اثر نیتروژن و سایکوسل بر محتوا، انتقال مجدد و کارایی مصرف نیتروژن گلرنگ تحت تراکم‌های مختلف کاشت

میترا معراجی‌پور و محسن موحدی دهنوی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۳)

چکیده

به منظور بررسی اثر سایکوسل، نیتروژن و تراکم بر میزان، انتقال مجدد و کارایی مصرف نیتروژن گلرنگ رقم اصفهان ۱۴ (صفه)، آزمایشی به صورت فاکتوریل خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در تابستان ۱۳۸۹ انجام شد. عامل اصلی شامل سطوح نیتروژن (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سطوح تنظیم‌کننده رشد سایکوسل در دو سطح (صفر و 10^{-6} مولار) به صورت فاکتوریل و عامل فرعی شامل تراکم کشت (۲۰، ۲۵ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) بود. نتایج نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد نیتروژن (۱/۲۱٪) در تیمار کاربرد سایکوسل از مصرف بیشترین میزان نیتروژن و تراکم به دست آمد. بیشترین میزان نیتروژن مصرفی در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع با بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۴٪) و بیشترین مقدار میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی (۲/۱۵٪) همراه بود. در تیمار کاربرد سایکوسل، از مصرف کمترین میزان نیتروژن و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع، بیشترین عملکرد دانه (۳۱۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کارایی مصرف نیتروژن (۶۲/۹ کیلوگرم در کیلوگرم) به‌دست آمد. به طور کلی، افزایش نیتروژن و بذر مصرفی همراه با کاربرد سایکوسل، میزان نیتروژن اندام هوایی و انتقال مجدد نیتروژن را افزایش می‌دهند. هرچند در چنین شرایطی، کاهش مصرف نیتروژن با افزایش کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه همراه است.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، عملکرد دانه، نیتروژن اندام هوایی

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: movahhedi54@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

مقدمه

کشت دانه‌های روغنی همیشه بخش مهمی از فعالیت‌های کشاورزان را تشکیل می‌داده است (۲۹). در ایران، علی‌رغم وجود اراضی وسیع قابل کشت که برای تولید دانه‌های روغنی وجود دارد، هنوز هم بیش از ۸۵٪ از روغن مورد نیاز از خارج وارد می‌شود (۲). از این‌رو، لزوم برنامه‌ریزی منسجم و درازمدت با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن‌های خوراکی غیرقابل انکار است (۲۲). در این رابطه، کشت گیاهان روغنی نظیر گلرنگ، که از نظر کیفیت روغن دانه و مصارف دارویی نیز مهم هستند، دارای اهمیت است (۲۴). گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. عضو خانواده کاسنی می‌باشد. گونه زراعی گلرنگ یک‌ساله است. اما در این جنس، گونه‌های وحشی چند ساله نیز وجود دارند.

برای دستیابی به عملکرد خوب در ارقام با پتانسیل عملکرد زیاد باید کود شیمیایی کافی مصرف شود. نیتروژن نقش اساسی در دستیابی به عملکرد زیاد کمی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می‌کند. در شرایطی که نیتروژن در سرتاسر دوره پر شدن دانه در اختیار گیاه قرار گیرد، بیش از نصف پروتئین دانه از نیتروژن جذب شده در این مرحله به‌دست می‌آید. با مصرف نیتروژن، میزان نیتروژن طبق در مرحله گرده‌افشانی، میزان نیتروژن دانه و کل اندام هوایی گلرنگ در مرحله گل‌دهی و در زمان برداشت نسبت به تیمار عدم مصرف کود به ترتیب ۳۹، ۵۰، ۴۴ و ۴۸ درصد افزایش نشان دادند (۷).

طبق گزارش کوتروباس و همکاران (۱۸) کارایی انتقال مجدد نیتروژن بین مراحل گل‌دهی تا رسیدگی در گیاه گلرنگ می‌تواند بین ۵۹/۳-۲۸/۲ درصد باشد. کارایی مصرف نیتروژن به صورت نسبت عملکرد دانه به مقدار نیتروژن مصرفی بیان شده و عامل بسیار مهمی در مدیریت نیتروژن برای تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود (۱۳). مدحج و همکاران (۲۰) بیان کردند که بیشترین کارایی مصرف نیتروژن گندم معمولاً با مصرف اولین واحد کود حاصل می‌شود. با افزایش میزان کود نیتروژن، واحدهای بعدی افزایش کمتری را موجب می‌شوند.

طی چهار دهه اخیر در آسیا، علاقه به استفاده از تراکم‌های گیاهی زیاد توأم با استفاده از کود افزایش یافته است. جوادی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که افزایش تراکم باعث کاهش انتقال مجدد مواد در ساقه سورگوم می‌شود. چون در سطوح تراکم زیاد به دلیل افزایش رقابت و کاهش توانایی گیاه و هم‌چنین به دلیل افزایش طول میانگره‌ها در اثر افزایش غلظت اکسین، میزان ذخایر ساقه کاهش می‌یابد، لذا تراکم‌های کم کاشت به دلیل نفوذ بیشتر نور به داخل کانوپی و استفاده بهینه از منابع باعث انتقال بیشتر مواد غذایی از ساقه می‌شوند. حکم علی‌پور و سیدشریفی (۱۵) گزارش کردند که افزایش تراکم موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن در گیاه ذرت گردید. آنها این کاهش را چنین توجیه کردند که با افزایش تعداد بوته در واحد سطح و با توجه به ثابت بودن میزان نیتروژن در دسترس، رقابت برای جذب نیتروژن افزایش یافته و کارایی استفاده از آن کاهش پیدا می‌کند.

سایکوسل ماده‌ای است که جزو ترکیبات آمونیومی و با نام شیمیایی {(۲- کلرواتیل) تری متیل آمونیوم کلراید} از خانواده تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد و عمدتاً به عنوان کندکننده رشد استفاده می‌شود. محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد در سویا موجب افزایش غلظت نیتروژن اندام هوایی گردید. به نظر می‌رسد علت این افزایش تأثیر مستقیم این تنظیم‌کننده رشد بر افزایش رشد طولی و قطری ریشه و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن باشد (۲۸).

با توجه به تأثیر نیتروژن و تراکم زیاد بر افزایش رشد رویشی و ارتفاع و لزوم کنترل این رشد جهت دستیابی به عملکرد دانه زیاد، این تحقیق با هدف بررسی واکنش رقم اصفهان ۱۴ (صفه) گلرنگ بهاره به سه سطح نیتروژن، سه تراکم بوته و کاربرد کندکننده رشد سایکوسل در شرایط کشت مزرعه‌ای در منطقه یاسوج انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر میزان کود نیتروژن، تنظیم‌کننده رشد سایکوسل و تراکم بوته بر میزان نیتروژن، انتقال مجدد و کارایی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

مصرف نیتروژن در گلرنگ رقم اصفهان ۱۴ (صفه) در منطقه یاسوج، آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج (طول جغرافیایی '۳۳ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی '۳۸ °۳۰ شمالی و ارتفاع ۱۸۷۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. عامل اصلی شامل فاکتوریل سطوح کود نیتروژن (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، هورمون سایکوسل در دو سطح (صفر و ۶-۱۰ مولار) و عامل فرعی شامل تراکم کشت (۲۰، ۲۵ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) بودند. خاک محل آزمایش از نوع لوم رسی، با هدایت الکتریکی برابر ۰/۴۴ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته معادل ۷/۷ بود. نیتروژن کل خاک ۰/۱۹٪ و میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب ۷ و ۳۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر اساس وزن خاک خشک محاسبه شدند. میانگین سالانه دمای هوا در یاسوج ۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد. در طول ۲۵ سال گذشته حداقل مطلق دما و حداکثر مطلق دمای ثبت شده در یاسوج به ترتیب ۱۹/۳ درجه سلسیوس زیر صفر و ۳۸/۶ درجه سلسیوس و حداقل و حداکثر رطوبت نسبی سالانه به ترتیب ۲۹/۹ و ۵۶/۹ درصد بوده است. میانگین بارش سالانه این شهر ۸۴۲/۶ میلی‌متر است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمایش علی‌نقی‌زاده (۱) که تاریخ کاشت ۱۱ تیر و رقم اصفهان ۱۴ (صفه) را به عنوان تاریخ کاشت مناسب و رقم سازگار به شرایط یاسوج معرفی کرده بود، کاشت رقم اصفهان ۱۴ در تاریخ ۱۱ تیر ماه ۱۳۸۹ و به صورت جوی و پشته در عمق ۴-۳ سانتی‌متری صورت گرفت. رقم اصفهان ۱۴ رقمی بدون خار، دیررس، پرمحصول و دارای گل‌هایی به رنگ قرمز می‌باشد. فاصله پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر انتخاب شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، تمام کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و یک دوم کود نیتروژن از منبع اوره، قبل از کاشت و یک دوم باقیمانده به صورت سرک در مرحله رشد سریع ساقه به زمین داده شد. همزمان با پخش کود نیتروژن در مرحله رشد سریع ساقه، محلول‌پاشی سایکوسل در ساعات ۸-۶ صبح با استفاده از دستگاه محلول‌پاش دقیق دستی (با حجم محلول‌پاشی یک لیتر در متر مربع) انجام شد. اولین آبیاری به صورت نشتی بعد از کاشت صورت گرفت. در دو مرحله گل‌دهی و رسیدگی نمونه‌برداری اندام هوایی (ساقه، برگ و دانه) از ۵ بوته وسط هر کرت (با ابعاد ۷×۳ متر) انجام شد. بعد از خشک کردن آنها در آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس)، درصد نیتروژن اندام هوایی با استفاده از دستگاه کلدال و با روش امامی (۹) اندازه‌گیری شد. پس از تعیین میزان نیتروژن اندام هوایی در مراحل گل‌دهی و رسیدگی، میزان انتقال مجدد نیتروژن با استفاده از رابطه پیشنهادی توسط طهماسبی سروستانی و همکاران (۲۷) از تفاضل میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی و میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی بجز دانه به‌دست آمد. کارایی مصرف نیتروژن (کارایی ناخالص مصرف نیتروژن) طبق رابطه پیشنهادی فان و همکاران (۱۰) به صورت زیر محاسبه شد:

$$NUE = Wg/Nf \qquad [1]$$

که NUE= کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)

Wg= وزن دانه بر حسب کیلوگرم

Nf= مقدار نیتروژن مصرفی به صورت کود بر حسب کیلوگرم

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش LSD در سطح ۵٪ و در صورت معنی‌دار بودن اثر متقابل، برش‌دهی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Ismeans انجام شد (۲۶).

نتایج و بحث

الف) عملکرد دانه

برهمکنش سایکوسل، نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه (۳۱۴۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد سایکوسل، از مصرف کمترین میزان نیتروژن و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع به دست آمد. کمترین عملکرد دانه (۱۴۶۶ کیلوگرم در هکتار) نیز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

جدول ۱. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	نیتروژن اندام هوایی در مرحله گلدهی	نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی	انتقال مجدد نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	درصد پروتئین دانه
تکرار	۲	۵۹۶۷۹/۱۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱۱/۷۶^{ns}	۰/۱۳^{ns}
نیتروژن	۲	۱۰۴۴۰۱۲/۵۰*	۰/۴۵**	۰/۰۷**	۰/۱۷**	۶۹۵۴/۴۲**	۴/۰۳**
سایکوسل	۱	۵۵۸۱۵۰^{ns}	۰/۰۴*	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۸**	۳۲/۹۱^{ns}	۸/۱۹**
سایکوسل × نیتروژن	۲	۹۱۶۵۸۷/۵۰*	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۲*	۴۷/۵۵^{ns}	۲/۳۳**
خطای عامل اصلی	۱۰	۱۸۵۹۳۷/۵۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۲۲/۵۸	۰/۱۱
تراکم	۲	۷۹۷۷۱۲/۵۰**	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۳**	۰/۲۴**	۱۲۹/۸۲**	۰/۳۲^{ns}
نیتروژن × تراکم	۴	۴۹۴۲۹۳/۷۵**	۰/۰۲**	۰/۰۱*	۰/۰۳**	۵۰/۵۳**	۱/۰۳**
سایکوسل × تراکم	۲	۲۱۷۶۱۲/۵۰*	/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۲*	۱۲۰/۵۱*	۰/۱۳^{ns}
سایکوسل × نیتروژن × تراکم	۴	۱۱۳۱۶۶۸/۷۵**	۰/۰۴**	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۱*	۱۷۱/۰۱**	۰/۱۵^{ns}
خطای عامل فرعی	۲۴	۶۰۸۱۵/۲۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۱۰/۳۹	۰/۱۴
ضریب تغییرات		۱۰/۳۹	۴/۰۸	۹/۰۶	۷/۲۰	۱۰/۸۱	۲/۸۸

**، * و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

در تیمار کاربرد سایکوسل از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین تراکم به دست آمد، که نسبت به بیشترین مقدار ۵۳/۴٪ کاهش نشان داد (جدول ۲). کاهش عملکرد دانه در تیمار کاربرد سایکوسل، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، به دلیل افزایش تعداد طبق نابارور و کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در چنین شرایطی می‌باشد. نتایج برش‌دهی (جدول ۳) نیز نشان داد که در تیمار کاربرد سایکوسل و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. به این صورت با کاربرد سایکوسل، در اولین و دومین سطح نیتروژن، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد دانه را ایجاد کرد (جدول ۲). طبق نتایج به دست آمده در تیمار کاربرد سایکوسل با افزایش تراکم در هر میزان نیتروژن، عملکرد دانه نیز افزایش یافت، که این موضوع با توجه به کارایی مصرف نیتروژن اهمیت دارد و مسلماً با توجه به مشکلات زیست محیطی و هزینه کود، در نهایت بهتر است کمترین میزان نیتروژن را مصرف کرد تا به حداکثر عملکرد دانه دست یافت. از طرفی، چون کشت تابستانه بوده و مصرف زیاد نیتروژن با افزایش طول دوره رشد همراه بوده، زمان برداشت دانه با شب‌های سرد پاییزه برخورد کرده و بنابراین عملکرد دانه با مصرف مقادیر بالای نیتروژن کاهش یافته است. امام و ایلکایی (۸) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه کلزا از تیمار سایکوسل در بیشترین غلظت (۲/۸ لیتر در هکتار) و در بیشترین تراکم (۷۰ بوته در متر مربع) به دست آمده است. عملکرد بیشتر در گیاهان تیمار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

جدول ۲. مقایسه میانگین برهمکنش سایکوسل، نیتروژن و تراکم برای صفات مورد ارزیابی

سایکوسل	عامل‌های آزمایش: نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تراکم (بوته در مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن اندام‌های هوایی در مرحله گلدهی (درصد)	انتقال مجدد نیتروژن (درصد)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)
عدم کاربرد سایکوسل (H1)	۵۰	۳۳/۳	۲۵۹۶ bcde (ab)	۱/۶۶ ij (a)	۰/۸۹ de (a)	۵۱/۹ b (a)
		۲۵	۲۳۲۱ ef (b)	۱/۶۶ ij (a)	۰/۸۹ de (a)	۴۶/۴ c (a)
		۲۰	۲۷۸۶ abcd (a)	۱/۶۸ hij (a)	۰/۷۵ f (b)	۵۵/۷ b (a)
	۱۰۰	۳۳/۳	۲۳۷۶ def (a)	۱/۸۰ fgh (a)	۱/۰۷ b (a)	۲۳/۷ ef (a)
		۲۵	۲۴۷۱ cde (a)	۱/۸۹ cdef (a)	۱/۱۲ ab (a)	۲۴/۷ ef (a)
		۲۰	۱۸۲۱ ghij (b)	۱/۷۵ ghi (a)	۰/۷۵ f (b)	۱۸/۲ ghi (a)
	۱۵۰	۳۳/۳	۱۶۰۶ ij (b)	۱/۹۶ bcd (a)	۱/۱۰ ab (a)	۱۰/۷ j (a)
		۲۵	۲۴۹۶ bcde (a)	۱/۸۲ efg (a)	۰/۹۱ cd (b)	۱۶/۶ ghi (a)
		۲۰	۱۹۶۶ fghi (b)	۱/۹۸ bc (a)	۰/۹۱ cd (b)	۱۳/۱ ij (a)
کاربرد سایکوسل (H2)	۵۰	۳۳/۳	۲۷۸۶ abcd (a)	۱/۸۴ defg (a)	۱/۱۲ ab (a)	۵۵/۷ b (b)
		۲۵	۳۱۴۶ a (a)	۱/۵۶ j (b)	۰/۷۷ ef (b)	۶۲/۹ a (a)
		۲۰	۲۰۴۶ fgh (b)	۱/۵۸ j (b)	۰/۷۷ ef (b)	۴۰/۹ d (c)
	۱۰۰	۳۳/۳	۱۷۹۱ hij (b)	۱/۸۹ cdef (a)	۱/۱۴ ab (a)	۱۷/۹ ghi (b)
		۲۵	۲۸۶۶ abc (a)	۱/۸۰ fgh (a)	۱/۰۳ bc (a)	۲۸/۶ e (a)
		۲۰	۱۴۶۶ j (b)	۱/۸۹ cdef (a)	۰/۸۶ def (b)	۱۴/۶ hij (b)
	۱۵۰	۳۳/۳	۳۰۳۶ a (a)	۱/۹۴ bcde (b)	۱/۲۱ a (a)	۲۰/۲ fg (a)
		۲۵	۲۲۲۱ efg (a)	۲/۱۵ a (a)	۱/۱۰ ab (a)	۱۴/۸ ghij (a)
		۲۰	۲۹۱۱ ab (a)	۲/۰۵ ab (ab)	۱/۱۰ ab (a)	۱۹/۴ fgh (a)

در هر ستون، اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثر متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهند.

شده با سایکوسل به خاطر رشد بیشتر ریشه، افزایش مقاومت روزنه‌ای و توان آب بیشتر در برگ‌ها و نهایتاً افزایش در بهبود بازده مصرف آب از طریق افزایش در فعالیت ریشه و کاهش در تعرق گیاه می‌باشد (۵). ما و اسمیت (۱۹) اظهار داشتند که به نظر می‌رسد تیمار بوته‌های جو با سایکوسل که با تغییر زاویه برگ‌ها و پنجه‌ها و بهبود نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی همراه است، پیش از گل‌دهی اندازه مقصد را افزایش داده و بعد از گل‌دهی به دلیل تأثیر بازخوری مثبت افزایش اندازه مقصد بر سرعت فتوسنتز بوته‌ها، سبب افزایش میزان مواد پرورده تولیدی برای پر شدن دانه‌های اضافی گردیده و در نتیجه افزایش عملکرد را به همراه داشته باشد. از طرفی، در تراکم‌های کم (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع)، عملکرد دانه به دلیل کاهش تعداد بوته در واحد سطح در حد کمی قرار دارد و افزایش نیتروژن به دلیل محدودیت ظرفیت هر گیاه در استفاده از نیتروژن تا حد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

معینی مؤثر است. در این صورت، نیتروژن مازاد بدون استفاده باقی می‌ماند و از دسترس گیاه خارج می‌شود. اما با افزایش تراکم، حداکثر استفاده از منابع صورت می‌گیرد و بنابراین عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۱۲). قدرت جذب نیتروژن گیاه با افزایش تراکم افزایش می‌یابد. این افزایش به‌ویژه در سطح کم نیتروژن که محدودیت و رقابت برای جذب آن محتمل‌تر است بیشتر می‌شود (۳). محقق و امام (۲۱) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه کلزا در غلظت ۲/۸ لیتر سایکوسل در هکتار و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد.

ب) میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی

برهمکنش سایکوسل، نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی معنی‌دار شد (جدول ۱). در تیمار کاربرد سایکوسل، بیشترین میزان نیتروژن مصرفی و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع باعث شد که بیشترین میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی (۲/۱۵٪) به دست آید. کمترین میزان نیتروژن اندام هوایی مرحله گل‌دهی (۱/۵۶٪)، نیز در تیمار کاربرد سایکوسل از مصرف کمترین میزان نیتروژن و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۲). کمترین و بیشترین میزان نیتروژن اندام هوایی در این مرحله ۲۷/۴۴٪ اختلاف داشتند. جدول ۳ نشان داد که در تیمار کاربرد سایکوسل و مصرف ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم اثر معنی‌داری بر میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی داشت. جدول ۲ نشان داد که در این تیمار سایکوسل، در اولین سطح نیتروژن، بیشترین تراکم با بیشترین میزان نیتروژن همراه بود و در سومین سطح نیتروژن، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین میزان نیتروژن را تولید کرد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در تیمار کاربرد سایکوسل و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع، افزایش مصرف نیتروژن، با افزایش میزان نیتروژن اندام هوایی و کاهش مصرف نیتروژن، با کاهش میزان نیتروژن اندام هوایی همراه است. از طرفی، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع منجر به افزایش قدرت جذب نیتروژن گیاه شد. در واقع در تراکم متوسط رشد ریشه و اندام هوایی به صورت متعادل صورت می‌گیرد و رقابت هم در این تراکم در حالت تعادل قرار دارد. بنابراین جذب نیتروژن افزایش می‌یابد. بنابراین با افزایش تراکم تا حد بهینه حداکثر استفاده از منابع صورت می‌گیرد. سایکوسل با کاهش سرعت رشد گیاه، بدون تأثیر نامطلوب بر جذب نیتروژن می‌تواند میزان نیتروژن اندام هوایی را افزایش دهد (۱۹). طبق گزارش درداس و سیولاس (۶) کود نیتروژن غلظت نیتروژن را در سطح کل گیاه گلرنگ در مرحله گل‌دهی افزایش داد.

ج) میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی

برهمکنش نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۵٪ بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی (۱/۰۶٪)، از مصرف بیشترین میزان نیتروژن در کمترین تراکم به دست آمد. کمترین میزان نیتروژن اندام هوایی در این مرحله (۰/۷۳٪) از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در بیشترین تراکم به دست آمد، که نسبت به بیشترین میزان ۳۱/۱۳٪ کاهش نشان داد (جدول ۴). طبق نتایج جدول ۵، در هر سه سطح نیتروژن مصرفی تراکم اثر معنی‌داری بر میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی داشت. به‌طوری که در هر سه سطح نیتروژن، کمترین تراکم بیشترین میزان نیتروژن اندام هوایی را در مرحله رسیدگی به همراه داشت (جدول ۴). طبق نتایج به دست آمده، بیشترین میزان نیتروژن مصرفی باعث شد که بیشترین میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی (۲/۱۵٪) و همین‌طور در مرحله رسیدگی (۱/۰۶٪) به دست آید. اما همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی نسبت به مرحله گل‌دهی تقریباً ۵۰٪ کمتر بود. در آزمایشی که روی کلزا انجام گردید، غلظت عنصر نیتروژن در طی مراحل رشد بررسی و مشاهده گردید که این عنصر بیشترین غلظت را در اندام هوایی در شروع پر شدن دانه داشته و در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، غلظت آن به میزان زیادی کاهش می‌یابد (۱۱). این کاهش به‌دلیل اختصاص این

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

جدول۳. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر تراکم در سطوح نیتروژن×سایکوسل برای صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر		درجه آزادی	عملکرد دانه	نیتروژن اندام هوایی مرحه گلدهی	انتقال مجدد نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن
سایکوسل	نیتروژن					
عدم کاربرد	نیتروژن ۵۰ (N1)	۲	۱۶۳۹۷۵^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۲*	۶۵/۵^{ns}
سایکوسل	نیتروژن ۱۰۰ (N2)	۲	۳۶۹۷۷۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۲**	۳۶/۹^{ns}
(H_1)	نیتروژن ۱۵۰ (N3)	۲	۶۰۱۳۰۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۳*	۲۶/۶^{ns}
	نیتروژن ۵۰ (N1)	۲	۹۴۳۶۰۰*	۰/۰۷**	۰/۱۲**	۳۷۷/۴**
کاربرد سایکوسل	نیتروژن ۱۰۰ (N2)	۲	۱۶۱۰۶۲۵**	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۶**	۱۶۱/۱*
(H_2)	نیتروژن ۱۵۰ (N3)	۲	۵۷۷۹۷۵^{ns}	۰/۰۳*	۰/۰۱^{ns}	۲۵/۶^{ns}

**، * و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۴. مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و تراکم برای صفات مورد ارزیابی

عامل های آزمایش		نیتروژن اندام هوایی در مرحله رسیدگی (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تراکم (بوته در مترمربع)		
۵۰	۳۳/۳	۰/۷۵ e (b)	۱۲/۶ d (a)
	۲۵	۰/۷۸ e (b)	۱۲/۷ cd (a)
	۲۰	۰/۸۷ cd (a)	۱۲/۷ cd (a)
۱۰۰	۳۳/۳	۰/۷۳ e (b)	۱۳/۳ b (a)
	۲۵	۰/۷۷ e (b)	۱۲/۷ cd (b)
	۲۰	۱/۰۱ ab (a)	۱۲/۴ d (b)
۱۵۰	۳۳/۳	۰/۷۹ de (c)	۱۳/۲ bc (b)
	۲۵	۰/۹۳ bc (b)	۱۴/۰ a (a)
	۲۰	۱/۰۶ a (a)	۱۳/۵ ab (ab)

در هر ستون، اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ براساس آزمون LSD ندارند. حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثر متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهند.

عنصر به ریشه‌ها، ریزش برگ و گل‌دهی بود. هوکینگ و همکاران (۱۴) کاهش میزان نیتروژن اندام هوایی در زمان رسیدگی را به دلیل انتقال مجدد نیتروژن از ساقه‌ها به دانه‌ها و هم‌چنین تولید ماده خشک بیشتر، نسبت به جذب نیتروژن در طی دوره رسیدگی دانستند.

د) انتقال مجدد نیتروژن

برهمکنش سایکوسل، نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۵٪ بر انتقال مجدد نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان انتقال مجدد (۱/۲۱٪) در تیمار کاربرد سایکوسل از مصرف بیشترین میزان نیتروژن و بیشترین تراکم به دست آمد. کمترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

میزان انتقال مجدد نیتروژن (۰/۷۵٪) در تیمار عدم کاربرد سایکوسل از مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین تراکم به دست آمد. به‌طوری که کاهشی ۳۸ درصدی نسبت به بیشترین میزان انتقال مجدد داشت (جدول ۲). در تیمار عدم کاربرد سایکوسل، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع میزان نیتروژن اندام هوایی در مرحله گل‌دهی کم بود. از طرفی، در این تیمارها، در مرحله رسیدگی میزان نیتروژن بیشتری در ساقه و برگ باقی مانده و انتقال آن به سمت دانه‌ها کمتر صورت گرفته است. بنابراین در این برهمکنش سه‌گانه انتقال مجدد نیتروژن کاهش یافته است. نتایج تجزیه واریانس برش‌دهی (جدول ۳) نشان داد که در هر دو تیمار سایکوسل و همه سطوح نیتروژن مصرفی (بجز نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد سایکوسل) اثر تراکم بر انتقال مجدد نیتروژن معنی‌دار می‌باشد. طبق نتایج جدول ۲ در تیمار عدم کاربرد سایکوسل، در اولین و دومین سطح نیتروژن، تراکم‌های ۳۳/۳ و ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین میزان انتقال مجدد را به همراه داشتند. در سومین سطح نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، بیشترین تراکم بیشترین میزان انتقال مجدد را ایجاد کرد. در تیمار کاربرد سایکوسل، در اولین و دومین سطح نیتروژن، بیشترین تراکم بیشترین میزان انتقال مجدد را تولید کرد. بنابراین طبق نتایج به دست آمده در هر دو تیمار سایکوسل، افزایش نیتروژن و تراکم با افزایش انتقال مجدد همراهند. با این وجود، کاربرد سایکوسل نسبت به عدم کاربرد آن برای افزایش انتقال مجدد نیتروژن برتری دارد (جدول ۲). راتک و همکاران (۲۵) گزارش کردند که فرایندی آغازین برای انتقال سریع نیتروژن از بافت‌های رویشی به بافت‌های زایشی، انتقال مجدد در بافت‌های پیر است. زیرا در طی پیر شدن بافت‌ها، پروتئین رابیسکو سریعاً افت می‌کند و بعد از توقف آسیمیله کردن دی‌اکسیدکربن، به عنوان منشأ اصلی نیتروژن برای انتقال مجدد نیتروژن فعالیت می‌کند. در تیمار کاربرد سایکوسل، مصرف بیشترین میزان نیتروژن و تراکم‌های زیاد (۲۵ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) موجب قابل دسترس بودن نیتروژن به مقدار کافی در خاک و جذب آن توسط ریشه گیاه در دوره قبل از گل‌دهی و تجمع آن در اندام رویشی و افزایش انتقال مجدد و تجمع نیتروژن در دانه می‌شود. مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (۲۳) نیز به نتیجه مشابهی در گیاه برنج رسیده‌اند.

ه) کارایی مصرف نیتروژن

برهمکنش سایکوسل، نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۱). در تیمار کاربرد سایکوسل از کمترین میزان نیتروژن مصرفی و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین کارایی مصرف نیتروژن (۶۲/۹ کیلوگرم بر کیلوگرم) به دست آمد. کمترین کارایی مصرف نیتروژن (۱۰/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) در تیمار عدم کاربرد سایکوسل، از بیشترین میزان نیتروژن مصرفی و بیشترین تراکم به دست آمد. به‌طوری‌که با بیشترین کارایی حدود ۸۳٪ اختلاف داشت (جدول ۲). چون کارایی مصرف نیتروژن از نسبت عملکرد دانه به نیتروژن مصرفی به دست می‌آید، پس کمتر بودن آن در تیمار عدم کاربرد سایکوسل، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین تراکم، نشاندهنده کمتر بودن عملکرد دانه در چنین شرایطی بوده است. نتایج برش‌دهی (جدول ۳) نشان داد که در تیمار کاربرد سایکوسل و مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم اثر معنی‌داری بر کارایی مصرف نیتروژن داشت. به این صورت که در این تیمار سایکوسل، در اولین و دومین سطح نیتروژن، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین کارایی مصرف را ایجاد کرد (جدول ۲). نتایج به دست آمده نشان داد که در تیمار کاربرد سایکوسل از کمترین میزان نیتروژن مصرفی و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع هم بیشترین عملکرد دانه و هم بیشترین کارایی مصرف نیتروژن به دست می‌آید. برعکس، افزایش نیتروژن با کاهش هر دو همراه است. زمنچیک و آلبرچت (۳۰) کاهش ۷۶ درصدی کارایی مصرف نیتروژن ذرت را در هنگام افزایش سطح کود نیتروژن گزارش کردند. این پژوهشگران بر افزایش کارایی مصرف نیتروژن در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

جدول ۵. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر تراکم در سطوح نیتروژن برای صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن اندام هوایی مرحله رسیدگی	درصد پروتئین دانه
نیتروژن ۵۰ (N1)	۲	۰/۰۳*	۰/۰۴^{ns}
نیتروژن ۱۰۰ (N2)	۲	۰/۱۴**	۱/۳۷**
نیتروژن ۱۵۰ (N3)	۲	۰/۱۱**	۰/۹۷**

**، * و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۶. مقایسه میانگین برهمکنش سایکوسل و نیتروژن برای صفات مورد ارزیابی

عامل‌های آزمایش		پروتئین دانه (درصد)
سایکوسل	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	
عدم کاربرد سایکوسل (H1)	۵۰	۱۲/۱ b (b)
	۱۰۰	۱۲/۲ b (b)
	۱۵۰	۱۳/۶ a (a)
کاربرد سایکوسل (H2)	۵۰	۱۳/۲ a (a)
	۱۰۰	۱۳/۴ a (a)
	۱۵۰	۱۳/۵ a (a)

در هر ستون، اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند. حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثر متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهند.

هنگام تقسیط کود اشاره و تأکید کردند عواملی که موجب تسهیل در جذب نیتروژن شوند کارایی مصرف آن را نیز افزایش می‌دهند. با افزایش تراکم یولاف وحشی، کارایی مصرف نیتروژن آن افزایش پیدا می‌کند، زیرا قدرت جذب نیتروژن این گیاه با افزایش تراکم افزایش می‌یابد. این افزایش به‌ویژه در سطح کم نیتروژن که محدودیت و رقابت برای جذب آن محتمل‌تر است بیشتر می‌شود (۳).

و) درصد پروتئین دانه

نتایج نشان داد که برهمکنش سایکوسل و نیتروژن و همین‌طور برهمکنش نیتروژن و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار می‌باشند (جدول ۱). در ارتباط با برهمکنش سایکوسل و نیتروژن (جدول ۶)، بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۳/۶٪) از مصرف بیشترین میزان نیتروژن در تیمار عدم کاربرد سایکوسل به دست آمد. کمترین درصد پروتئین دانه (۱۲/۱٪) از مصرف کمترین میزان نیتروژن در تیمار عدم کاربرد سایکوسل به دست آمد، که نسبت به بیشترین درصد پروتئین دانه ۱۱/۰۲٪ کاهش نشان داد. نتایج برش‌دهی (جدول ۷)، نشان داد که فقط در تیمار عدم کاربرد سایکوسل اثر نیتروژن بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. به این صورت که در این تیمار سایکوسل، بیشترین میزان نیتروژن مصرفی، با بیشترین درصد پروتئین دانه همراه بود (جدول ۶). در تیمار عدم کاربرد سایکوسل و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان جذب نیتروژن و تجمع آن در اندام هوایی در مرحله گل‌دهی و انتقال مجدد آن به سمت دانه‌ها در مرحله رسیدگی افزایش پیدا می‌کند که مجموعه این عوامل با افزایش درصد پروتئین دانه همراهند. طبق نتایج محقق و امام (۲۱) برهمکنش سایکوسل و نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر درصد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

جدول ۷. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر نیتروژن در سطوح سایکوسل برای صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین دانه
عدم کاربرد سایکوسل (H_1)	۲	۶/۱۸**
کاربرد سایکوسل (H_2)	۲	۰/۲۰^{ns}

**، * و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

پروتئین دانه کلزا داشت. به طوری‌که تیمار شاهد سایکوسل (صفر) در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (در مقایسه با مصرف صفر، ۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) دارای بیشترین درصد پروتئین دانه بود. دانش شهرکی و همکاران (۴) گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین دانه کلزا را به طور معنی‌داری افزایش داد. از آنجا که نیتروژن یکی از اجزای اصلی اسیدهای آمینه محسوب می‌شود، افزایش مصرف و جذب آن منجر به افزایش سنتز پروتئین‌ها می‌گردد.

مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و تراکم (جدول ۴) نشان داد بیشترین میزان نیتروژن مصرفی در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع با بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۴٪) همراه بود. کمترین درصد پروتئین دانه (۱۲/۴٪) از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کمترین تراکم به دست آمد، که با بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۱/۴۳٪) اختلاف داشت. طبق نتایج جدول ۵، در دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم اثر معنی‌داری بر میزان نیتروژن دانه داشت. به این صورت که در دومین سطح نیتروژن، تراکم ۳۳/۳ بوته در متر مربع و در سومین سطح نیتروژن تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بیشترین درصد پروتئین دانه را تولید کردند (جدول ۴). طبق گزارش جلالی و بحرانی (۱۶) حداکثر درصد پروتئین دانه سورگوم (۱۰/۷٪) در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع (نسبت به تراکم‌های ۷/۷، ۱۵/۴ و ۲۰ بوته در متر مربع) و بیشترین میزان نیتروژن مصرفی به دست آمد. با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم‌های زیاد (۲۵ و ۳۳/۳ بوته در متر مربع) تجمع نیتروژن در اندام هوایی و انتقال مجدد آنها به سمت دانه‌ها افزایش پیدا کرد. در این شرایط تجمع نیتروژن در دانه و به تبع آن درصد پروتئین دانه نیز افزایش یافتند.

نتیجه‌گیری

در هر دو تیمار سایکوسل، افزایش نیتروژن و تراکم با افزایش انتقال مجدد همراه بود. با این وجود، کاربرد سایکوسل نسبت به عدم کاربرد آن برای افزایش انتقال مجدد نیتروژن برتری داشت. در تیمار کاربرد سایکوسل از کمترین میزان نیتروژن مصرفی و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع، هم بیشترین عملکرد دانه و هم بیشترین کارایی مصرف نیتروژن به دست آمد. ولی افزایش نیتروژن با کاهش هر دو صفت همراه بود. کارایی مصرف نیتروژن عامل بسیار مهمی در مدیریت نیتروژن برای تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود و در واقع نشان‌دهنده راندمان مصرف این عنصر و تأثیر آن در افزایش ماده خشک گیاهی است. بنابراین هر عاملی که موجب افزایش کارایی مصرف نیتروژن شود، مدیریت بهتر عنصر نیتروژن را به همراه دارد.

منابع مورد استفاده

1. Ali Naghi Zadeh, M. 2008. Effect of planting date on growth, yield and yield components of spring safflower as a second crop in Yasouj. MSc. Thesis, Yasouj University, Yasouj, Iran. (In Farsi).
2. Anonymous. 1387. Oilseed imports. Available at: www.worldfood.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

3. Chamani Asghari, T., S. Mahmoodi, M. H. Rashed Mohassel and Gh. R. Zamani. 2010. Effect of competition on nitrogen uptake and use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena fatua* L.) at vegetative growth stage. *Electronic Journal of Crop Production* 3(2): 81-96. (In Farsi).
4. Danesh Shahraki, A. R., H. Nadian, A. Bakhshandeh, Gh. Fathi, Kh. Alami Saeed and M. H. Gharineh. 2009. The effects of drought stress and rate of nitrogen application on yield and yield components of canola cultivar Hayola. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)* 85: 72-79. (In Farsi).
5. De, R., G. Giri, G. Saran, R. K. Singh and G. S. Chaturvedi. 1982. Modification of water balance of dry land wheat through the use of chlormequat chloride. *Journal of Agricultural Science* 98: 593-597.
6. Dordas, C. A. and C. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Field Crops Research* 27: 75-85.
7. Dordas, C. A. and C. Sioulas. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research* 110: 35-43.
8. Emam, Y. and M. N. Ilkaii. 2002. Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. *Iranian Journal of Crop Sciences* 4: 1-8. (In Farsi).
9. Emami, A. 1996. Methods in Soil Analysis. Soil and Water Research Institute Press. (In Farsi).
10. Fan, X., F. Lin and D. Kumar. 2004. Fertilization with a new type of urea evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition* 25: 853-865.
11. Faraji, A., N. Latifi, A. Soltani, A. H. Shirani Rad, M. H. Pahlavani and H. Sabouri. 2008. Nitrogen remobilization in canola *(Brassica napus* L.) and its relation with dry matter production and seed yield. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 15: 1-12. (In Farsi).
12. Gholinejad, E., A. Aeenehband, A. HasanzadeH Ghorttappeh, I. Barnoosi and H. Rezaei. 2009. Evaluation of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor at different levels of nitrogen and plant population in Urmieh climate conditions. *Journal of Plant Production Researches* 16(3): 1-27. (In Farsi).
13. Goodroad, L. L. and M. D. Jellum. 1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant Soil* 106: 85-89.
14. Hocking, P. J., J. A. Kirkegaard, J. F. Angus, A. Bernardi and L. M. Mason. 2002. Comparison of canola, Indian mustard and lionola in two contrasting environments. III. Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen uptake by plants and on soil nitrogen extraction. *Field Crops Research* 79: 153-172.
15. Hokmalipour, S. and R. Seyed Sharifi. 2010. Study of nitrogen use efficiency and growth analysis of corn, affected by plant density and nitrogen fertilizer levels. *Journal of Agricultural Science and Sustained Production* 20(3): 13-25. (In Farsi).
16. Jalali, A. H. and M. G. Bohrani. 2001. Qualitative and quantitative properties of grain sorghum affected by nitrogen and plant density. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 5 (3): 117-125. (In Farsi).
17. Javadi, H., M. H. Rashed Mohssel and A. Azari Nasrabad. 2007. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in four grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties. *Iranian Journal of Agricultural Research* 5(2): 271-279. (In Farsi).
18. Koutroubas, S. D., D. K. Papakosta and A. Doitsinis. 2008. Nitrogen utilization efficiency of safflower hybrids and open-pollinated varieties under Mediterranean conditions. *Field Crops Research* 107: 56-61.
19. Ma, B. L. and D. L. Smith. 1992. Chlormequat and ethephon timing and grain production of spring barley. *Agronomy Journal* 84(6): 934-939.
20. Modhej, A., A. Naderi, Y. Emam, A. Aynehband and G. Normohammadi. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. *International Journal of Plant Production* 2(3): 257-268.
21. Mohaghegh, R. and Y. Emam. 2009. Responses of two oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars to different cycocel and nitrogen levels. *Iranian Journal of Agricultural Research* 7(2): 615-624. (In Farsi).
22. Motamedi. B. and F. Javidfar. 2001. Planting and harvesting of rapeseed. *Farm Journal* 46: Page 13.
23. Mustafavi Rad, M. and Z. Tahmasebi Sarvestani. 2006. The study on nitrogen remobilization of rice genotypes under different nitrogen fertilizer levels. *Journal of Agricultural Science* 13(2): 1-8. (In Farsi).
24. Naseri, F. 1996. Oilseeds. Astan Quds Razavi Publications, Mashhad. (In Farsi).
25. Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research* 94: 103-113.
26. Soltani, A. 2006. Revision of Statistical Methods in Agricultural Research. Jahad-e-Daneshgahi Mashhad University Press, Mashhad. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]

27. Tahmasebi Sarvestani, Z., H. Omidi and R. Chukan. 2001. Effects of plant density and source limitation on yield, yield components and dry matter and nitrogen remobilization in corn. *Seed and Plant* 17(3): 294-314. (In Farsi).
28. Yan-Hong, Y., Y. Wen-Yu and J. Zhang. 2009. Effect of spraying uniconazole on dry matter accumulation and distribution of soybean after blooming. *World Applied Sciences Journal* 6(3): 449-456.
29. Zeinali, A. 1999. Safflower (Recognition, Production and Consumption). Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources Press, Gorgan. (In Farsi).
30. Zemenchik, R. A. and K. A. Albrecht. 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, smooth bromegrass, and orchardgrass. *Agronomy Journal* 94: 421-428.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.7.2.1]