

## بهینه‌سازی توصیه کود نیتروژن برای رقم جدید گلرنگ در دو منطقه آذربایجان شرقی

احمد بایوردی<sup>۱\*</sup> و فریدون نورقلی‌پور<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۹)

### چکیده

به منظور بهینه‌سازی توصیه کود نیتروژن برای رقم جدید گلرنگ، آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو عامل و برپایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ در دو منطقه تیکمه‌داش و شبستر آذربایجان شرقی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول سطوح مختلف نیتروژن شامل ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار از منبع اوره، و عامل دوم زمان‌های مصرف کود به صورت تقسیط شده شامل کاربرد تمام کود به صورت پایه و در زمان کاشت، کاربرد تمام کود در مرحله روزت، کاربرد یک سوم کود به صورت پایه، یک سوم در مرحله روزت و یک سوم در مرحله قبل گل‌دهی، کاربرد دو سوم کود در مرحله روزت و یک سوم در مرحله قبل گل‌دهی و کاربرد یک سوم در مرحله روزت و دو سوم در مرحله قبل گل‌دهی بودند. نتایج نشان داد که دو منطقه از نظر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشته به طوری که منطقه تیکمه‌داش برتری خود را نسبت به منطقه شبستر نشان داد. به طور کلی افزایش در میزان کود نیتروژن با افزایش در رشد رویشی و بهبود رشد گیاه سبب افزایش در صفاتی نظیر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ گردید. ضمناً پارامترهایی نظیر کارایی زراعی، کارایی مصرف، کارایی فیزیولوژیک و بازیافت ظاهری نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن افزایش نشان دادند. برهمکنش مقدار و زمان مصرف کود نیز بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار گشت. به طور کلی کشت گلرنگ با استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن به صورت تقسیط شده در مراحل روزت و قبل از گل‌دهی در منطقه تیکمه‌داش منجر به حصول عملکرد دانه بالاتر در این رقم گلرنگ شد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، گلرنگ، زمان مصرف، بهینه‌سازی

۱. استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز

۲. مربی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تهران

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ahmad.bybordi@gmail.com

## مقدمه

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. گیاهی از تیره مرکبان، از قدیمی ترین دانه های روغنی محسوب می شود و با داشتن ریشه های عمودی از توانایی نفوذ به خاک تا عمق ۳-۲ متر را برخوردار است (۱۵). گلرنگ به طور کلی در مناطق نیمه خشک با آب و هوای معتدل در بسیاری از مناطق دنیا رشد می کند و به عنوان روغن های صنعتی، ادویه و غذای پرندگان از آن استفاده می شود (۲۴). گلرنگ به صورت پوتهای استوار رشد می کند و دانه های آن دارای ۴۵ - ۲۵ درصد روغن و ۲۴ - ۱۲ درصد پروتئین می باشند و بسته به ژنوتیپ دارای دو نوع روغن با کیفیت متفاوت است (۳۷). میوه گلرنگ همانند میوه آفتابگردان به صورت فندقه بوده و از نظر شکل شبیه یک دانه کوچک آفتابگردان است و به رنگ های سیاه، زرد، سفید یا کرم با سطح خارجی صاف دیده می شود. ذخیره روغن در لپه ها انجام می شود. گلرنگ گیاهی روز بلند است، اما گل دهی آن در هوای گرم به میزان قابل توجهی جلو می افتد. گلرنگ به گرما نیز مقاوم است و در صورت وجود رطوبت کافی در خاک می تواند حرارت حدود ۴۰ درجه سانتی گراد را تحمل کند. گلرنگ با داشتن ریشه عمیق و توسعه یافتگی به خشکی مقاوم است. گلرنگ به آب ایستادگی و کمبود تهویه نیز حساس است و خاک های عمیق، دارای بافت متوسط و اسیدیته حدود خنثی را ترجیح می دهد (۱۲). گلرنگ رتبه هشتم را از لحاظ تولید دانه روغنی جهان بعد از سویا (*Glycine max* (L.) Merr)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، بزرک (*Linum usitatissimum* L.) و کرچک (*Ricinus communis* L.) دارد. کشورهای مکزیک، آمریکا، اتیوپی، آرژانتین و استرالیا ۹۹٪ از سطح زیر کشت و تولید گلرنگ جهان را در اختیار دارند (۱۳). مصرف روغن در ایران در طی سال های اخیر به دلیل افزایش رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه، افزایش یافته در حالی که تولید آن همپای مصرف رشد نکرده است (۲۶). به طوری که بیش از ۸۰ درصد روغن

مصرفی کشور به صورت دانه یا روغن خام وارداتی است و مصرف سرانه روغن طی سال های اخیر حدود ۱۷ کیلوگرم گزارش شده است (۳۲). از دیرباز گلرنگ به صورت پراکنده در مناطق غربی کشور کشت شده و یکی از خاستگاه های گلرنگ را خاورمیانه و ایران ذکر کرده اند. نیاز کودی گلرنگ با توجه به عملکرد مطلوب متفاوت بوده و در مورد گلرنگ دیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد کمتر از گلرنگ آبی است (۳۱). مشخص شده است که گلرنگ توان تولید بیش از ۴ تن دانه در هکتار را دارد که در این میان عوامل به زراعی نقش کلیدی را برعهده دارند. آنچه در بین عوامل به زراعی مهم به نظر می رسد، نقش تغذیه مطلوب و بهینه می باشد و در میان عناصر غذایی، نیتروژن مهم ترین نقش را برعهده داشته و به عنوان یک عامل اساسی رشد، مهم تلقی می شود. با توجه به این که واکنش گلرنگ به مقادیر مختلف نیتروژن مشخص نمی باشد، لذا تعیین مقدار مناسب نیتروژن برای حصول عملکرد مطلوب و کیفیت قابل قبول، ضروری به نظر می رسد (۲۷). در مطالعه ای روی گلرنگ گریستوس و همکاران (۷) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن به این نتیجه رسیدند که کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه به طور معنی داری اثر دارد به طوری که عملکرد دانه با کاربرد کود نیتروژن به طور میانگین ۱۹٪ نسبت به شاهد افزایش یافته بود. در تحقیقی دیگر زائو و همکاران (۴۰) و دل پاسو و همکاران (۹) بیان داشتند که کاربرد نیتروژن بر روی اجزاء عملکرد گلرنگ تأثیر گذاشته و در بیشتر موارد باعث افزایش آنها نسبت به شاهد گردیده است. قرائتی (۱۴) بیان داشت که اجزاء عملکرد گلرنگ به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار می گیرند. چاکرالاحسینی (۶) 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 می باشد. حیدری و آساد (۲۰) در تحقیقی با سطوح مختلف نیتروژن مشاهده کردند که نیتروژن بر روی تمام صفات فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص برداشت طبق و

سرعت رشد محصول اثر معنی‌داری داشته است. آنها هم‌چنین نتیجه گرفتند که حداکثر عملکرد دانه از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمده‌است. بوهر (۳) در یک آزمایش مزرعه‌ای با سطوح مختلف نیتروژن دریافت که کاربرد سطوح مختلف نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه گلرنگ شده و بیشترین عملکرد دانه را میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار ایجاد کرده بود. گزارش شده است که نیتروژن عملکرد دانه گلرنگ را عمدتاً از طریق تأثیر بر تعداد طبق در بوته افزایش می‌دهد. تعداد دانه در طبق با شدت کمتری تحت تأثیر نیتروژن واقع می‌شود و وزن هزار دانه چندان تحت تأثیر نیتروژن قرار نمی‌گیرد (۱۵). هم‌چنین جونز و تاکر (۲۳) نشان دادند که نیتروژن افزایش معنی‌داری را در تعداد طبق‌های انشعابات فرعی گل‌آذین، موجب می‌شود. در اثر کاربرد کود نیتروژن بوته‌ها به‌مدت طولانی‌تری فعال مانده و شاخه‌های بیشتر و بالتبع طبق‌های بیشتری تولید می‌گردد. در این آزمایش تعداد دانه در طبق تحت تأثیر نیتروژن افزایش یافت که در درجه اول از تأثیر نیتروژن بر تعداد دانه تولید شده در طبق‌های ثالثیه ناشی شده بود. در آزمایش آبل (۲) نیز در شرایط رطوبت کافی با مصرف نیتروژن عملکرد به‌طور چشمگیری افزایش یافت. ناصر و همکاران (۲۸) عنوان نمودند که مصرف نیتروژن به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار برای عملکرد مطلوب دانه‌های روغنی و پروتئین کافی می‌باشد. علاوه بر این یرمانوس و همکاران (۳۹) 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. هازرا و تریپاتی (۱۹) به این نتیجه رسیدند که مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین تأثیر را بر عملکرد و درصد روغن گلرنگ به‌جای گذاشت. یکی از مهم‌ترین رویکردها برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن تامین کردن نیتروژن در زمانی است که گیاه بیشترین نیاز را به آن دارد (۴). استفاده از مقدار بهینه کود

نیتروژن از طریق به‌کارگیری یک روش مناسب و در زمان مناسب راه‌کاری برای استفاده بهینه کود می‌باشد. گزارش شده‌است که کارایی نیتروژن در گیاه به‌وسیله ایجاد تناسب بین میزان کود مصرفی و زمان کاربرد آن افزایش پیدا می‌کند (۵). بیشتر گیاهان در مراحل میانی رشد رویشی، به سرعت نیتروژن را جذب می‌نمایند (۴). بنابراین استفاده از مقدار بهینه در زمان مناسب مهم‌ترین راه‌کار برای افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن می‌باشد.

با توجه به اینکه تأمین نیتروژن از نظر مقدار و فراهمی آن در زمان‌های مورد نیاز گیاه یکی از مهم‌ترین عوامل برای دستیابی به عملکرد زیاده‌تر می‌باشد، هدف از این پژوهش ارزیابی اثر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در مراحل مختلف رشد گلرنگ بر رشد، عملکرد، اجزای عملکرد گیاه و هم‌چنین محاسبه کارایی زراعی نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و بازایافت ظاهری نیتروژن می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲ - ۱۳۹۱ در دو منطقه ایستگاه تحقیقات کشاورزی تیکمه‌داش و شهرستان شبستر اجرا شد. فاکتور اول شامل مقدار کود نیتروژن در چهار سطح (۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از منبع کود اوره و فاکتور دوم نحوه تقسیط کود (پایه، روزت و قبل از گل‌دهی) در ۵ سطح به‌صورت  $\{ (۱, ۰, ۰), (۰, ۱, ۰), (۰, ۰, ۱), (۱, ۳, ۳), (۱, ۳, ۱) \}$  بودند. قابل ذکر است که یک تیمار شاهد بدون مصرف کود جهت محاسبه برخی پارامترها نیز کشت گردید. در اواخر تابستان یک نمونه مرکب خاک جهت تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی تهیه و مقدار عناصر موجود در آن اندازه‌گیری گردید. نتایج آزمون خاک دو منطقه تیکمه‌داش و شبستر در جدول ۱ نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود به‌غیر از نیتروژن بقیه عناصر غذایی در خاک در حد مطلوب بوده خاک منطقه تیکمه‌داش غیرشور و شبستر شور می‌باشد. هم‌چنین برخی پارامترهای هواشناسی این دو منطقه در جدول ۲ ارائه گردیده است.

عملیات آماده‌سازی زمین در پاییز با شخم متوسط و زدن دو دیسک عمود بر هم انجام گرفت سپس کرت‌های آزمایشی آماده شدند، به‌طوری‌که هر کرت شامل ۶ خط به طول ۵ متر با فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها نیز چهار متر در نظر گرفته شد تا زه‌آب هر کرت از طریق جوی مجزای آبیاری به بیرون از زمین هدایت شود. پس از کشت بذور گلرنک رقم پدیده با تراکم کشت ۲۵ بوته در متر مربع، کرت‌هایی که دارای تیمار کود پایه بودند با توجه به‌میزان کود تعیین شده، کوددهی شدند. کود اوره به‌صورت نواری در عمق ۴ تا ۵ سانتی‌متری در فاصله ۳ تا ۴ سانتی‌متری خطوط کاشت به‌صورت دستی به خاک اضافه گردید و سپس آبیاری تمام کرت‌ها به‌صورت هم‌زمان انجام پذیرفت. در مرحله چهار برگی، برای فراهم شدن تراکم‌های یکسان عملیات تنک صورت گرفت. مصرف تقسیمی نیتروژن در مراحل خروج از روزت با رشد سریع (Decimal Code: ۲۳) و قبل از گل‌دهی (Decimal Code: ۶۲) انجام شد. میزان آب مصرفی براساس نیاز آبی و شرایط اقلیمی منطقه تعیین شد. پیش از هر نوبت آبیاری نمونه خاک در عمق توسعه ریشه تهیه و میزان رطوبت آن تعیین شد و سپس مقدار آب آبیاری جهت جبران تخلیه رطوبتی تا حد ظرفیت زراعی مزرعه محاسبه و برای هر کرت به‌طور مستقل و توسط سیستم لوله کشی داخل مزرعه داده شد. به‌منظور کنترل میزان دقیق آب آبیاری، از کنتور حجمی استفاده شد. قابل ذکر است که فسفر و پتاسیم با توجه به میزان بالای آنها در خاک مورد مصرف قرار نگرفتند. کلیه عملیات زراعی در مرحله داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، دفع آفات، کنترل بیماری‌ها، وجین و سله‌شکنی به‌طور منظم و یکنواخت برای کرت‌ها انجام گرفت.

در مرحله قبل از گل‌دهی میزان فتوسنتز با استفاده از دستگاه Meteodata-256, Geonica, Madrid, Spain ثبت گردید. هم‌چنین ۵ نمونه گیاهی از اندام هوایی تهیه و غلظت و جذب نیتروژن در آنها اندازه‌گیری گردید (۱۲). هم‌چنین پارامترهای کارائی زراعی نیتروژن، کارائی مصرف نیتروژن، کارائی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن بر اساس معادلات زیر محاسبه شدند (۳۲).

سطح کود نیتروژنه / عملکرد دانه = کارائی زراعی نیتروژن  
(مقدار ماده خشک نیتروژن شاهد - مقدار ماده خشک نیتروژن تیمار)

= کارائی مصرف نیتروژن / مقدار نیتروژن مصرف شده  
سطح کود نیتروژنه / عملکرد شاهد - عملکرد در تیمار نیتروژن  
= کارائی فیزیولوژیک نیتروژن  
۱۰۰ × سطح کود نیتروژن / جذب نیتروژن شاهد - جذب نیتروژن تیمار = بازیافت ظاهری نیتروژن

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، برداشت پس از حذف دو خط کناری و نیم متر از بالا و پائین هر کرت در سطح ۱۰ مترمربع انجام و ارتفاع بوته، تعداد طبق، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰ دانه، درصد روغن، عملکرد و در نهایت عملکرد روغن و شاخص برداشت محاسبه گردید. داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو منطقه مورد مطالعه از نظر صفات بررسی شده به‌جز درصد نیتروژن وجود دارد (جدول ۳). هم‌چنین سطوح مختلف نیتروژن بر تمامی صفات اثر معنی‌دار نشان داد. تنها صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه، تعداد طبق، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰ دانه، درصد

جدول ۱. نتایج آزمون خاک دو منطقه مورد مطالعه

منطقه	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیتته گل اشباع	مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)
تیکمه داش	۱/۶۷	۷/۸۵	۷/۷۵	۰/۴۰	۰/۰۳	۳۹	۷۶۶
شهبستر	۸/۳۱	۷/۱۰	۵/۵۰	۰/۳۰	۰/۰۲	۲۱/۳۰	۷۸۰

جدول ۲. برخی پارامترهای هواشناسی دو منطقه کشت گلرنگ

نام ایستگاه	میانگین ماهانه دما (°C)			میانگین سالیانه رطوبت نسبی		مجموع بارندگی سالیانه (mm)
	دمای خشک	دمای حداکثر	دمای حداقل	(%)		
ایستگاه منطقه شهبستر	-۰/۸	۴/۰۸	-۹/۵	۲۰		۲۹۸/۸
ایستگاه تحقیقات تیکمه داش	۸/۰۴	۸/۰۹	-۵	۲۲		۳۴۵/۶

پروتئین، عملکرد روغن و کارائی زراعی نیتروژن تحت تأثیر زمان مصرف کود قرار گرفتند (جدول ۳). اثر متقابل بین مقدار کود و زمان مصرف آن بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار گردید (جدول ۳). با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که منطقه تیمکه‌دهاش در بیشتر موارد نسبت به منطقه شبستر برتری نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال بیشترین میزان فتوستتزر، درصد پتاسیم، رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد روغن، شاخص برداشت و پارامترهای مربوط به کارائی نیتروژن مربوط به این منطقه می‌باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که کمترین درصد دانه‌های پوک نیز در این منطقه به‌دست آمد (جدول ۴). علت این امر را شاید بتوان ناشی از وضعیت بهتر خاک در منطقه تیمکه‌دهاش دانست چرا که خاک منطقه شبستر نسبت به تیمکه‌دهاش بسیار شور می‌باشد (جدول ۱). هم‌چنین در منطقه تیمکه‌دهاش مجموعه بارندگی سالیانه بیشتر از منطقه شبستر ثبت گردید (جدول ۲). این عوامل سبب بهبود رشد و تولید بیشتر در این منطقه گردیدند.

با توجه به مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح مختلف نیتروژن (جدول ۵) مشاهده می‌شود که بیشترین میزان فتوستتزر مربوط به تیمارهای ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌باشد. اگرچه این دو تیمار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند اما این اختلاف با سطوح پائین‌تر کاربرد نیتروژن کاملاً معنی‌دار بود. افزایش فتوستتزر ناشی از مصرف نیتروژن به افزایش ستتزر کلروفیل باز می‌گردد. وجود نیتروژن در ساختار مولکولی کلروفیل و لزوم وجود آن جهت ساخت کلروفیل، احتمالاً علت بالا رفتن میزان فتوستتزر برگ با افزایش میزان نیتروژن است (۱۰). در تأیید این نتیجه گریستوس و همکاران (۸) اظهار داشتند که میزان فتوستتزر برگ با کاربرد کود نیتروژن در مقایسه با شاهد افزایش پیدا می‌کند. درصد نیتروژن در بافت گیاه به‌شدت تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار گرفت (جدول ۵). به‌طوری‌که بیشترین میزان آن از تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بدیهی است که افزایش مصرف نیتروژن

سبب افزایش غلظت نیتروژن آزاد در بافت گیاهی به‌ویژه اندام‌های هوایی که محل اصلی مصرف نیتروژن هستند می‌گردد. درصد پتاسیم روندی مشابه نشان داد بدین معنی که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی میزان پتاسیم بافت گیاهی نیز افزایش یافت (جدول ۵). با افزایش نیتروژن، جذب پتاسیم از خاک تسهیل شده و افزایش می‌یابد. مارشنر (۲۶) گزارش نمود که این موضوع می‌تواند نتیجه جمع‌افزایی یون‌ها باشد.

افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی در گیاهان گردید به‌طوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن از ۳۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی فرعی و هم‌چنین طول شاخه‌ها افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۵). نیتروژن کافی در گیاه سبب افزایش رشد رویشی گیاه به‌ویژه رشد و تکثیر سلول‌های گیاهی در اندامی مانند ساقه شده و با افزایش فاصله میان‌گره منجر به افزایش طول گیاه می‌شود (۳۶). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که عنصر نیتروژن بر روی رشد رویشی گیاه مؤثر است. در این بررسی می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزایش کود نیتروژن سبب افزایش تعداد شاخه فرعی فرعی می‌شود و گیاه توان بیشتری برای تولید دانه را خواهد داشت و این امر باعث افزایش شاخه‌های فرعی بیشتر که منجر به افزایش عملکرد می‌شود منجر می‌گردد. هم‌چنین می‌توان چنین نتیجه گرفت که گیاهانی که موفق به تولید شاخه فرعی مناسب نشده‌اند در صورت نیاز و در طی فصل رشد اقدام به تولید شاخه‌های فرعی فرعی برای جبران تعداد شاخه‌های فرعی می‌کند. هم‌چنین اثر متقابل مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به کرت‌هائی بود که ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن به‌صورت تقسیط شده ۰-۲/۳-۱/۳ یا ۰-۱/۳-۲/۳ دریافت کرده بودند (جدول ۷).

عملکرد دانه گل‌رنگ به شدت تحت تأثیر میزان مصرف کود نیتروژن قرار گرفت و با افزایش مصرف آن از ۳۰ کیلوگرم در هکتار تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (جدول ۷).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف گلرنگ تحت تأثیر منطقه، سطوح نیتروژن و زمان مصرف نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد	نیترژن	فئوستن	ارتفاع بوته	تعداد طبق	تعداد دانه	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	شاخص برداشت	کارایی زراعی	کارایی مصرف	کارایی فیزیولوژیک	بازایافت ظاهری
مکان	۱	۱۳۸/۲۴**	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۷۵۳۶/۶۷**	۳۰۴/۶۲**	۵۳/۸۶**	۱۶/۶۱**	۷۴۶۸۶۹۰/۴۱**	۳۸۸۰۰۸**	۸۵۹۶۸۱۰/۹۴**	۱۳۷/۰۵**	۶۴۷/۰۵**	۴۶/۶۵**	۲۸/۴۶**	۲۱۱/۶۳**	۵۰۴/۱۳**
تکرار (مکان)	۴	۵۳/۳۹**	۰/۸۹**	۵۸۹۳/۱۲**	۵۸۹۵**	۱۴/۰۹**	۱۱/۰۷**	۱۷۰۱۳۱۷/۸۷**	۵۰۷/۸۷**	۴۸۶۷۴/۴۵**	۶۲۱/۶۴**	۱۹/۶۲**	۳۰۷/۱۲**	۲۱۱/۶۳**	۲۱۱/۶۳**	۲۴۹/۰۳**
مقدار × زمان	۱۲	۳/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۳۵/۶۹**	۰/۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۶**	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۳۷۷۳۳/۲۰**	۲/۱۶ <sup>ns</sup>	۲۷۰/۰۰**	۱۶/۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۱/۳۲ <sup>ns</sup>	۱/۳۲ <sup>ns</sup>
مقدار	۳	۷۸/۷۷**	۲۲/۸۶**	۴۸۱۴/۹۴**	۶۱/۸۳**	۴۷/۳۷**	۵/۶۵**	۳۹۰۶۱۳۱۱/۰۹**	۳۷۰/۲۰**	۱۵۷۱۵۰۱/۸۷**	۴۶۹/۷۵	۲۸/۹۰**	۶۴/۸۲**	۱۱۷/۰۱**	۲۴۴/۸۹**	۲۴۴/۸۹**
زمان	۴	۰/۸۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۵۶/۰۷ <sup>ns</sup>	۲/۸۴*	۱/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۵**	۱۴۸۶۸۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۲۳/۴۴**	۸۶۳۲/۴۱*	۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۸۵**	۶۱/۹۳ <sup>ns</sup>	۲/۹۳ <sup>ns</sup>	۲/۹۳ <sup>ns</sup>	۵/۴۴ <sup>ns</sup>
مکان × مقدار	۳	۸/۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۶۱/۵۴ <sup>ns</sup>	۱۷/۳۱ <sup>ns</sup>	۳/۷۶ <sup>ns</sup>	۱/۳۳ <sup>ns</sup>	۱۶۵۵۳۱۸۹/۴۳ <sup>ns</sup>	۵۶/۴۵ <sup>ns</sup>	۵۸۶۷۵۶/۸۷ <sup>ns</sup>	۳۷/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۲/۶۴ <sup>ns</sup>	۹/۱۶ <sup>ns</sup>
مکان × زمان	۴	۲/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۳۶/۸۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۵۲۰۱۳/۹۷ <sup>ns</sup>	۱/۵۳ <sup>ns</sup>	۱۵۴۹/۰۰ <sup>ns</sup>	۱۹/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۱/۳۵ <sup>ns</sup>	۱/۳۵ <sup>ns</sup>
مکان × مقدار × زمان	۱۲	۳/۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۳۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۶۶۵۲۶/۷ <sup>ns</sup>	۴/۵۵ <sup>ns</sup>	۶۸۱/۳۶ <sup>ns</sup>	۲۸/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۶۶ <sup>ns</sup>	۱/۵۳ <sup>ns</sup>	۱/۵۳ <sup>ns</sup>	۱/۵۳ <sup>ns</sup>
خطا	۷۶	۱/۹۰	۰/۱۲	۸۸/۵۱	۱/۱۱	۱/۱۹	۰/۰۶	۲۲۵۲۶/۲	۱/۱۰	۲۸۲۴/۲۶	۱۴/۵۸	۰/۱۸	۱/۲۵	۸/۷۱	۱۰/۵۸	۸/۱۵
مجموع	۱۵/۵۰	۱۲/۹۲	۱۸/۱۵	۱۴/۶۱	۱۳/۰۷	۸/۶۱	۳/۶۰	۹/۳۱	۱۴/۰۸	۱۴/۴۱	۱۱/۴۱	۱۱/۴۱	۱۱/۴۱	۱۱/۴۱	۱۱/۴۱	۱۲/۸۵

ns و \*\* معنی دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر اصلی منطقه بر برخی صفات گلرنگ

بازایافت ظاهری نیتروژن	بازایافت فیزیولوژیک نیتروژن	کارایی نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی زراعی نیتروژن	شاخص برداشت	نسبت برداشت	نسبت روغن	عملکرد روغن	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰ دانه	تعداد طبق	تعداد دانه	ارتفاع بوته	درصد	نیترژن	فئوستن	درجه آزادی	منابع تغییر
۲۴/۲۶a	۱۳/۸۱ <sup>a</sup>	۱۳/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۵۳ <sup>a</sup>	۲۹/۵۹ <sup>a</sup>	۸۳۸/۱۵ <sup>a</sup>	۳۱/۰۳ <sup>a</sup>	۲۶۶۴/۵ <sup>a</sup>	۳/۶۷ <sup>b</sup>	۳/۲۴ <sup>a</sup>	۹/۴۱ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۹/۹۸a	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۹/۹۸a	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>	۵۹۷/۵ <sup>a</sup>
۲۰/۱۶b	۱۰/۸۷ <sup>b</sup>	۱۲/۲۶ <sup>b</sup>	۳/۰۶ <sup>b</sup>	۲۴/۶۳ <sup>b</sup>	۳۰۲/۸۳ <sup>b</sup>	۲۷/۴۳ <sup>b</sup>	۱۰۸۸/۸ <sup>b</sup>	۴/۹۷ <sup>b</sup>	۲/۴۸ <sup>b</sup>	۷/۲۸ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۷/۸۳b	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۷/۸۳b	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>	۴۳/۹۰ <sup>b</sup>

وجود حرف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می باشد.

افزایش در عملکرد دانه تابع افزایش در اجزای عملکرد بود. بدین معنی که افزایش در تعداد طبق، تعداد دانه در طبق و همچنین وزن دانه ناشی از مصرف نیتروژن سبب افزایش عملکرد نهائی دانه گردیدند (جدول ۵). مشابه این نتایج پیش از این توسط ابیادی و همکاران (۱) گزارش شده است. قابل ذکر است که کمترین درصد دانه‌های پوک از تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. به عبارت دیگر افزایش در میزان کود مصرفی سبب کاهش درصد دانه‌های پوک گردید (جدول ۵). بررسی‌های شارما و ورما (۳۴) نشان دادند که با مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه گلرنگ در مقایسه با سایر مقادیر مصرفی وجود دارد. نصر و همکاران (۲۹) گزارش کردند مصرف ۸۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای عملکرد مطلوب دانه و روغن گلرنگ مناسب است. گوبلز و ددیو (۱۷) اعلام کردند با مصرف نیتروژن، مقدار روغن دانه گلرنگ و رشد گیاهی افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. ورکینیون و ماسانینینی (۳۸) اعلام کردند که مصرف ۸۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش قابل توجه محصول گلرنگ شرایط آبی می‌گردد. بوهر (۳) اعلام نمود کاربرد سطوح مختلف نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه گلرنگ شده است. گزارش شده است که با افزایش ارتفاع و انشعاب در بوته، تعداد طبق در بوته که یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه در گلرنگ می‌باشد افزایش می‌یابد (۱۸). قابل ذکر است که تعداد دانه در طبق تحت تأثیر اثر متقابل مقدار و زمان مصرف نیتروژن یا به عبارت دیگر نحوه تقسیم کود قرار گرفت (جدول ۷)

درصد روغن و همچنین عملکرد روغن نیز همراه با افزایش مصرف کود افزایش چشمگیری نشان دادند (جدول ۷) افزایش درصد و عملکرد روغن می‌تواند ناشی از این حقیقت باشد که افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش فرایندهای متابولیکی در گیاه شده و سنتز روغن‌ها را تحریک نموده است، همچنین افزایش در رشد و افزایش در اجزای عملکرد که خود باعث

افزایش عملکرد دانه شده بودند سبب افزایش عملکرد روغن نیز گردیدند (۱). استیر و هاریگان (۳۵) گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد روغن در گلرنگ افزایش می‌یابد. شاخص برداشت نیز در اثر کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن تا حد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد اما مصرف بیشتر نیتروژن اثر معنی‌داری بر افزایش این شاخص نداشت (جدول ۵).

پارامترهای کارائی نیتروژن شامل کارائی زراعی نیتروژن، کارائی مصرف نیتروژن، کارائی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن متأثر از تیمارهای کودی روندی افزایشی را نشان دادند، به طوری که بالاترین مقدار این پارامترها از تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (جدول ۵). به دلیل این که بیشترین عملکرد در سطوح کودی ۱۸۰ کیلوگرم به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که میزان جذب نیتروژن نسبت به سطوح قبلی، در این سطح خیلی بیشتر بوده، بنابراین بیشترین کارائی زراعی نیتروژن، کارائی مصرف نیتروژن، کارائی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن نیز در این سطح حاصل شده است. گرو و همکاران (۱۶)، جماعتی ثمرین و همکاران (۲۱) و سعیدی و همکاران (۳۳) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند.

زمان مصرف کود تنها بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی فرعی، طول شاخه، تعداد طبق، وزن ۱۰۰ دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و کارائی زراعی نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین تعداد شاخه فرعی و شاخه فرعی فرعی زمانی به دست آمد که ۱/۳ کود در مرحله روزت و ۲/۳ باقیمانده در مرحله قبل از گل‌دهی استفاده شده بود. هرچند این تیمار تفاوت معنی‌داری را با تیمار ۲/۳ میزان کود در مرحله روزت و ۱/۳ کود در مرحله قبل از گل‌دهی نشان نداد (جدول ۶). بیشترین طول شاخه از تیمار ۱/۳-۲/۳-۰ و ۲/۳-۱/۳-۰ به دست آمد (جدول ۶). افزایش رشد رویشی زمانی که کود در مراحل مورد نیاز گیاه استفاده شود امری بدیهی است. کاربرد کود نیتروژنه در مراحل اولیه رشد به دلیل آبشویی و از دست رفتن نیتروژن تأثیری بر رشد گیاه نخواهد داشت اما چنانچه در



جدول ۵. مقایسه میانگین اثر سطوح کود نیتروژن بر برخی صفات گلرنگ

بارش‌های ظاهر نیتروژن (درصد)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد طبق	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد طبق	نسبت سبز (میانگین به نسبت به کمترین مقدار)	تفاوت در میانگین نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۱۸۸۲ <sup>d</sup>	۹/۹۵ <sup>d</sup>	۱۱/۰۳ <sup>d</sup>	۲/۵۴ <sup>d</sup>	۲۱/۶۶ <sup>c</sup>	۲۹۹/۴۴ <sup>d</sup>	۲/۳۲ <sup>d</sup>	۵/۲۰ <sup>d</sup>	۱/۶۶ <sup>d</sup>	۶/۸۶ <sup>c</sup>	۳۰	
۲۱/۲۲ <sup>c</sup>	۱۱/۵۷ <sup>c</sup>	۱۲/۳۸ <sup>c</sup>	۳/۵۵ <sup>c</sup>	۲۶/۸۳ <sup>b</sup>	۴۷۲/۱۳ <sup>c</sup>	۲/۶۹ <sup>c</sup>	۶/۵۰ <sup>c</sup>	۲/۴۱ <sup>c</sup>	۸/۵۳ <sup>b</sup>	۶۰	
۲۳/۶۳ <sup>b</sup>	۱۳/۱۲ <sup>b</sup>	۱۳/۶۱ <sup>b</sup>	۴/۲۸ <sup>b</sup>	۳۰/۲۴ <sup>a</sup>	۷۰۱/۴۷ <sup>b</sup>	۳/۰۹ <sup>b</sup>	۷/۸۰ <sup>b</sup>	۳/۱۹ <sup>b</sup>	۱۰/۱۶ <sup>a</sup>	۱۲۰	
۲۵/۲۶ <sup>a</sup>	۱۴/۴۳ <sup>a</sup>	۱۴/۳۹ <sup>a</sup>	۴/۸۰ <sup>a</sup>	۲۹/۸۱ <sup>a</sup>	۸۰۸/۹۳ <sup>a</sup>	۳/۳۰ <sup>a</sup>	۹/۴۳ <sup>a</sup>	۳/۶۴ <sup>a</sup>	۱۰/۱۶ <sup>a</sup>	۱۸۰	

وجود حرف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر اصلی زمان مصرف کود نیتروژن بر برخی صفات گلرنگ

کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	درصد روغن	دانه ۱۰۰ وزن (گرم)	تعداد طبق	زمان مصرف کود پایه- روزت- قبل گل‌هی
۳/۵۶ <sup>c</sup>	۲۸/۷۴ <sup>c</sup>	۲/۸۳ <sup>c</sup>	۶/۸۵ <sup>c</sup>	۰-۰-۱
۳/۶۸ <sup>bc</sup>	۲۸/۸۲ <sup>c</sup>	۲/۸۸ <sup>bc</sup>	۶/۹۵ <sup>bc</sup>	۰-۱-۰
۳/۸۷ <sup>bc</sup>	۲۹/۱۲ <sup>bc</sup>	۲/۸۳ <sup>bc</sup>	۷/۲۰ <sup>abc</sup>	۱/۳-۱/۳-۱/۳
۳/۸۹ <sup>ab</sup>	۲۹/۵۶ <sup>ab</sup>	۲/۹۱ <sup>ab</sup>	۷/۸۵ <sup>a</sup>	۱/۳-۲/۳-۰
۴/۰۵ <sup>a</sup>	۲۹/۹۰ <sup>a</sup>	۲/۹۹ <sup>a</sup>	۷/۵۰ <sup>ab</sup>	۲/۳-۱/۳-۰

وجود حرف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل مقدار و زمان مصرف نیتروژن بر صفات مختلف گلرنگ

مقدار نیتروژن	زمان مصرف (تقسیم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۳۰ کیلوگرم در هکتار	۰-۰-۱	۵۵/۵ <sup>f</sup>	۹/۵ <sup>i</sup>	۱۶۸۴/۵ <sup>e</sup>	۴۴۹/۵۲ <sup>f</sup>
	۰-۱-۰	۵۶/۳۳ <sup>f</sup>	۹/۵ <sup>i</sup>	۱۷۲۸/۸ <sup>de</sup>	۴۷۰/۷۲ <sup>ef</sup>
	۱/۳-۱/۳-۱/۳	۵۷/۳۳ <sup>f</sup>	۱۰/۱۶ <sup>hi</sup>	۱۷۵۱/۳ <sup>de</sup>	۴۷۸/۷۸ <sup>ef</sup>
	۱/۳-۲/۳-۰	۵۸/۳۳ <sup>f</sup>	۱۰/۵ <sup>ghi</sup>	۱۷۶۰/۲ <sup>de</sup>	۴۹۲/۸۵ <sup>ef</sup>
	۲/۳-۱/۳-۰	۵۹/۱۶ <sup>f</sup>	۱۰/۸۳ <sup>fghi</sup>	۲۰۲۳/۰ <sup>d</sup>	۵۷۲/۹۵ <sup>e</sup>
	۰-۰-۱	۷۰/۱۶ <sup>ef</sup>	۱۱/۸۳ <sup>efghi</sup>	۲۶۱۷/۵ <sup>c</sup>	۷۹۷/۷۹ <sup>d</sup>
۶۰ کیلوگرم در هکتار	۰-۱-۰	۷۲/۵ <sup>ef</sup>	۱۱/۸۳ <sup>efghi</sup>	۲۶۵۲/۰ <sup>c</sup>	۸۰۱/۰۶ <sup>d</sup>
	۱/۳-۱/۳-۱/۳	۷۴/۸۳ <sup>def</sup>	۱۲/۰ <sup>efghi</sup>	۲۷۰۹/۳ <sup>c</sup>	۸۱۹/۶۲ <sup>d</sup>
	۱/۳-۲/۳-۰	۷۶/۸۳ <sup>def</sup>	۱۲/۵ <sup>defghi</sup>	۲۷۲۱/۳ <sup>c</sup>	۸۳۵/۷۴ <sup>d</sup>
	۲/۳-۱/۳-۰	۸۱/۶۶ <sup>cde</sup>	۱۲/۸۳ <sup>defghi</sup>	۲۷۴۰/۳ <sup>c</sup>	۸۵۲/۳۴ <sup>d</sup>
	۰-۰-۱	۸۸/۰ <sup>bcde</sup>	۱۳/۳۳ <sup>cdefg</sup>	۳۸۴۱/۸ <sup>b</sup>	۱۱۹۹/۹۶ <sup>c</sup>
	۰-۱-۰	۸۹/۵ <sup>abcde</sup>	۱۳/۵ <sup>bcdef</sup>	۳۸۸۶/۸ <sup>b</sup>	۱۲۱۹/۳۹ <sup>c</sup>
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۱/۳-۱/۳-۱/۳	۹۰/۶۶ <sup>abcde</sup>	۱۴/۰ <sup>bcde</sup>	۳۹۰۲/۳ <sup>b</sup>	۱۲۳۸/۳۰ <sup>c</sup>
	۱/۳-۲/۳-۰	۹۱/۳۳ <sup>abcde</sup>	۱۴/۳۳ <sup>abcde</sup>	۳۹۴۱/۷ <sup>b</sup>	۱۲۶۵/۸۳ <sup>bc</sup>
	۲/۳-۱/۳-۰	۹۴/۵ <sup>abcd</sup>	۱۴/۳۳ <sup>abcde</sup>	۳۹۶۶/۳ <sup>b</sup>	۱۲۸۸/۸۱ <sup>bc</sup>
	۰-۰-۱	۹۶/۳۳ <sup>abcd</sup>	۱۵/۱۶ <sup>abcd</sup>	۴۳۶۶/۰ <sup>a</sup>	۱۳۷۰/۲۷ <sup>ab</sup>
	۰-۱-۰	۱۰۰/۸۳ <sup>abc</sup>	۱۵/۸۳ <sup>abc</sup>	۴۴۱۳/۳ <sup>a</sup>	۱۳۷۲/۵۵ <sup>ab</sup>
	۱/۳-۱/۳-۱/۳	۱۰۳/۵ <sup>ab</sup>	۱۵/۸۳ <sup>abc</sup>	۴۴۵۴/۲ <sup>a</sup>	۱۴۱۰/۵۸ <sup>a</sup>
۱۸۰ کیلوگرم در هکتار	۱/۳-۲/۳-۰	۱۰۶/۸۳ <sup>ab</sup>	۱۶/۳۳ <sup>ab</sup>	۴۴۸۱/۷ <sup>a</sup>	۱۴۲۲/۲۳ <sup>a</sup>
	۲/۳-۱/۳-۰	۱۰۹/۸۳ <sup>a</sup>	۱۷/۰ <sup>a</sup>	۴۵۳۴/۸ <sup>a</sup>	۱۴۳۲/۰۷ <sup>a</sup>

وجود حرف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد.

روغن، عملکرد روغن و کارائی زراعی نیتروژن از این تیمار به‌دست آمد (جدول ۶). آبشویی و هدر روی نیتروژن دلیل اصلی این امر می‌باشد درحالی‌که زمانی‌که کود در مراحل بعدی به‌کار رفته بود منجر به رشد بیشتر و تولید گل بیشتر در گیاهان شده بود. کراوفورد و کارت رایت (۸) نیز زمان مناسب مصرف کود سرک نیتروژن را مراحل نموی ساقه که نیاز شدیدی به نیتروژن دارد و مرحله ظهور گل‌ها معرفی کرده‌اند، به‌نظر می‌رسد فراهمی نیتروژن با کاربرد تقسیمی آن در نهایت منجر به افزایش تعداد گل‌های بارور شود. چنان‌که در این تحقیق نیز مشاهده شد

مراحلی مانند روزت و یا مرحله اوج رشد رویشی و یا قبل از گل‌دهی به‌کار برده شود سبب افزایش رشد رویشی و در نهایت عملکرد گیاه خواهد شد. بنا بر گزارش مصدق و اسمیت (۲۷) مصرف نیتروژن در شروع رشد مرحله ساقه، تحریک توسعه سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی را به‌دنبال خواهد داشت، که افزایش سطوح فتوسنتزی در اثر فراهمی نیتروژن در این مراحل از عوامل موثر افزایش عملکرد به‌شمار می‌رود.

کمترین تعداد طبق مربوط به تیماری بود که تمام کود در زمان کاشت به‌کار رفته بود هم‌چنین کمترین وزن دانه، درصد

جدول ۸ همبستگی بین صفات مختلف گلرنگ تحت تأثیر منطقه، سطوح نیتروژن و زمان مصرف نیتروژن

صفات	رگرسیون	درصد نیتروژن	میانگین ارتفاع	تعداد طبقه	تعداد درخت	تعداد دانه در هر طبقه	وزن ۱۰۰ دانه	تعداد دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	شاخص برداشت	نیتروژن کارایی زراعی	نیتروژن کارایی مصرف	نیتروژن کارایی فیزیولوژیک	نیتروژن کارایی بازافت
فئوستر	۱															
درصد نیتروژن	۰/۴۹**	۱														
ارتفاع بوته	۰/۵۳**	۰/۴۰**	۱													
تعداد طبقه	۰/۵۸**	۰/۵۲**	۰/۹۳**	۱												
تعداد دانه در طبقه	۰/۴۸**	۰/۴۸**	۰/۸۱**	۰/۹۰**	۱											
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۵۱**	۰/۵۲**	۰/۶۳**	۰/۳۰**	۰/۰۸NS	۱										
عملکرد دانه	۰/۶۰**	۰/۴۷**	۰/۶۲**	۰/۸۵**	۰/۶۳**	۰/۵۱**	۱									
درصد روغن	۰/۵۷**	۰/۵۷**	۰/۱۰**	۰/۶۷**	۰/۱۷**	۰/۸۰**	۰/۵۹**	۱								
عملکرد روغن	۰/۶۲**	۰/۴۹**	۰/۵۸**	۰/۷۲**	۰/۵۹**	۰/۵۷**	۰/۹۹**	۰/۶۷**	۱							
شاخص برداشت	۰/۴۷**	۰/۳۲**	۰/۷۰**	۰/۶۴**	۰/۷۳**	۰/۱۹*	۰/۵۰**	۰/۴۷**	۰/۱۳NS	۰/۴۷**	۰/۴۷**	۱				
کارایی زراعی نیتروژن	۰/۳۳**	۰/۵۸**	۰/۶۳**	۰/۶۷**	۰/۵۵**	۰/۶۹**	۰/۷۰**	۰/۴۸**	۰/۷۰**	۰/۴۸**	۰/۷۰**	۰/۷۰**	۱			
کارایی مصرف نیتروژن	۰/۲۱**	۰/۲۲**	۰/۸۷**	۰/۷۷**	۰/۸۱**	۰/۷۰**	۰/۳۵**	-۰/۲۴**	۰/۳۵**	-۰/۲۴**	۰/۲۹**	۰/۲۹**	۰/۵۲**	۱		
کارایی فیزیولوژیک نیتروژن	۰/۴۷**	۰/۳۲**	۰/۹۵**	۰/۹۰**	۰/۸۴**	۰/۲۱*	۰/۶۰**	۰/۷۷NS	۰/۶۰**	۰/۷۷NS	۰/۵۶**	۰/۷۴**	۰/۶۷**	۰/۹۰**	۱	
بازافت ظاهری نیتروژن	۰/۷۲**	۰/۵۱**	۰/۸۳**	۰/۷۵**	۰/۴۹**	۰/۵۹**	۰/۶۹**	۰/۴۶**	۰/۴۶**	۰/۴۶**	۰/۶۲**	۰/۴۳**	۰/۶۱**	۰/۴۳**	۰/۶۷**	۱

NS و \*\*\* معنی دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار

همبستگی معنی داری بین درصد روغن و شاخص برداشت و درصد روغن و کارائی فیزیولوژیک نیتروژن وجود ندارد. هرچند عملکرد روغن با کارائی زراعی نیتروژن، کارائی مصرف نیتروژن، کارائی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد. شاخص برداشت با پارامترهای کارائی نیتروژن همبستگی مثبت و معنی داری داشت. علاوه بر این پارامترهای کارائی نیتروژن نیز با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی داری داشتند.

### نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که اثر سطوح کود نیتروژن بر تمام صفات اندازه گیری شده معنی دار بوده است اما در برخی صفات تفاوت معنی داری بین سطوح ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که می توان با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به حداکثر عملکرد دست پیدا کرد. در مورد زمان مصرف کود، در مجموع می توان این طور نتیجه گیری کرد که بهترین روش کوددهی به صورت تقسیط بوده، به طوری که بیشتر کود در مرحله روزت و یا قبل از گل دهی مورد استفاده قرار گیرد. در منطقه شبستر به علت شوری بالای خاک جذب و فراهمی نیتروژن کاهش می یابد. در مجموع تیمار برتر، تیمار ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن و به صورت تقسیط شده (۱/۳-۲/۳-۰ یا ۲/۳-۱/۳-۰) می باشد.

### سپاسگزاری

این مقاله قسمتی از پروژه تحقیقاتی بهینه سازی توصیه کودی نیتروژن برای ارقام جدید گلرنگ به شماره ۱۴-۵۴-۱۰-۹۱۵۳-۹۱۰۰۲ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می باشد که بدین وسیله تشکر و قدردانی می گردد.

که با تقسیط نیتروژن تعداد طبق ها افزایش یافت و حداکثر این مقدار با تقسیط نیتروژن به دست آمد. پومر و فینک (۳۱) نیز افزایش تعداد ساقه های بارور را با تقسیط نیتروژن گزارش کردند. قابل ذکر است در تمام موارد تفاوت معنی داری بین دو تیمار ۱-۰-۰ و ۱-۰-۱ مشاهده نشد. به طور مشابه تیمار ۱/۳-۲/۳-۰ و ۲/۳-۱/۳-۰ نتایج مشابهی را نشان دادند (جدول ۶).

همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری بین میزان فتوسنتز و صفات مورد بررسی به جز درصد دانه های پوک وجود دارد. همچنین درصد نیتروژن و پتاسیم با بقیه صفات همبستگی مثبت و معنی دار نشان دادند. ارتفاع بوته با تمام صفات همبستگی مثبت داشت. به طور مشابه تعداد شاخه های فرعی، اما با این تفاوت که این صفت با درصد دانه های پوک و درصد روغن همبستگی نشان نداد. تعداد شاخه های فرعی فرعی نیز همبستگی مثبت و معنی داری را با صفات مورد مطالعه نشان داد. طول شاخه با شاخص برداشت، کارائی زراعی نیتروژن و کارائی مصرف نیتروژن همبستگی نداشت اما با بقیه صفات به جز درصد دانه های پوک به طور مثبت و معنی داری همبسته بود. تعداد طبق با درصد دانه های پوک همبستگی منفی داشت در حالی که تعداد دانه در طبق با وزن دانه و درصد دانه های پوک همبستگی نداشت هرچند با بقیه صفات همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد. وزن هزار دانه تنها با درصد دانه های پوک همبستگی منفی داشت. صفت درصد دانه های پوک با اکثر صفات همبستگی منفی نشان داد. همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و درصد و عملکرد روغن و همچنین کارائی زراعی نیتروژن، کارائی مصرف نیتروژن، کارائی فیزیولوژیک نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن به دست آمد. همبستگی مثبت مشاهده شده بین عملکرد و تعداد طبق در این آزمایش پیش از این توسط ابیادی و همکاران (۱) گزارش شده است. نتایج همچنین نشان داد که

## منابع مورد استفاده:

1. Abbadi, J., J. Gerendás and B. Sattelmacher. 2007. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant and Soil* 306(1-2) 167-180.
2. Abel, G. H. 1976. Effects of irrigation regimes. Planting dates, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. *Agronomy Journal* 68: 448- 451.
3. Bohra, J. S. 1995. Effect of nitrogen, planting pattern and population on productivity of safflower + Indian rape intercropping. *Agronomy* 51: 371-373.
4. Bybordi, A. 2006. Safflower Plant Nutrition. Parivar Publication. Tabriz. Iran. (In Farsi).
5. Bybordi, A. 2007. Effects of Nitrogen and phosphorus rates on cultural Circumstances, grain yield and fat contents. *Pajouhesh & Sazandegi* 80: 186 – 194. (In Farsi).
6. Chaker-alhoseini, M. 2006. Effects of nitrogen and phosphorous on qualitative and quantitative yield of safflower under conditions of semitropical and dry land farming. *Journal of Soil and Water Science* 20(1):17-25.
7. 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.
8. Craufurd, A. and P. M. Cartwright. 1989. Effects of photoperiod and chlormequat on apical development and growth in spring wheat. *Annals of Botany* 63:512-525.
9. Del Poso, A., P. Perez, D. Gutierrez, A. Alonso, R. Morcuende and R. Martinez- arrasco. 2007. Gas exchange acclimation to elevated CO<sub>2</sub> 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.
10. Dordas, C. and C. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Field Crop Research* 27: 75-85.
11. Dwivedi, S., H. Upadhyaya and D. Hegde. 2005. Development of core collection using geographic information and morphological descriptors in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. *Crop Evolution* 52: 821-830.
12. 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.
13. Forozan, K. 2000. Safflower. Oilseed Cultivation and Development, Special Body corporate Publisher, Tehran, Iran. (In Farsi).
14. Gharaaty, L. 2006. Effect of nitrogen fertilizer rate on yield and yield component of safflower. MSc. Thesis, Isfahan Industrial University, Faculty of Agriculture. Isfahan. (In Farsi)
15. Gilbert, N. W. and T. C. Tucker. 1987. Growth, yield and yield components of safflower as affected by source, rate, and time of application of nitrogen. *Agronomy Journal* 59: 54-56.
16. Grove, T. L., K. D Ritchey and G. C Naderman. 1980. Nitrogen fertilization of maize on an Oxisol of the Cerrado of Brazil. *Agronomy Journal* 72: 261-265.
17. Gubbles, G. H. and W. Dedio. 2004. Effect of plant density and soil fertility and oil seed safflower genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 66: 521-527.
18. Hashim, R. M. and A. A. schinter. 1988. semidwarf and conventional height sunflower performance at fire plant population. *Agronomy Journal* 80: 821-829.
19. 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.
20. Heydari, S. and M. T. Asad. 1998. Effect of irrigation regimes, nitrogen rates and plant density on safflower yield in Arsanjan region. 5<sup>th</sup> Congress in Agronomy and Plant Breeding. Iran. *Seed and Plant Improvement Institute*. P: 485. (In Farsi).
21. Jamaati-e-Somarin, Sh., A. Tobeh, M. Hassanzadeh, M. Saeidi, A. Gholizade and R. Zabihi-e-Mahmoodabad. 2008. Effects of different plant density and nitrogen application rate on nitrogen use efficiency of potato tuber. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11: 1949-1952.
22. Johnston, A. M., D. L. Tanaka, P. R. Miller, S. A. Brandt, D. C. Nielsen, G. P. Lafond and N. R. Riveland. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 231–240.
23. 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.
24. Khademi, Z., M. J. Malakouti, H. Rezaee and P. Mohajer-Milani. 2000. Canola Nutrition. Agriculture Teaching Publishing. Karaj. (In Farsi).
25. Khajehpour, M. R. 1993. Industrial Plant Production. Jihade Daneshgahy Publishing. Isfahan Industrial Univeristy. Isfahan. (In Farsi)
26. Marschner. H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. U.S.A.

27. Mosseddeq, F. and D. M. Smith. 1994. Timing of nitrogen application to enhance spring wheat yield in Mediterranean climate. *Agronomy Journal* 86:221-226.
28. 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.
29. 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.
30. Omid, H., A. Soroushadeh, A. Salehi and F. A. D. Ghezeli. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. *Agricultural Sciences and Technology* 19(2):125-136.
31. Pommer, G. and K. Fink. 1993. Adjusting the second nitrogen application for winter wheat to the development of spike primordia on the main stem. *Field Crop Abstracts* 46(8011):1014.
32. Rahimizadea, M., A. Zarea Feyzabadi and A. Kashani. 2011. Nitrogen agronomic efficiency in wheat-based double cropping systems under different rate of nitrogen and return of crop residue. *Iranian Field Crop Research* 9 (2): 211-221. (In Farsi).
33. Saeidi, M., A. Tobeh, Y. Raei, M. Hassanzadeh, S. H. Jamaati-e-Somarin and A. Rohi. 2009. Investigation of tuber size and nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of potato tuber, cultivar Agria. *Research Journal of Environmental Sciences* 3: 88-95.
34. Sharma, K. and A. Verma. 2002. Effect of plant population and row spacing on sunflower agronomy. *Canadian Journal of Plant Science* 75 491-499.
35. 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.
36. Taize, L. and L. Zeigher. 2010. Plant Physiology. Translated by Kafi, M et al. Jihade Daneshgahy Publishing. Mashhad. (In Farsi)
37. Weiss, E. 2000. Oilseed Crops. Blackwell Publishing Limited, London, UK .
38. Werkniven, C. H. E. and F. Massantini. 1967. Effect of phosphorus and nitrogen placement on safflower growth and phosphorus absorbtion. *Agronomy Journal* 59: 169-171
39. 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.
40. Zhao, D., R. K. Reddy, V. G. Kakani, 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.