



تأثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره

لیلا فروغی^۱ و *علی عبادی^۱

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، جذب برخی عناصر و صفات‌های کمی و کیفی رقم سرین گلرنگ بهاره، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، در سال ۱۳۸۷ اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. سطوح کود نیتروژن صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح کود گوگرد صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای نیتروژن و گوگرد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد این رقم داشت، به طوری که مصرف نیتروژن موجب افزایش تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه، وزن صددانه، عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت شد. بیش‌تر صفات در کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود گوگرد در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری با هم نشان ندادند. در این آزمایش صفت شاخص برداشت با کاربرد کود گوگرد تغییر معنی‌داری نشان نداد اما ارتفاع بوته و اولین شاخه از سطح زمین به طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن و گوگرد قرار گرفت. با افزایش کاربرد نیتروژن و گوگرد، محتوی رطوبت نسبی برگ افزایش یافت. بیش‌ترین شاخص سطح برگ با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد، اما کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی‌داری بر شاخص سطح برگ نداشت. ضریب استهلاک نور با افزایش هر دو کود کاهش یافت، در حالی که کارایی مصرف نور افزایش پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، گوگرد، گلرنگ، عملکرد، ضریب استهلاک نور

*مسئول مکاتبه: ebadi_ali2000@yahoo.com

مقدمه

نیترژن به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد گیاه تأثیر دارد، با این وجود رفتارهای فیزیولوژیک گیاهان نسبت به منابع نیترژن کاملاً متفاوت بوده و به توانایی آن‌ها در جذب و تثبیت آن بستگی دارد (بوتلا و همکاران، ۱۹۹۴). در سال‌های اخیر گوگرد به واسطه کمبود وسیع آن یکی از عناصر محدودکننده اصلی برای تولید دانه‌های روغنی می‌باشد (سینگ، ۲۰۰۰؛ هگده و مورتی، ۲۰۰۶). مطالعات انجام شده، عکس‌العمل معنی‌دار گلرنگ نسبت به کود گوگرد را نشان داده است (دور، ۱۹۹۶). همچنین مصرف گوگرد در برخی تناوب‌های زراعی در گیاهان روغنی بسیار مفید گزارش شده است (سودهاکارابابا و هگده، ۲۰۰۳). حیدری و اسد (۱۹۹۹) در پژوهشی بر روی گلرنگ رقم زرقان ۲۷۹ مشاهده کردند که نیترژن بر روی تمامی صفات فیزیولوژیک و شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشته است. افزایش مصرف نیترژن، عملکرد دانه، تعداد غوزه در بوته، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و تعداد انشعاب فرعی را به طور معنی‌داری افزایش داد، اما اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غوزه و وزن هزاردانه نداشت. در بررسی‌های شریعتی‌نیا (۲۰۰۸) و سلیمانی (۲۰۰۹) نیز افزایش مصرف نیترژن عملکرد دانه و تعداد غوزه در گلرنگ را افزایش داد، اما تعداد دانه در غوزه و وزن صدانه را کاهش داد. گیاهان دانه روغنی در مقایسه با سایر گیاهان به مقدار بیش‌تری گوگرد نیاز دارند (داس و داس، ۱۹۹۴). مهدعباس و همکاران (۱۹۹۵) بالاترین عملکرد گلرنگ را هنگامی که ۲۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه ۲۶/۴ کیلوگرم در هکتار فسفر به کار برده شد، به دست آوردند. چائودهاری و داس (۱۹۹۶) مشاهده کردند که کاربرد گوگرد به طور معنی‌داری عملکرد رقم‌های پیشرفته گلرنگ را افزایش داد. همین‌طور گوگرد تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته (راتور و مانوهور، ۱۹۸۹) و عملکرد دانه (نیپالیا و سارهوا، ۱۹۹۲؛ ویترز، ۱۹۹۲) را افزایش داد. راوی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد تعداد شاخه‌ها و ماده خشک و اجزاء عملکرد گلرنگ را در مقایسه با سایر تیمارها بهبود بخشید.

کارایی مصرف نور با توجه به گونه گیاهی، شرایط آب و هوایی، مدیریت زراعی، مرحله رشدی گیاه، نحوه اندازه‌گیری و ترکیبات گیاهی تغییر می‌کند و میزان آن برای گیاهان سه‌کربنه بین ۲-۳ گرم بر مگاژول و برای گیاهان چهار کربنه ۴-۳ گرم بر مگاژول می‌باشد (اوکونل و همکاران، ۲۰۰۴). رشد گیاهان بستگی زیادی به توصیف کامل شاخص سطح برگ^۱، ضریب استهلاک نوری^۲ و کارایی مصرف

1- Leaf Area Index (LAI)

2- Light Extinction Coefficient (LEC)

نور^۱ دارد (اوکونل و همکاران، ۲۰۰۴). هرچه میزان سطح برگ کم شود، ضریب خاموشی افزایش می‌یابد که این افزایش به‌طور عمده به سبب افقی‌تر شدن برگ‌ها و افزایش توقف یا جذب نور در برگ‌ها است (موریسون و استوارت، ۱۹۹۵). در محصولات دانه‌ای مانند گلرنگ با افزایش جذب نور، افزایش عملکرد اقتصادی موردنظر می‌باشد، به این مفهوم که افزایش کارایی مصرف نور برای دانه بر افزایش کارایی مصرف نور در تولید ماده خشک برتری دارد (یانوسا و همکاران، ۱۹۹۳). افزایش محتوی نیتروژن موجب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود. نیتروژن علاوه بر افزایش توسعه برگ‌ها، سطح دریافت‌کننده نور خورشید را افزایش داده و در ساختمان آنزیم‌های احیاکننده دی‌اکسیدکربن به‌کار رفته است (دریسر و همکاران، ۲۰۰۰). سانوکا و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند که کود نیتروژن باعث کاهش پتانسیل اسمزی برگ می‌شود، به عبارت دیگر مقدار مصرف نیتروژن تا حد بهینه می‌تواند به افزایش محتوای رطوبت برگ منجر شود. همچنین افزایش کود نیتروژن به افزایش پایداری غشاء سیتوپلاسمی منجر می‌شود. مجدنصیری و احمدی (۲۰۰۶) در کشت بهاره گلرنگ متأثر بودن عملکرد دانه از میزان کل جذب نور را نشان دادند. در این آزمایش مقدار ضریب خاموشی (K) در بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار (۰/۵۲۰ و ۱/۰۸۱)، شاخص سطح برگ (۵/۰۸ و ۲/۳۷) و عملکرد دانه (۳۴۷۲ و ۱۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. مندهام و همکاران (۱۹۸۱) و دوایر و همکاران (۱۹۹۲) عنوان داشته‌اند که کارایی مصرف نور به‌طور عمده از طریق عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود ولی تحت‌تأثیر عوامل محیطی و عملیات مدیریتی مانند تراکم بوته، رقم و تغییرات حاصل‌خیزی خاک به‌ویژه نیتروژن قابل دسترس نیز قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (با ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و متوسط بارندگی سالانه ۲۹۰ میلی‌متر) در سال ۱۳۸۷ انجام شد. مشخصات خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ آمده است:

1- Radiation Use Efficiency (RUE)

جدول ۱- تجزیه خاک مزرعه مورد آزمایش.

مشگر	مس	آهن	روی	پتاسیم	فسفر	نیترژن کل	کربن آلی	بافت	شن	سیلت	رس	اشباع	pH	شوری
میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم	میلی گرم	درصد	درصد	-	درصد	درصد	درصد	درصد	-	درصد
کیلوگرم	بر کیلوگرم	بر کیلوگرم	بر کیلوگرم	بر کیلوگرم	بر کیلوگرم	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	بر متر
۴۸/۴	۸۵/۶	۲/۳۲	۲/۳۲	۴۶۵	۲/۲	۰/۰۷	۰/۰۵۸	رسی لومی	۳۱	۳۰	۳۹	۵	۷/۸	۲/۰۴

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس فائبر نیترژن و گوگرد بر روی اجزای عملکرد و برخی صفات کمی گلرنگ.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد شاخه جانبی		وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد زبست	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین شاخه
		تعداد غوزه	تعداد غوزه						
بلوک	۲	۹/۱۷۰ ^{***}	۵۳۱۴/۱۴ ^{***}	۰/۱۲۰ [*]	۱/۶۳۳۳ ^{***}	۱/۸۱۸۳۷۴ ^{***}	۲/۱۱۶/۱	۵۵ ^{***}	۳۷/۶۱
نیترژن	۲	۲۹/۰۹ ^{***}	۲۲۷۰/۱۱ ^{***}	۱/۶۳۵ ^{***}	۱/۲۴۴/۵ ^{***}	۴۱۵۱۶ ^{***}	۳۰۶۸ ^{***}	۱۹۹۸ ^{***}	۴۰۸۷ [*]
گوگرد	۲	۱۰۴/۴۵ ^{***}	۴۳۵۰/۳ ^{***}	۰/۱۸۷ [*]	۰/۸۲۱۸۸ ^{***}	۷/۷۵۶۶۳ ^{***}	۱۴۶	۲۰۷/۶ [*]	۳۸۱۷ ^{***}
نیترژن x گوگرد	۴	۶۸۵/۰	۴۷۸۷/۳	۱۱۰/۰	۱/۳۱۳/۰	۶/۷۱۱۰۶	۰۶۶/۵	۳۴/۴۱ ^{***}	۴۲۶/۸
خطای آزمایش	۱۶	۱۶۷/۰	۴۲۱۰/۳	۸۲۰/۰	۶۸۶۱۰/۱	۷۵۳۷۹/۵	۵۰۱/۸	۷۳۹/۴	۳۱۸۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۰/۱۰۳	۸/۶	۴/۴	۲/۱	۶/۸	۶/۰۱	۱/۳	۵/۶

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل اول شامل ۳ سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و عامل دوم شامل ۳ سطح گوگرد (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. در فصل بهار قبل از کاشت، عملیات شخم و دیسک انجام شد و بعد از تسطیح زمین و توزیع کود نیتروژن (به میزان یک سوم در زمان کاشت و باقی مانده آن به صورت کود سرک در طول فصل رشد) و گوگرد (کل کود در زمان کاشت) مورد نظر اقدام به ایجاد جوی و پشته گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد آن و سایر صفت‌های کمی، بوته‌ها از دو خط میانی با رعایت اثر حاشیه، به طول ۲ متر برداشت شد. برای محاسبه کارایی مصرف نور و ضریب استهلاک نوری، مقدار تابش فعال فتوسنتزی رسیده به زمین و مقدار نور عبور کرده و شاخص سطح برگ LAI از دستگاه سان اسکن دلتا-تی کمبریج انگلستان^۱ استفاده گردید. کارایی مصرف نور با استفاده از روش آکمل و جانسنز (۲۰۰۴) محاسبه شد. ابتدا مقدار تابش فعال فتوسنتزی جذب شده توسط گیاه با استفاده از رابطه ۱ به دست می‌آید.

$$PAR_1 = PAR - PAR_t \quad (1)$$

که در آن، PAR_1 : بیان‌گر تابش فعال فتوسنتزی جذب شده به وسیله تاج پوشش گیاه، PAR : تابش فعال فتوسنتزی رسیده با بالای سایه‌انداز، PAR_t : مقدار تابش فعال فتوسنتزی در زیر سایه‌انداز (جذب نشده توسط گیاه) می‌باشند. کل PAR جذب شده در طی یک هفته توسط سایه‌انداز گیاه، پس از محاسبه نسبت جذب (PAR_1 / PAR) و با استفاده از اطلاعات ایستگاه هواشناسی منطقه، با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$PAR_{ID} = \frac{PAR_1 (SR_d \times 0.47)}{PAR} \quad (2)$$

که در آن، SR_d : مجموع تابش خورشیدی هفتگی به دست آمده از ایستگاه هواشناسی محلی و 0.47 : سهم تابش فعال فتوسنتزی از مجموع تابش خورشیدی است (میک و همکاران، ۱۹۸۴). در نهایت کارایی مصرف نور (گرم ماده خشک بر مگاژول) از شیب رگرسیون خطی مجموع زیست‌توده و PAR_{ID} تجمعی محاسبه شد. برای محاسبه شدت نور دریافتی تجمعی ابتدا با استفاده از داده‌های هواشناسی اخذ شده از ایستگاه هواشناسی فرودگاه اردبیل، تشعشع کل روزانه از رابطه ۳ محاسبه شد:

1- Sun Scan Delta D Cambridge England

$$I_{\alpha} = sc / \pi \left[\frac{\bar{d}}{d} \right]^{\tau} [whs \left\{ \frac{\pi}{180} \right\} \sin \lambda \cdot \sin \delta + \cos \lambda \cdot \cos \delta \cdot \sin whs] \quad (۳)$$

$$\left[\frac{\bar{d}}{d} \right] = 1 + 0.034 \cos \left[\frac{360 \cdot d}{365/25} \right]$$

$$\cos whs = -\tan \lambda \cdot \tan \delta$$

$$\tau_{\alpha} = \left(a + b \left(\frac{n}{N} \right) \right)$$

$$I_s = I_a \cdot \tau_a$$

$$N = \left[\frac{48}{360} \right] whs$$

$$\delta = 23/5 \sin \left[\frac{360 \cdot (D + 284)}{365} \right]$$

که در آن، I_a : تشعشع در بالای جو، sc : ثابت خورشیدی، معکوس فاصله زمین تا خورشید، whs : زاویه ساعت غروب خورشیدی بر حسب درجه، D : روز اول ژانویه، λ : عرض جغرافیایی محل و δ : میل خورشیدی زمین، τ_a : ضریب عبور، a و b : اعداد ثابت به ترتیب معادل $0/25$ و $0/5$ ، N : طول روز، n : تعداد ساعات آفتابی روز و I_s : تشعشع رسیده به زمین است (هاشمی نیا، ۱۹۹۹).

تشعشع تجمعی نیز با استفاده از تشعشع کل روزانه در هر مرحله از نمونه برداری محاسبه شد. ۴۵ درصد از تشعشع در هر مرحله از نمونه برداری به عنوان PAR در نظر گرفته شد و با استفاده از ماده خشک به دست آمده و تشعشع تجمعی محاسبه شده در هر مرحله کارایی استفاده از تشعشع طبق رابطه ۴ محاسبه شد (اطلسی پاک و همکاران، ۲۰۰۶):

$$RUE = DM / I \quad (۴)$$

که در آن، RUE: کارایی مصرف تشعشع، DM: تجمع ماده خشک و I: شدت نور دریافتی تجمعی در کل فصل رشد گیاه بر حسب مگاژول است. ضریب استهلاک نوری با استفاده از روش کارت و همکاران (۱۹۹۸) و اوکونل و همکاران (۲۰۰۴) محاسبه شد (رابطه ۵).

$$\frac{I}{I_0} = e^{-k \times LAI} \quad (5)$$

که در آن، I_0 : مقدار تابش در بالای تاج پوشش، I : مقدار تابش در زیر لایه L ام برگ، K : ضریب استهلاک نوری، LAI : شاخص سطح برگ و e : پایه لگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸۲۸) می‌باشند. محتوای رطوبت نسبی^۱ از رابطه کلاول و همکاران (۲۰۰۶) و روسالس سیرنا و همکاران (۲۰۰۴) محاسبه شد (رابطه ۶).

$$WRC = [(FW - DW)/(TW - DW)] \times 100 \quad (6)$$

که در آن، FW : وزن تر، DW : وزن خشک (بعد از قرارگیری نمونه برگ‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت) (دوپت، ۲۰۰۲) و TW : وزن آماس (بعد از غوطه‌ور شدن نمونه برگ‌ها در داخل آب مقطر در زمان معین).

برای محاسبه میزان آسیب و پایداری غشاء سیتوپلاسمی از رابطه‌های ۷ و ۸ استفاده شد.

$$\text{درصد آسیب غشا} = \left\{ (1 - T_1/T_2) / (1 - C_1/C_2) \right\} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{درصد خسارت (آسیب) غشاء} = 1 - \text{درصد پایداری غشاء}^2 \quad (8)$$

که در آن، T_1 و T_2 به ترتیب EC نمونه دیسک‌های برداشت شده از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته انتهایی که در محلول ۱- مگاپاسکال قرار داده شده بود، قبل و بعد از اتوکلاو و C_1 و C_2 به ترتیب EC نمونه شاهد (که در آب مقطر قرار گرفته بودند) قبل و بعد از اتوکلاو می‌باشد (سانوکا و همکاران، ۲۰۰۴). برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد. همچنین برای رسم نمودارها و محاسبات آماری صفحه‌گستر اکسل ($Excel$) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲)، به طوری که مقایسه میانگین نشان داد با افزایش مصرف

1- Relative Water Content (RWC)

2- Membrane Stability Index (MSI)

نیترژن تعداد شاخه جانبی افزایش یافت. مشخص شد که بین مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار اختلاف معنی داری وجود ندارد و اثر مصرف نیترژن بر تعداد شاخه جانبی بیش تر از گوگرد بود. تجزیه همبستگی نشان داد که این صفت با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی دار دارد (جدول ۶). نتایج به دست آمده با یافته‌های گیلبرت و تاکر (۱۹۸۷) مطابقت دارد و پژوهش‌های قیوم و همکاران (۱۹۹۸) و شریعتی نیا (۲۰۰۸) نیز آن را تأیید می‌کند.

بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش اعمال کود نیترژن بیش تر موجب افزایش تعداد غوزه در مترمربع شد، به طوری که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن (۱۷۵/۲ و ۲۴۸/۶) در تیمارهای مصرف نشدن کود (شاهد) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار به دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف بین کود ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه جانبی با افزایش تعداد غوزه در بوته همراه است. افزایش تعداد شاخه جانبی و غوزه در بوته با کاربرد گوگرد توسط چائودهاری و داس (۱۹۹۶) و راوی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش شده است.

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، برخلاف این که بیش‌ترین وزن صددانه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار به دست آمد، ولی با سطح ۵۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۳). همچنین بالاترین وزن صددانه (۴/۱۶ گرم) از تیمار کودی ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش، اگرچه بین بالاترین سطح نیترژن و شاهد افزایش ۱۸/۱۹ درصدی وزن صددانه مشاهده گردید، ولی بین مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار تفاوت آماری دیده نشد. با مصرف گوگرد نیز بر وزن دانه‌ها افزوده شد و بالاترین وزن صددانه از کاربرد ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد که اختلاف معنی دار با مصرف ۵۰ کیلوگرم گوگرد نداشت. به نظر می‌رسد مصرف ۲۵ کیلوگرم از این کود نیاز گل‌رنگ را در شرایط این آزمایش و توانمندی تولید خاک و مقدار تولید بر طرف نموده و نیازی به مصرف بیش تر کود نمی‌باشد و نیز مقادیر بالاتر باعث افزایش رشد رویشی مانند ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی و در نهایت کاهش تعداد غوزه و کاهش وزن صددانه شده است. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین وزن صددانه با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد (جدول ۶). با افزایش تعداد بذر سهم مواد فتوسنتزی تک‌بذر و وزن

صددانه کاهش می‌یابد. بر خلاف گزارش‌های قیوم و همکاران (۱۹۹۸) و شریعتی‌نیا (۲۰۰۸)، پژوهش‌های سلیمانی (۲۰۰۹) نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت نیتروژن بر وزن هزاردانه بود. بر پایه مقایسه میانگین‌ها کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه (به ترتیب ۱۵۸۰/۵ و ۳۸۰۴/۳ کیلوگرم در هکتار) به تیمار شاهد (مصرف نشدن کود) و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعلق داشت. همچنین بیش‌ترین عملکرد دانه از استعمال ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد (جدول ۳). نتایج به دست آمده در این آزمایش مشخص کرد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۳۸۰۴/۳ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با شاهد ۵۸/۵ درصد افزایش داشت. همچنین بیش‌ترین عملکرد دانه از مصرف ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد و مصرف مقادیر بیش‌تر گوگرد تأثیر چندانی بر عملکرد دانه نداشت. نیتروژن با افزایش سطح برگ و تأثیر بر اجزای عملکرد، به‌ویژه تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه و وزن صددانه می‌تواند بر مقدار عملکرد دانه بیافزاید. کاربرد گوگرد در حد بهینه نیز به واسطه اثرات آن در تشکیل آنزیم‌ها و سایر ترکیبات دخیل در ساخت و ساز مواد فتوسنتزی می‌تواند عملکرد دانه را افزایش دهد، با این حال واکنش منفی گیاه به مقادیر بالاتر آن ممکن است در ارتباط با وجود گوگرد در خاک، رقابت و رابطه ناهمسازی^۱ بین عناصر به هنگام جذب و انتقال و توزیع در بافت‌های گیاهی باشد. زیارت و شیرد (۱۹۹۲) معتقدند که افزایش بازده تولید محصول از طریق جذب و استفاده بهینه از عناصر غذایی مستلزم هماهنگی بین جذب، انتقال، ساخت مواد پرورده و توزیع عناصر در گیاه است. بیج و نورمن (۲۰۰۲)، حیدری و اسد (۱۹۹۹) و سلیمانی (۲۰۰۹) افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده گلرنگ را با مصرف نیتروژن بالاتر گزارش کردند. داس و داس (۱۹۹۴) به عکس‌العمل مثبت گیاهان دانه روغنی نسبت به مقادیر بالاتر گوگرد اشاره کرده‌اند. مهدعباس و همکاران (۱۹۹۵) و راوی و همکاران (۲۰۰۸) بالاترین عملکرد گلرنگ را به ترتیب از مصرف ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آوردند. تأثیر گوگرد بر افزایش عملکرد گلرنگ توسط نپالیا و سارهوا (۱۹۹۲) و ویترز (۱۹۹۲) نیز تأیید شده بود.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن زیست‌توده کل را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا بیش‌ترین مقدار آن از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. همچنین

1- Antagonism

مشخص شد که کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی‌داری در این صفت نداشتند (جدول ۳). میزان زیست‌توده کل به‌میزان رشد اندام‌های هوایی بستگی دارد، بنابراین نیتروژن با تأثیر بر میزان رشد اندام‌های هوایی می‌تواند میزان جذب خالص مواد فتوسنتزی را افزایش داده و بر مقدار تولید زیست‌توده بیافزاید که این افزایش زیست‌توده در گلرنگ با افزایش شاخه‌زایی و ارتفاع بوته همراه است. گوگرد با تأثیر بر سنتز کلروپلاست، اسیدهای چرب و افزایش فعالیت فتوسنتزی باعث بالا بردن تولید ماده خشک در اجزای مختلف گیاهی شده و تولید زیست‌توده را افزایش می‌دهد.

نتایج تجزیه واریانس نشان‌گر تأثیر معنی‌دار سطوح کود نیتروژن و عدم تأثیر سطوح کود گوگرد بر شاخص برداشت بود (جدول ۲). در این آزمایش مشخص شد که بالاترین و پایین‌ترین شاخص برداشت (۳۰/۵۹ و ۱۹/۰ درصد) از به‌کارگیری سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد (عدم مصرف کود) به‌دست آمد (جدول ۳). بر خلاف تأثیر مثبت کود نیتروژن بر شاخص برداشت، مصرف گوگرد تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. کود نیتروژن با افزایش مخزن، می‌تواند علاوه بر افزایش زیست‌توده، تخصیص مواد فتوسنتزی در بخش اقتصادی گیاه (دانه) را بهبود بخشیده و منجر به افزایش شاخص برداشت گردد. براساس نتایج تجزیه همبستگی این صفت رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان داد. چنین نتایجی را حیدری و اسد (۱۹۹۹) و حاج‌غنی (۲۰۰۷) نیز گزارش کرده‌اند.

بر پایه نتایج تجزیه واریانس کاربرد نیتروژن و گوگرد بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین برهم‌کنش این دو کود بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین‌ها، ترکیب تیماری ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بالاترین ارتفاع بوته (۷۷/۵ سانتی‌متر) را موجب شد (شکل ۱). اثر کاربرد کودهای نیتروژن و گوگرد بر ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که بالاترین ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین (۴۲/۲۶ سانتی‌متر) از تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و با افزایش مقادیر این کود، از مقدار این صفت کاسته شد. همچنین بیش‌ترین فاصله اولین شاخه از سطح زمین (۴۲/۱ سانتی‌متر) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به‌دست آمد. بالاترین ارتفاع بوته با کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و گوگرد در هکتار به‌دست آمد. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که رابطه بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار است (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محتوی رطوبت نسبی تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن و گوگرد قرار گرفت (جدول ۴). براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که بیش‌ترین مقدار آن در بالاترین

مقادیر کاربرد این دو کود به دست آمد. براساس تجزیه واریانس داده‌ها، بر خلاف تأثیر غیرمعنی‌دار گوگرد بر پایداری غشاء با افزایش مصرف نیتروژن مقدار این صفت افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین مقدار آن (۹۳/۴۴ درصد) از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۵). پورموسوی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند با افزایش محتوی رطوبت نسبی برگ پایداری غشاء سلولی کاسته می‌شود، زیرا در محتوی رطوبت بالاتر برگ امکان رشد و توسعه دیواره سلولی فراهم گردیده و به کاهش پایداری غشاء سلول منجر می‌گردد. سانوکا و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشت کاربرد نیتروژن در علف نی‌زار باعث افزایش پایداری غشاء شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد نیتروژن و گوگرد بر شاخص سطح برگ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۴)، چنان‌که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن و گوگرد بر مقدار آن افزوده شد، هر چند براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که بین کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۵). در بررسی‌های قرائتی (۲۰۰۷) و احمد و همکاران (۲۰۰۶) نیز مصرف نیتروژن و گوگرد شاخص سطح برگ را در گلرنگ و کلزا به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. نیتروژن به تشکیل پروتوپلاسم و بزرگ‌تر شدن اندازه سلول کمک کرده و با افزایش سطح نسبی برگ، فعالیت فتوسنتزی را بهبود می‌بخشد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح کود نیتروژن و گوگرد بر ضریب استهلاک نوری معنی‌دار بود (جدول ۴)، به طوری که با افزایش کاربرد نیتروژن و گوگرد از مقدار آن کاسته شد. بر خلاف این که بیش‌ترین مقدار آن (۰/۷۹) در تیمار شاهد به دست آمد ولی بین تیمار صفر و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین بیش‌ترین (۰/۷۶) و کم‌ترین (۰/۵۶) مقدار آن به ترتیب در نبود مصرف و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد (جدول ۵). گولو و همکاران (۱۹۹۳) و موریسون و استوارت (۱۹۹۵) افزایش ضریب استهلاک نور را در نتیجه کاهش تعداد و سطح برگ اعلام کرده‌اند. براساس نتایج تجزیه واریانس، کارایی مصرف نور تحت تأثیر کود نیتروژن و گوگرد قرار گرفت. همچنین برهم‌کنش این دو عامل کودی بر روی این صفت معنی‌دار شد (جدول ۴). بهترین ترکیب تیماری برای دست‌یابی به بیش‌ترین کارایی مصرف نور، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار بود (شکل ۲). مدونای و همکاران (۲۰۰۱) معتقدند میزان تولید مواد فتوسنتزی علاوه بر میزان جذب به کارایی مصرف نور نیز بستگی دارد. کلیشادریخی و همکاران (۲۰۰۹) به اثر مثبت نیتروژن بر کارایی مصرف نور در کلزا اشاره کرده‌اند. وس

و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه ذرت نشان دادند که میزان نیتروژن برگ، ظرفیت فتوسنتزی و در نهایت کارایی مصرف نور نسبت به محدودیت تأمین نیتروژن در مقایسه با گسترش سطح برگ و جذب نور حساسیت بیش‌تری دارند.

نتیجه‌گیری

کاربرد کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری بر ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر مثبت گذاشت و موجب افزایش تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه و شاخص برداشت شد که نقش مهمی را در افزایش عملکرد دانه ایفا کردند. افزایش بیش از ۵۰ درصدی عملکرد دانه بیان‌گر اهمیت بالا و نقش اساسی نیتروژن در تولید اقتصادی‌تر گل‌رنگ بود. در شرایط وضعیت خاک این آزمایش مصرف بالاتر گوگرد تأثیر چندانی در بیش‌تر صفات‌های اندازه‌گیری شده نداشت، که می‌تواند یا به‌واسطه وجود گوگرد کافی در خاک و یا اثرات منفی این دو عنصر بر روی هم در مقادیر بالاتر باشد. چنین به‌نظر می‌رسد که با کاربرد کودها به‌ویژه نیتروژن و جذب عناصر غذایی بر فعالیت‌های سلولی افزوده شده و میزان سوخت و ساز آن بالا می‌رود و در نتیجه پتاسیل اسمزی سلول کاهش و موجب جذب بیش‌تر آب و افزایش محتوی رطوبت نسبی می‌شود. این فعالیت‌ها منجر به افزایش تقسیم سلولی، رشد و توسعه برگ‌ها و شاخص سطح برگ می‌گردد. افزایش شاخص برداشت با کاهش ضریب استهلاک نور و افزایش کارایی مصرف نور همراه بوده و در نهایت تولید محصول افزایش یافت. همچنین در بالاترین سطوح نیتروژن مصرفی، برهم‌کنش این عنصر با هر ۳ سطح گوگرد مصرفی باعث افزایش صفات‌های مربوط به کارایی مصرف نور و ارتفاع بوته گردید که این امر نشان‌دهنده نقش مهم نیتروژن در مورد این صفات است.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر نیتروژن و گوگرد بر روی اجزای عملکرد و برخی صفات کمی گلرنگ.

ارتفاع اولین شاخه (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غوزه (مترمربع)	تعداد شاخه (بوته)	صفات
۳۸/۰۵ ^b	۶۲/۸۷ ^c	۱۹/۰ ^c	۸۳۰۷/۸ ^c	۱۵۸۰/۵ ^c	۳/۴۴ ^b	۱۷۵/۲ ^c	۷/۴۲ ^c	۷/۴۲ ^c	صفر
۴۲/۲۶ ^a	۶۸/۱۳ ^b	۲۶/۰۳ ^b	۹۲۹۴/۹ ^b	۲۴۷۳/۶ ^b	۴/۱۱ ^a	۲۰۸/۹ ^b	۸/۸۷ ^b	۸/۸۷ ^b	۵۰
۳۹/۶۳ ^b	۷۲/۱۶ ^a	۳۰/۵۹ ^a	۱۲۴۲۵/۳ ^a	۳۸۰۴/۳ ^a	۴/۲۴ ^a	۲۴۸/۶ ^a	۱۱/۰ ^a	۱۱/۰ ^a	۱۰۰
۳۷/۳ ^b	۶۲/۳ ^c	۲۴/۲۳ ^a	۸۹۲۹/۷ ^b	۲۲۳۳/۳ ^b	۲/۵۸ ^b	۱۸۵/۶۷ ^b	۷/۸۵ ^b	۷/۸۵ ^b	گوگرد (کیلوگرم در هکتار)
۴۰/۶ ^a	۶۹/۱ ^b	۲۵/۶۷ ^a	۱۰۶۸۷/۶ ^a	۲۸۷۴/۹ ^a	۴/۱۶ ^a	۲۲۶/۰ ^a	۹/۶۹ ^a	۹/۶۹ ^a	صفر
۴۲/۱ ^a	۷۱/۶ ^a	۲۵/۸۲ ^a	۱۰۴۱۰/۶ ^a	۳۷۴۷/۲ ^a	۴/۱ ^a	۲۲۱/۰ ^a	۹/۷۵ ^a	۹/۷۵ ^a	۲۵
									۵۰

میانگین‌هایی با حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و گوگرد بر کارایی مصرف نور و برخی صفات‌های دیگر در گلرنگ.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		محتوی رطوبت نسبی	شاخص سطح برگ	پایداری غشای سیتوپلاسمی	راندمان مصرف نور
بلوک	۲	۱۲/۷۰	۰/۵۲۹*	۵۷۹/۴*	۰/۱۴۲**
نیتروژن	۲	۱۶۴/۰**	۸/۲۵۵**	۹۵۵/۶**	۳/۱۲۵**
گوگرد	۲	۲۰۶/۴**	۱/۳۷۰**	۴۹/۱۵	۰/۷۷۸**
نیتروژن در گوگرد	۴	۱۱/۹۳	۰/۲۳۴	۱۴۰/۶	۰/۰۷۴*
خطای آزمایشی	۱۶	۵/۶۲۰	۰/۱۳۲	۱۱۶/۸	۰/۰۲۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۲	۱۲/۲	۱۳/۱	۶/۶

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرهای اصلی نیتروژن و گوگرد بر کارایی مصرف نور و برخی صفات‌های دیگر در گلرنگ.

صفات	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	شاخص سطح برگ	پایداری غشا سیتوپلاسمی (درصد)	راندمان مصرف نور (گرم بر مگاژول)	ضریب استهلاک نوری	عامل‌ها
						نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
صفر	۶۹/۴۴ ^c	۲/۱ ^c	۸۱/۸۹ ^b	۱/۷۴ ^c	۰/۷۹ ^a	نیتروژن
۵۰	۷۲/۰ ^b	۲/۹ ^b	۷۲/۸۹ ^b	۱/۹۸ ^b	۰/۷۳ ^a	گوگرد
۱۰۰	۷۷/۷۸ ^a	۴/۰ ^a	۹۳/۴۴ ^a	۲/۸۶ ^a	۰/۴۶ ^b	تفاعل
صفر	۶۸/۱ ^c	۲/۵۸ ^b	۸۲/۹ ^a	۱/۹۸ ^b	۰/۷۶ ^a	نیتروژن
۲۵	۷۳/۴ ^b	۳/۰۲ ^a	۸۵/۰ ^a	۲/۵۳ ^a	۰/۶۶ ^b	گوگرد
۵۰	۷۷/۷ ^a	۳/۳۶ ^a	۸۰/۳ ^a	۲/۰۶ ^b	۰/۵۶ ^c	تفاعل

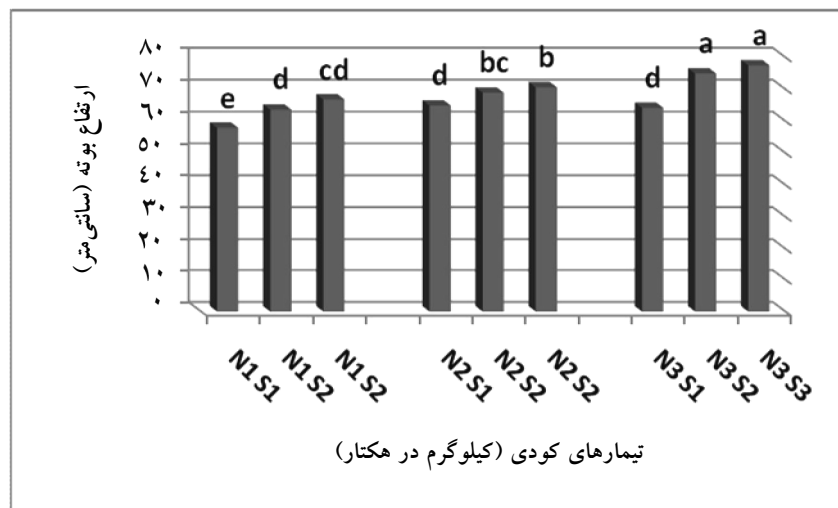
میانگین‌هایی با حروف مشترک بدون تفاوت معنی دار آماری براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

لیلا فروغی و علی عبادی

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفتهای اندازه گیری شده.

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱ محتوی نیتروژن دانه	۱						
۲ ارتفاع بوته	۰/۶۷۷**	۱					
۳ تعداد شاخه جانبی	۰/۶۴۲**	۰/۶۵۶**	۱				
۴ تعداد طبق در بوته	۰/۶۱۱**	۰/۶۳۷**	۰/۸۹۵**	۱			
۵ وزن صدانه	۰/۶۴۳**	۰/۶۷۹**	۰/۷۱۸**	۰/۷۱۶**	۱		
۶ شاخص برداشت	۰/۸۲۴**	۰/۶۰۳**	۰/۶۵۹**	۰/۶۱۵**	۰/۷۱۹**	۱	
۷ عملکرد دانه	۰/۸۰۲**	۰/۶۷۸**	۰/۸۴۱**	۰/۷۴۷**	۰/۷۶۵**	۰/۸۹۹**	۱

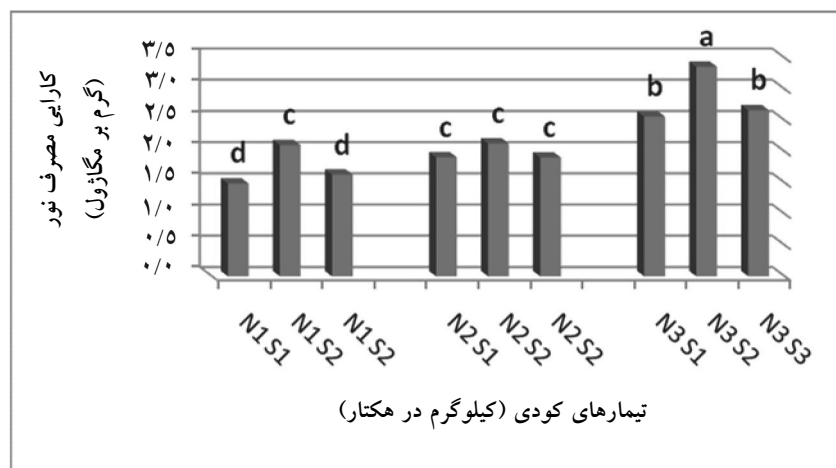
* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱- برهم کنش نیتروژن و گوگرد بر ارتفاع بوته گلرنگ (رقم سرین).

N_1 = صفر، N_2 = ۵۰ و N_3 = ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

S_1 = صفر، S_2 = ۲۵ و S_3 = ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار



شکل ۲- برهم کنش نیتروژن و گوگرد بر کارایی مصرف نور گلرنگ (رقم سرین)

N_1 = صفر، N_2 = ۵۰ و N_3 = ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

S_1 = صفر، S_2 = ۲۵ و S_3 = ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار

سپاسگزاری

از همکاری کارشناسان و کارکنان محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

- Ahmad, G., Jan, A., Arif, I., and Arif, M. 2006. Phenology and physiology of canola as affected nitrogen and sulfur fertilization. *Agron J.* 5: 4. 555-562.
- Akmal, M., and Janssens, M.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Res.* 88: 143-155.
- Atlasipak, V., Mamghani, R., Mesgarbashi, M., and Nabipour, M. 2006. Planting arrangement impact on the light use efficiency and dry matter accumulation in the canopy of three spring canola cultivars. *Crops Sci.* 29: 4. 139-152.
- Beech, D.F., and Norman, M.J.T. 2002. The effect of wet-season land treatment and nitrogen fertilizer on safflower, linseed, and wheat in the Ord River Valley. *Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb.* 8: 72-80.
- Botella, M.A., Cerda, A., Martinez, V., and Lips, S.H. 1994. Nitrate and ammonium uptake by wheat seeding as affected by salinity and light. *J. Plant Nutr.* 17:5. 839-850.

- Chaudhary, H.P., and Dass, S.K. 1996. Effect of P.S., and Mo application on yield of rainfed black gram and their residual effect on safflower and soil water conservation in an eroded soil. *J. Ind. Soc Soil Sci.* 44: 4. 741-745.
- Clavel, D., Diouf, O., Khalfaoui, J.L., and Braconnier, S. 2006. Genotypes variations in fluorescence parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogaea* L.) lines and their potential for drought screening programs. *Field Crops Res.* 96: 296-306.
- Curt, M.D., Fernandez, J., and Martinez, M. 1998. Productivity and radiation use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* Moench) in central Spain. *Biol. Bioenergy*, 14: 169-178.
- Das, K.N., and Das, K. 1994. Effects of sulfur and nitrogen fertilization on yield and N uptake by rapeseed. *J. Ind. Soc Soil Sci.* 42: 476-478.
- Dhopte, A.M. 2002. Principles and techniques for plant scientists. Agrobios (India), 373p.
- DOR. 1996. Annual Progress Report-Safflower, 1995-96. AICRP (Safflower), Directorate of Oilseeds Research, Rajendranagar, Hyderabad, 157p.
- Dreecer, M.F., Schapendonk, H.C.M., Oijen, M.V., Sanderpot, C., and Rabbinge, R. 2000. Radiation and nitrogen use at the leaf and canopy level by wheat and oilseed rape during the critical period for grain number definition. *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 899-910.
- Dwyer, L., Stewart, R.I.H., and Honwing, L. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. *Agron. J.* 84: 430-438.
- Gharaati, L. 2007. Effects of nitrogen levels on yield and yield components of safflower. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Technology University of Isfahan.
- Gilbert, N.W., and Tucker, T.C. 1987. Growth, yield and yield components of safflower as affected by sources, rate, and time of application of nitrogen. *Agron. J.* 59: 54-56.
- Gollo, K.P., Daugrty, C.S.T., and Wiegand, C.L. 1993. Errors in measuring absorbed radiation and computing crop radiation use efficiency. *Agron J.* 85: 1222-1228.
- Hajghani, M. 2007. Application of different nitrogen levels on yield, yield components, oil and protein percent of spring safflower. M.Sc. Thesis, Faculty of agriculture. Shahid Bahonar University of Kerman. (In Persian)
- Hasheminia, S.M. 1999. Evaporation, evapotranspiration and climatic data. Nashr Amoozesh Keshavarzi. Pp. 258. (In Persian)
- Heidari, S., and Assad, M.T. 1999. Effects of irrigation regimes, nitrogen fertilizer and plant density on yield of safflower, Razghan 279 cv. In Arsanjan region. 5th Iranian Congress on Agronomy and Plant Breeding. Research Institute of Seed Production and Breeding, Karaj, 485p. (In Persian)

- Klishadrokhi, M.K., Koocheki, A.R., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Impact of nitrogen and plant density on light use efficiency and absorption in two spring canola. *Iran. Agric. Res. J.* 7: 1. 163-172. (In Persian)
- Maddonni, G.A., Chelle, M., and Andrieu, B. 2001. Light interception of contrasting azimuth canopies under square and rectangular plant spatial distribution: simulation and crop measurements. *Field Crops Res.* 70: 1-13.
- Majd Nassiri, B., and Ahmadi, M.R. 2006. Response of growing season and plant population to light absorption and distribution through the plant communities of different safflower genotypes (*Carthamus tinctorios* L.). *Iran. J. Agric. Sci.* 36: 1. 63-73. (In Persian)
- Meek, D.W., Hatfield, J.A., Howell, T.A., Idso, S.B., and Reginato, J.R. 1984. A generalized relationship between photo synthetically active radiation and solar radiation. *Agron J.* 76: 936-945.
- Mendham, N.J., Shipway, P.A., and Scott, R.K. 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 389-416.
- Mohd-Abbas, T.S.S., Nigam, K.B., and Abbas, M. 1995. Effect of phosphorus and sulfur fertilization in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Ind. Agron. J.* 40: 2. 243-248.
- Morrison, M.J., and Stewart, D.W. 1995. Radiation use efficiency in summer rape. *Agron. J.* 87: 1139-1142.
- Nepalia, V., and Sarhoa, M.S. 1992. Interactive effects of nitrogen, sulfur and row spacing on the grain and oil yield of Toria. *Indian Ann Arid Zone.* 81: 77-78.
- O'Connell, M.G., O'Leary, G.J., Whitfield, D.M., and Connor, D.J. 2004. Interception of photo synthetically active radiation and radiation-use efficiency of wheat, field pea and mustard in a semi-arid environment. *Field Crops Res.* 85: 111-124.
- Pourmousavi, S.M., Galvi, M., Daneshian, J., Ghanbari, A., and Basirani, N.A. 2008. Investigation of drought stress and manure on humidity content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content of soybean. *J. Agric. Sci.* 4: 4. 75-85. (In Persian)
- Qayyum, S.M., Kakar, A.A., and Naz, M.A. 1998. Influence of nitrogen levels on the growth and yield of rape (*Brassica napus* L.) Sarhad. *J. Agric. Sci.* 15: 263-1999.
- Rathore, P.S., and Manohar, S.S. 1989. Response of mustard to nitrogen and sulphur. *Ind. J. Agron.* 34: 336-336.
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 21: 3. 382-385.

- Rosales-Sernaa, R., Kohashi-Shibataa, J., Albertoacosta-gallegosb, J., Trejo-lopeza, C., Ortiz-Cerecerese, J., and Kelly, J.D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration, and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Res.* 85: 203-211.
- Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S., and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environ Exp. Bot.* 52: 131-138.
- Shariatinia, F. 2008. Effects of nitrogen, boron and sulfur on yield and yield components, seed protein and oil content of safflower, Isfahan native cultivar. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Shahid Bahonar University of Kerman. (In Persian)
- Singh, M.V. 2000. Micro and Secondary Nutrients and Pollutants Research in India. Indian Institute of Soil Science, Bhopal, India, 146p.
- Soleimani, R. 2009. Study of rates and timing of nitrogen application on yield and yield components of spring safflower. *Iran. J. Agric. Sci.* 10: 1. 47-59.
- Sudhakarababu, S.N., and Hegde, D.M. 2003. Annual Report, 2002-2003. Directorate of Oilseeds Research, Hyderabad, 118p.
- Vos, J., Van Der Putten., P.E.L., and Birch, C.J. 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Res.* 93: 64-73.
- Withers, P.J.A. 1992. Winter oilseed rape: Effects of sulfur on seed glucosinolate content and seed yield.: Home grown cereals authority oil seed project report, London UK, 21p.
- Yunusa, I.A.M., Siddique, K.H.M., Belford, R.K., and Karimi, M.M. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during the pre-anthesis period in a Mediterranean type environment. *Field Crops Res.* 35: 113-122.
- Zebarth, B.J., and Sheard, R.W. 1992. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red winter wheat. *Can. J. Plant Sci.* 72: 13-19.



Effect of nitrogen and sulfur fertilizer application on yield, yield components, and some physiological traits of spring safflower

L. Forooghi¹ and *A. Ebadi¹

¹Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Mohaghegh Ardebili University
Received: 2010-4-22 ; Accepted: 2011-6-3

Abstract

In order to study the effect of different levels of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components, content of some elements, qualitative and quantitative traits of spring safflower (Serin cv.) an experiment was conducted at agriculture and natural resource research station of Ardabil in 2008. This experiment was carried out in factorial experiment in completely randomized block design with three replications. Nitrogen fertilizer levels included 0, 50 and 100 kg ha⁻¹ and sulfur was 0, 25 and 50 kg ha⁻¹. Results showed that application of nitrogen and sulfur fertilizers has significant effect on yield, yield components, so that nitrogen fertilizer application caused to increasing the number of lateral branches, number of capsule, 100-seed weight, seed yield, biomass and harvest index. Some of traits had no significantly differences in 25 and 50 kg per hectare sulfur fertilizer. Also, using of sulfur did not affect harvest index, but the plant height and distance of the first branch from the ground level were significantly different by nitrogen and sulfur application so that, the highest plant height was observed in combination of highest amounts both of nitrogen and sulfur fertilizers. The Leaf relative water content increased with increasing nitrogen and sulfur fertilizer. The highest leaf area index obtained with 100 kg N ha⁻¹, but application of 25 and 50 kg ha⁻¹ nitrogen had no significantly effect on LAI. Light extinction coefficient was decreased by applying both N and S fertilizers but light use efficiency was increased.

Keywords: Nitrogen; Sulfur; Safflower; Yield and yield components; Light extinction coefficient

* Corresponding author; Email: ebadi_ali2000@yahoo.com