عملکرد وزن خشک گل در تیمار ۲۰ بوته در متر مربع به میزان ۶۶۳/۱۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمار ۸۰ بوته در متر مربع، ۳۲/۴۱ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). شکل۳ روند تولید گل همیشه بهار را در طی زمان در مقادیر مختلف نیتروژن و سطوح تراکم نشان می‌دهد. میزان تولید گل در ابتدای دوره گلدهی با توجه به تعداد کمتر ساقه‌های گل دهنده کم بوده و به تدریج با افزایش رشد زایشی میزان تولید گل افزایش یافته و به حد اکثر می‌رسد. در اواخر فصل با توجه به تغییر شرایط نوری و



شکل۳: تاثیر سطوح مختلف (الف) نیتروژن و (ب) تراکم روی روند تولید گل همیشه بهار.

کاهش شاخص سطح برگ (به دلیل پیشی گرفتن ریزش برگ‌ها نسبت به تولید برگ‌های جدید) میزان تولید گل روند کاهشی می‌یابد. در مورد گیاه دارویی همیشه بهار، عملکرد اقتصادی مورد نظر میزان تولید گل خشک در واحد سطح می‌باشد. بنابر این مدیریت مصرف نیتروژن باید به گونه‌ای باشد که حداکثر عملکرد اقتصادی بدست آید. تاثیر مثبت نیتروژن در افزایش وزن خشک گل در آزمایشات مختلف روی گیاهان دارویی مشاهده شده است(۱۳). نکته مهم در این مورد، ایجاد تعادل مناسب بین رشد رویشی و زایشی (در جهت افزایش هر چه بیشتر رشد زایشی) همیشه بهار است، زیرا این گیاه عادت رشد نامحدود داشته و از مرحله شروع گلدهی، رشد رویشی و زایشی به موازات یکدیگر صورت می‌گیرد. نتایج آزمایش فریبرزی(۱۳) روی گیاه بابونه نشان داد که اثر کود نیتروژن روی عملکرد گل بابونه در سطح ۵ ٪ معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک گل با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین آن بدون کاربرد نیتروژن بدست آمد.

با توجه به اینکه همیشه بهار گیاهی رشد نامحدود است، تنظیم تراکم مناسب مخصوصا در طی دوره رشد زایشی از اهمیت زیادی برخوردار است.افزایش تراکم طی این دوره باعث می‌شود گیاه منابع (فضا، آب، نیتروژن) کمتری جهت افزایش بیش از حد رشد رویشی در اختیار داشته و در نتیجه توازن مناسب میان رشد رویشی و زایشی برقرار شده و گیاه شاخه‌های گل دهنده بیشتری تولید نماید که به افزایش عملکرد گل منجر می‌شود. مارتین و دئو (۲۷) در آزمایش خود با عنوان تاثیر جمعیت گیاهی روی تولید گل در گیاه

همیشه بهار، دریافتند که با کاهش تعداد گیاه در واحد سطح، مقدار تولید گل نیز کاهش می‌یابد.

کارایی جذب (بازیافت) نیتروژن

نتایج آزمایش نشان داد که کارایی بازیافت نیتروژن با مقدار کود نیتروژن به کار رفته نسبت عکس دارد (بر اساس قانون بازده نزولی)، به گونه ای که با افزایش میزان کود، کارایی بازیافت نیتروژن کاهش می‌یابد، به عنوان مثال در این آزمایش، هنگامی که ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بکار برده شد، درصد بازیافت نیتروژن ۵۵/۵۹ درصد بود اما هنگامی که میزان کاربرد کود نیتروژن به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت، کارایی بازیافت نیتروژن به ۶۱/۷ درصد افزایش یافت که این تفاوت از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. استفاده از ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی بازیافت نیتروژن را به ۷۷/۶۸ درصد افزایش داد که این تفاوت نیز از نظر آماری معنی‌دار بود(جدول ۲)

اثر تراکم روی کارایی بازیافت نیتروژن معنی‌دار بود. افزایش تراکم بوته در متر مربع باعث افزایش کارایی بازیافت نیتروژن شد. هنگامی که تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بود کارایی بازیافت نیتروژن ۵۶/۵۹ درصد بود ولی هنگامی که تراکم به ۴۰ بوته در متر مربع افزایش داده شد، کارایی بازیافت نیتروژن به ۶۳/۵۷ درصد رسید که افزایشی معنی‌دار را نشان داد. تراکم های ۶۰ و ۸۰ بوته در متر مربع به ترتیب کارایی بازیافت نیتروژن را به ۶۷/۹ و ۷۱/۸۸ درصد رساندند(جدول ۲). در آزمایش تیمسینا و همکاران (۳۴) روی گندم و برنج، هنگامی که از ۹۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن استفاده شد، کارایی بازیافت نیتروژن ۵۲/۷ درصد بود، اما هنگامی که از ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استفاده شد، کارایی بازیافت نیتروژن به ۴۷/۲ درصد کاهش یافت. گواردا و همکاران (۲۲) نیز در آزمایش خود دریافتند که افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۸۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، باعث کاهش کارایی بازیافت نیتروژن در گندم شد و آنرا از ۵۶ درصد به ۳۴ درصد کاهش داد. رام و همکاران (۳۲) در مطالعه خود روی گیاه دارویی شمعدانی معطر(*Pelargonium graveolens*) به این نتیجه رسیدند که بطور کلی جذب نیتروژن بطور معنی داری با افزایش کاربرد کود نیتروژن، تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. افزایش استفاده ازکود نیتروژن، علاوه بر افزایش نیتروژن بافت‌های گیاهی، عملکرد کل ماده خشک در هکتار را افزایش داد که متقابلا به افزایش جذب نیتروژن منجر شد. کاربرد نیتروژن بیش از ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار منجر به کاهش کارایی بازیافت نیتروژن شد و نشان داد که بخش زیادی از نیتروژن بکار رفته، در رشد و محصول دهی گیاه شمعدانی معطر موثر نبوده است.

کارایی مصرف نیتروژن(کارایی فیزیولوژیکی)

کارایی مصرف نیتروژن ، عملکرد محصول تولیدی (در مورد همیشه بهار عملکرد گل) به ازای میزان نیتروژن موجود در بیوماس است. افزایش استفاده از کود نیتروژن باعث کاهش کارایی مصرف نیتروژن گردید. در شرایطی که از کود نیتروژن استفاده نگردید (تیمار شاهد)، کارایی مصرف نیتروژن ۳۳/۹ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن بود، اما هنگامی که ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بکار رفت، کارایی مصرف نیتروژن ۱۹/۳۳ گرم گل خشک بر گرم

جدول ۲: تاثیر میزان نیتروژن روی جنبه های مختلف کارایی استفاده از نیتروژن در گیاه همیشه بهار

میزان نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی) (گرم گل بر گرم نیتروژن)	کارایی جذب نیتروژن (کارایی بازیافت) (درصد)	کارایی مصرف نیتروژن (کارایی فیزیولوژیکی) (گرم گل بر گرم نیتروژن)
۰	-	-	۳۳/۶۸ a
۵۰	۱۴/۸۸ a	۷۷/۶۸ a	۱۹/۱۶ b
۱۰۰	۸/۵۲ b	۶۱/۷۰ b	۱۳/۸۲ c
۱۵۰	۶/۸۴ c	۵۵/۵۹ c	۱۲/۳۲ c

* حروف مشابه در یک ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار بین سطوح تیمار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشد.

نیتروژن بود، باکاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، کارایی مصرف این عنصر به ترتیب ۱۳/۹ و ۱۲/۴۴ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن به دست آمد که این اختلاف در میزان کارایی مصرف نیتروژن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود(جدول۲).

اثر تیمار تراکم روی کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود، به گونه ای که با افزایش تعداد بوته در واحدسطح، کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن افزایش یافت. بالاترین میزان تراکم (۸۰ بوته در متر مربع)، باعث دستیابی به بالاترین کارایی مصرف نیتروژن (۲۱/۶۲) گردید. با کاهش تراکم کاشت همیشه بهار، کارایی مصرف نیتروژن نیز در این گیاه کاهش یافته و در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به ۱۷/۸ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن رسید که این کاهش از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). وجود نیتروژن زیاد در اندام هوایی همیشه بهار باعث تحریک رشد رویشی شده و در نتیجه سهم نیتروژن اختصاص یافته به تولید گل که عملکرد اقتصادی همیشه بهار را تشکیل می‌دهد کاهش یافته و در نتیجه کارایی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد. در آزمایش تیمسینا و همکاران(۳۴)روی گندم و برنج، هنگامی که از ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن استفاده گردید، کارایی فیزیولوژیکی ۱۷ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن بود ولی هنگامی که از ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن استفاده گردید، کارایی فیزیولوژیکی به ۱۱/۹ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن کاهش یافت. در آزمایش گواردا و همکاران(۲۲)،کارایی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن در گندم با افزایش کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت و از ۵۵ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن با کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، به ۳۱ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژن رسید. جیانگ و هول (۲۳) در آزمایش خود روی گیاه چمن کنتاکی بلوگراس (*Poa pratensis* L.) دریافتند که کارایی مصرف نیتروژن، با افزایش کاربرد کود نیتروژن کاهش می‌یابد. نتیجه‌ای که آنان گرفتند این بود که کاربرد زیاد کود نیتروژن از طریق تحریک افزایش جذب نیترات و اشباع فرایندهای متابولیسم نیتروژن، که منجر به کاهش نسبتC/N می‌شود، روی کارایی مصرف نیتروژن تاثیر منفی می‌گذارد.

کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی)

نتایج تجزیه مرکب نشان داد افزایش کاربرد نیتروژن باعث کاهش کارایی استفاده از نیتروژن شد. در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی استفاده از نیتروژن ۶/۸۴ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن بود در حالی که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، این مقدار به ۸/۵۲ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن افزایش یافت که این افزایش ۲۲/۷۷ درصدی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. در مرحله بعدی، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش در کارایی استفاده از نیتروژن شده و مقدار آنرا به ۱۴/۸۸ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن رساند(جدول۲).

تاثیر تراکم روی کارایی استفاده از نیتروژن معنی‌دار بود و با افزایش تراکم، کارایی مصرف نیتروژن افزایش یافت. در تیمار تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، کارایی استفاده از نیتروژن ۱۲/۲۳ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن بود. با کاهش تراکم ، کارایی استفاده از نیتروژن نیز کاهش یافت به گونه ای که در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع این مقدار به ۱۰/۶۵ گرم گل خشک بر گرم نیتروژن رسید.کمترین میزان کارایی استفاده از نیتروژن در تیمار تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به دست آمد(جدول۳). با توجه به قانون بازده نزولی در مورد مصرف عناصر غذایی مبنی بر اینکه واحدهای اولیه کود مصرفی تاثیر بیشتری روی عملکرد دارند، هر قدر مصرف نیتروژن افزایش یابد، کارایی استفاده از آن کاهش می‌یابد. سینبو و همکاران(۳۳) در تحقیق خود دریافتند که افزایش استفاده از کود نیتروژن باعث کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود. آنان همچنین دریافتند که همبستگی عملکرد دانه جو با جذب نیتروژن، قوی تر از ارتباط آن با مصرف نیتروژن(کارایی فیزیولوژیکی) بود. این امر نشان دهنده اهمیت بیشتر جذب نیتروژن از خاک نسبت به انتقال آن از اندام هوایی در افزایش عملکرد دانه بود

تیمسینا و همکاران(۳۴) نیز در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدندکه افزایش مصرف نیتروژن از ۹۰ کیلوگرم به ۱۳۵ کیلوگرم، کارایی استفاده از نیتروژن را از ۸/۹ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن به ۵/۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن در مورد برنج کاهش داد. گواردا و همکاران (۲۲) نیز در مطالعه خود روی گندم به نتایج مشابهی دست

جدول ۳: تاثیر میزان تراکم روی جنبه های مختلف کارایی استفاده از نیتروژن در گیاه همیشه بهار

میزان تراکم (بوته در متر مربع)	کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی) (گرم گل بر گرم نیتروژن)	کارایی جذب نیتروژن (کارایی بازیافت) (٪)	کارایی مصرف نیتروژن (کارایی فیزیولوژیکی) (گرم گل بر گرم نیتروژن)
۲۰	۷/۹۸ d	۵۶/۵۹ d	۱۷/۸۰ d
۴۰	۹/۴۲ c	۶۳/۵۷ c	۱۹/۲۲ c
۶۰	۱۰/۶۵ b	۶۷/۹۰ b	۲۰/۳۵ b
۸۰	۱۲/۲۳ a	۷۱/۸۸ a	۲۱/۶۲ a

* حروف مشابه در یک ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار بین سطوح تیمار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشد.

یافتند.در آزمایش آنان، کارایی مصرف نیتروژن (کارایی زراعی) در واریته گندم لامپو(Lampo) به ترتیب ۱۸ و ۱۰ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن با مصرف ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمد. در مورد تراکم، با توجه به اینکه کاهش تراکم باعث کاهش تولید بیوماس در واحد سطح شده و تعداد گیاه کمتر در واحد سطح قادر به جذب مقدار مناسبی از نیتروژن موجود در خاک نمی باشد، این کاهش قابل توجیه می‌باشد.

عملکرد عصاره و اسانس

عملکرد عصاره و اسانس گل همیشه بهار (بر اساس گرم عصاره یا میلی لیتر اسانس در ۱۰۰ گرم گل خشک)، تحت تاثیر تیمارهای تراکم و نیتروژن قرار نگرفت. اما با توجه به تاثیر تیمارهای تراکم و نیتروژن، روی عملکرد گل خشک، مقدار نهایی تولید عصاره و اسانس در واحد سطح، در سطوح مختلف تراکم و نیتروژن متفاوت بود. بیشترین مقدار تولید عصاره و اسانس در واحد سطح مربوط به تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۸۰ بوته در هکتار بود. نکته قابل توجه تفاوت معنی‌دار مقدار تولید اسانس و عصاره در طی فصل گلدهی بود. به طوری که حداکثر میزان تولید اسانس در اوایل گلدهی بدست آمد و در اواسط تا اواخر گلدهی مقدار آن به تدریج کاهش پیدا نمود (جدول ۴).

بررسی تغییرات میزان اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) ، توسط ایمانی (۷) نشان داد که بالاترین مقدار اسانس در مراحل اولیه گلدهی بدست می‌آید (۰/۱۴ درصد) و بعد از آن در اواخر گلدهی میزان اسانس کاهش می‌یابد (۰/۱درصد). مطالعه بر روی گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) در مراحل مختلف فنولوژی نشان داد که اسانس این گیاه در مرحله گلدهی بالاتر از مراحل رویشی و بعد از گلدهی است (۲). پالا پائول و همکاران (۳۱) اثرات مراحل رشد را بر روی میزان اسانس گونه (*Santolina rosmarinifolia*) بررسی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مقدار اسانس در طی مراحل رویشی به سمت گلدهی، سیر صعودی دارد. برومندرضا زاده (۸) در تحقیق خود با عنوان اثر تاریخ کاشت و تراکم بر خصوصیات مورفولوژیک و درصد اسانس گیاه دارویی زنیان، به این نتیجه رسید که تاثیر تراکم بوته بر درصد اسانس در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. درصد اسانس از ۳/۱۴۹ درصد در تیمار ۱۰ بوته در متر مربع به ۴/۴۸ درصد در تیمار ۷۰ بوته در متر مربع رسید (۴۲/۲۷ درصد افزایش). آمارجیت و همکاران (۱۶) تاثیر فاصله ردیف را بر درصد

جدول ۴ : میانگین تولید ماده موثره همیشه بهار در مراحل مختلف گل دهی

زمان گلدهی	اسانس (میلی لیتر در ۱۰۰گرم گل خشک)	عصاره (گرم در ۱۰۰ گرم گل خشک)
اوایل گل دهی(۳۰ تیر)	/۲۲ a	۲/۷۴ a
اواسط گل دهی(۳۰ شهریور)	۰/۱۷ b	۲/۵۴ b
اواخر گل دهی(۳۰ آبان)	۰/۱۲ c	۲/۱۳ c

* حروف مشابه در یک ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار بین سطوح تیمار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشد.

اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) مطالعه کرده و گزارش نمودند که فاصله ردیف اثر معنی داری بر درصد اسانس بذر نداشت ،اما با کاهش فاصله ردیف درصد اسانس بذر روند افزایشی از خود نشان داد. در این تحقیق همچنین مشخص گردید که افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد اسانس شد. نقدی بادی و همکاران (۱۴)، در آزمایش خود در رابطه با اثر فاصله ردیف بر روی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) مشاهده کردند که با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم بوته ، عملکرد اسانس در نتیجه افزایش عملکرد ماده خشک افزایش پیدا کرد. فرانز و همکاران (۱۸) گزارش دادند که اثر کود نیتروژن روی میزان اسانس گل‌های بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) اندک است. افزایش نیتروژن و فسفر مقدار بیشتری اسانس تولید کرد. در حالی که افزایش پتاسیم منجر به کاهش اسانس شد. لتچامو (۲۶) حداکثر مقدار فلاونوئیدها را در برداشت دوم و سوم بابونه می‌داند. با افزایش سن گیاه یا تکرار دفعات برداشت گل‌ها از یک گیاه یکسان، مقدار فلاونوئیدها به طور محسوسی کاهش یافت و حداقل آن در برداشت چهارم بود.

با توجه به نتایج حاصله، میزان نیتروژن و سطح تراکم روی عملکرد گل، میزان مواد موثره و کارایی مصرف نیتروژن در همیشه بهار تاثیر آماری معنی‌دار داشت. تاثیر نیتروژن روی مقدار مواد موثره (عصاره و اسانس) از طریق افزایش میزان عملکرد گل در واحد سطح مشاهده شد. همچنین میزان مواد موثره موجود در گل در طی زمان تغییر یافت، بطوری که حد اکثر آن در اوایل گل دهی بود و به تدریج در طی زمان در اواسط و اواخر گل دهی کاهش یافت.

منابع

۱- ابدالی مشهدی، ع.و ق. فتحی، ۱۳۸۱. بررسی اثرات سطوح مختلف تراکم بر عملکرد و میزان روغن دانه گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) در شرایط آب و هوایی اهواز. پژوهش و سازندگی. جلد ۵۴ ، ص: ۳۳- ۲۸.

۲- احمدی، ل. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر مراحل مختلف رشد گیاه مریم گلی دارویی در تولید اسانس و ترکیبهای شیمیایی آن. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۴، ص : ۴۷- ۳۳ .

۳- امید بیگی، ر. ۱۳۷۷. بررسی تولید سیلیمارین در گیاه ماریتیغال با کشت بذور وحشی و زراعی آن. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۹،ص: ۴۲۰- ۴۱۳.

۴- امید بیگی، ر. ۱۳۷۸. ضرورت استفاده از رازیانه اصلاح شده. فصلنامه پژوهش و سازندگی، جلد ۴۴، ص: ۴۶-۴۰.

۵- امید بیگی، ر. ۱۳۷۸. بررسی تیپ های شیمیایی بابونه های خودرو ایران و مقایسه با نوع اصلاح شده. مجله علوم کشاورزی تربیت مدرس، جلد ۱، ص: ۵۳-۴۵.

۶- امید بیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلداول، انتشارات به نشر.

۷- ایمانی، ی.۱۳۸۴. بررسی میزان اسانس گیاه بادرنجبویه(*Mellisa officinalis*) در طی دوره رشد در دو منطقه ارسباران و ملکان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۱، ص ۲۷۹-۲۶۷.

۸- برومند رضازاده، ز. ۱۳۸۴. اثر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک و درصد اسانس گیاه دارویی زنیان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- حاج سیدهادی، م.، ن. خدابنده، م. ت. درزی و ن. یاسا. ۱۳۸۰. بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه بر مقدار اسانس و کامازولن در گیاه دارویی بابونه. خلاصه مقالات همایش ملی گیاهان دارویی در ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ص: ۱۱۹.

۱۰- درزی، م. ت.، ن. خدابنده،م. حاج سید هادی، و ن. یاسا. ۱۳۸۰. بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم بر روی عملکرد بذر و کمیت و کیفیت ماده موثره گیاه دارویی رازیانه. خلاصه مقالات همایش ملی گیاهان دارویی در ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ص:۱۵۲- ۱۵۱.

۱۱- زرگری، علی. ۱۳۷۲. گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران. جلد چهارم.

۱۲- عزیزی، م و ر. امید بیگی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات سطوح مختلف ازت و فسفر بر رشد، نمو، عملکرد و تجمع کادمیوم در گل راعی، مجله علوم آب و خاک ، جلد ۱۲، ص: ۹۲-۸۳ .

۱۳- فریبرزی، ع. ۱۳۷۸. اثر کود ازت و تاریخ برداشت گل بر عملکرد و میزان اسانس در گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۴- نقدی بادی، ح.، ف. یزدانی و س. نظری. ۱۳۸۱. تغییرات فصلی عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در تراکم های مختلف کاشت. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد۵، ص: ۵۶- ۵۱ .

15-Alfred E.H., M. Johnston, J.N. O'Sullivanc and S. Polomad, 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. Agriculture, Ecosystems and Environment 79 : 271– 280.

16-Amarjit S.B., B.S. Sidhu and G.S. Randhawa, 1992. Effect of row spacing and nitrogen on nitrogen uptake, content and quality of dill (*Anethum graveolens*). Indian J. of Agron. 37: 633-634.

17-Foulkes M.J., R. Sylvester-Bradley and R.K. Scott, 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. Journal of Agri. Sci. Camb. 130: 29–44.

18-Franz C., J. Hoelzl and C Kirsch, 1983. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on *Matricaria chmomilla* L., Effect on essential oil. Garten. 48: 17-22.

19-Greenwood D.J., 1982. Modelling of crop response to nitrogen fertilizer. Phil. Trans. R. Soc. B. 296: 351-362.

20-Greenwood D.J., F. Gastal, G. Lemaire, A. Drycott, P. Millard and , J.J Neeteson, 1991. Growth rate and % N of field grown crops: Theory and experiments. Ann. Botany, 67: 181-190.

21-Grundwald J.and K. Buttel, 1996. European phytotherapeutics market drugs made in germany. 39:6-11.

22-Guarda G., S. Padovan and G Delogu, 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bred-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European J. of Agron. 21: 181-192.

23-Jiang, Z.and R.J. Hull, 1998. Interrelationships of nitrate uptake, nitrate reductase, and nitrogen use efficiency in Selected Kentucky Bluegrass Cultivars. Crop Sci.,38: 1623-1632.

13-Kalvatchev Z., R. Walder and d. Garzaro, 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. Biomed and Pharmacother. 51:176-180.

14-Lawlor D.W., 1995. Phosynthesis , productivity and environment. J. Exp. Botany 46: 1449-1461.

15-Letchamo W., 1995. A comparative study of chamomile yield, essential oil and flavonoides content under two sowing seasons and nitrogen levels. Acta-Horticulture. 306: 375- 384.

16-Martin, R.J.and B. Deo, 2000 Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis*) production. New Zealand J. of Crop and Horticultral Sci., 28: 37-44.

17-Moles D.J., S.S. Rangai., R.M. Bourke and C.T Kasamani, 1984. Fertilizer reponses of taro in Papua New Guinea. In: S. Chandra (Ed.), Edible Aroids. Clarendon Press, Oxford, pp. 64–71.

18-Omid Baigi R. and A. Nobakht, 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milk thistle (*Silybum marinum*). Pakistan J. of Biological Sci., 4: 1342-1349.

19-Ortiz-Monasterio J.I., K.D. Sayre, S. Rajaram and M. McMahon, 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. Crop Sci. 37, 898–904.

20-Pala-paul J., M.J. Perez – Alonso and A. Velasco-Negueruela, 2002. Seasonal variation in chemical constituents of *Santolina rosmarinifolia* L. ssp. *Rosmarinifolia*. Biochemical Systematics and Ecol., 29 : pp. 663-672.

21-Ram M., D. Ram and S.K Roy, 2003. Influence of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*pelargonium graveolens*). Bioresource Tech., 87:273-278.

22-Sinebo W., R. Gretzmacher and A. Edelbauer, 2004. Genotypic variation for nitrogen use efficiency in Ethiopian barley. Field Crops Research 85 : 43–60.

23-Timsina J., U. Singh, M. Badaruddin, C. Meisner and M.R. Amin, 2001. Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity, and nitrogen-use efficiency and balance for rice-wheat sequences of Bangladesh. Field Crops Research 72: 43-161.

24-Yanive Z.and D. Palevitch, 1982. Effect of drought on the secondary metabolites of medicinal and aromatic plants. In: cultivation and utilization of medicinal plants. CSIR. Jammu-Tawi.

Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*).

A. Ameri, M. Nassiri, P. Rezvani[1]

Abstract

Efficient use of nitrogen for medicinal plants production, might increase flower dry matter, essential oil and extract yield and reduce cost of yield production. A two year (2005 and 2006) field study was conducted in Torogh region(36,10° N,59.33° E and 1300 m altitude) of Mashhad, Iran, to observe the effects of different nitrogen and densities on flower dry matter, essential oil and extract production and nitrogen use efficiency (NUE) in a multi-harvested Marigold (*Calendula officinalis*). The levels of Nitrogen fertilizer (N) were 0, 50, 100 and 150 kg ha^{-1} and levels of density were 20, 40, 60 and 80 plant m^{-2}. The combined analysis results revealed significant effects of N and density levels on flower dry matter, essential oil and extract production and NUE of Marigold. The highest dry flower production obtained by 150 kg ha^{-1} N and 80 plant m^{-2} plant population (102.86 g m^{-2}). The higher flower dry matter production caused more essential oil and extract production in high nitrogen and density levels. Agronomic N-use efficiency (kg flower dry matter yield per kg N applied), physiological efficiency (kg flower dry matter yield per kg N absorbed) and fertilizer N-recovery efficiency (kg N absorbed per kg N applied, expressed as %) for marigold across treatments ranged from 6.8 to14.9, 12.3 to 33.6 and 55.5 to 77.6, respectively and all were greater for N application at 50 compared with150 kg N ha^{-1}, and under high density than low density. The amount of essential oil and extract per 100g flower dry matter decreased during the flower harvesting period. The higher amount of essential oil and extract obtained at early flowering season. The essential oil and extract ranged from 0.22 to 0.12 (ml. per 100g flower dry matter) and 2.74 to 2.13 (g per 100g flower dry matter) respectively.

Keywords: Marigold, flower dry matter, essential oils, extract, nitrogen, density, nitrogen use efficiency.

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.