واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ به تراکم‌های مختلف بوته

احمد کوچک‌زاده[۱*]، علیرضا ابدالی مشهدی[۲] و وحیده بدوی[۳]

۱) استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۲) دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۳) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول: koochekzadeh@ramin.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۹**

چکیده

به‌منظور مطالعه عملکرد ارقام مختلف گلرنگ در تراکم‌های مختلف کاشت، این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل چهار رقم (گلدشت، صفه، اصفهان و فرامان) و تراکم بوته در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش بوته در واحد سطح سبب کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن در واحد سطح در تمامی ارقام شد. تراکم بر وزن هزار دانه اثر معنی‌دار نداشت. ارقام گلدشت و فرامان نسبت به دو رقم دیگر بالاترین وزن هزار دانه را داشتند. بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب با متوسط ۲۲۵۳ و ۶۸۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و رقم صفه به‌دست آمد. اگرچه در این تراکم عملکرد دانه با تراکم ۴۰ بوته اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با افزایش تراکم، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق به‌ترتیب ۳۷ و ۲۲ درصد و عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب ۱۴ و ۳۰ درصد کاهش یافت. به‌طورکلی نتایج نشان داد تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه و روغن بودند. بر اساس نتایج به‌دست آمده ارقام صفه و اصفهان با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع را می‌توان برای کشت گلرنگ در خوزستان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، تعداد طبق در بوته، روغن دانه و عملکرد دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

مقدمه

واردات روغن‌های نباتی در کشور به‌حدی است که ایران به یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان این نوع محصولات در سطح جهانی تبدیل شده است (فریادرس و همکاران، ۱۳۹۵). روغن گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) کاربرد زیادی در صنایع غذایی، لوازم آرایشی، دارویی و خوراکی دارد و دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و محتوای زیاد امگا شش است (Khalid *et al.*, 2017). گلرنگ سازگار به طیف وسیعی از شرایط خاکی ایران است (امیدی و همکاران، ۱۳۹۳). تراکم بوته در واحد سطح یک ابزار مدیریتی مهم در جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و کاهش هزینه‌های تولید است (Ribeiro *et al.*, 2017). در آزمایشی بر روی گلرنگ، تراکم‌های ۱۴ و ۱۶ گیاه در مترمربع بالاترین ارتفاع بوته را داشتند و با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد شاخه در بوته کاهش ولی عملکرد دانه و روغن افزایش یافت (Sampaio *et al.*, 2017). افزایش تراکم بوته گلرنگ توانایی افزایش عملکرد دانه تا میزان ۳۰ درصد را داراست (Ahadi *et al.*, 2011). بیش‌ترین عملکرد دانه، عملکرد روغن، وزن هزار دانه، زیست توده و ارتفاع گیاه در بیش‌ترین تراکم بوته در واحد سطح (کم‌ترین فاصله ردیف و کم‌ترین فاصله بوته) به‌دست آمد (Sharif Moghaddasi and Omidi, 2016). در آزمایشی بر روی گلرنگ فاصله‌های ردیف و مقادیر مختلف بذر بررسی شد. فاکتورهای آزمایش اثر معنی‌داری بر درصد روغن، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه نداشتند، ولی بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن به‌طور معنی‌داری از کاربرد ۴۵ کیلوگرم بذر در هکتار در فواصل ردیف کاشت ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (Kose and Bilir, 2017). حمزه‌ای و همکاران (۱۳۹۴) نشان‌دادند که شاخص کلروفیل برگ کلزا به‌طور معنی‌داری تحت اثر مقادیر مختلف تراکم بذر قرار گرفت. در آزمایشی بر روی گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*)، افزایش تراکم باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد (Nandini *et al.*, 2017) در حالی‌که در دو آزمایش دیگر بر روی گیاه سویا تراکم اثر معنی‌داری بر محتوای پروتئین و روغن دانه نداشت (Gulluoglu *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2016). در پژوهشی بر روی ذرت با افزایش تراکم بوته، درصد پروتئین دانه، برگ و ساقه کاهش یافت (Haddadi and Mohseni, 2016). در تحقیقی اثر فاصله ردیف و تراکم دانه بر روی قطر کاپیتول، وزن هزار دانه و درصد روغن گلرنگ معنی‌دار نشد (Shahsavari *et al.*, 2017). همچنین ناصری و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند تراکم کاشت اثر معنی‌داری بر درصد روغن گلرنگ ندارد. با این حال Ahadi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت، باعث کاهش محتوای روغن دانه گلرنگ شد. آنان دلیل این امر را وجود رابطه عکس بین درصد پروتئین و درصد روغن دانه در تراکم‌های بالا دانستند. طهماسبی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز اظهار نمودند که تراکم اثر زیادی بر عملکرد روغن گلرنگ بهاره داشت، به‌طوری‌که با افزایش تراکم، عملکرد روغن افزایش یافت. بررسی و ارزیابی توان ارقام جدید در جهت دستیابی به افزایش عملکرد در طراحی سیاست‌های کشاورزی دارای نقش مهم و اساسی است (Qian and Zhao, 2017). صمدی فیروز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

آبادی و یزدانی (۱۳۹۱) طی بررسی‌های خود روی گیاه گلرنگ نشان دادند که بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات عملکردی و کیفی اختلاف معنی‌داری وجود دارد و رقم گلدشت با میانگین ۲۲۰۵/۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و رقم محلی اصفهان با میانگین ۲۰۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد را دارا بود. تراکم و رقم مناسب در افزایش کارآیی مصرف نهاده‌ها و افزایش عملکرد اهمیت به‌سزایی دارد و با توجه به اهمیت این گیاه در تولید روغن و تحمل بالا در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک، این آزمایش به‌منظور تعیین بهترین تراکم در ارقام مختلف گلرنگ به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. هر کرت با ابعاد ۳×۳ متر، دارای پنج خط کشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمایش، بر اساس نتایج آزمون خاک، از کود سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت تقسیط در سه مرحله به مقدار یکسان (بعد از جوانه‌زنی، در مرحله شش تا هشت برگی و قبل از مرحله گل‌دهی) استفاده شد. بافت خاک لومی رسی، pH=۷/۵، وزن مخصوص ظاهری ۱/۲۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب، نیتروژن کل ۰/۰۴۵ درصد و هدایت الکتریکی ۳/۲ دسی زیمنس بر متر بود. کاشت به‌صورت جوی و پشته در اول بهمن انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل چهار رقم (گلدشت، صفه، اصفهان (کوسه) و فرامان) و تراکم در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) بود. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک هنگامی که بوته‌های گلرنگ کاملا زرد و دانه‌های درون طبق به راحتی با دست جدا می‌شدند (در ۲۵ خرداد) برداشت صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه، عدد کلروفیل‌متر، مقدار کلروفیل a و b، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و زیستی، مقدار پروتئین، درصد و عملکرد روغن بود. اندازه‌گیری غلظت کلروفیل با استفاده از استون (Arnon,1975) و عدد کلروفیل‌متر با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (Soil and Plant Analysis Division or SPAD 502) در ابتدای ظهور طبق انجام شد. عملکرد دانه در زمان رسیدگی کامل، با برداشت از سه خط میانی هر کرت (در مجموع سه مترمربع) و با حذف نیم‌متر حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط کشت تعیین شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه از هر کرت دو نمونه ۵۰۰ عددی به‌صورت تصادفی انتخاب شد، پس از محاسبه و میانگین‌گیری، وزن هزار دانه به‌دست آمد. شمارش دانه‌ها با دست و محاسبه وزن از طریق ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با میانگین‌گیری ۱۰ بوته که از هرکرت به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، ارزیابی شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.38.1.3]

پروتئین دانه با دستگاه کجلدال (Bremner, 1996) و مقدار روغن با استفاده از دستگاه سوکسوله (Porim,1995) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به‌دست آمد. کلیه محاسبه‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد و مقایسه میانگین برهم‌کنش با روش L. S. Means انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و تراکم بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین ارتفاع در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و ارقام صفه، اصفهان، فرامان و گلدشت به‌ترتیب بیش‌ترین ارتفاع بوته را ایجاد نمودند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته و محدود شدن نفوذ نور در جامعه گیاهی، رقابت برای دریافت نور بین بوته‌ها بیش‌تر شده و گیاهان برای دریافت نور بیش‌تر، ارتفاع خود را افزایش دادند (پاسبان اسلام، ۱۳۹۲). در مقیاس میکرو، کانوپی گیاه از لحاظ عواملی مانند نور، دما و رطوبت نسبی که اثرگذاری بسیار معنی‌داری بر روی رشد دارند به شدت تحت اثر تراکم بوته در واحد سطح قرار می‌گیرد (Yang *et al.*, 2014). تراکم بوته و ژنوتیپ می‌توانند بر ارتفاع گیاه اثر بگذارند و در تراکم‌های بالا رقابت برای دریافت نور خورشید افزایش می‌یابد. در غیاب نور مستقیم خورشید، کاهش دمای به‌وجود آمده سبب شد تا در شرایط سایه هورمون اکسین به‌ویژه در برخی از قسمت‌های ساقه کاهش یابد. اکسین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاه نقش حیاتی در هماهنگی بسیاری از فرآیندهای رشد در چرخه زندگی گیاه دارد (Sharif Moghaddasi and Omidi, 2016). در آزمایشی روی پنبه افزایش تراکم باعث توسعه زودتر سطح برگ شد و در نتیجه نفوذ نور در کانوپی ضعیف‌تر شد (Brodrick *et al.*, 2013).

تعداد شاخه فرعی

برهم‌کنش رقم و تراکم بوته بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین جدول ۳ نشان داد که در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع میان ارقام تفاوت معنی‌داری نبود. ولی در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بالاترین تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب در رقم اصفهان، صفه، گلدشت و فرامان مشاهده شد، در حالی‌که میان رقم‌های صفه و گلدشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. هم‌چنین در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به ترتیب ارقام اصفهان، صفه، گلدشت و فرامان بالاترین تعداد شاخه فرعی را داشتند، که البته میان اصفهان و صفه و نیز گلدشت و فرامان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. هم در کم‌ترین و هم در بالاترین تراکم در این آزمایش رقم اصفهان بالاترین و رقم فرامان کم‌ترین تعداد شاخه فرعی را دارا بودند که این امر نشان دهنده پتانسیل ژنتیکی متفاوت این دو رقم در تولید شاخه فرعی است. با این حال صمدی فیروزآبادی و یزدانی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

(۱۳۹۱) طی بررسی‌های خود بر روی گیاه گلرنگ نشان دادند که این صفت در بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

قطر ساقه

قطر ساقه به‌طور معنی‌داری تحت اثر تراکم و رقم قرار گرفت، اما برهم‌کنش رقم × تراکم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد که توزیع مناسب بوته‌ها در تراکم‌های پایین باعث کاهش رقابت بین بوته‌ها برای جذب نور و مواد غذایی شده در نتیجه به‌واسطه کاهش رقابت میان بوته‌ها، ساقه قطر زیادتری پیدا می‌کند. گیاهان در واکنش به تغییر تراکم کاشت، از طریق تغییر در تعداد و اندازه اندام‌هایشان سازگاری‌هایی در ویژگی‌های فردی خویش ایجاد می‌کنند. تحت تراکم‌های بسیار بالا به‌ویژه وقتی شرایط محیطی مناسب است (برای نمونه حاصل‌خیزی خاک زیاد باشد) این حالت بیش‌تر مشخص می‌شود (Villalobos *et al.*, 2016). کاهش قطر ساقه آفتابگردان در اثر بالا رفتن تراکم در آزمایش پورسخی و خواجه‌پور (۱۳۹۳) نیز گزارش شده است. بیش‌ترین قطر ساقه به ترتیب در ارقام اصفهان، فرامان، صفه و گلدشت به‌دست آمد (جدول ۲).

عدد کلروفیل‌متر، کلروفیل a و b

نتایج آنالیز واریانس عدد کلروفیل‌متر نشان داد که در بین عوامل آزمایشی فقط اثر تراکم معنی‌دار بود (جدول ۴). کم‌ترین عدد کلروفیل‌متر در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد که با سه تراکم دیگر اختلاف معنی داری ایجاد نمود. عدد کلروفیل‌متر در بالاترین تراکم (۵۰ بوته در مترمربع) نسبت به کم‌ترین تراکم (۲۰ بوته در مترمربع) ۱۵ درصد کاهش یافت، ولی سه تراکم۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس مقدار کلروفیل a و b نشان داد که تنها برهم‌کنش دو عامل معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین برش‌دهی مقدار کلروفیل a (جدول ۳) نشان داد در کم‌ترین تراکم بوته در واحد سطح، میان ارقام از لحاظ مقدار کلروفیل a تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. شاید دلیل احتمالی آن باشد که در تراکم کم امکان نفوذ نور به لایه‌های پایین کانوپی و برگ‌هایی که در بخش‌های زیرین گیاه قرار دارند، بیش‌تر است و در نتیجه‌ی فراهمی نور، امکان تولید کلروفیل a بیش‌تر فراهم شده، لذا در شرایط تراکم کم بوته در واحد سطح، اختلاف ژنتیک گیاهان در زمینه تولید کلروفیل a به‌طور معنی‌دار آشکار نشد. با افزایش تراکم تفاوت مقدار کلروفیل a در میان ارقام مورد آزمایش مشخص شد. به‌طوری‌که در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع رقم صفه به‌طور معنی‌داری کم‌ترین مقدار کلروفیل a را دارا بود، درحالی‌که میان سه رقم دیگر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع، رقم اصفهان بالاترین مقدار کلروفیل a را دارا بود، ولی بین سه رقم دیگر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع نیز به ترتیب دو رقم گلدشت و صفه با یکدیگر بیش‌ترین و دو رقم اصفهان و فرامان بدون اختلاف با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

یکدیگر کم‌ترین مقدار کلروفیل a را داشتند. نتایج این آزمایش با نتایج حمزه‌ای و همکاران (۱۳۹۴) بر روی کلزای پاییزه هماهنگ بود. مقدار کلروفیل b در میان ارقام مورد آزمایش در تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع معنی‌دار نشد (جدول ۳). در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع دو رقم گلدشت و صفه بالاترین مقدار کلروفیل b را نسبت به دو رقم دیگر (در یک سطح آماری قرار داشتند) دارا بودند. در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مقدار کلروفیل b در رقم فرامان نسبت به رقم صفه کم‌تر بود (جدول ۳). علاوه بر تعداد و اندازه‌ی اندام‌های گیاه (Villalobos *et al.*, 2016)، خصوصیات فیزیولوژیک گیاه نیز با افزایش شدید تراکم تحت اثر قرار می‌گیرد و این تغییرات می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر فرآیند فتوسنتز و محتوای کلروفیل اثرگذار شود. در آزمایشی با افزایش تراکم بوته‌های کلزا در واحد سطح از مقدار کلروفیل‌های a و b عملکرد دانه افزایش یافت (Nasiri *et al.*, 2017). با افزایش زیاد تراکم بوته ذرت در واحد سطح، درکلروپلاست اختلال ایجاد شده و ساختار تیلاکوئید تخریب می‌شود که این امر زمینه را برای کاهش محتوای کلروفیل در واحد سطح برگ و کاهش عملکرد در بوته فراهم می‌سازد (Ren *et al.*, 2017).

تعداد طبق در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و تراکم بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). با افزایش تراکم از تعداد طبق در بوته کاسته شد و بیش‌ترین تعداد طبق در بوته در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به تراکم۵۰ بوته در متر مربع، ۳۶/۸ درصد بیش‌تر بود (جدول ۶). کاهش شمار طبق با افزایش تراکم را می‌توان به رقابت گیاه برای کسب نور، مواد غذایی، سایه‌اندازی برگ‌ها و شاخه‌های فوقانی نسبت‌داد (Naseri and Mirzaei, 2010). هر چه فاصله بین بوته‌ها روی ردیف بیش‌تر شود، گیاه شاخه و طبق بیش‌تری تولید می‌کند و از این طریق کاهش تعداد بوته را جبران می‌نماید. گلرنگ توانایی تولید طبق زیادی دارد و از این طریق می‌تواند در تراکم‌های پایین نیز عملکرد خود را در حد قابل قبولی حفظ نماید (صلحی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۵). در آزمایش‌های اسکندری تربقان (۱۳۸۸) نیز گزارش شد که با افزایش تراکم، از تعداد طبق‌ها در بوته کاسته شد. رقم اصفهان بیش‌ترین تعداد طبق در بوته را ایجاد نمود (جدول ۶).

تعداد دانه در طبق

اثر رقم و تراکم بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). بیش‌ترین تعداد دانه در طبق در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۶). افزایش تراکم بوته، محدودیت مواد غذایی، نور و افزایش رقابت برای به‌دست آوردن منابع، منجر به کاهش تولید آسیمیلات و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

به دنبال آن تولید دانه شد و سرانجام تعداد دانه کم‌تری در طبق تولید می‌شود (احسان‌زاده و زارعیان بغدادآبادی، ۱۳۸۲). در میان ارقام آزمایش شده، رقم صفه بیش‌ترین تعداد دانه را داشت که با سایر ارقام دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۶).

وزن هزار دانه

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که فقط اثر اصلی رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بالاترین وزن هزار دانه در ارقام فرامان و گلدشت مشاهده شد و این دو رقم با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). ارقام صفه و اصفهان به ترتیب با ۳۶ و ۴۲ درصد، وزن هزار دانه کم‌تری نسبت به فرامان و گلدشت داشتند (جدول ۶). بنا به‌نظر Alizadeh و Carapetian (۲۰۰۶) وزن هزار دانه بیش‌تر تحت اثر ویژگی‌های رقم و کم‌تر تحت اثر تراکم قرار دارد و تولید بذرهای سنگین‌تر بیش‌تر نتیجه انتقال مناسب فتوآسمیلات‌ها به بذر در این ارقام می‌باشد. بی‌اثر بودن تراکم بر وزن هزار دانه توسط آذری و خواجه پور (۱۳۸۴) گزارش شده است. آنان دلیل این امر را نقش جبرانی وزن دانه در توازن توزیع مواد غذایی در دانه‌های تشکیل شده دانستند. در آزمایشی دو ساله بر روی گلرنگ، تراکم بوته در متر مربع اثر معنی‌داری بر روی وزن هزار دانه نداشت (Sampaio *et al.*, 2017). در آزمایشی دیگر فاصله ردیف‌های کاشت و مقادیر مختلف بذر در هکتار اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه گلرنگ نشان نداد هرچند اثر سال بر روی این صفت معنی‌دار بود (Kose and Bilir, 2017).

عملکرد دانه

برهم‌کنش تراکم و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در رقم صفه و کم‌ترین در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع و رقم گلدشت به‌دست آمد (جدول ۷). مقایسه میانگین برش‌دهی عملکرد دانه نشان داد در کم‌ترین تراکم (۲۰ بوته در متر مربع) و بیش‌ترین تراکم (۵۰ بوته در متر مربع) میان ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار در عملکرد دانه وجود نداشت (جدول ۳). این امر نشان دهنده آن است در تراکم‌های مذکور میزان اثرگذاری تراکم در رقابت میان بوته‌ها در بالا و پایین سطح خاک به اندازه‌ای بوده است که ارقام نتوانستند اختلاف پتانسیل در تولید دانه در میان‌شان را بروز دهند. احتمال آن وجود دارد در تراکم کم به‌علت رقابت کم‌تر و در تراکم بالا به علت افزایش رقابت و کمبود نیازهای گیاه، تغییرات در صفات اثرگذار بر عملکرد دانه به گونه‌ای باشد که اختلاف ژنتیک ارقام مورد آزمایش در تولید دانه بروز نکرده باشد؛ به عبارت دیگر در تراکم‌های کم و زیاد، هموستازی (تمایل به حفظ وضعیت ثابت و پایدار) در میان صفات اثرگذار بر عملکرد وجود داشته است و تغییر در یک صفت باعث واکنش و تغییر در میان سایر صفات شده تا ثبات و پایداری در تولید دانه حفظ شد. در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب بیش‌ترین عملکرد دانه در ارقام صفه و اصفهان و کم‌ترین عملکرد دانه در ارقام گلدشت و فرامان مشاهده شد. در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب بیش‌ترین عملکرد دانه در ارقام صفه، فرامان، گلدشت و اصفهان مشاهده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

شد (جدول ۸). صمدی فیروز آبادی و یزدانی (۱۳۹۱) طی بررسی‌های خود بر روی گیاه گلرنگ نشان دادند که بین ارقام مورد بررسی از نظر صفات عملکردی و کیفی اختلاف معنی‌داری وجود دارد و رقم گلدشت با میانگین ۲۲۰۵/۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و رقم محلی اصفهان با میانگین ۲۰۳۰/۳ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد را دارا بود.

عملکرد زیستی

برهم‌کنش تراکم و رقم بر عملکرد زیستی معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین عملکرد زیستی در رقم صفه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده شد که نسبت به رقم گلدشت با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع برتری ۵۲ درصدی داشت (جدول ۷). عملکرد زیستی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند با خصوصیات مختلف گیاه در ارتباط باشد. برای مثال در کلزا مقدار ماده خشک بخش‌های هوایی گیاه با وزن خشک ریشه، قطر طوقه، تعداد خورجین در بوته و شاخص مقاومت به ورس همبستگی مثبت نشان داد (Khan *et al.*, 2017). در آزمایشی که اثر تراکم بوته، رقم و میزان کود نیتروژن بر روی گلرنگ مورد بررسی قرار گرفت؛ ضرایب همبستگی نشان‌د اد که عملکرد زیستی با درصد روغن و تعداد بوته دارای همبستگی مثبت و با تعداد دانه در بوته همبستگی منفی داشت (Elfadl *et al.*, 2009). در آزمایشی شش سطح تراکم گلرنگ از ۴۸ تا ۱۲۸ بوته در متر مربع مورد بررسی قرار گرفت و با افزایش تراکم مقدار ماده خشک بخش هوایی گیاه کاهش یافت (Belle *et al.*, 2012). بالا بودن وزن خشک یک رقم نسبت به سایر ارقام احتمالا به‌دلیل اختلاف نسبت فتوسنتز جاری به تنفس گیاه در مقایسه با سایر ارقام است؛ در نتیجه، مازاد این اختلاف باعث بیش‌تر شدن افزایش وزن خشک یک رقم نسبت به سایر ارقام می‌شود (طهماسبی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج مقایسه میانگین برش‌دهی عملکرد زیستی نشان داد که در تراکم‌های ۲۰ و ۵۰ بوته در متر مربع میان ارقام اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). این امر نشان دهنده آن است که شدت رقابت درون گونه‌ای به‌حدی بوده است که اجازه بروز اختلافات ژنتیکی در عملکرد زیستی در میان ارقام مورد آزمایش را نداده است. در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع کم‌ترین عملکرد زیستی به‌ترتیب در ارقام گلدشت و اصفهان مشاهده شد. ارقام اصفهان و صفه به‌ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع بیش‌ترین عملکرد زیستی را دارا بودند.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و اثر تراکم بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۵). شاخص برداشت با افزایش تراکم سیر صعودی نشان داد، که آن را می‌توان به تعداد طبق بیش‌تر در بوته و تعداد دانه بیش‌تر در طبق نسبت داد. تفاوت در شاخص برداشت در بین ارقام به دلیل اختصاص ماده خشک بیش‌تر به دانه می‌باشد که جزء مهم‌ترین ویژگی‌های ژنتیکی رقم به حساب می‌آید. بالاترین و کم‌ترین شاخص برداشت به‌ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. در میان ارقام بالاترین شاخص برداشت در رقم صفه مشاهده شد که با رقم گلدشت اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین شاخص

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

برداشت هم در ارقام فرامان و اصفهان به‌دست آمد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۶). نتایج مشابهی مبنی بر کاهش شاخص برداشت با افزایش تراکم توسط Ahadi و همکاران (۲۰۱۱) و کریمی فرزقی و منعمی‌زاده (۱۳۹۳) گزارش شده است.

پروتئین دانه

مقدار پروتئین به‌طور معنی‌داری تحت اثر رقم و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۵)، به‌طوری‌که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه به‌ترتیب در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و ۲۰ بوته در مترمربع بود. از میان چهار رقم مورد آزمایش بالاترین درصد پروتئین دانه به‌ترتیب در ارقام گلدشت و فرامان مشاهده شد و کم‌ترین درصد پروتئین به‌ترتیب در ارقام اصفهان و صفه به‌دست آمد (جدول ۸). در آزمایشی بر روی آفتابگردان، نیتروژن و تراکم بوته بر مقدار و طول دوره‌ی فرآیندهای مرفولوژی گیاه اثر داشت در حالی‌که ژنوتیپ بر زمان‌بندی پارامترها اثری نداشت (Andrianasolo *et al.*, 2017). در پژوهش دیگری نیتروژن اثر مثبت بر غلظت پروتئین و تراکم بوته، اثر مثبت بر جذب نیتروژن پس از گل‌دهی داشت؛ در حالی‌که در ژنوتیپ‌های مختلف بیش‌ترین غلظت پروتئین مستقل از شرایط تحت آزمایش بود (Andrianasolo *et al.*, 2016). فولادوند و یدوی (۱۳۹۴) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع، درصد پروتئین دانه گلرنگ کاهش یافت.

درصد روغن و عملکرد آن

درصد روغن به‌طور معنی‌داری تحت اثر رقم و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۵) و از این نظر هر چهار سطح تراکم بوته با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. بالاترین درصد روغن به‌ترتیب در تراکم‌های ۳۰، ۲۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد با توجه به شرایط آزمایش، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع تراکم بهینه بوده؛ زیرا تراکم‌های کم‌تر و بیش‌تر از آن درصد روغن کم‌تری داشتند. با افزایش تراکم به بیش از ۳۰ بوته در مترمربع از درصد روغن کاسته شد، به‌طوری‌که در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع کم‌ترین درصد روغن به‌دست آمد (جدول ۸). Shahri و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم باعث کاهش محتوای روغن دانه گلرنگ شد. آنان دلیل این امر را وجود رابطه عکس بین درصد پروتئین و درصد روغن دانه دانستند. درپژوهش حاضر هر چهار رقم مورد استفاده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین درصد روغن دانه به‌ترتیب در ارقام صفه، اصفهان، فرامان و گلدشت مشاهده شد (جدول ۸). عملکرد روغن به‌طور معنی‌داری تحت اثر برهم‌کنش رقم و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۵). بالاترین عملکرد روغن در تیمار ۳۰ بوته رقم صفه و کم‌ترین آن در تراکم ۲۰ بوته رقم گلدشت ایجاد شد (جدول‌های ۳ و ۷). در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب دو رقم صفه و اصفهان بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بالاترین عملکرد روغن و دو رقم فرامان و گلدشت در مرتبه بعد قرار داشتند. در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

رقم صفه با داشتن بیش‌ترین عملکرد روغن به‌طور معنی‌داری با سه رقم دیگر تفاوت داشت، ولی از این نظر سه رقم دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بین ارقام تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۸). فولادوند و یدوی (۱۳۹۴) و طهماسبی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت به مقدار بهینه در گلرنگ می‌تواند افزایش عملکرد روغن دانه را به‌همراه داشته باشد. با بررسی ضرایب همبستگی مشخص شد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری با شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عدد کلروفیل‌متر همبستگی مثبت و با تعداد شاخه فرعی و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و هم‌چنین میان عملکرد روغن و عملکرد دانه همبستگی مثبت وجود داشت (جدول ۹). جهانگیری‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که هر قدر عملکرد دانه افزایش پیدا کند، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

هرچند گیاهان خانواده کمپوزیته از طریق ایجاد تغییرات در اجزای عملکرد مانند وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته در مقابل ایجاد تغییر در عملکرد مقاومت نشان می‌دهند، ولی اختلاف میان سطوح تراکم در نظر گرفته شده در این آزمایش به مقداری بود که اثر معنی‌داری بر صفات با ارزش اقتصادی در این گیاه شامل درصد پروتئین، درصد روغن، عملکرد روغن و عملکرد دانه داشت، به‌طوری‌که بالاترین درصد روغن، عملکرد روغن و عملکرد دانه در تیمار ۳۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. افزایش تراکم بالاتر از ۳۰ بوته در متر مربع باعث کاهش عملکرد دانه و روغن شد و از میان چهار رقم مورد آزمایش ارقام صفه و اصفهان بهترین عملکرد را دارا بودند. در این آزمایش بهترین ترکیب تیماری از لحاظ عملکرد کمی و کیفی، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع رقم صفه و اصفهان بود.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر تراکم بوته بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه ارقام گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه
بلوک	۲	۳۶/۶۳ ns	۰/۷۶ ns	۱/۳۰ ns
رقم	۳	۱۴۵۵**	۴/۰۱**	۲/۰۵*
تراکم	۳	۱۹۴۰**	۵۳/۲۲**	۷/۸۲**
رقم × تراکم	۹	۹۰/۱۹ ns	۱/۱۷**	۰/۷۱ ns
خطای آزمایشی	۳۰	۴۵/۰۹	۰/۳۲	۰/۵۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۷۸	۷/۸۵	۱۰/۸۴

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر ساده تراکم بوته و ارقام بر عدد کلروفیل‌متر، و قطر ساقه تحت اثر تیمارهای آزمایشی

تیمار		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عدد کلروفیل‌متر	قطر ساقه (میلی‌متر)
ارقام گلرنگ	گلدشت	۸۷/۲۹d	۶۰/۹۶ a	۶/۱۱ c
	صفه	۱۱۱/۲۰a	۶۱/۷۴ a	۶/۷۱ b
	اصفهان	۱۰۴/۹۶b	۶۳/۱۱ a	۷/۰۳ a
	فرامان	۹۲/۵۰c	۵۹/۰۷ a	۶/۹۵ a
تراکم‌های مختلف (بوته در متر مربع)	۲۰	۸۲/۴۰d	۶۳/۱۰ a	۷/۶۷ a
	۳۰	۹۸/۴۰c	۶۷/۰۴ a	۶/۹۰ b
	۴۰	۱۰۱/۹۹b	۶۱/۱۲ a	۶/۵۰ c
	۵۰	۱۱۳/۱۵a	۵۳/۶۰ b	۵/۷۳ d

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

جدول ۳: مقایسه میانگین برش دهی تعداد شاخه فرعی، میزان کلروفیل a و b بر اساس رقم

تراکم بوته در متر مربع	رقم	تعداد شاخه فرعی در بوته	مقدار کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه)	مقدار کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۲۰	گلدشت	۹/۷۸b	۵/۴۹a	۰/۸۴a	۱۲۲۶ a	۴۹۳۳a	۲۵۳ b
	صفه	۱۰/۴۶b	۶/۲۳a	۰/۹۳a	۱۳۱۶ a	۵۳۳۰a	۳۶۹ a
	اصفهان	۱۲/۰۰a	۵/۵۱a	۰/۹۹a	۱۴۲۳ a	۵۷۳۳a	۳۳۴ ab
	فرامان	۸/۷۳c	۴/۱۹a	۰/۹۱a	۱۳۰۰ a	۵۳۸۶a	۳۱۱ ab
۳۰	گلدشت	۶/۵۷a	۶/۰۸a	۰/۹۳a	۱۴۸۰ b	۵۹۲۶c	۳۵۲ c
	صفه	۷/۰۹a	۴/۵۸b	۰/۷۶a	۲۲۵۳ a	۷۲۲۱bc	۶۸۰ a
	اصفهان	۷/۱۶a	۵/۳۰ab	۰/۸۷a	۲۱۹۳ a	۹۵۰۰a	۵۹۵ a
	فرامان	۶/۶۴a	۵/۹۰ab	۰/۷۶a	۱۷۷۳ b	۸۱۷۰ab	۴۶۲ b
۴۰	گلدشت	۶/۱۴a	۴/۲۱b	۰/۸۶a	۱۷۳۳ b	۸۳۸۶ c	۳۸۳ b
	صفه	۶/۶۰a	۵/۰۲b	۰/۷۹a	۲۱۵۶ a	۱۰۲۹۰a	۵۷۶ a
	اصفهان	۶/۳۲a	۶/۷۴a	۰/۷۲b	۱۶۰۰ c	۷۵۳۳ bc	۳۸۸ b
	فرامان	۶/۵۳a	۴/۷۴b	۰/۶۷b	۱۷۶۳ ab	۹۱۳۳ ab	۴۰۰b
۵۰	گلدشت	۴/۸۶b	۵/۲۹a	۰/۷۰b	۱۸۲۴ a	۸۱۵۰a	۴۰۳ a
	صفه	۵/۸۶a	۴/۹۰a	۰/۷۵a	۱۶۷۶ a	۸۹۳۶ a	۳۵۲ a
	اصفهان	۶/۰۳a	۴/۳۶ b	۰/۷۵a	۱۵۳۳ a	۹۲۴۳ a	۳۵۳ a
	فرامان	۴/۶۷b	۴/۳۹b	۰/۷۲ b	۱۶۰۰ a	۹۱۹۶ a	۳۶۲ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج درصد با هم ندارند.

جدول ۴: تجزیه واریانس عدد کلروفیل‌متر، مقدار کلروفیل a و b

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عدد کلروفیل‌متر	مقدار کلروفیلa	مقدار کلروفیلb
بلوک	۲	۱/۳۱ ns	۱/۸۷ ns	۰/۰۲ ns
رقم	۳	۳۴/۲۸ ns	۰/۵۵ ns	۰/۰۱ ns
تراکم	۳	۳۸۱ **	۱/۱۳ ns	۰/۰۲ ns
رقم × تراکم	۹	۳۹/۶۰ ns	۲/۵۲ **	۰/۰۳ **
خطای آزمایشی	۳۰	۶۷/۵۸	۰/۷۴	۰/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۴۲	۱۶/۸۶	۱۴/۰۱

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.38.1.3]

جدول ۵: تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گیاه گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد پروتئین دانه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
بلوک	۲	۷/۵۲*	۳۳/۳۳^{ns}	۶/۸۳^{ns}	۷۸/۷۶^{ns}	۳۰۳۳۳^{ns}	۳۲/۷۱^{ns}	۱/۵۰^{ns}	۴/۳۱^{ns}	۳/۶۹^{ns}
رقم	۳	۵۴/۷۶**	۶۲۱**	۱۷۷۶**	۲۱۳۱*	۵۹۱۸۱**	۳۵/۶۷*	۶/۵۵*	۳۵/۷۵**	۴۷۰**
تراکم	۳	۱۰۴**	۳۹۴**	۱/۶۳^{ns}	۹۱۵۲**	۳۰۷۶۸۴**	۱۱۱**	۷/۶۹*	۳۸/۵۰**	۹۵۲۷**
رقم × تراکم	۹	۷/۸۶^{ns}	۳۷/۹۵^{ns}	۴/۳۵^{ns}	۱۵۰۷*	۲۸۰۱۰*	۲۱/۰۲^{ns}	۱/۷۵^{ns}	۵/۶۷^{ns}	۱۶۹۴**
خطای آزمایشی	۳۰	۳/۷۸	۶۸/۳۰	۸/۶۷	۶۰۴	۱۱۲۸۱	۱۰/۱۴	۲/۲۱	۲/۳۵	۴۱/۷۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۴۲	۱۴/۰۷	۷/۰۹	۱۴/۷۳	۱۳/۹۳	۱۴/۱۳	۹/۸۳	۷/۴۹	۱۵/۷۱

ns، * و **: به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۶: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای آن تحت اثر تیمارهای آزمایشی

تیمار		تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
ارقام گلرنگ	گلدشت	۱۳/۶۲ d	۵۵/۹۰ c	۵۱/۵۰ a	۱۵۴۱ c	۶۵۶۹ b	۲۳/۵۶ a
	صفه	۱۶/۵۰ b	۶۶/۰۵ a	۳۲/۶۸ b	۱۸۵۰ a	۷۹۴۴ a	۲۴/۳۸ a
	اصفهان	۱۸/۲۷ a	۶۲/۹۵ b	۲۹/۴۶ c	۱۶۸۷ b	۸۰۰۲ a	۲۱/۵۰ b
	فرامان	۱۴/۲۵ c	۵۰/۰۲ d	۵۱/۵۲ a	۱۶۰۷ c	۷۹۷۱ a	۲۰/۶۹ b
تراکم	۲۰	۱۹/۴۰ a	۶۵/۴۴ a	۴۱/۵۰ a	۱۲۹۱ d	۵۳۶۵ d	۲۴/۱۲ b
	۳۰	۱۵/۸۷ b	۵۹/۱۰ b	۴۱/۰۸ a	۱۹۲۵ a	۷۷۰۴ c	۲۵/۶۷ a
	۴۰	۱۵/۱۰ c	۵۸/۹۵ b	۴۱/۶۹ a	۱۸۱۳ b	۸۴۹۶ b	۲۱/۶۶ c
	۵۰	۱۲/۲۵ d	۵۱/۴۲ c	۴۱/۹۱ a	۱۶۵۸ c	۸۹۴۰ a	۱۸/۶۹ d

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

جدول ۷: مقایسه میانگین برهم‌کنش تراکم بوته و رقم بر عملکرد دانه، زیستی و روغن

رقم	تراکم (بوته در مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
گلدشت	۲۰	۱۲۲۶ f	۴۹۳۳h	۲۵۳ f
	۳۰	۱۴۸۰ c-f	۵۹۲۶e-h	۳۵۲ ef
	۴۰	۱۷۳۳ cd	۸۳۸۶d-g	۳۸۳ de
	۵۰	۱۸۲۴ a-d	۸۱۵۰bcd	۴۰۳ de
صفه	۲۰	۱۳۱۶ ef	۵۳۳۰h	۳۶۹ de
	۳۰	۲۲۵۳ a	۷۲۲۱def	۶۸۰ a
	۴۰	۲۱۵۶ ab	۱۰۲۹۰a	۵۷۶ bc
	۵۰	۱۶۷۶ cde	۸۹۳۶abc	۳۵۲ ef
اصفهان	۲۰	۱۴۲۳ def	۵۷۳۳fgh	۳۳۴ ef
	۳۰	۲۱۹۳ a	۹۵۰۰ab	۵۹۵ ab
	۴۰	۱۶۰۰ c-f	۷۵۳۳cde	۳۸۸ de
	۵۰	۱۵۳۳ cde	۹۲۴۳ab	۳۵۳ ef
فرامان	۲۰	۱۳۰۰ ef	۵۳۸۶gh	۳۱۱ ef
	۳۰	۱۷۷۳ bcd	۸۱۷۰bcd	۴۶۲ d
	۴۰	۱۷۶۳ cd	۹۱۳۳abc	۴۰۰de
	۵۰	۱۶۰۰cde	۹۱۹۶abc	۳۶۲ de

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

جدول ۸: مقایسه میانگین صفات کیفی گلرنگ

تیمار		پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)
ارقام گلرنگ	گلدشت	۱۶/۰۲ a	۲۲/۶۲ d
	صفه	۱۴/۳۷ c	۲۶/۷۴ a
	اصفهان	۱۴/۷۱ c	۲۴/۴۹ b
	فرامان	۱۵/۴۳ b	۲۳/۸۵ c
تراکم‌های مختلف (بوته در مترمربع)	۲۰	۱۶/۲۰ a	۲۴/۵۱ b
	۳۰	۱۵/۲۶ b	۲۶/۷۸ a
	۴۰	۱۴/۶۳ c	۲۳/۹۶ c
	۵۰	۱۴/۴۲ c	۲۲/۴۶ d

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

جدول ۹: ضرایب همبستگی صفات مختلف گلرنگ

صفت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد روغن	درصد روغن	درصد پروتئین	وزن هزاردانه	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بوته	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	عدد کلروفیل متر	میزان کلروفیل a
عملکردبیولوژیک	۰/۶۳۲**													
شاخص برداشت	۰/۳۱۵*	-۰/۵۲۳*												
عملکرد روغن	۰/۹۰۲**	۰/۴۹۶**	۰/۴۰۲**											
درصد روغن	۰/۲۶۸ns	۰/۰۲۴ns	۰/۳۱۱*	۰/۶۴۸**										
درصد پروتئین	-۰/۳۳۷*	-۰/۳۷۳**	۰/۰۹۳ns	-۰/۳۴۰*	-۰/۲۰۵ ns									
وزن هزار دانه	-۰/۲۵۸ns	-۰/۱۷۲ns	-۰/۰۸۹ ns	-۰/۳۵۷*	-۰/۳۷۸**	۰/۳۵۸*								
تعداد دانه در طبق	۰/۰۹۴ns	-۰/۱۸۷ns	۰/۳۵۳*	۰/۲۹۲ *	۰/۴۹۶**	-۰/۰۲۰ ns	-۰/۵۱۲**							
تعداد طبق در بوته	-۰/۱۳۷ns	-۰/۳۸۸**	۰/۳۲۵ns	۰/۰۵۰ ns	۰/۳۶۴ *	۰/۰۵۷ ns	-۰/۴۵۹ **	۰/۵۲۶**						
ارتفاع بوته	۰/۴۳۲**	۰/۶۰۹**	-۰/۲۴۴ ns	۰/۳۶۸**	۰/۰۹۶ ns	-۰/۴۸۸ **	-۰/۵۴۹ **	-۰/۰۵۲ ns	-۰/۲۲۲ ns					
تعدادشاخه فرعی	-۰/۳۸۵**	-۰/۶۱۱**	۰/۳۳۱*	-۰/۲۰۶ ns	۰/۲۰۳ ns	۰/۳۱۵ *	-۰/۲۳۸ ns	۰/۵۶۴ **	۰/۶۵۳ **	-۰/۵۲۲ ns				
قطر ساقه	-۰/۱۶۴ns	-۰/۳۰۶*	۰/۲۰۵ ns	۰/۱۲۱ ns	۰/۵۵۵ **	۰/۱۹۴ ns	-۰/۱۴۶ ns	۰/۴۸۸ **	۰/۶۲۶ **	-۰/۳۴۴ **	۰/۵۸۳ **			
عددکلروفیل متر	۰/۲۹۲*	۰/۲۰۱ ns	۰/۰۳۲ ns	۰/۳۰۴ *	۰/۲۰۷ ns	-۰/۰۸۹ ns	-۰/۱۲۸ ns	-۰/۱۴۶ ns	-۰/۱۴۵ ns	۰/۳۲۱ **	-۰/۲۹۴ *	-۰/۱۴۶ ns		
میزان کلروفیل a	۰/۰۵۴۳ns	۰/۰۷ns	-۰/۰۷۹ ns	-۰/۰۶۸ ns	-۰/۲۱۳ ns	-۰/۰۸۹ ns	-۰/۰۸۷ ns	-۰/۱۲۸ ns	-۰/۱۳۷ ns	۰/۱۸۹ ns	-۰/۱۹۱ ns	-۰/۳۱۳ *	۰/۰۱۵ ns	
میزان کلروفیل b	۰/۱۰۸ns	۰/۱۳۳ns	-۰/۰۹۴ns	۰/۰۰۵ ns	-۰/۱۵۲ ns	-۰/۱۱۶ ns	-۰/۰۹۷ ns	-۰/۰۸۷ ns	-۰/۱۷۲ ns	۰/۲۵۳ ns	-۰/۲۳۹ ns	-۰/۳۲۹ *	/۰۴۷ ns	۰/۹۵ **

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

منابع

آذری، آ. و خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۴. اثر آرایش کاشت بر توسعه، رشد، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ، در کشت تابستانه گلرنگ، توده محلی کوسه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۹ شماره ۳، ص ۱۴۲-۱۳۱.

احسان‌زاده، پ. و زارعیان بغدادآبادی، ع. ۱۳۸۲. اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی ویژگی‌های رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوای اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی سال هفتم شماره اول، ص ۱۴۰-۱۲۹.

اسکندری تربقان، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر تراکم کاشت روی عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ در سیستم کشت انتظاری در شرایط دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۷ شماره ۱، ص ۱۰-۱.

امیدی ح.، میرزازاده ط. و رودپیما م. ۱۳۹۳. تاثیر مقادیر و زمان کاربرد کود ریزمغذی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، (۲)۱۲، ۳۱۵-۳۰۵.

پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۲. اثر آرایش کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ پاییزه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار جلد ۲۳ شماره ۴، ص ۱۷۷-۱۶۹.

پورسخی، ن. و خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۹۳. تاثیر آرایش کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد آفتابگردان (هیبریدهای سان – ۳۶). مجله زراعت (پژوهش و سازندگی) شماره ۱۰۴، ص ۶۱-۵۴.

جهانگیری‌نیا، ا.، سیادت، س. ع.، کوچک‌زاده، ا.، مرادی تلاوت، م. ر. و سیاح‌فر، م. ۱۳۹۵. تاثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی. به‌زراعی کشاورزی دوره ۱۸. شماره ۲، ص ۳۱۹-۳۳۱.

حمزه‌ای، ج.، سیدی، م. و بابایی، م. ۱۳۹۴. اثر تراکم و نیتروژن بر کمیت و کیفیت دانه کلزای پاییزه در شرایط همدان. تولید گیاهان زراعی جلد هشتم شماره اول، ص ۱۵۹-۱۴۳.

صلحی اسکویی، ن.، دادرسی، ا. و دست فالی نژاد، ن. ۱۳۹۵. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ رقم محلی اصفهان. تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی دوره سوم شماره اول، ص ۵۸-۴۵.

صمدی فیروزآبادی، ب. و یزدانی، ف. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد دانه و روغن چهار رقم گلرنگ در منطقه ورامـین. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲-۲۸ (۴): ۴۷۰-۴۵۹.

طهماسبی‌زاده، ح.، خدابنده، ن.، مدنی، ح. و فراهانی، ا. ۱۳۸۷. بررسی آنالیز رشد گلرنگ بهاره و تاثیر آن بر عملکرد در شرایط آب و هوایی اراک. فصل‌نامه یافته‌های نوین کشاورزی. دوره ۳ شماره ۲، ص ۱۵۴-۱۳۶.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

طهماسبی‌زاده، ح. مدنی، ح. فراهانی، ا. میرزاخانی، م. و فرمهینی، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثرات درجه حرارت، تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد روغن گلرنگ بهاره. مجله زارعت و اصلاح نباتات. جلد ۶، شماره ۲، ص ۳۳-۲۱.

فریادرس و. ، شعبانزاده م. و اسفنجاری کناری ر. ۱۳۹۵. ارزیابی و تحلیل حساسیت عوامل مؤثر بر تقاضای واردات محصولات کشاورزی ایران با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۹۳، ۲۶-۱.

فولادوند، م. و یدوی، ع. ر. ۱۳۹۴. اثر تراکم کاشت، مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی و کارآیی استفاده از نیتروژن گلرنگ در رقابت با علف‌های‌هرز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۳ شماره۲، ص:۳۶۸-۳۵۸.

کریمی فرزقی، م. و منعمی‌زاده، ز. ۱۳۹۳. تاثیر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در تربت حیدریه. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی سال نهم، شماره ۳۶، ص۸۵-۷۱ .

ناصری، ر.، فصیحی، خ.، حاتمی، ع. و پورسیاه بیدی، م. م. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، میزان روغن و پروتئین گلرنگ پاییزه رقم سینا در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۲ شماره۳، ص ۲۳۸-۲۲۷.

Ahadi, K., Jafarzadeh-Kenarsari, M. and. Rokhzadi, A. 2011. Effects of sowing date and planting density on growth and yield of safflower cultivars as second crop. Advances in Environmental Biology, 5: 2756-2760.

Alizadeh, K. and Carapetian, J. 2006. Genetic variation in a safflower germplasm grown in rainfall cold drylands. Agronomy Journal, 5: 50-52.

Andrianasolo F. N., Champolivier L., Debaeke P. and Maury P. 2016. Source and sinkindicators for determining nitrogen: plant density and genotype effects on oiland protein contents in sunflower achenes. Field Crops Research. 192, 33–41.

Andrianasolo F. N., Champolivier L., Maury P. and Debaeke P. 2017. Analysis of source and sink dynamics involved in oil and protein accumulation in sunflower achenes using a bi-linear model. Field Crops Research, 201, 200–209.

Arnon, D. I. 1975. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology. 45:1-1.

Belle R. A., Rocha E. K., Antonello F. A., Backes L., Neuhaus M. and Schwab N. T. 2012. Safflower grown in different sowing dates and plant densities. Ciencia Rural, 42(12),2145-2152.

Bremner, J. M. 1996. Nitrogen- Total. 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. (eds.). 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. 1085-1121.

Brodrick R., Bange M. P., Milroy S. P. and Hammer G. L. 2013. Physiological determinants of high yielding ultra-narrow row cotton: Canopy development and radiation use efficiency. Field Crops Research, 148, 86-94.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

Elfadl E., Reinbrecht C., Frick C. and Claupein W. 2009. Optimization of nitrogen rate and seed density for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production under low-input farming conditions in temperate climate. Field Crops Research, 2–13.

Ferreira A. S., Junior A. A. B., Werner F., Zucareli C., Franchini J. C. and Debiasi H. 2016. Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. Bragantia,75 (3) 362-370.

Gulluoglu L., Bakal H., Sabagh A. and Arioglu H. 2017. Soybean managıng for maximize production: plant population density effects on seed yield and some agronomical traits in main cropped soybean production. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 5 (1), 031-037.

Haddadi M. H. and Mohseni M. 2016. Plant density effect on silage yield of maize cultivars. journal of agricultural science, 8(4), 186-191.

Khalid N., Sanaullah Khan R., Iftikhar Hussain M., M. Farooq, Ahmad A. and Ahmed I. 2017. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. Trends in Food Science & Technology 66: 176-186.

Khan S., Anwar S., Kuai J., Ullah S., Fahad S., and Zhou G. 2017. Optimization of Nitrogen Rate and Planting Density for Improving Yield, Nitrogen Use Efficiency, and Lodging Resistance in Oilseed Rape. Frontiers in Plant Science, 8, 532.

Kose A. and Bilir O. 2017.The influence of row spacing and seeding rate on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Field Crops Central Research Institute, 26 (1):45-52.

Nandini, K. M., Sridhara S., Patil S. and Kumar K. 2017. Effect of Planting Density and Different Genotypes on Growth, Yield and Quality of Guar. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5 (1): 320-328.

Naseri, R. and Mirzaei, A. 2010. Response of Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to Seed Inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* and Different Nitrogen Levels under Dry Land Conditions. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 9 (4): 445-449.

Nasiri A., Samdaliri M., Shirani Rad A., Shahsavari N., Mosavi Mirkale A. and Jabbari H. 2017. Effect of plant density on yield and physiological characteristics of six canola cultivars. Journal of Scientific Agriculture, 1: 249-253.

Porim, 1995. Test Methods, Determination of Peroxide Value. Methods of test for palm oil and products. Palm Oil Research Institute of Malaysia. Malaysia.

Qian J. and Zhao Z. 2017. Estimating the Contribution of New Seed Cultivars to Increases in Crop Yields: A Case Study for Corn. Sustainability, 9, 1282.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]

Ren, B., Liu, W., Zhang, J., Dong, S., Liu, P. and Zhao, B. 2017. Effects of plant density on the photosynthetic and chloroplast characteristics of maize under high-yielding conditions. The Science of Nature, 104:12.

Ribeiro A. B. M., Bruzi A. T., Zuffo A. M., Zambiazzi E. V., Soares I. O., Vilela N. J. D., Pereira J. L. A. R. and Moreira S. G., 2017. Productive performance of soybean cultivars grown in different plant densities. Ciencia Rural, 47 (7).

Sampaio M. C., Santos R. F., Bassegio D., Soares de Vasconselos E., Silveira L., Barchinski Galant Lenz N., Lewandoski C. F. and Tokuro L. K. 2017. Effect of plant density on oil yield of safflower. African Journal of Agricultural Research. 12 (25), 2147-2152.

Shahri, A., Ganjali, H. R. and Fanayi, H. R. 2013. Effect of drought on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities. International Journal of Agriculture and Crop Science, 6 (19): 1342-1346.

Shahsavari M. R., Shirsmaeili G. H. and Rezaei M. 2017. Effect of planting pattern on yield and some agronomic traits of new safflower variety, Sofeh. Scientific Journal of Crop Science, 6(7), 190-195.

Sharif Moghaddasi M. and Omidi A. H. 2016. Determination of optimum row-spacing and plant density in Goldasht1 safflower variety. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX. 403-408.

Villalobos F. J., Sadras V. O., Fereres E. 2016. Plant Density and Competition. *In*: Villalobos F., Fereres E. (eds) Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture. 159-168, Springer, Cham.

Yang G., Luo X., Nie Y. and Zhang X. 2014. Effects of plant density on yield and canopy micro environment in hybrid cotton. Journal of Integrative Agriculture, 13 (10): 2154-2163.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.38.1.3]