بررسی تأثیر میزان و زمان مصرف کود نیتروژن بر صفات کمی گلرنگ خاک آهکی در منطقه کرمان

هرمزد نقوی[۱*]، آرش صباح[۱]، مهدی امیرپور رباط[۱] و فریدون نورقلی پور[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳۱)

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات مقادیر و زمان‌های مختلف مصرف نیتروژن بر خواص کمی گلرنگ، آزمایشی دو ساله به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه کرمان اجرا شد. عامل اول مقدار خالص نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل دوم زمان‌های مصرف (۱- تمامی در زمان کاشت، ۲- دو سوم در زمان کاشت و یک سوم در مرحله روزت، ۳- یک سوم در زمان کاشت و دو سوم در مرحله روزت و ۴- یک سوم در زمان کاشت، یک سوم در مرحله روزت و یک سوم در مرحله قبل از گل‌دهی) بود. نتایج نشان داد اثر سطح نیتروژن بر غلظت، جذب و کارایی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن، ارتفاع بوته، تعداد غوزه و عملکرد در سطح یک درصد و بر تعداد دانه در غوزه در سطح پنج درصد و اثر تقسیط نیتروژن بر تعداد غوزه و عملکرد در سطح یک درصد و بر ارتفاع بوته، جذب، کارایی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن در سطح پنج درصد، معنی‌دار بود. بنابراین براساس آزمایش حاضر مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت تقسیط سه مرحله‌ای به‌میزان مساوی در زمان‌های کاشت، روزت و قبل گل‌دهی یا تقسیط یک سوم زمان کاشت و دو سوم زمان روزت توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تقسیط، گلدشت، مقادیر نیتروژن

۱. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: naghavii@gmail.com

مقدمه

گلرنگ با نام علمی (*Carthamus tinctorius L.*)گیاهی از تیره مرکبان (*Asteraceae*)، از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی محسوب می‌شود. گلرنگ در مناطق نیمه‌خشک با آب‌وهوای معتدل رشد می‌کند و به‌عنوان روغن‌های صنعتی، ادویه و غذای پرندگان از آن استفاده می‌شود. گلرنگ به‌صورت بوته‌ای استوار و پر شاخ و برگ رشد می‌کند که ارتفاع آن از ۳۰-۱۵۰ سانتی‌متر متغیر است. گل‌های آن معمولاً زرد رنگ، دانه‌های آن دارای ۴۵-۲۵ درصد روغن و ۲۴-۱۲ درصد پروتئین هستند و بسته به ژنوتیپ دارای دو نوع روغن با کیفیت متفاوت است (۲۴). میوه گلرنگ همانند میوه آفتابگردان به‌صورت فندقه بوده و از نظر شکل شبیه یک دانه کوچک آفتابگردان است و به رنگ‌های سیاه، زرد، سفید یا کرم با سطح خارجی صاف دیده می‌شود. ذخیره روغن در لپه‌ها انجام می‌شود. گلرنگ گیاهی روزبلند است، اما گل‌دهی آن در هوای گرم به‌میزان قابل‌توجهی جلو می‌افتد. گلرنگ با داشتن ریشه‌های عمودی از توانایی نفوذ به خاک تا عمق دو تا سه متر برخوردار است و به گرما نیز مقاوم است و در صورت وجود رطوبت کافی در خاک می‌تواند حرارت حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند و نسبت به سایر گیاهان روغنی دیگر، مقاومت زیادتری دارد، همچنین به آب ایستادگی و کمبود تهویه حساس است و خاک‌های عمیق، دارای بافت متوسط و اسیدیته حدود خنثی را ترجیح می‌دهد (۱۱).

مصرف روغن در ایران در طی سال‌های اخیر به‌دلیل افزایش رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه، افزایش یافته درحالی‌که تولید آن به‌اندازه مصرف رشد نکرده است. نیاز کودی گلرنگ با توجه به عملکرد مورد انتظار متفاوت بوده و در مورد گلرنگ دیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد کمتر از گلرنگ آبی است (۲۱). به‌دلیل پویایی و تحرک نیتروژن در خاک، مدیریت مصرف آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تا حداکثر عملکرد عاید و کیفیت محصول نیز بهتر شده و مصرف نیتروژن اثرات تخریبی در مسائل زیست‌محیطی ایجاد نکند (۴). حیدری و آساد، در تحقیقی با سطوح مختلف نیتروژن مشاهده کردند که نیتروژن بر روی تمام صفات فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت غوزه و سرعت رشد محصول اثر معنی‌داری داشته است. آنها همچنین نتیجه گرفتند که حداکثر عملکرد دانه از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست‌آمده است که تعداد دانه در غوزه تحت تأثیر نیتروژن واقع شده و وزن هزار دانه تحت تأثیر نیتروژن قرار نگرفت (۳). یکی از مهم‌ترین رویکردها برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن تأمین کردن نیتروژن در زمانی است که گیاه بیشترین نیاز را به آن دارد (۶).

جونز و توکر (۱۹۷۸) نشان دادند که نیتروژن افزایش معنی‌داری را در تعداد غوزه‌های انشعابات فرعی گل‌آذین، موجب می‌شود. در اثر کاربرد کود نیتروژن بوته‌ها به‌مدت طولانی‌تری فعال مانده و شاخه‌های بیشتر و همچنین به همان نسبت، غوزه‌های بیشتری تولید می‌شود. در این آزمایش تعداد دانه در غوزه تحت تأثیر نیتروژن افزایش یافت (۲۰). یرمانوس و همکاران، گزارش کردند که به‌کارگیری نیتروژن به مقادیر ۵۶ و ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با عدم مصرف نیتروژن افزایش داد اما اختلاف معنی‌داری بین عملکرد دانه در این دو مقدار نیتروژن مصرفی به‌دست نیامد (۳۲). هازرا و تریپاتی، در مقایسه سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) در یک خاک سنذی لوم غیر آهکی، با غلظت نیتروژن خاک ۰/۰۴ درصد به این نتیجه رسیدند که مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین تأثیر را بر عملکرد و درصد روغن گلرنگ به‌جای گذاشت (۱۶).

دیکسیت و یاداوا، در ایالت مادیا پرادش هندوستان خاکی با بافت متوسط سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) را ازنظر تأثیر بر عملکرد گلرنگ بررسی کردند. مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر تعداد غوزه در بوته داشت (۱۳). پورویمات و منیور، در آزمایشی سطوح

مختلف نیتروژن (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار) را مطالعه کردند. این محققان به این نتیجه رسیدند که با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بالاترین عملکرد به‌دست آمد و در بین اجزاء عملکرد، تعداد غوزه در بوته از میزان نیتروژن مصرفی بیشتر متأثر شد. بافت خاک در این آزمایش لوم رسی و میزان نیتروژن خاک ۰/۰۶ درصد بود (۲۵).

اشرف و گامالات، با بررسی کاربرد مقادیر صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در خاکی با بافت لومی رسی و میزان مواد آلی ۰/۸۲ درصد و نیتروژن کل ۰/۳۸ درصد در مصر نتیجه گرفتند که بیشترین میزان عملکرد دانه و روغن گلرنگ از تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن به‌ترتیب به‌میزان ۱۶۱۰ و ۵۹۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (۷). در هندوستان مصرف ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز به‌صورت کود شیمیایی و ۵۰ درصد مابقی به‌صورت ورمی‌کمپوست، بیشترین میزان جذب را ۳۰ و ۶۰ روز پس از کشت داشت (۲۶). ناصر و همکاران، عنوان کردند که مصرف نیتروژن به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد مطلوب دانه‌های روغنی و پروتئین کافی است (۲۱).

اریگیت و همکاران، در ترکیه در خاکی با بافت لوم رسی و درصد کل نیتروژن ۰/۹۸ و مواد آلی ۲/۱ درصد با کاربرد مقادیر صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین عملکرد دانه گلرنگ (۲۱۵۲ کیلوگرم در هکتار) را از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آوردند (۱۵). گزارش‌شده است که کارایی نیتروژن در گیاه به‌وسیله ایجاد تناسب بین میزان کود مصرفی و زمان کاربرد آن افزایش پیدا می‌کند (۹). بیشتر گیاهان در مراحل میانی رشد رویشی، به‌سرعت نیتروژن را جذب می‌کنند (۱۰)، بنابراین استفاده از مقدار بهینه در زمان مناسب، مهم‌ترین راه‌کار برای افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن است. با توجه به اینکه عکس‌العمل گلرنگ به مقادیر مختلف نیتروژن مشخص نیست، لذا با توجه به مطالعات انجام شده در مناطق مختلف دنیا و ایران بر روی گلرنگ مشخص می‌شود که شرایط آب‌وهوایی، خاک هر منطقه و نوع رقم در تعیین سطح مناسب نیتروژن اثر دارد و از طرفی در منطقه کرمان، مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی اثر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در مراحل مختلف رشد گلرنگ بر عملکرد، اجزای عملکرد گیاه انجام نشده است، بنابراین در این تحقیق این موضوع مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات مصرف مقادیر و زمان‌های مختلف استفاده از کود نیتروژن بر خواص کمی و کیفی رقم گلدشت گلرنگ، آزمایشی دو ساله در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهید زنده‌روح کرمان با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه عرض شمالی و ۵۷ درجه طول شرقی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول مقدار نیتروژن از منبع کود اوره در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و عامل دوم زمان‌های مصرف کود به صورت تقسیط شده (۱- کاربرد تمام کود به‌صورت پایه و در زمان کاشت ۲- کاربرد دو سوم کود در مرحله پایه و یک سوم در مرحله روزت ۳- کاربرد یک سوم در مرحله پایه و دو سوم در مرحله روزت و ۴- کاربرد یک سوم کود به‌صورت پایه، یک سوم در مرحله روزت و یک سوم در مرحله قبل از گل‌دهی) بود.

قبل از اجرای این آزمایش در اواخر تابستان یک نمونه مرکب خاک جهت تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی برداشت و مقدار عناصر در آن اندازه‌گیری شد. سپس شخم، دیسک و ماله‌کشی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متری به طول پنج متر (مساحت هر کرت ۱۵ مترمربع)، فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها چهار متر در نظر گرفته شد و تراکم کشت در هر کرت آزمایشی، ۲۵ بوته در مترمربع بود. آب مورد نیاز به روش سطحی به تعداد هفت نوبت آبیاری و به‌میزان یکسان در تیمارهای مختلف

در اختیار گیاه قرار گرفت. بین تکرارها فاصله کافی در نظر گرفته شد تا زه‌آب هر کرت از طریق جوی مجزای آبیاری به بیرون آزمایش هدایت شود. کلیه عملیات زراعی در مرحله داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، دفع آفات، کنترل بیماری‌ها، وجین، سله‌شکنی و غیره به‌طور منظم و یکنواخت برای کرت‌ها انجام گرفت.

در مرحله قبل از گل‌دهی (قبل از decimal code۶۲) مطابق کد دو رقمی رشد ارائه شده به‌وسیله نرکار و همکاران و قبل از مصرف کود تقسیط نیتروژن، پنج نمونه گیاه از اندام هوایی تهیه و غلظت و جذب نیتروژن در آن اندازه‌گیری شد (۱۴ و ۲۳). قبل از برداشت، از هر تکرار تعداد غوزه‌های بارور در مترمربع (در سه کادر یک مترمربعی از هر کرت)، تعداد دانه‌های پر در غوزه (با شمارش دانه‌های پر در ۲۰ غوزه بارور در داخل هر کادر) و برداشت پس از حذف دو خط کناری و نیم متر از بالا و پائین هر کرت در سطح ۱۰ مترمربع انجام شد. پس از برداشت، وزن هزار دانه (با سه‌بار شمارش از سه گروه تصادفی هزار دانه‌ای در هر کرت) و عملکرد دانه توزین شد. کارایی زراعی نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن با استفاده از رابطه (۱) به‌دست آمدند.

$$NAE= (Ynx-Yn0)/Nf \qquad [1]$$

در این رابطه NAE = کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Ynx = عملکرد تیمار کودی (کیلوگرم در هکتار)، YN0 = عملکرد تیمار صفر کودی (کیلوگرم در هکتا و NF = کل نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) است. بازیافت ظاهری نیتروژن از اختلاف بین جذب نیتروژن در تیمار کودی و جذب نیتروژن در تیمار صفر کودی (کیلوگرم در هکتار) بخش بر مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد.

نتایج حاصله با برنامه آماری (۹.۱) SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. با توجه به اینکه در این آزمایش سطح صفر کود نیتروژنه وجود دارد، بنابراین عامل دیگر فرمول مصرف در این سطح متغیر نیست (کرت‌های موهومی یا غیر واقعی)، بنابراین جدول تجزیه واریانس با کمی تغییر ارائه شد. برای اثر اصلی طبق روال معمول محاسبات انجام شد. ولی برای اثر متقابل که در آنها کرت موهوم (غیر واقعی) وجود دارد و سطح صفر از جدول دو طرفه کود در فرمول مصرف، حذف شد. با توجه به اینکه تفاوت میان تیمارهای سطح صفر نیتروژن ناشی از خطای آزمایش است، بنابراین درجه آزادی و مجموع مربعات آن در خطای آزمایش ادغام شد و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه میانگین تیمارها انجام شد (۱۸).

نتایج

نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) آمده است. خاک محل آزمایش آهکی، غیر شور (قابلیت هدایت الکتریکی کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر) با ماده آلی خیلی کم و بافت متوسط تا نسبتاً سنگین بود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول (۲)، اثر سال بر غلظت نیتروژن بوته و دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار بود، اما تأثیری بر تعداد غوزه، تعداد دانه پر در غوزه، عملکرد و جذب و کارایی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن نداشت. اثر اصلی سطح نیتروژن بر غلظت نیتروژن بوته، ارتفاع بوته، تعداد غوزه، عملکرد و جذب، کارایی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن در سطح یک درصد و بر تعداد دانه پر در غوزه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. این اثر بر وزن هزار دانه و غلظت نیتروژن دانه معنی‌دار نبود. اثر اصلی روش تقسیط نیتروژن بر تعداد غوزه و عملکرد دانه در سطح یک درصد و بر ارتفاع بوته، جذب ،کارایی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. تأثیر روش تقسیط نیتروژن بر غلظت آن در بوته و دانه، تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. اثر متقابل سطوح در نحوه تقسیط کود نیتروژن بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

تفاوت معنی‌دار بین دو سال آزمایش در تعداد غوزه در مترمربع، تعداد دانه در غوزه و میزان عملکرد دانه، جذب، کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن وجود نداشت. به‌دلیل

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قطعات آزمایش قبل از اعمال تیمارها

منطقه	pH	EC	$CaCO_3$	O.C	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	بافت
		($dS\ m^{-1}$)	(٪)		($mg\ kg^{-1}$)							
ایستگاه شهید زنده‌روح کرمان	۷/۴	۲/۴	۱۶	۰/۱	۳۰	۶	۱۵۰	۵	۱	۴	۰/۲	سیلتی لوم

متفاوت بودن دو سال از لحاظ شرایط آب‌وهوایی، برخی صفات نظیر وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و غلظت نیتروژن در دو سال آزمایش متفاوت بودند و مقادیر این صفات در سال دوم بیشتر بود (جدول ۳).

مقادیر غلظت نیتروژن در مرحله قبل از گل‌دهی و دانه بین تیمار شاهد (بدون مصرف کود) و سطوح کودی دیگر معنی‌دار نبود. با مصرف کود نیتروژنه و افزایش مقدار آن ارتفاع بوته گلرنگ افزایش یافت. این تفاوت بین سطوح کودی و شاهد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع گیاه از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برابر با ۹۴/۰۳ سانتی‌متر و کمترین آن از تیمار بدون مصرف کود برابر با ۶۵/۳۶ به‌دست آمد (جدول ۳). در آزمایشی هاج و همکاران، گزارش کردند که با افزایش عرضه نیتروژن ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند و این افزایش ارتفاع ناشی از رشد طولی سلول‌های ساقه و در نتیجه افزایش طول میانگره ها است و همچنین با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه تولید شده در طبق‌ها افزایش می‌یابد (۱۷).

میانگین تعداد غوزه در مترمربع و تعداد دانه در غوزه با مصرف کود نیتروژنه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت، اما بین سطوح نیتروژن استفاده شده این تفاوت معنی‌دار نبود و سطح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از این لحاظ در یک گروه آماری قرار گرفتند. در آزمایشی آبل، گزارش کرد که مصرف نیتروژن تعداد دانه در طبق را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد (۵).

بیشترین وزن هزار دانه در سطح کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌میزان ۵۳/۵۸ گرم به‌دست آمد که تفاوت آن با تیمار شاهد معنی‌دار شد. اما با دیگر سطوح کودی ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار این تفاوت معنی‌دار نبود. با افزایش سطوح کود نیتروژنه میزان عملکرد دانه گلرنگ بالا رفت، کمترین میزان عملکرد در تیمار بدون مصرف کود برابر با ۱۱۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود. تفاوت بین سطوح کودی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از لحاظ عملکرد دانه، معنی‌دار نبود (جدول ۳). در بررسی‌های شریعتی‌نیا و سلیمانی نیز افزایش مصرف نیتروژن عملکرد دانه، تعداد طبق در گلرنگ و وزن صد دانه را افزایش داد (۲۷ و ۲۹). بررسی های شارما و ورما نیز نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش معنی داری در عملکرد دانه گلرنگ ناشی از افزایش وزن دانه رخ می‌دهد (۲۸). چاکرالحسینی گزارش کرد که کاربرد نیتروژن تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه شده است که یکی از دلایل آن تأثیر مثبت نیتروژن در افزایش تعداد طبق در بوته است (۱).

کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین میزان جذب نیتروژن را داشت که تفاوت آن با سطح‌های پائین‌تر معنی‌دار بود. کمترین میزان از تیمار صفر سطح نیتروژن به‌دست آمد. از لحاظ آماری بین تیمار ۱۸۰ نیتروژن در میزان جذب نیتروژن با تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ نیتروژن، تفاوت معنی‌داری بود اما تفاوت بین دو سطح کاربرد ۶۰ و ۱۲۰ نیتروژن در میزان جذب نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج جدول (۳) نشان داد که ارتفاع بوته گلرنگ زمانی که تمام کود نیتروژنه هم‌زمان با کشت مصرف شود کمتر از سایر روش‌های تقسیط است و بیشترین ارتفاع از مصرف نیتروژن به‌میزان یک‌سوم زمان کاشت و دوسوم زمان روزت به‌دست آمد. میانگین تعداد غوزه بارور در هر مترمربع، عملکرد دانه و کارایی زراعی نیتروژن با مصرف مساوی

جدول ۲. آنالیز واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه مرکب دو ساله در منطقه کرمان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		غلظت نیتروژن بوته	ارتفاع بوته	غلظت نیتروژن دانه	تعداد غوزه	دانه پر در غوزه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	جذب نیتروژن بوته	کارایی زراعی نیتروژن	بازیافت ظاهری نیتروژن
سال	۱	۱۲/۳۸**	۳۱۶۲۸/۶۶**	۲/۱۸**	۷۸۴۳/۶۶^{ns}	۵۶۹/۴۳^{ns}	۲۰۷۴/۴۲**	۲۰۲۶۹۵۱^{ns}	۴/۱۳^{ns}	۱/۱۹^{ns}	۰/۴۵^{ns}
تکرار در سال	۴	۰/۲۶*	۱۱۰۲/۵۶**	۰/۱۲^{ns}	۲۸۸۲۹/۷۳**	۷۸/۳۹**	۶۵/۹۲**	۸۸۲۱۵۷۷**	۴۳۴۲/۴۸**	۱۲۰۰/۳۸**	۰/۷۶**
سطح ازت	۳	۰/۵۸**	۱۳۹۶/۷۱**	۰/۱۹^{ns}	۱۳۷۰۸/۶۷**	۴۳/۶۴*	۲۷/۴۴^{ns}	۴۶۶۷۸۸۸**	۷۷۱۵/۷۴**	۱۱۲۶/۰۴**	۰/۲۷**
سرک ازت	۳	۰/۱۹^{ns}	۲۹۴/۳۶*	۰/۲۵^{ns}	۱۲۹۲۱/۸۴**	۱۷/۴۴^{ns}	۱۴/۳۶^{ns}	۴۹۹۸۰۳۶**	۱۴۷۱/۳۷*	۳۸۳/۹۱*	۰/۱۵*
سال × سطح ازت	۳	۰/۱۹^{ns}	۲۸۷/۷۱^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۳۸۴۱/۷۶^{ns}	۱۰/۷۷^{ns}	۱۹/۰۱^{ns}	۱۰۶۵۳۵۸^{ns}	۷۶۵/۱۲^{ns}	۸۵/۷۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}
سال × سرک ازت	۳	۰/۲۰^{ns}	۸۷/۶۱^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۱۲۳۳/۱۴^{ns}	۱۴/۶۶^{ns}	۳۳/۲۴^{ns}	۶۰۲۷۰۶/۷^{ns}	۶۰۵/۱۹^{ns}	۵۵/۶۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}
سطح × سرک ازت	۶	۰/۰۴^{ns}	۱۲۴/۵۸^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۱۷۷۷/۸۱^{ns}	۲۱/۱۱^{ns}	۷/۹۷^{ns}	۶۸۲۶۰۷/۵^{ns}	۲۱۲/۹۴^{ns}	۹۸/۷۰^{ns}	۰/۰۳^{ns}
سال × سطح × سرک ازت	۶	۰/۰۵^{ns}	۱۸۹/۳۷^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۱۴۲۶/۱۹^{ns}	۱۱/۱۰^{ns}	۳۱/۸۱^{ns}	۵۹۲۷۹۶/۸^{ns}	۸۴۲/۰۱^{ns}	۶۴/۳۹^{ns}	۰/۰۸^{ns}
خطا	۴۸	۰/۰۸۲	۱۰۵/۴۸	۰/۱۷	۳۰۱۵/۰۴	۱۴/۸۸	۱۷/۰۹	۷۲۱۹۳۷/۸	۴۰۲/۰۱	۱۱۶/۰۶	۰/۰۵۶

ns، ** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد است.

جدول ۳. تأثیر سال، سطوح نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر برخی از صفات مورد مطالعه در کرمان

منابع		غلظت نیتروژن (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	غلظت نیتروژن دانه (درصد)	تعداد غوزه بارور (مترمربع)	تعداد دانه‌های پر در غوزه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	جذب نیتروژن بوته (کیلوگرم در هکتار)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن (درصد)
سال	اول	۱/۶۶^{b}	۶۷/۹۱^{b}	۲/۷۰^{b}	۱۸۷/۳۸^{a}	۲۹/۵۷^{a}	۴۷/۴۰^{b}	۲۶۷۹/۵^{a}	۶۶/۰۴^{a}	۱۳/۵۷^{a}	۰/۴۰^{a}
	دوم	۲/۴۶^{a}	۱۰۸/۱۸^{a}	۳/۰۳^{a}	۱۶۷/۳۳^{a}	۲۴/۱۶۷^{a}	۵۷/۷۲^{a}	۲۳۵۷/۱^{a}	۶۶/۵۰^{a}	۱۳/۳۲^{a}	۰/۲۵^{a}
سطح نیتروژن	۰	۱/۶۵^{a}	۶۵/۳۶^{c}	۲/۷۲^{a}	۱۰۳/۲۱^{b}	۲۲/۶۵^{b}	۴۹/۵۱^{b}	۱۱۴۰/۹^{b}	۲۸/۷۱^{c}	۰^{c}	۰^{b}
	۶۰	۲/۰۱^{a}	۸۵/۶۵^{b}	۲/۷۷^{a}	۱۷۵/۳۲^{a}	۲۶/۸۱^{a}	۵۳/۵۸^{a}	۲۴۷۵/۸^{a}	۵۳/۳۳^{b}	۲۲/۲۵^{a}	۰/۴۱^{a}
	۱۲۰	۲/۰۴^{a}	۹۰/۱۳^{ab}	۲/۹۶^{a}	۱۷۹/۷۵^{a}	۲۶/۹۸^{a}	۵۲/۳۱^{ab}	۲۵۸۴/۱^{a}	۶۷/۵۷^{b}	۱۲/۰۳^{b}	۰/۳۲^{a}
	۱۸۰	۲/۲۳^{a}	۹۴/۰۳^{a}	۲/۹۱^{a}	۱۹۵/۵۰^{a}	۲۷/۸۷^{a}	۵۲/۵۶^{ab}	۲۸۳۹/۳^{a}	۸۷/۳۱^{a}	۹/۴۳^{b}	۰/۳۲^{a}
*تقسیط نیتروژن	۰۰۰	۱/۶۵^{b}	۶۵/۳۶^{c}	۲/۷۲^{a}	۱۰۳/۲۱^{c}	۲۲/۶۵^{b}	۴۹/۵۱^{b}	۱۱۴۰/۹^{c}	۲۸/۷۱^{c}	۰^{c}	۰^{c}
	۱۰۰	۱/۹۵^{a}	۸۵/۴۹^{b}	۲/۷۳^{a}	۱۵۲/۲۳^{b}	۲۶/۱۲^{a}	۵۲/۰۴^{ab}	۲۰۴۹/۵^{b}	۶۴/۲۵^{b}	۹/۹۶^{b}	۰/۲۸^{b}
	۲۱۰	۲/۱۰^{a}	۸۷/۷۹^{ab}	۲/۹۲^{a}	۱۷۷/۴۰^{ab}	۲۶/۶۵^{a}	۵۳/۷۴^{a}	۲۵۳۵^{b}	۶۴/۵۸^{b}	۱۲/۳۶^{ab}	۰/۳۲^{ab}
	۱۲۰	۲/۱۷^{a}	۹۴/۴۶^{a}	۲/۸۷^{a}	۱۸۷/۵۱^{ab}	۲۸/۰۶^{a}	۵۲/۰۶^{ab}	۲۶۸۴/۹^{ab}	۸۲/۹۲^{a}	۱۵/۲۸^{ab}	۰/۴۹^{a}
	۱۱۱	۲/۱۶^{a}	۹۲/۰۰^{ab}	۳/۰۱^{a}	۲۱۷/۰^{a}	۲۸/۰۴^{a}	۵۳/۴۲^{a}	۳۲۶۳^{a}	۶۵/۸۴^{b}	۲۰/۶۸^{a}	۰/۳۲^{ab}

* پایه، روزت و قبل گل‌دهی، ۱۰۰: تمام کود در زمان پایه، ۲۱۰ مصرف دو قسمت زمان پایه و یک سوم زمان روزت، ۱۲۰ مصرف یک سوم زمان پایه و دو قسمت زمان روزت،۱۱۱ مصرف با تقسیط مساوی در هر سه نوبت. تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

جدول ۴. تأثیر تیمار سطوح نیتروژن و نحوه تقسیط بر برخی از صفات مطالعه شده در کرمان

سطح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	سطح تقسیط نیتروژن	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	جذب نیتروژن بوته (کیلوگرم در هکتار)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن (درصد)
۰	۰	۱۱۴۰/۹۴^{e}	۲۸/۷۱^{e}	۰^{e}	۰^{c}
۶۰	۱۰۰	۲۳۲۵/۷۷^{bcd}	۴۳/۶۹^{de}	۱۹/۷۴^{abc}	۰/۲۵^{bc}
۶۰	۲۱۰	۱۹۵۱/۶۶^{cde}	۵۲/۴۶^{de}	۱۳/۵۱^{bcde}	۰/۴۰^{ab}
۶۰	۱۲۰	۲۶۱۵/۳۸^{abcd}	۶۴/۵۹^{bcd}	۲۴/۵۷^{ab}	۰/۶۰^{a}
۶۰	۱۱۱	۳۰۱۰/۲۷^{abc}	۵۲/۵۷^{de}	۳۱/۱۵^{a}	۰/۴۰^{ab}
۱۲۰	۱۰۰	۱۷۰۸/۶۳^{de}	۶۰/۷۱^{cd}	۴/۷۳d^{e}	۰/۲۷^{bc}
۱۲۰	۲۱۰	۲۸۸۰/۴۷^{abc}	۶۱/۲۰^{cd}	۱۴/۴۹^{bcde}	۰/۲۷^{bc}
۱۲۰	۱۲۰	۲۴۸۷/۲۳^{abcd}	۸۸/۸۸^{ab}	۱۱/۱۴^{bcde}	۰/۵۰^{ab}
۱۲۰	۱۱۱	۳۲۶۹/۱۸^{ab}	۵۹/۴۷^{cd}	۱۷/۷۳^{abcd}	۰/۲۶^{bc}
۱۸۰	۱۰۰	۲۱۱۳/۹۶^{cde}	۸۸/۳۵^{ab}	۵/۴۰^{cde}	۰/۳۳^{ab}
۱۸۰	۲۱۰	۲۷۷۲/۸۲^{abcd}	۸۰/۰۹^{abc}	۹/۰۶^{cde}	۰/۲۸^{abc}
۱۸۰	۱۲۰	۲۹۶۱/۱۳^{abc}	۹۵/۳۰^{a}	۱۰/۱۱^{bcde}	۰/۳۷^{ab}
۱۸۰	۱۱۱	۳۵۰۹/۴۲^{a}	۸۵/۴۹^{abc}	۱۳/۱۵^{bcde}	۰/۳۱^{ab}

تیمارهای دارای حروف مشابه در هر ستون و ردیف براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

کود نیتروژنه در هر سه زمان کاشت، روزت و قبل از گل‌دهی (تیمار ۱۱۱) بیشتر بود. با مصرف نیتروژن به‌میزان یک‌سوم زمان کاشت و دو سوم زمان روزت، بیشترین میزان جذب نیتروژن بوته و بازیافت ظاهری نیتروژن به‌دست آمد.

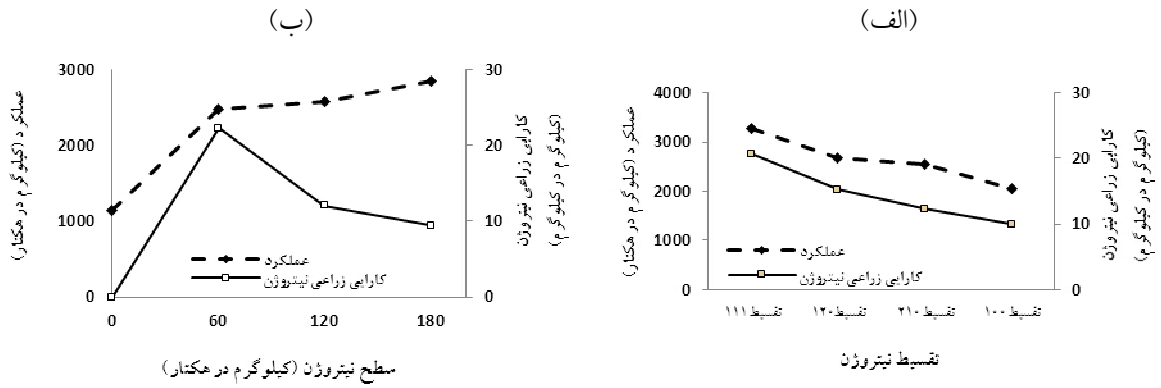
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطح مصرف و تقسیط کود نیتروژن در جدول (۴) نشان داده شده است. کود نیتروژنه به هر میزان بایستی به‌صورت تقسیط مصرف شود. بیشترین میزان عملکرد با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت تقسیط مساوی در زمان کاشت، روزت و قبل از گل‌دهی (۱۱۱) به‌دست آمد.

براساس شکل (۱) مشاهده شد که مصرف کود نیتروژنه باعث افزایش کارایی زراعی نیتروژن شد و بیشترین کارایی زراعی از مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با دیگر سطوح کودی از نظر آماری تفاوت داشت. مقادیر بازیافت ظاهری نیتروژن با مصرف کود نیتروژنه افزایش یافت و این تفاوت بین سطوح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژنه معنی‌دار نبود (شکل ۲). براساس نتایج به‌دست آمده از محققان دیگر نظیر حقیقت نیا، سوبرامانیان و کولانداجویو، استنباط می‌شود که این امر به‌دلیل پایین بودن سطح کودپذیری گلرنگ است (۲ و ۳۱).

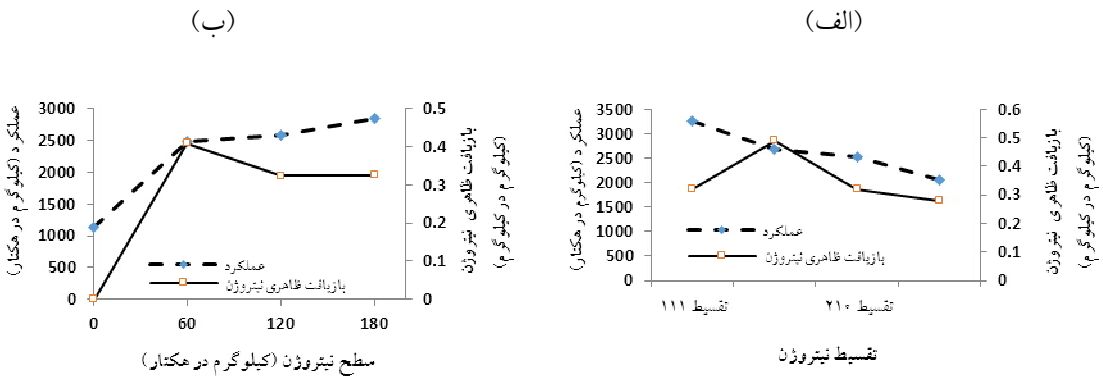
میانگین کارایی زراعی نیتروژن در تقسیط مصرف ۱۱۱ (در سه نوبت، زمان کشت، روزت و قبل از گل‌دهی به‌صورت مساوی) بیشترین میزان بود و این میزان نسبت به تقسیط ۱۰۰ (مصرف تمامی کود در زمان کشت) معنی‌دار بود. بیشترین بازیافت ظاهری نیتروژن از تقسیط مصرف ۱۲۰ (یک سوم در زمان کاشت و دو سوم در مرحله روزت) و کمترین از تقسیط ۱۰۰ (مصرف تمامی کود در زمان کشت) حاصل شد (شکل ۱ و ۲).

بحث

به‌طورکلی در منطقه مورد مطالعه، مصرف کود نیتروژنی باعث افزایش عملکرد محصول شده است که



شکل ۱. مقایسه کارایی زراعی نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ در: الف) سطوح تقسیط و ب) مصرف نیتروژن



شکل ۲. مقایسه بازیافت ظاهری نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ در: الف) سطوح تقسیط و ب) مصرف نیتروژن

این افزایش ناشی از تأثیر نیتروژن بر اجزای عملکرد محصول گلرنگ به‌ویژه افزایش تعداد غوزه و تعداد دانه در غوزه است و محققان مختلف نیز این تأثیر را گزارش کردند. در تحقیقی زائو و همکاران (۲۰۰۵) و دل پاسو و همکاران (۲۰۰۷) بیان داشتند که کاربرد نیتروژن بر روی اجزاء عملکرد گلرنگ تأثیر گذاشته و در بیشتر موارد باعث افزایش آنها نسبت به شاهد شده است (۳۳ و ۱۲). اردال و بایدار، بیان داشتند که اجزاء عملکرد گلرنگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار گرفتند (۱۴). حیدری و آساد در تحقیقی با سطوح مختلف نیتروژن (۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر روی گلرنگ رقم زرقان ۲۷۹، مشاهده کردند که نیتروژن بر روی تمام صفات زراعی از جمله تعداد طبق و سرعت رشد محصول اثر معنی داری داشته است، همچنین کاربرد چند مرحله‌ای کود نیتروژنه در طول زمان داشت محصول، مناسب‌تر از کاربرد یکباره آن در زمان کاشت محصول است (۳). استیر و هاریگان عنوان کردند که بهترین عملکرد دانه با مصرف ۱۱۲ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت یک‌دوم قبل از کاشت و یک‌دوم در مرحله غنچه‌دهی به‌دست آمد (۳۰)، علاوه‌بر این افزایش میزان نیتروژن و کاربرد آن در دفعات بیشتر باعث طولانی شدن دوره رشد رویشی شده که می‌تواند تشکیل آسمیلات‌ها، اختصاص آنها به ساقه و درنهایت ارتفاع گیاه را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد (۶). همچنین جونز و تاکر به این نتیجه رسیدند که درصورتی‌که میزان نیتروژن خاک کمتر از حد بحرانی باشد، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در طبق می‌شود (۲۰).

در این تحقیق کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از لحاظ عملکرد در یک گروه آماری با سطوح

۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری با آنها ندارد. بیشترین کارایی زراعی و بیشترین بازیافت ظاهری نیتروژن با مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شده است. بوهرا، با بررسی سطوح مختلف نیتروژن به این نتیجه رسید که کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری اثر دارد، به‌طوری‌که عملکرد دانه با کاربرد کود نیتروژن به‌طور میانگین ۱۹درصد نسبت به شاهد افزایش یافته بود و بیشترین عملکرد دانه را میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار ایجاد کرده بود (۸). ناصر و همکاران عنوان کردند که مصرف نیتروژن به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد مطلوب دانه های روغنی و پروتئین کافی است (۲۱). نصر و همکاران نیز گزارش کردند، مصرف ۸۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای عملکرد مطلوب دانه و روغن گلرنگ مناسب است (۲۲). مشابه این نتایج پیش از این توسط جهاد عبادی و همکاران، گزارش شده است (۱۹).

نتیجه‌گیری

براساس این تحقیق در منطقه کرمان، کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، معادل ۱۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار، برای گلرنگ رقم گلدشت توصیه شد که بایستی آن را به‌صورت تقسیط در سه نوبت، زمان کشت، روزت و قبل از گل‌دهی به‌صورت مساوی یا تقسیط یک سوم زمان کاشت و دوسوم زمان روزت مصرف شود.

منابع مورد استفاده

۱. چاکرالحسینی، م. ۱۳۸۵. اثرات نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ در شرایط دیم نیمه‌گرمسیری. *مجله علوم خاک و آب* ۲۰(۱): ۲۵-۱۷.

۲. حقیقت نیا، ح. ۱۳۸۶. بررسی تعیین میزان و زمان مصرف ازت در لاین‌های پیشرفته کنجد در داراب. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۸۶/۹۰۲ مورخ ۸۶/۰۸/۱۶، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

۳. حیدری، س. و م. ت. آساد. ۱۳۷۷. تأثیر رژیم‌های آبیاری، میزان کود نیتروژنی و تراکم بوته بر عملکرد گلرنگ رقم زرقان ۲۷۹ در منطقه ارسنجان. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. ص ۴۸۵.

۴. خادمی، ز.، ح. رضائی، م. ج. ملکوتی و پ. مهاجر میلانی. ۱۳۷۹. *تغذیه بهینه کلزا گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن (توصیه کودی برای تولیدکنندگان کلزا در خاک‌های کشور)*. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

5. Abel, G. H. 1976. Effects of irrigation regimes. Planting dates, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. *Agronomy Journal* 68: 448- 451.
6. Amanullah, K., B. Marwat, P. Shah, N. Maula and S. Arifullah. 2009. Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density, *Pakistan Journal of Botany* 41(2): 761-768.
7. Ashraf, A. A. and O. M. Gamalat. 2013. Modeling the influence of nitrogen rate and plant density on seed yield, yield components and seed quality of safflower. *American Journal of Experimental Agriculture* 3(2): 336-360.
8. Bohra, J. S. 1995. Effect of nitrogen, planting pattern and population on productivity of safflower + Indian rape intercropping. *Agronomy Journal* 51: 371-373.
9. Bohra, G. 2000. Effect of levels of nitrogen and row spacing in safflower. 63(23): 652.
10. Bybordi, A. 2007. Effects of Nitrogen and phosphorus rates on cultural *Circumestances*, grain yield and fat contents. *Pajouhesh and Sazandegi* 80: 186 – 194. (In Farsi).
11. Christos, A. D. and S. Christos. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain fed conditions. *Industrial Crops and Products* 27: 75-85.
12. Del Poso, A., P. Perez, D. Gutierrez, A. Alonso, R. Morcuende and R. Martinez- arrasco .2007. Gas exchange acclimation to elevated CO2 in upper-sunlit and lower-haded canopy leaves in relation to

nitrogen acquisition and partitioning in wheat grown in field chambers. *Environmental and Experimental Botany* 53: 371–380.
13. Dixit, J. P. and H. S. Yadava. 1995. Response of safflower to levels of nitrogen and irrigation under medium texture soils of Madhya Pradesh. *Advances in Plant Sciences* 8(1): 100-102.
14. Erdal, E. and H. Baydar. 2005. Deviations of some nutrient concentrations in different parts of safflower cultivars during growth stages. *Pakistan Journal of Botany* 37(3): 601-611.
15. Eryiğit, T., B. Yıldırım, A. M. Kumlay and S. Sancaktaroğlu. 2015. The Effects of Different Row instances and Nitrogen Fertilizer Rates on Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamustinctorious*) Under Micro-Climate Conditions of Iğdır Plain-Turkey. *In:* Proceeding of the 3rd International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences, Kuala Lumpur, Malaysia.
16. Hazra, C. R. and S. B. Tripathi. 1986. Influence of nitrogen on some soil properties and forage production of safflower and Chinese cabbage with and without tree association. *Journal of Indian Society of Soil Science* 34(2): 275- 280.
17. Hoag. B. K., J. C. Zubriski and G. N. Geiszler. 1968. Effect of fertilizer treatment and row spacing on yield, quality and physiological response of safflower. *Agronomy Journal* 60: 198-200.
18. Jane, R. C. and R. Srivastava. 2007. Factorial Experiment-Some Variations. I.A.S.A.I. Library Avenue, New delhi-110012. PP. 389-392.
19. Jehad Abbadi, A., J. Gerendás and B. Sattelmacher. 2007. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant Soil* 306(1-2): 167–180.
20. Jones, J. P. and T. G. Tucker. 1978. Effect of nitrogen fertilizer on yield, nitrogen content and yield components of safflower. *Agronomy Journal* 60: 363-364.
21. Naser, H. G., N. Katkhud and L. Tannir. 1978. Effect of fertilization and population rate- spacing on safflower yield and other characteristics. *Agronomy Journal* 70: 683- 684.
22. Nasr, H. G., N. Katkhud and L. Tannir. 2003. Effect of fertilization and papulation rate- spacing on safflower yield and other characteristics. *Agronomy Journal* 72:683-684.
23. Nerkar, Y. S., S. S. Narayanan, D. M. Hegde, P. S. Pathak, H. S. Sen, R. K. Chowdhury, S. S. Banga, A. K. Singh and P. S. Bhatnagar. 2006. Guidelines for the Conduct of Test for Distinctiveness, Uniformity and Stability on Safflower. International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Geneva, Switzerland.
24. Omidi, H., A. Soroushzadeh, A. Salehi and F. A. D. Ghezeli. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. *Agricultural Sciences and Technology* 19(2): 125-136.
25. Purvimath, S. S. and G. R. Manure. 1993. Effect of fertilizer levels of N, P, S and B on the seed and oil yield of safflower on vertisol. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 41(4): 780-781.
26. Raol, P. C., A. Pratap and K. Rajesh. 2013. Effect of INM practices on nutrient uptake and seed yield in safflower. *Annals of Biological Research* 4(7): 222-226
27. Shariatinia, F. 2008. Effects of nitrogen, boron and sulfur on yield and yield components, seed protein and oil content of safflower, Isfahan native cultivar. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture. Shahid Bahonar University of Kerman. Kerman.
28. Sharma, K. and A. Verma. 2002. Effect of plant population and row spacing on sunflower agronomy. *Canadian Journal of Plant Science* 75: 491-499.
29. Soleimani, R. 2009. Study of rates and timing of nitrogen application on yield and yield components of spring safflower. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 10(1): 47-59.
30. Steer, B. T. and E. K. S. Harrigan. 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower. *Field Crops Research* 14(3): 221-232.
31. Subramanian, A. S. S. and R. Kulandaiveive. 1997. Yield of *Sesamum* (*Sesamum indicum* L.) to nitrogen fertilizer application. *Indian Agriculturalist* 23: 43 – 49.
32. Yermanos, D. M., B. J. Hall and W. Burge. 1964. Effect of manganese and nitrogen on safflower and flax seed production and oil content and quality. *Agronomy Journal* 56: 582-585.
33. Zhao, D., R. K. Reddy, V. G. Kakani and V. R. Reddy. 2005. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis and hypespectral reflectance properties of sorghum. *European Journal of Agronomy* 22: 391–403.

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Investigation of the Effect of Rate and Time of Nitrogen Application on the Quantity Characteristics of Safflower in Calcareos Soil in Kerman Area

H. Naghavi[1]*, A. Sabbah[1], M. Amirpour robat[1] and F. Nourgholipour[2]

(Received: August 20-2017 ; Accepted: July 22-2018)

Abstract

This study was conducted based on a randomized complete block design and a factorial experiment with three replications in regions to investigate the effect of different rates and times of nitrogen on the quantitative properties of safflower. The first factor was different nitrogen rates including 0, 60, 120 and 180 kg ha^{-1} , and the second one was nitrogen application time including seed sowing, rosette and the before flowering stage; these were 1-0-0, 1/3-2/3-0, 2/3-1/3-0 and 1/3-1/3-1/3 with the Goldasht variety. The results showed that nitrogen rate had a significant effect on all studied traits. Nitrogen application time also had a significant effect on capitulum number and yield at $p>0.99$ and on the length of plant, nitrogen adsorption, agronomic efficiency and apparent recovery at $p>0.95$. So based on the results, the recommended consumption of 60 kg/ha N was split into three equal amounts at the time of planting, rosette and flowering or 1/3-2/3-0, in Kerman area.

Keywords: Goldasht, Nitrogen rate, Split

1. Soil and Water Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.
2. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extention Organization, AREEO, Karaj, Iran.
*: Corresponding Author, Email: naghavii@gmail.com