بررسی میزان و نحوه مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

کامران میرزاشاهی*[۱] و فریدون نورقلی‌پور[۲]

۱) استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

۲) استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول: **kamranmirzashahi@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۸**

چکیده

مدیریت کود نیتروژن برای تولید اقتصادی کلرنگ از اولویت خاصی برخوردار است. افزایش کارایی این عنصر علاوه بر افزایش سود اقتصادی، موجب کاهش آلودگی محیط‌زیست نیز می‌شود. بنابراین آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد طی دو سال(۱۳۹۱ و ۱۳۹۳) اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل چهار مقدار نیتروژن خالص صفر شاهد (بدون مصرف نیتروژن)، ۶۰ ، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و چهار سطح زمان مصرف نیتروژن به‌صورت تقسیط شده (مصرف تماماً هنگام کاشت T1، مصرف دو سوم هنگام کاشت و یک سوم شروع ساقه‌دهی T2، مصرف یک سوم هنگام کاشت و دو سوم شروع ساقه‌دهی T3 و مصرف یک سوم هنگام کاشت، یک سوم شروع ساقه‌دهی و یک سوم اوایل گلدهی T4) بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش تیمارها بر ارتفاع بوته، تعداد طبق بارور در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد روغن ، کارایی مصرف و جذب نیتروژن توسط دانه معنی دار بود. اثر اصلی نیتروژن بر تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن و کارایی جذب نیتروژن معنی دار گردید. همچنین، اثر اصلی تقسیط بر تعداد دانه در طبق، درصد روغن و کارایی جذب نیتروژن معنی دار بود. برهمکنش تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد(بدون مصرف نیتروژن)حاکی از افزایش عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن بود. از طرفی، با افزایش مصرف نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد و نیز با تقسیط دو و سه مرحله ای آن (T2، T3 وT4) به‌ترتیب شاخص‌های کارایی نیتروژن کاهش و افزایش نشان داد. بنابراین، با توجه به شرایط اجرای این آزمایش و محاسبه نسبت فایده به هزینه، مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در هر بار یک سوم (T4) با عملکرد دانه ۲۲۲۶ کیلوگرم در هکتار و بیشترین نسبت فایده به هزینه (۴۳/۱۸) و کارایی مصرف نیتروژن (۳۱ کیلوگرم در کیلوگرم) توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، روغن و کود شیمیایی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

مقدمه

استفاده بهینه از کودهای شیمیایی به‌خصوص نیتروژن به‌عنوان ضروری‌ترین عنصر کودی مورد نیاز گیاه، یکی از مهمترین رویکردهای تولید به‌شمار می‌رود. مقدار مصرف بهینه نیتروژن به‌عوامل زیادی از جمله میزان نیترات موجود در خاک، زمان مصرف، مدیریت مزرعه، شرایط آب و هوایی، مدیریت آبیاری و کشت قبلی بستگی دارد (Stevens *et al.*, 2008). همچنین به‌دلیل پایین بودن جذب این عنصر که به‌طور متوسط در سطح جهانی ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد، هرگونه افزایش در کارایی مصرف نیتروژن منجربه کاهش هزینه‌ها و افزایش سود اقتصادی می‌شود (Arregui and Quemada, 2008). پاسخ گیاه گلرنگ به نیتروژن به‌طور کلی بیشتر از سایر عناصر غذایی است، به‌طوری که استفاده از کودهای نیتروژن‌دار در این گیاه می‌تواند از طریق اثر بر اجزای عملکرد (تعداد بوته در متر مربع، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) منجربه افزایش عملکرد دانه گردد (Mundel *et al.*, 2004). بررسی اثر کاشت، مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر گلرنگ در رقابت با علف‌های هرز نشان داد که بیشترین عملکرد روغن (۵۰/۲۵ گرم در متر مربع) از کاربرد ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تقسیط سه مرحله‌ای به‌دست آمد (فولادوند و یدوی، ۱۳۹۴). همچنین، در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن خالص (۵۰، ۷۵ و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و روش‌های تقسیط، مشخص گردید که بهترین تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در دو مرحله (۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد شروع ساقه‌دهی) و یا در سه مرحله (۲۵ درصد هنگام کاشت،۵۰ درصد شروع ساقه‌دهی و ۲۵ درصد اوایل گلدهی) از حیث دستیابی به بیشترین عملکرد روغن گلرنگ بود (میرشکاری و صیامی، ۱۳۹۵). بررسی پاسخ خصوصیات زراعی گلرنگ به زمان، مقدار و روش مصرف نیتروژن نشان داد که صفات زراعی مورد بررسی از جمله عملکرد دانه و شاخص برداشت غوزه و نیز کارایی مصرف نیتروژن با افزایش کود نیتروژن از ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌طور معنی‌داری کاهش داشت (میرزاخانی، ۱۳۹۶). همچنین در مطالعه ای مقدار۱۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار با تقسیط سه مرحله‌ای (هر بار یک سوم هنگام کاشت، روزت و قبل از گلدهی) در منطقه کرمان برای دستیابی به عملکرد بهینه گزارش گردید (نقوی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج به‌دست آمده در یک پژوهش نشان داد که مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار سبب دستیابی به عملکرد مطلوب دانه و روغن گلرنگ گردید (Ghasemi *et al.*, 2012). بررسی مقادیر مختلف نیتروژن خالص (۴۰،۰ ، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) مشخص نمود که بیشترین میزان عملکرد دانه و روغن گلرنگ از تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۱۶۱۰ و ۵۹۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (Ashraf and Gamalat, 2013). همچنین، بررسی سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه گلرنگ در مناطق دیم نشان داد که بهترین تیمار نیتروژن و فسفر برای دستیابی به عملکرد بهینه در مراغه به ترتیب ۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و در سرارود ۶۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

(Haghighat Malek and Ferri, 2014). مطالعه‌ای صورت گرفته درخصوص تامین بهینه نیتروژن و زمان مناسب کاربرد آن نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه گلرنگ با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه مرحله (هنگام کاشت، شروع ساقه‌دهی و اوایل گلدهی) حاصل شد (Flemmer *et al*., 2015). همچنین در یک آزمایش، بیش‌ترین عملکرد دانه گلرنگ با کاربرد۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار گزارش گردید (Edalat *et al*., 2016). نتایج به‌دست آمده از بررسی کاربرد مقادیر مختلف کود اوره با و بدون کودهای زیستی دلالت بر این داشت که بیشترین عملکرد دانه گلرنگ از مصرف ۱۲۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم اوره در هکتار توام با آغشته نمودن بذر با کودهای زیستی حاصل گردید (Seyed Sharifi *et al*., 2017). همچنین در یک بررسی، بیش‌ترین عملکرد دانه گلرنگ (۴۳۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم از مصرف توامان به ترتیب ۱۵و۱۸ کیلوگرم نیتروژن و فسفر خالص در هکتار و ۲۰۰۰ کیلوگرم کود حیوانی در هکتار گزارش شد (Afzal *et al*., 2017). افزون بر این، پایین بودن کارایی نیتروژن به‌دلیل هدر رفت آن از طرق نیترات زدایی، آبشویی و تصعید می باشد (Tilman *et al*., 2002). تعیین مقدار دقیق کود مورد نیاز محصول، مصرف به موقع کود از لحاظ زمان و تقسیط آن با توجه به مراحل رشد گیاه، نوع کود، اصلاح گیاهی و انتخاب سامانه‌های مناسب کشت از جمله راه‌های افزایش کارایی نیتروژن می باشد (Grant and Entz, 2006; Chen *et al*., 2017). همچنین، بر افزایش کارایی مصرف نیتروژن در هنگام تقسیط کود اشاره و گزارش شد که عواملی که موجب تسهیل در جذب نیتروژن شود کارایی مصرف آن را بالا می‌برد (Zemenchik and Albrecht, 2002). علاوه بر این، بسته به سطح حاصلخیزی اولیه خاک، تقسیط کود نیتروژن در مقایسه با مصرف یک مرحله ای نیتروژن منتج به افزایش بیشتر بازیابی نیتروژن و نیز عملکرد دانه خواهد شد (Dordas Sioulas, 2008; Tedone *et al*., 2014). از این‌رو، با توجه به اثر گذاری مقدار و زمان مصرف کودهای نیتروژن بر کارایی استفاده از آن، افزایش کارایی نیتروژن همگام با کاهش میزان مصرف آن به موازات بهبود تولید برای ارتقای درآمد کشاورزان، کاهش پتانسیل آلودگی‌های محیط‌زیست و نیز کم نمودن میزان انرژی مورد نیاز برای تولید کودهای نیتروژن حائز اهمیت است (Manlou *et al*., 2008). همچنین، در راستای کاهش وابستگی به واردات روغن و لزوم توجه به گسترش زراعت گلرنگ به همین منظور تعیین خصوصیات کمی و کیفی این گیاه در پاسخ به مدیریت بهینه عناصر غذایی از جمله نیتروژن در هر منطقه با ویژگی‌های مشخص و متفاوت، اجرای این پژوهش را ضروری می‌سازد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد (دزفول) طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ و در مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۸۲ از سطح دریا بر روی یک خاک سری Clayey, mixed, Hyperthermic- Aridic Haplustepts انجام شد. بر اساس داده‌های ایستگاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

هواشناسی واقع در مرکز این منطقه با ۳۴۵ میلی‌متر بارندگی سالانه بر اساس معیار دومارتن دارای رژیم آب و هوایی نیمه خشک و متوسط دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد است. ابتدا قطعه زمینی انتخاب و بعد از عملیات تهیه زمین (آبیاری اولیه، دیسک و تسطیح) نقشه طرح در محل مورد نظر پیاده و یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و آزمایش‌های لازم مطابق با دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند (علی احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). نتایج تجزیه خاک نشان داد که خاک مورد آزمایش فاقد شوری (کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر) و از نظر کربن آلی و به تبع آن نیتروژن کل خاک فقیر بود، زیرا مقدار مواد آلی، کربن آلی خاک که عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن محسوب می‌شود در مناطق خشک و نیمه خشک و از جمله در منطقه مورد مطالعه ناچیز است (میرزاشاهی، ۱۳۹۶). افزون بر این، درصد کربنات کلسیم معادل بالا و مقادیر فسفر و پتاسیم قابل استفاده پایین بود (جدول ۱).

جدول ۱: متوسط برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	بافت	اسیدیته (گل اشباع)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی	T.N.V	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	مس	منگنز
				(درصد)			(میلی گرم بر کیلوگرم)					
۰-۳۰	C.L	۷/۷۹	۱/۱۵	۰/۶۲	۴۷/۲۵	۸۵۰	۷/۱۸	۱۶۲	۱/۲۵	۵/۸	۰/۷۸	۳/۳

هر عدد میانگین سه تکرار است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیب چهار مقدار نیتروژن خالص (بدون مصرف نیتروژن شاهد، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره) و چهار زمان مصرف نیتروژن به‌صورت تقسیط شده (مصرف تماماً هنگام کاشت "T1(1)"، دو سوم هنگام کاشت و یک سوم شروع ساقه دهی"T2(2,1)"، یک سوم هنگام کاشت و دو سوم شروع ساقه دهی "T3(1,2)" و یک سوم هنگام کاشت، یک سوم شروع ساقه دهی و یک سوم اوایل گلدهی"T4(1,1,1)") بودند. کاشت بذر گلرنگ (رقم گلدشت) با تنظیم کارنده آزمایشی چغندرقند و به‌صورت ردیفی با فاصله بین ردیف ۶۱ سانتی‌متر و فاصله پنج سانتی‌متر بین بوته‌ها صورت پذیرفت. بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم هر کدام به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تماماً هنگام کاشت و نیز مقادیر نیتروژن مطابق تیمارها مصرف شدند. نحوه کاربرد کودهای شیمیایی به‌صورت خاک کاربرد و مخلوط با خاک سطحی صورت گرفت. ابعاد هر کرت (۱۸/۳ متر مربع شش خط به‌طول پنج متر با فاصله ۶۱ سانتی‌متری) بود. برای جلوگیری از تداخل خاک کرت‌های مجاور، بین هرکرت دو متر و هم‌چنین بین تکرارها پنج متر فاصله درنظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت نشتی وکنترل شده به‌وسیله سیفون انجام گردید. سایر مراقبت های لازم زراعی در طول دوره رشد صورت گرفت. ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ساقه از محل طوقه تا زیر گل‌آذین اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

قبل از برداشت از هر تکرار تعداد طبق های بارور در متر مربع (در سه کادر یک متر مربعی از هر کرت و تعداد دانه‌های پر (با شمارش دانه‌های پر در ۲۰ طبق) و پس از برداشت وزن هزار دانه (با سه بار شمارش از سه گروه تصادفی هزار دانه‌ای در هر کرت) محاسبه شدند. عمل برداشت محصول پس از حذف اثر حاشیه و نیم متر از بالا و پایین هر کرت بر روی چهار خط وسط به طول چهار متر انجام گردید. در نهایت ارتفاع بوته، تعداد طبق بارور در متر مربع، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، جذب نیتروژن توسط دانه (حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد نیتروژن دانه) و شاخص‌های کارایی نیتروژن اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه کارایی مصرف و جذب نیتروژن بر حسب کیلوگرم در کیلوگرم از رابطه‌های ۱ و ۲ استفاده گردید (Sisson *et al.*, 1991):

رابطه۱ :
$$\text{کارایی مصرف نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{کل نیتروژن در دسترس}}$$

رابطه۲ :
$$\text{کارایی جذب نیتروژن} = \frac{\text{نیتروژن جذب شده}}{\text{کل نیتروژن در دسترس}}$$

نیتروژن در دسترس بر حسب کیلوگرم در هکتار عبارت است از مجموع نیتروژن کودی به‌علاوه نیتروژن قابل جذب خاک (مجموع نیتروژن نیتراتی و آمونیاکی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری که پس از تبدیل به نیتروژن خالص در هکتار در تیمارهای بدون مصرف کود نیتروژن محاسبه شدند). به این صورت که میانگین مجموع "یون های نیترات و آمونیوم" در سال اول و دوم که به ترتیب ۷/۱ و ۹/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود، با محاسبه وزن یک هکتار خاک به عمق ۳۰ سانتی متر و جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب به کیلوگرم در هکتار و سپس با احتساب جرم مولکولی یون‌های نیترات و آمونیوم برای تبدیل نمودن به نیتروژن خالص، میزان نیتروژن قابل جذب خاک در سال اول و دوم به ترتیب ۱۰ و ۱۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی نیز با عصاره‌گیری خاک با کلرور پتاسیم دو مولار و با استفاده از اکسید منیزیم و پودر آلیاژ دواردو انجام گردید (Mulvaney, 1996). مقدار روغن دانه گلرنگ با استفاده از روش استخراج پیوسته سوکسله اندازه‌گیری شد (حسینی ،۱۳۶۹). برای بررسی اقتصادی نتایج از نسبت فایده به هزینه (درآمد ناشی از افزایش عملکرد محصول در هر تیمار نسبت به تیمار شاهد به هزینه کود نیتروژن مصرفی در هر تیمار) استفاده گردید (زرین کفش، ۱۳۶۸). پس از اطمینان از همگنی واریانس ها با استفاده از آزمون بارتلت، تجزیه واریانس مرکب نتایج صورت گرفت. نتایج در هر سال مورد تجزیه واریانس ساده و در پایان دو سال نیز تجزیه واریانس مرکب آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.47.4.8]

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس دو ساله نشان داد که برهم‌کنش تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها نشان داد که در تقسیط‌های مختلف با افزایش نیتروژن مصرفی، در مقایسه با تیمار عدم مصرف نیتروژن ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین ارتفاع بوته به میزان ۱۱۴ سانتی‌متر از تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تیمارهای T3 (مصرف به‌صورت یک سوم هنگام کاشت و دو سوم شروع ساقه‌دهی) و T4 (مصرف هر بار به‌میزان یک سوم"هنگام کاشت، شروع ساقه دهی و اوایل گلدهی") به‌دست آمد که حدود ۲۱ سانتی‌متر از میانگین ارتفاع بوته در تیمار شاهد بیشتر بود. همچنین در هر سطح از نیتروژن مصرفی، تقسیط دو و سه بار نیتروژن نسبت به مصرف تمامی نیتروژن منجربه افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید (شکل ۱). بنابراین زمانی که مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن محدود کننده نباشد و این عنصر در زمان های مناسب با حداکثر نیاز گیاه مصرف شود، افزایش رشد سلول‌ها در ساقه و به‌تبع آن فاصله میان گره‌ها می‌تواند افزایش ارتفاع گیاه را باعث شود (Gunter and Ovodov, 2005). هم‌چنین گزارش شد که چنانچه نیتروژن به میزان مکفی توسط گیاه جذب شود، انتقال مواد آلی (اسیدهای آمینه، آمیدها و ترکیبات مشابه) حاصل از احیاء بیشتر به شاخه‌ها منتقل و این امر در نهایت موجب افزایش رشد رویشی می‌شود (Ismael and Othman, 1995) . نتایج مشابه‌ای در ارتباط با تاثیر نیتروژن بر افزایش ارتفاع گیاه گلرنگ گزارش شده است (Eryigit *et al.*, 2015).

تعداد طبق بارور در متر مربع

نتایج، حاکی از اثر معنی‌دار برهم‌کنش نیتروژن و تقسیط در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت مزبور بود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها، با مصرف نیتروژن و به خصوص با اعمال دو و سه مرحله‌ای مصرف کود نیتروژن تعداد طبق بارور در متر مربع به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. به‌طوری که، بیشترین تعداد طبق بارور در متر مربع (۲۰۱ عدد) از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تقسیط سه مرحله‌ای (T4) به‌دست آمد. درصد افزایش تعداد طبق بارور در متر مربع بر مبنای حصول به بیش‌ترین تعداد این صفت (۲۰۱ عدد) نسبت به تیمار بدون مصرف نیتروژن (شاهد) با میانگین تعداد طبق بارور در متر مربع (۹۶ عدد)، بیش از ۱۰۰ درصد بود. تیمار کودی T4-۱۲۰به دلیل سطح تقسیط مطلوب نیتروژن و بهبود دسترسی گیاه گلرنگ به این عنصر در مراحل حساس رشدی منجربه چنین افزایش معنی‌داری گردید. هر چند که تیمار T4-۱۲۰ با تیمارهای T4-۶۰، T3-۱۲۰ و نیز با تعداد طبق بارور حاصل شده در سطح مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مراحل دو و سه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

تقسیطی (T2، T3 و T4) از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۱). بررسی‌های صورت گرفته در این زمینه حاکی از افزایش تعداد طبق در متر مربع در نتیجه مصرف نیتروژن بود (Tuncturk and Yildirim, 2004; Ebrahimian and Soleymani, 2013; De Anicesio *et al*., 2018). هم‌چنین در یک آزمایش، بیش‌ترین تعداد طبق بارور در متر مربع با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌صورت تقسیط (یک دوم هنگام کاشت و یک دوم شروع ساقه رفتن) گزارش گردید (Moradi Talebbeigi *et al*., 2018). مصرف کود نیتروژن به افزایش تعداد شاخه جانبی منجر می‌شود که این عامل سبب افزایش تعداد طبق در گیاه خواهد شد. از سویی، نیتروژن بر رشد گیاه اثر دارد که این تغییرات کمی به دلیل افزایش فتوسنتز گیاه می باشد. افزون بر این، تامین مکفی نیتروژن گیاه بر جابجایی عناصر کم مصرف مانند منگنز در آوند چوبی موثر است. عناصر مذکور به دلیل افزایش آنزیم‌هایی مانند فسفوکینازها و فسفوترانسفرازها به افزایش تعداد طبق در گیاه کمک می‌کنند (Marschner, 1995).

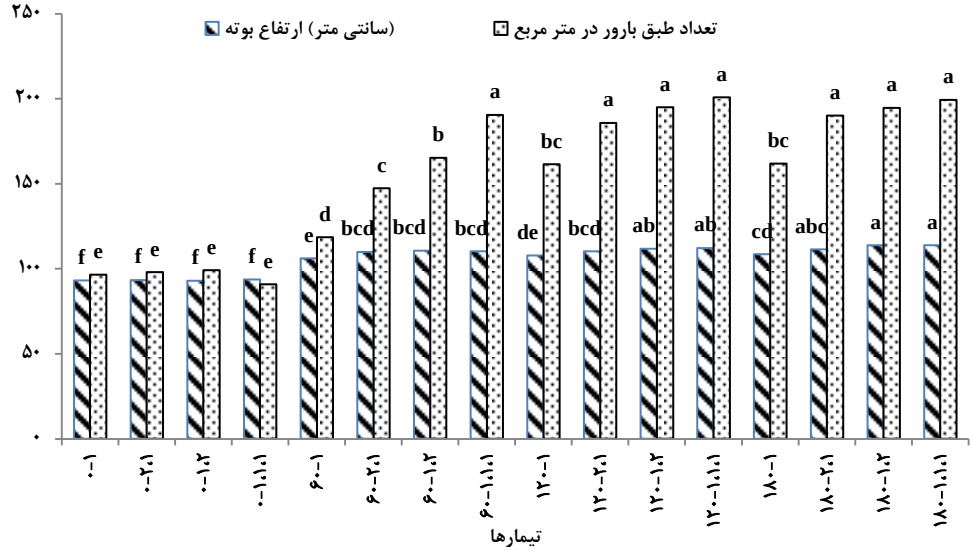
تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه

تجزیه واریانس دو ساله آزمایش نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و تقسیط در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد دانه در طبق معنی دار بود (جدول ۲). تعداد دانه در طبق به عنوان یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد دانه گلرنگ با مصرف نیتروژن و با زمان‌بندی آن، روند صعودی نشان داد. به‌عبارت دیگر، مصرف نیتروژن در هر سه سطح مصرفی (۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در مقایسه با تیمار بدون مصرف نیتروژن (شاهد) افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق را موجب گردید. بیشترین تعداد دانه در طبق (۲۳/۳۰ عدد) از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که با تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون تفاوت معنی‌دار، اما با سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری اختلاف داشت، ضمن اینکه در مقایسه با تیمار بدون مصرف نیتروژن تعداد دانه در طبق ۴۶ درصد بیشتر بود. هم‌چنین، تعداد دانه در طبق با تقسیط نیتروژن به رغم عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای T2، T3 و T4 در مقایسه با مصرف تمام نیتروژن در هنگام کاشت (T1) به‌طور معنی‌دار افزایش داشت. به‌بیان دیگر، میانگین تعداد دانه در طبق در تقسیط‌های دو و سه مرحله‌ای نسبت به تعداد دانه در طبق به‌دست آمده در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بیش از ۱۴ درصد بود. هم‌چنین، نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که فقط اثر اصلی نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. به‌طوری که، با مصرف نیتروژن وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. افزون براین، بین سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. برهم‌کنش تیمارها بر این دو صفت معنی دار نبود (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج مشابه ای نیز در این ارتباط گزارش شده است (Eryigit *et al*., 2015; Bonfim- Silva, *et al*., 2015). در این خصوص، نیتروژن با فراهم نمودن شرایط به‌منظور تلقیح بهتر نه تنها باعث افزایش تعداد دانه در طبق می شود، بلکه دوره

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

رشد گیاه را افزایش داده و در اواخر فصل باعث طولانی شدن مدت پر شدن دانه و افزایش وزن هزار دانه می شود (Galavi *et al.*, 2012 ؛ Marschner,1995).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نیتروژن و زمان مصرف* بر ارتفاع بوته و تعداد طبق بارور در متر مربع

[*(T1) ۱ ؛ (T2) ۲،۱ ؛ (T3) ۱،۲ و (T4) ۱،۱،۱]

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهم‌کنش مقدار نیتروژن و تقسیط بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج برهم‌کنش تیمارها نشان داد که عملکرد دانه گلرنگ به مثابه مهم‌ترین صفت مورد توجه، با مصرف نیتروژن در هر سطح از تقسیط عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داشت. هم‌چنین، بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۲۶۵۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار T4-۱۲۰ به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. میزان افزایش عملکرد حاصل از تیمار T4-۱۲۰ در مقایسه با میانگین عملکرد دانه (۷۶۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون مصرف نیتروژن حدود ۲/۵ برابر بود (شکل ۲). سطوح بهینه مصرف نیتروژن خالص از حیث دستیابی به بیشترین عملکرد دانه بر اساس شرایط اجرای آزمایش در برخی از مطالعات از ۶۰ تا ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲؛ میرزاخانی، ۱۳۹۶؛ Gecgel *et al.*, 2007; Golzarfar *et al.*, 2012; Taleshi *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2018). افزون بر این، در هر سطح از نیتروژن مصرفی با افزایش تقسیط (تیمارهای T2، T3 و T4) عملکرد دانه به نسبت مصرف نیتروژن فقط در یک مرحله (T1) افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۲). در زمینه زمان‌بندی مصرف نیتروژن در طی مراحل رشد، نتیجه مشابه‌ای در این‌باره گزارش شده است که با یافته‌های به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد (Moradi Talebbeigi *et al.*, 2018). نیتروژن با اثر بر رشد رویشی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

به‌ویژه در شرایط مناسب محیطی و متناسب با مراحل حساس رشدی به تداوم فتوسنتز برگ و در نتیجه به توسعه گل‌ها و تلقیح بهتر کمک کرده و از این طریق می‌تواند اجزای عملکرد را افزایش و در نهایت بر مقدار عملکرد دانه بیفزاید (Zong *et al*., 2014; Anicesio *et al*., 2015). افزایش عملکرد دانه برآیند اجزای عملکرد دانه می‌باشد، از این‌رو هر گونه افزایش در اجزای عملکرد منجربه افزایش عملکرد دانه می‌گردد. بر این اساس، افزایش عملکرد دانه نتیجه افزایش تعداد طبق بارور در متر مربع، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه تحت اثر مدیریت مصرف نیتروژن و نحوه مصرف آن (تقسیط) قرار گرفت. در مطالعات صورت گرفته افزایش عملکرد دانه گلرنگ به ترتیب ناشی از افزایش تعداد طبق در متر مربع و زیست توده و اجزای عملکرد (تعداد طبق در متر مربع، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) گزارش شده است (Abbadi *et al*., 2008; Taleshi *et al*., 2012; Santos *et al*., 2018).

درصد روغن و عملکرد روغن

اثرات اصلی مقدار نیتروژن و تقسیط بر درصد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار، اما برهم‌کنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). با مصرف نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد، درصد روغن افزایش نشان داد. افزایش درصد روغن ناشی از مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار عدم مصرف نیتروژن حدود ۸ درصد بود. افزایش درصد روغن دانه به‌دلیل مصرف نیتروژن می‌تواند ناشی از تشدید فرایندهای متابولیکی در گیاه و سنتز روغن باشد. از طرفی، با افزایش مصرف نیتروژن درصد روغن کاهش معنی‌داری نشان داد (از ۲۸ درصد در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ۲۷ درصد در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار). به‌علاوه، بیش‌ترین درصد روغن (۲۹ درصد) از مصرف نیتروژن در تیمار T2 به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای T1، T3 و T4 داشت (جدول ۳). با افزایش مصرف نیتروژن، به دلیل افزایش پیش زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار، سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی جهت تشکیل ترکیبات پروتئینی صرف شده، بنابراین مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می یابد (دانش‌شهرکی و همکاران، ۱۳۸۸). در ارتباط با کاهش و افزایش درصد روغن دانه گلرنگ به ترتیب با افزایش مصرف نیتروژن و تقسیط گزارش مشابه‌ای ارایه شده است (فولادوند و یدوی، ۱۳۹۴). نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهم‌کنش تیمارها بر عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نتایج حاکی از روند مشابه تغییرات عملکرد روغن با عملکرد دانه بود، به‌طوری که بیشترین عملکرد روغن از تیمار T4-۱۲۰حاصل گردید. به‌عبارت دیگر، چون عملکرد روغن بیشتر تابع عملکرد دانه است تا درصد روغن، لذا هر گونه افزایش در این صفت سبب افزایش عملکرد روغن نیز می شود. عملکرد روغن در تیمار T4-۱۲۰ بیش از ۲/۵ برابر میانگین عملکرد روغن در تیمار شاهد بود (شکل ۲). در این خصوص نتایج حاصل از این آزمایش با یافته‌های چندین تحقیق مطابقت دارد (راستگو و همکاران، ۱۳۹۳؛ Tuncturk and Yildirim, 2004).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

جدول ۲: تجزیه واریانس مرکب دو ساله صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد طبق بارور در متر مربع	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	جذب نیتروژن توسط دانه	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن
سال	۱	۹۲۴۳/۳۷۵**	۱۷۰۱۳/۳۷۵**	۱۰/۰۱^{ns}	۲۵۰/۴۵۴**	۱۰۳۵۲۱۸/۳۴۴**	۳۶۲/۱۲۱**	۳۷۴۴۰۱/۷۶**	۱۸/۳۱۷^{ns}	۲۵۰/۰۰۵**	۰/۹۱۷**
سال در تکرار	۴	۶/۱۱۵^{ns}	۱۶۲/۴۵۸^{ns}	۱/۸۳۳^{ns}	۷/۹۲۵*	۳۶۳۴۵/۷۴*	۵/۴۷۴^{ns}	۶۳۵۹/۴۲۷*	۷۷/۴۴۶^{ns}	۸۰/۸۷۱*	۰/۱۲۶*
عامل اول (مقادیر نیتروژن)	۳	۱۸۱۸/۷۵**	۴۳۱۶۴/۹۱۷**	۲۶۶/۹۸۳**	۸۸/۸۸۲**	۱۱۲۸۱۸۲۲/۲۶**	۱۴/۷۷۶**	۸۷۲۳۶۵/۸۶**	۹۳۷۱/۶۷۹**	۱۵۴۳۹/۰۵۶**	۸/۱۵۲**
سال در مقادیر نیتروژن	۳	۰/۷۳۶^{ns}	۱۵۹۷/۸۴۷**	۵/۵۹۴^{ns}	۱/۸۳۷^{ns}	۲۵۴۶۵۲/۰۱**	۰/۹۷۳^{ns}	۳۶۶۳۴/۹۷۹**	۵۳/۴۹۵^{ns}	۴۸۶/۸۴۲**	۰/۶۷۲**
عامل دوم (زمان مصرف نیتروژن)	۳	۶۴/۰۵۶**	۵۷۷۱/۸۰۶**	۴۲/۳۴۴**	۱/۹۴۹^{ns}	۱۶۰۶۳۵۹/۸۴۴**	۳۹/۹۴۲**	/۱۲۵** ۱۴۰۴۴۴	۲۱۳۸/۸۸۹**	۱۰۲/۰۰۵*	۰/۱۸۲**
سال در زمان مصرف نیتروژن	۳	۶/۲۶۴^{ns}	۱۳/۷۳۶^{ns}	۱/۷۳۳^{ns}	۳/۳۸۷^{ns}	۵۴۴/۶۴۹^{ns}	۱/۰۴۲^{ns}	۱۲۱۹/۰۵۹^{ns}	۳۸/۸۵۹^{ns}	۱/۱۷۳^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}
برهمکنش تیمارها	۹	۸/۰۴۶**	۱۱۰۶/۳۸۹**	۴/۵۷۵^{ns}	۱/۴۱۱^{ns}	۳۰۱۰۵۱/۶۲۲**	۱/۱۵۷^{ns}	۲۲۰۳۸/۲۳۲**	۲۶۷/۴۸۴**	۱۳۷/۲۸**	۰/۰۵۹^{ns}
سال در برهمکنش تیمارها	۹	۱/۴۰۳^{ns}	۲۲/۶۹^{ns}	۰/۰۹۴^{ns}	۰/۵۴۶^{ns}	۵۱۰/۶۸۶^{ns}	۳/۱۷۴^{ns}	۱۲۴۷/۲۵۱^{ns}	۳۷/۶۰۱^{ns}	۰/۸۳۷^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}
خطا	۶۰	۷/۱۹۲	۱۸۷/۱۹۲	۳/۸۵۶	۲/۲۱۷	۱۲۸۴۰/۷۰۶	۲/۲۰۳	۱۹۹۸/۴۸۵	۳۹/۹۹۸	۲۹/۱۵	۰/۰۳۹
ضریب تغییرات(درصد)	-	۲/۵۳	۸/۷۸	۹/۴۲	۲/۹۳	۶/۵۱	۵/۵۲	۹/۴۴	۱۳/۸۷	۱۷/۹۸	۲۲/۵۹

- ns،* و** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

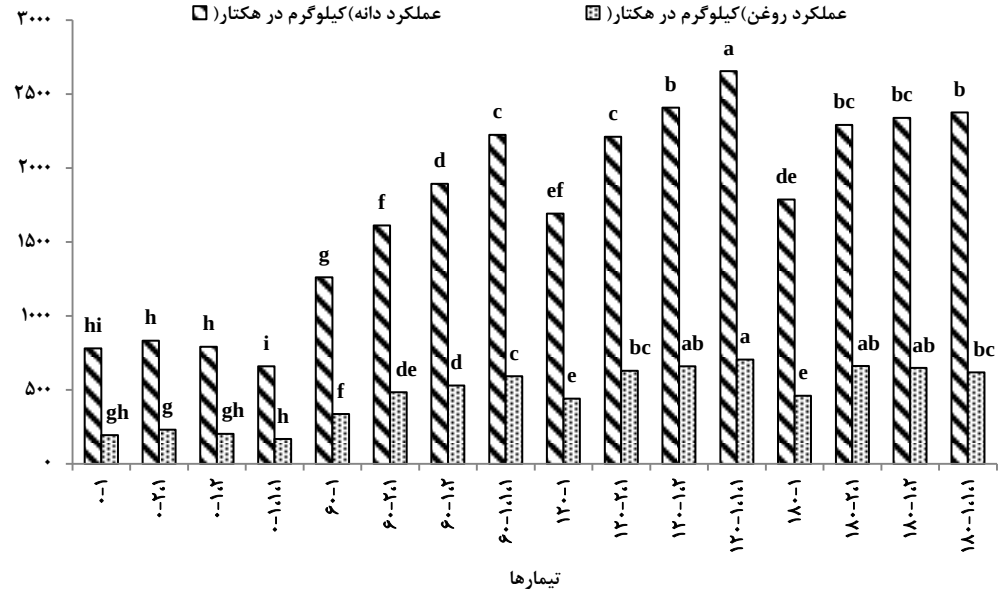
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1399.12.47.4.8]

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح نیتروژن و زمان مصرف برصفات مورد بررسی

تیمارها	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	درصد روغن	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)	
سطوح نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	میانگین دو سال	میانگین دو سال	میانگین دو سال	سال اول	سال دوم	میانگین
۰	۱۵/۹۶^{c}	۴۷/۹۶^{b}	۲۵/۹۰^{c}	۱/۹۵^{a}	۱/۲۵^{a}	۱/۶۰^{a}
۶۰	۲۱/۵۴^{b}	۵۱/۵۹^{a}	۲۷/۸۱^{a}	۰/۶۶^{b}	۰/۵۹^{b}	۰/۶۳^{b}
۱۲۰	۲۳/۲۹^{a}	۵۱/۶۲^{a}	۲۷/۰۱^{ab}	۰/۴۷^{bc}	۰/۴۳^{bc}	۰/۴۵^{c}
۱۸۰	۲۲/۵۸^{ab}	۵۲/۱۲^{a}	۲۶/۹۳^{b}	۰/۳۱^{c}	۰/۳۲^{c}	۰/۳۲^{d}
زمان مصرف نیتروژن*	میانگین دو سال	میانگین دو سال	میانگین دو سال	سال اول	سال دوم	میانگین
T1(1)	۱۸/۸۸^{b}	۵۰/۹۸^{a}	۲۵/۷۸^{c}	۰/۷۵^{a}	۰/۴۹^{b}	۰/۶۲^{b}
T2(2,1)	۲۱/۲۵^{a}	۵۰/۷۶^{a}	۲۸/۶۵^{a}	۰/۸۷^{a}	۰/۶۵^{ab}	۰/۷۶^{a}
T3(1,2)	۲۱/۵۰^{a}	۵۰/۴۵^{a}	۲۷/۰۷^{b}	۰/۸۹^{a}	۰/۷۰^{ab}	۰/۸۰^{a}
T4(1,1,1)	۲۱/۷۵^{a}	۵۱/۱۰^{a}	۲۶/۱۰^{c}	۰/۸۷^{a}	۰/۷۵^{a}	۰/۸۱^{a}

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.* زمان مصرف نیتروژن (تماماً هنگام کاشت "T1(1)"،دو سوم هنگام کاشت و یک سوم شروع ساقه دهی" T2(2,1) "، " یک سوم هنگام کاشت و دو سوم شروع ساقه دهی"T3(1,2)" ، یک سوم هنگام، یک سوم شروع ساقه دهی و یک سوم اوایل گلدهی"T4(1,1,1)").



شکل۲: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نیتروژن و زمان مصرف* بر عملکرد دانه و عملکرد روغن

[*(T1) ۱ ؛(T2) ۲،۱ ؛(T3) ۱،۲ و (T4) ۱،۱،۱]

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

جذب نیتروژن توسط دانه

برهم کنش تیمارها بر جذب نیتروژن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول۲). مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد که با مصرف نیتروژن جذب نیتروژن به طور معنی داری در مقایسه با تیمار عدم مصرف نیتروژن افزایش داشت. همچنین، در هر سطح از نیتروژن مصرفی با اعمال تقسیط کود نیتروژن به ویژه در تیمارهای T3 و T4 به دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن میزان جذب نیز افزایش یافت. بیشترین میزان جذب نیتروژن توسط دانه (۷۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار T4-۱۲۰ مشاهده گردید (شکل ۳). میزان جذب نیتروژن دانه گلرنگ از حاصل ضرب درصد نیتروژن دانه و عملکرد دانه در واحد سطح به دست می آید، لذا این نتیجه در اثر مصرف نیتروژن و نحوه تقسیط دور از انتظارنمی باشد، چرا که افزایش کود نیتروژن و تقسیط آن بالاخص در تیمار T4-۱۲۰ باعث افزایش درصد نیتروژن دانه و عملکرد دانه گردید. در این ارتباط نتیجه ی مشابه ای نیز گزارش شده است (Anicesio *et al*., 2015).

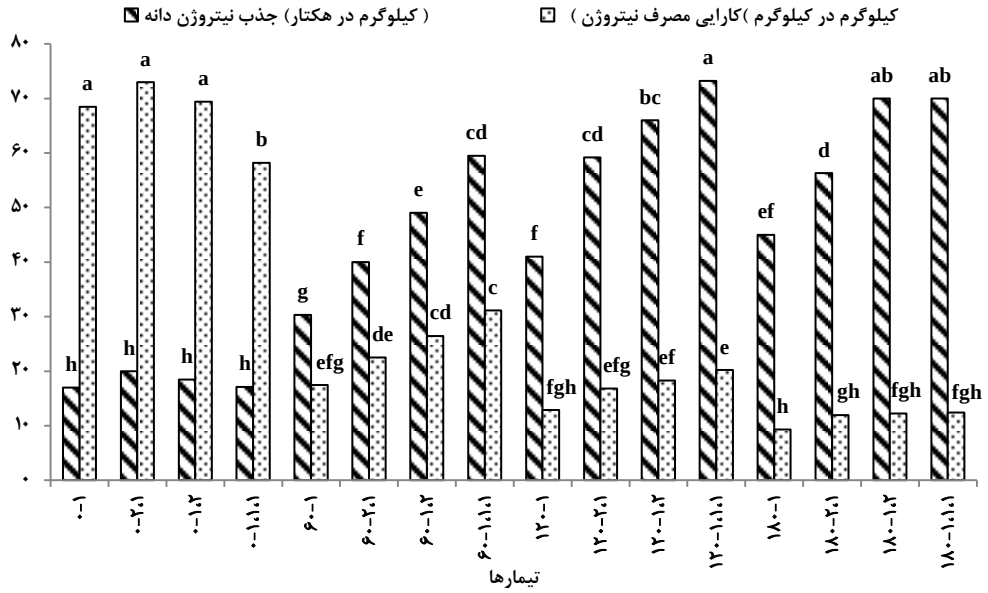
کارایی مصرف و جذب نیتروژن

تجزیه واریانس مرکب نتایج دو ساله آزمایش نشان داد که برهم‌کنش تیمارها بر کارایی مصرف نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نتایج برهم کنش تیمارها نشان داد که با مصرف نیتروژن نسبت به تیمار شاهد و نیز با افزایش مصرف نیتروژن این شاخص کاهش معنی داری نشان داد. از طرف دیگر، با تقسیط نیتروژن شاخص کارایی مصرف نیتروژن افزایش داشت. تقسیط سه مرحله ای (T4) کود نیتروژن در هر سه سطح نیتروژن مصرفی بیشترین مقدار کارایی مصرف را داشت، به‌طوری که تفاوت معنی‌داری به استثنای تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار با تقسیط-های یک و دو مرحله‌ای داشت. بیشترین شاخص کارایی مصرف نیتروژن به میزان ۳۱/۱۰ کیلوگرم در کیلوگرم در تیمار T4-۶۰ به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری با سطح ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت داشت (شکل ۳). این واکنش گیاه بر اساس قانون بازده نزولی قابل توضیح بوده، ضمن اینکه به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش کارایی نیتروژن فزونی از دست رفتن عنصر مذکور در مقادیر بالای مصرف کود نیتروژن باشد. کاهش کارایی مصرف نیتروژن در سایر مطالعات مشاهده شده است (غیاثی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۷؛ موسوی و ذاکرنژاد، ۱۳۹۹؛ Moradi Talebbeigi *et al*., 2018). طبق نتایج تجزیه واریانس داده ها اثرات اصلی کود نیتروژن و تقسیط در سطح احتمال ۱ درصد بر کارایی جذب نیتروژن معنی دار گردید (جدول ۲). افزایش نیتروژن مصرفی منجربه کاهش کارایی جذب نیتروژن شد. بیشترین کارایی جذب در تیمار شاهد (۱/۶۰ کیلوگرم در کیلوگرم) و سپس در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۰/۶۲ کیلوگرم در کیلوگرم) و کمترین کارایی جذب (۰/۳۲ کیلوگرم در کیلوگرم) در تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود که هر سه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. از طرفی، با مصرف نیتروژن در چند مرحله در مقایسه با مصرف نیتروژن تماماً هنگام

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

کاشت کارایی جذب نیتروژن بیشتر بود (جدول ۳). کارایی جذب نیتروژن بیانگر توان گیاه در استفاده از نیتروژن پراکنده در محیط است. نیترات‌زدایی ناشی از وجود شرایط غیرهوازی به‌دلیل آبیاری و بارندگی و نیز آبشویی، از فرایندهای موثر در کاهش کارایی جذب نیتروژن محسوب می شوند. افزون بر این، اثر تشدید کنندگی میزان کود مصرفی بر مقدار نیتروژن از دست رفته در دیگر مطالعات گزارش شده است (قنبری کاشان و همکاران، ۱۳۹۵؛ میرزاشاهی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Shahrokhnia and Sepaskhah, 2016).



شکل۳: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نیتروژن و زمان مصرف* بر جذب نیتروژن توسط دانه و کارایی مصرف نیتروژن [*(T1) ۱ ؛(T2) ۲،۱ ؛(T3) ۱،۲ و (T4)۱،۱،۱]

بررسی اقتصادی نتایج (نسبت فایده به هزینه)

مدیریت بهینه عناصر غذایی یکی از ارکان مهم سامانه کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. در این سامانه چون تولید اقتصادی محصول همراه با حفظ و پایداری بلند مدت حاصلخیزی خاک مد نظر می‌باشد، ضروری است که با توجه به عملکرد اقتصادی، میزان بهینه کودهای شیمیایی تعیین گردد، زیرا در مزارع کشاورزی کود وسیله‌ای برای افزایش تولید محصول و درآمد است (کسرایی، ۱۳۷۲). بنابراین، نتایج نشان داد که بیشترین نسبت فایده به هزینه به میزان ۴۳/۱۸ از مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در تیمار T4 (هر بار یک سوم مصرف کود نیتروژن" هنگام کاشت، شروع ساقه دهی و اوایل گلدهی") به دست آمد (جدول ۴).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

جدول ۴: بررسی اقتصادی بر مبنای نسبت فایده به هزینه

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) (۱)	افزایش عملکرد در هر تیمار نسبت به میانگین عملکرد تیمار شاهد (۷۶۷ کیلوگرم در هکتار) (۲)	درآمد حاصل از افزایش عملکرد (تومان)* (۳)	هزینه کود نیتروژن مصرفی در هر تیمار (۴)	نسبت فایده به هزینه (ستون۳ تقسیم بر ستون۴)
۰- T1(1)	۷۸۲^{hi}	-	-	-	-
۰-T2(2,1)	۸۳۴^{h}	-	-	-	-
۰-T3(1,2)	۷۹۳^{h}	-	-	-	-
۰-T4(1,1,1)	۶۶۰^{i}	-	-	-	-
۶۰-T1(1)	۱۲۶۲^{g}	۴۹۵	۱۵۲۹۵۵۰	۱۰۴۴۰۰	۱۴/۶۵
۶۰-T2(2,1)	۱۶۱۲^{f}	۸۴۵	۲۶۱۱۰۵۰	۱۰۴۴۰۰	۲۵/۰۱
۶۰-T3(1,2)	۱۸۹۵^{d}	۱۱۲۸	۳۴۸۵۵۲۰	۱۰۴۴۰۰	۳۳/۳۹
۶۰-T4(1,1,1)	۲۲۲۶^{c}	۱۴۵۹	۴۵۰۸۳۱۰	۱۰۴۴۰۰	۴۳/۱۸
۱۲۰-T1(1)	۱۶۹۲^{ef}	۹۲۵	۲۸۵۸۲۵۰	۲۰۸۸۰۰	۱۳/۶۹
۱۲۰-T2(2,1)	۲۲۱۳^{c}	۱۴۴۶	۴۴۶۸۱۴۰	۲۰۸۸۰۰	۲۱/۴۰
۱۲۰-T3(1,2)	۲۴۱۰$_{b}$	۱۶۴۳	۵۰۷۶۸۷۰	۲۰۸۸۰۰	۲۴/۳۱
-T4(1,1,1) ۱۲۰	۲۶۵۷^{a}	۱۸۹۰	۵۸۴۰۱۰۰	۲۰۸۸۰۰	۲۸
۱۸۰-T1(1)	۱۷۸۸^{de}	۱۰۲۱	۳۱۵۴۸۹۰	۳۱۳۲۰۰	۱۰/۱۰
۱۸۰-T2(2,1)	۲۲۹۳^{bc}	۱۵۲۶	۴۷۱۵۳۴۰	۳۱۳۲۰۰	۱۵/۱۰
۱۸۰-T3(1,2)	۲۳۴۰^{bc}	۱۵۷۳	۴۸۶۰۵۷۰	۳۱۳۲۰۰	۱۵/۵۲
-T4(1,1,1) ۱۸۰	۲۳۷۷^{b}	۱۶۱۰	۴۹۷۴۹۰۰	۳۱۳۲۰۰	۱۵/۹۰

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند. زمان مصرف نیتروژن (تماماً هنگام کاشت "T1(1)"،دو سوم هنگام کاشت و یک سوم شروع ساقه دهی "T2(2,1) "، یک سوم هنگام کاشت و دو سوم شروع ساقه دهی"T3(1,2)" ، یک سوم هنگام، یک سوم شروع ساقه دهی و یک سوم اوایل گلدهی"T4(1,1,1) ". برای محاسبات هزینه هر کیسه کود اوره بنا به تصویب هیات دولت (۱۳۹۸/۷/۷) ۴۰ هزار تومان و هر کیلو دانه گلرنگ در سال ۹۸-۱۳۹۷ براساس قیمت تعیین شده توسط وزارت جهاد کشاورزی ۳۰۹۰ تومان در نظر گرفته شد.*ستون ۲ ضرب در قیمت هر کیلو گرم دانه

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که صرف افزایش کود شیمیایی نیتروژن نمی‌تواند متضمن تولید اقتصادی باشد، زیرا با افزایش مصرف کود نیتروژن شاخص‌های کارایی از طریق هدرروی و آبشویی کاهش می‌یابد، اما چنانچه مقدار کود به میزان بهینه و متناسب با مراحل حساس رشدی گیاه مصرف شود نه تنها حصول به عملکرد اقتصادی محتمل خواهد بود، بلکه اثرات منفی زیست محیطی ناشی از کاربرد غیر اصولی کود تعدیل می گردد. از این‌رو، با توجه به شرایط اجرای این آزمایش و با محاسبه نسبت فایده به هزینه، مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه مرحله (هر بار یک سوم" هنگام کاشت، شروع ساقه دهی و اوایل گلدهی") با نسبت فایده به هزینه ۴۳/۱۸ و کارایی مصرف ۳۱ کیلوگرم در کیلوگرم در زراعت گلرنگ قابل توصیه می‌باشد. همچنین پیشنهاد می‌گردد اثر منابع مختلف ماده آلی و کودهای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

زیستی از جنبه‌های مختلف بر گیاه گلرنگ در دستور کار قرار گیرد. از طرفی، آزمایش‌هایی به‌صورت مشترک بین متخصصان اصلاح گیاهی و تغذیه گیاهی به‌منظور دستیابی به ارقامی با کارایی بالا در جذب عناصر به‌ویژه سه عنصر اصلی (NPK) انجام شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران محترم در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد به خصوص همکاران شاغل در بخش تحقیقات خاک و آب که در اجرای این پروژه مساعدت نمودند قدردانی به عمل می آید.

منابع

حسینی، ز. ۱۳۶۹. روش های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، ایران. ۲۱۰صفحه.

دانش شهرکی، ع.، کاشانی، ع.، مسگر باشی، م.، نبوی، م. و کوهی دهکردی، م. ۱۳۸۸. اثر تراکم و زمان مصرف نیتروژن بر برخی خصوصیات زراعی کلزا. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۹:۱۷-۱۰.

راستگو، ب، عبادی، ع و پرمون، ق. ۱۳۹۳. بررسی اثر مصرف نیتروژن بر عملکرد و ترکیبات ذخیره ای دانه گلرنگ (*Cartamus tinctorius* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶ (۲۱): ۱۰۲-۸۵.

زرین کفش، م. ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران،ایران. صفحه ۱۸-۱.

سلیمان زاده،ح.، خلیلی اقدم، ن و میر محمودی، ت. ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و صفات زراعی ارقام گلرنگ در منطقه مغان. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۵ (۱۹):۴۰-۲۹.

علی احیایی،م و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، چاپ اول، موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۵۰ صفحه.

غیاثی اسکویی، م.، آقا علیخانی، م.، سفید کن، ف.، مختصی بیدگلی، ع. و عیاری، م. ۱۳۹۷. اثر مقدار نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در گیاه خار مقدس(*Cnicus benedictus* L.). به زراعی کشاورزی. ۳ : ۶۵۴-۶۴۳.

فولادوند، م و یدوی، ع. ر. ۱۳۹۴. اثر تراکم کاشت، مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی و کارایی استفاده از نیتروژن گلرنگ(*Cartamus tinctorius* L.) در رقابت با علف های هرز. نشریه پژوهش های علوم زراعی ایران. ۳(۲): ۳۶۵-۳۵۸.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

قنبری کاشان، م.، م. میرزاخانی، م . فرید هاشمی،س. ۱۳۹۵. پاسخ کارایی فیزیولوژیک نیتروژن گلرنگ به مصرف کودهای دامی و شیمیایی در منطقه کاشان. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی.۱۱(۴۱):۶۴-۵۳.

کسرایی، ر. ۱۳۷۲. چکیده ای درباره علم تغذیه گیاهی(ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز، ایران. ۳۷۲ صفحه.

موسوی، س. س. و ذاکر نژاد، س. ۱۳۹۹. اثر مدیریت مصرف نیتروژن بر صفات موفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای(*Zea mays* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۵): ۱۱۱-۹۱.

میرشکاری، ب و صیامی، ر. ۱۳۹۵. اثر مقادیر مصرف و تقسیط اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. مجله بوم شناسی گیاهان زراعی.۱۲(۲): ۶۳-۵۵.

میرزاخانی، م. ۱۳۹۶. پاسخ خصوصیات زراعی گلرنگ(*Cartamus tinctorius* L.) به زمان، مقدار، و روش مصرف نیتروژن. نشریه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی.۴ (۴۴):۸۸۸-۸۷۵.

میرزاشاهی،ک. ۱۳۹۶. بررسی ادواری کربن آلی خاک در دشت خوزستان و ارایه راهکارهای ترویجی. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی.۵ (۱):۱۲-۱.

میرزاشاهی، ک.، پاک نژاد، ع. ر. و امیدواری. ش. ۱۳۹۷. واکنش چغند قند پاییزه به کاربرد نیتروژن و شاخص های کارایی آن. نشریه پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). ۱۲(۹): ۴۵۶- ۴۴۳.

نقوی،ه.، صباح، آ.، امیرپور رباط، م. و نورقلی پور، ف. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر میزان و زمان مصرف کود نیتروژن بر صفات کمی گلرنگ در یک خاک آهکی در منطقه کرمان. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۲ (۲):۴۰۶-۳۹۵.

Abbadi, J., Gerendás, J. and Sattelmacher, B. 2008. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. Plant and Soil. 306: 167-180.

Afzal, O., Asif, M., Ahmed, M., Karim, A. F., Aslam, M. A., Zhoor, A., Bilal, M., Shaheen, F. A., Zulfigar. M. A. and Ahmed, N. 2017. Integrated nutrient management of safflower **(***Carthamus tinctorius* L.) under rainfed conditions. American Journal of Plant Sciences.8:2208-2218.

Anicesio, E. E. A., Bonfim- Silva, E. M, Silva, T. J. A. and Koetz, M. 2015. Dry mass, nutrient concentration and accumulation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) influenced by nitrogen and potassium fertilizations. Australian Journal of Crop Science. 9: 552-560.

Arregui, L. M. and Quemada, M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rainfed conditions. Agronomy Journal. 100: 277-284.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

Ashraf, A. A. and Gamalat, O. M. 2013. Modeling the influence of nitrogen rate and plant density on seed yield, yield components and seed quality of safflower. American Journal of Experimental Agrticulture. 3(2):336-360.

Bonfim-Silva, E. M., Sasso Paludo, J. T., Rodrigues Sousa, J. N. and Araujo da Silva, T. J. 2015. Development of safflower subjected to nitrogen rate in Cerrado soil. American Journal of Plant Science. 6(3): 2136-2143.

Chen, P., Du, Q., Liu, X., Zhou, L., Hussain, S., Lei, L., Song, C., Wang, X., Liu, W., Yang, F., Shu, K., Liu, J., Du, J., Yang, W. and Yong, T. 2017. Effect of reduced nitrogen inputs on crop yield and nitrogen use efficiency in a long-term maize- soybean relay strip intercropping system. PLoS ONE. 12(9):1-19.

De Anicesio, E. C**. A., Bofirm- Silva, E. M, Da Silva, T. J. A. and Pacheco, A. B. 2018**. Nitrogen and potassium in safflower: Chloropyll index, biometric characteristics and water ues efficiency. Revista Caatinga. 31(2):424-433.

Dordas, C. and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency under rainfed conditions. Industrial Crops and Products.27:75- 85.

Ebrahimian, A. and Soleymani, A. 2013. Growth length and dry matter yield in different stages of safflower as affected by nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(5): 963-969.

Edalat, M. and Naderi, R. 2016. Effect of organic and mineral fertilizer on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed yield and yield components. Biological forum. 8(2):172-180.

Eryigit, T., Yildirim, B., Kumlay, A. M. and Sancaktaroglu, S. 2015. The effects of different row distances and nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under microclimate conditions of Igdir Plain- Turky. 3 rd International Conference on Biological, Chemical and Environment Sciences. September, 21-22, Kuala Lumpur, Malysia.p. 17-22.

Flemmer, A. C., Franchini, M. C. and Lindstorm, L. 2015. Description of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) phonological growth stages according to the extended BBCH scale. Annals of Applied Biology. 166: 331-339.

Galavi, M., Ramroudi, M. and Tavassoli, A. 2012. Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) African Journal of Agricultural Research. 7(3): 482-486.

Gecgel, U., Demirci, M. Esended, E. and Tasan, M. 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Journal of the American .Oil Chemists' Society. 48 (1): 47-54.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

Ghasemi, M., Moghaddasi, M. S. and Omidi, A. H. 2012. The effects of biological and chemical nitrogen fertilizers on agronomical traits of winter safflower cultivars in Saveh region of Iran. Annals of Biological Research. 3 (11):5141-5144

Grant, C. and Entz, E. 2006. Crop management to reduce N fertilizer use. Maydica. 50: 538-542.

Golzarfar M, Shiranirad A. H, Delkhosh, B. and Bitarafan, Z. 2012. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. Zemdirbyste-Agriculture, Scinentific Journal. 99(2): 159-166.

Gunter, E. **A. and Ovodov, Y. S. 2005**. Effect of calcium, phosphate and nitrogen on cell growth and biosynthesis of cell wall polysaccharides by Silene vulgaris cell culture. Journal of Biothecnology. 117: 385- 393.

Haghighat Malek, A. **and Ferri, F. 2014**. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizrs on safflower yield in dry lands condition. International Journal of Research in Agricultural Sciences.1(1):28-33.

Ismael, M. **R. and Othman, A. A. 1995**. Ammonium: Nitrate ratio and its relation to the changes in solution pH, growth, mineral nutrition and yield of tomatoes growth in nutrient film technique. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**.** 18(3):149-157.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press. New York, USA.

Manlou, C.S., Jaggard, K. W. and Sparkes, D. L. 2008. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. European Journal of Agronomy. 28: 47-56.

Moradi Talebbeigi, R., Kazemeini, S. A. and Ghadiri, H. 2018. Impact of split application of different N-fertilizer sources on weed growth, safflower yield, and nitrogen use efficiency. Journal of agricultural Science and Technology. 20: 1455-1466.

Mulvaney, R. L. 1996. Nitrogen-Inorganic Forms. In Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., and Sumner, M.E. (ed), Methods of Soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Science Society American Inc. American Society Agronomy Inc. Book Series, No. 5, Madison, WI, USA., pp: 1123-1184.

Mündel, H. H., Morrison, R. J., Blackshaw, R. E. and Roth, B. 2004. Safflower Production on the Canadian Prairies: Revisited in 2004. Agricultural Canadian Research Station. Lethbridge/Alberta.

Santos, R. F., Bassegio, D., Sartori, M. M. P., Zannoto, M. D. and Silva, M. D. A. Z. 2018. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield as affected by nitrogen fertilization and different water regime. Plant Ecophysiology and Crop Production. 67: 264-269.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

Seyed Sharifi, R., Namvar, A. and Seyed Sharifi, R. 2017. Grain filling and fatty acid composition of safflower fertilized with integrated nitrogen fertilizer and biofertilizers. Pesquisa Agropecuaria Brasileria. 4: 236-243.

Shahrokhnia, M. H. and Sepaskhah, A. R. 2016. Effects of irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization on yield, water and nitrogen use efficiency of safflower. Agricultural Water Management. 172: 18-30.

Sisson, V. A., Rufy, T. W. and Williams, R. E. 1991. Nitrogen use efficiency among flue-curd tobacco genotypes. Crop Science. 31: 1615- 1620.

Stevens, W.B., Violett, R. D., Skalsky, S. A. and Mesbah, A. O. 2008. Response of eight sugarbeet varieties to increasing nitrogen application: I. Root, sucrose, and top yield. Journal of Sugar Beet Research. 45: 65-83.

Tedone, L., Verdini, L., Grassano, N., Tarraf, W. and De-Mastro, G. 2014. Optimizing nitrogen in order to improve the efficiency, ecophysiology, yield and quality on one cultivar of durum wheat. Italian Journal of Agronomy. 9:49-54.

Taleshi, K., Shokoh-Far, A., Rafiee, M., Noormahamadi, G. and Sakinejhad, T. 2012. Safflower yield respond to chemical and biotic fertilizer on water stress condition. World Applied Science Journal. 20(11): 1472-1477.

Tuncturk, M. and Yildirim, B. 2004. Effects of different forms and doses of nitrogen fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 7: 1385- 1389.

Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R. and Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature. 418: 671-677.

Zemenchik, R. A. and Albrecht, K. A. 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, smooth bromegrass, and orchardgrass. Agronomy Journal. 94: 421-428.

Zong, N., Song, M., Shi, P., Jiang, X., Zhang, X. and Shen, Z. 2014. Timing patterns of nitrogen application alter plant production and Co_2 efflux in an alpine meadow on the Tibetan Platau. China pedobiologia. 57: 263-169.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]

The investigation of rate and method of nitrogen application on nitrogen use efficiency and seed yield of safflower (Carthamus tinctorius L.)

K. Mirzashahi[*1] and F. Nourgholi pour[2]

1) Assistant professor of Soil and Water Research Depatment, Safiabad Agricultural Research and Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AERRO, Dezful, Iran.
2) Assistant professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AERRO), Karaj, Iran.

***Corresponding Author: kamranmirzashahi@yahoo.com**

Received date: 2020.02.04 **Accepted date: 2020.05.17**

Abstract

Nitrogen fertilizer management has a special priority for safflower production. Increasing the efficiency of this element, in addition to increasing economic benefits, also reduces environmental pollution. Therefore, a factorial experiment was conducted in the form of statistical design of complete randomized blocks with three replications at Safi-abad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in 2012 and 2014. Experimental treatments included four pure nitrogen levels of "control (without nitrogen application)", 60, 120 and 180 kg.ha^{-1} and four time of application levels as split (all at sowing time "T1", 2/3 at sowing time + 1/3 stem elongation "T2", 1/3 at sowing time + 2/3 stem elongation"T3" and 1/3 at sowing time + 1/3 stem elongation + 1/3 early flowering"T4". The results showed that the interaction of treatments on plant height, number of heads per m^2, seed yield, oil yield , use efficiency and nitrogen uptake by seed were significant. The main effect of nitrogen on the number of seeds per head, 1000-seed weight, oil percentage and nitrogen uptake efficiency were significant. Also, the main effect of nitrogen application time (split) on the number of seeds per head, oil percentage and nitrogen uptake efficiency were significant. The interaction of treatments compared to control treatment (without nitrogen application) showed an increase in seed yield and consequently oil yield. On the other hand, with increasing nitrogen application compared to control treatment and also with its two and three stages split (T2, T3 and T4) nitrogen efficiency indices decreased and increased, respectively. Therefore, according to the conditions of this experiment and the calculation of the ratio of benefit to cost, application of 60 kg N ha^{-1} with seed yield of 2226 kg.ha^{-1} into three equal amounts (T4) and the highest ratio of benefit to cost (43.18) and nitrogen use efficiency (31 kg. kg^{-1}) is recommended.

Keywords: Chemical fertilizer, Oil and Plant height.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.47.4.8]