تأثیر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد و عملکرد گلرنگ، توده محلی اصفهان "کوسه" در کشت تابستانه

حسین پورهادیان و محمدرضا خواجه‌پور[۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۴/۱۲/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۶)

چکیده

آرایش کاشت از طریق تأثیر بر شاخص‌های رشد بر عملکرد تأثیر می‌گذارد. به منظور بررسی این اثرها در کشت تابستانه گلرنگ، توده محلی اصفهان به نام کوسه، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ با طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آرایش تیمارها در چارچوب کرت‌های یکبار خرد شده در مزرعه پژوهش کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه فاصله ردیف کاشت (۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر به صورت مسطح و ۴۵ سانتی‌متر به صورت جوی و پشته) و فاکتور فرعی شامل دو تراکم ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع بود. کاشت در تاریخ ۴ تیر انجام شد. با کاهش فاصله ردیف کاشت، تاج پوشش گیاهی زودتر بسته شد، دوام سطح برگ افزایش یافت و تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول تا اواسط دوره رشد دانه بیشتر بود. هم‌چنین حداکثر سرعت رشد نسبی و میزان جذب خالص در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه (۳۰۹۳ کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و کمترین عملکرد دانه (۱۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر به دست آمد. تراکم بوته بر سرعت بسته شدن تاج پوشش، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، میزان جذب خالص و عملکرد دانه بی‌تأثیر بود. اما حداکثر وزن خشک بوته و شاخص سطح برگ بیشتر و دوام سطح برگ کمتری در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به دست آمد. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده آن است که فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع برای کشت تابستانه گلرنگ، توده محلی اصفهان، در شرایط مشابه با مطالعه حاضر ممکن است مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، آرایش کاشت، شاخص‌های رشد، عملکرد دانه

مقدمه

نحوه توزیع و تراکم بوته‌ها در مزرعه بر جذب و بهره‌وری گیاه از عوامل محیطی موثر بر رشد تأثیر گذاشته و از طریق تغییر در شاخص‌های رشد، عملکرد دانه در واحد سطح را تعیین می‌کنند. سرعت بسته شدن تاج پوشش، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ (LAI) (Leaf area index)، دوام سطح برگ (LAD) (Leaf area duration)، سرعت رشد محصول (CGR) (Crop growth rate)، سرعت رشد نسبی (RGR) (Relative growth rate) و میزان جذب خالص (NAR) (Net assimilation rate) از جمله شاخص‌هایی هستند که غالباً

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mekhpor@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

برای ارزیابی توان تولیدی گیاه و بهره‌وری از عوامل محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵، ۸، ۹ و ۱۶).

در صورت ثبات تراکم بوته، همراه با کاهش فاصله ردیف کاشت، توزیع بوته‌ها در واحد سطح یکنواخت‌تر می‌شود و بهره‌وری از عوامل محیطی بهبود می‌یابد. هم‌چنین هم‌آهنگی بهتری بین توان گسترش افقی بوته‌ها و فاصله ردیف به‌وجود می‌آید. این شرایط سبب می‌شود که سرعت بسته شدن تاج پوشش افزایش یابد (۹ و ۱۶)، ماده خشک بیشتری تجمع پیدا کند (۱، ۶، ۱۳ و ۲۰) و LAI زیادتر شود (۶). تسریع در تجمع ماده خشک و افزایش LAI می‌تواند به افزایش LAD از سبز شدن تا زمان وقوع حداکثر LAI منجر گردد (۱۱). اما در چنین شرایطی، افزایش رقابت در اواخر دوره رشد به کاهش شدید LAD پس از به حداکثر رسیدن LAI منجر می‌شود. بنابراین، با کاهش فاصله ردیف کاشت از مقدار LAD طی دوره نزول LAI کاسته می‌گردد (۲ و ۵). انتظار می‌رود که با افزایش وزن خشک بوته و LAI، سایر شاخص‌های رشد مانند CGR، RGR و NAR نیز افزایش یابند (۵ و ۱۷). بر این اساس، افزایش CGR (۲، ۶، ۷، ۱۳، ۱۴ و ۲۰)، RGR (۱۲ و ۱۴) و NAR (۲، ۱۴ و ۲۰) در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت گزارش شده است. نتایج مطالعات مختلف حاکی از افزایش عملکرد دانه گلرنگ (۱) و سویا (۱۳) در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت می‌باشند. افزایش عملکرد دانه تحت فاصله ردیف‌های نزدیک به هم در لوبیا سفید (۷)، سویا (۱۲ و ۱۸) و کلزا (۲۰) به افزایش در شاخص‌های رشد ربط داده شده است.

افزایش تراکم بوته تا حد رسیدن به حداکثر عملکرد در واحد سطح سبب افزایش تعداد شاخه و برگ در واحد سطح می‌شود، تاج پوشش زودتر بسته می‌شود (۹) و جذب عوامل محیطی افزایش می‌یابد. زیادتر شدن بهره‌وری از عوامل محیطی همراه با افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب افزایش وزن خشک بوته در واحد سطح (۱ و ۱۹) و LAI (۷، ۱۰ و ۱۹) می‌شود. زیادتر شدن دو شاخص اخیر به افزایش LAD (۵، ۷ و ۱۹) و CGR (۲ و ۱۰) منجر می‌گردد. اما در بعضی مطالعات، تراکم بوته بر RGR (۱۰ و ۱۵) و NAR (۱۰ و ۲۰) بی‌تأثیر بوده است. نتایج مطالعات گویای آنند که افزایش وزن خشک بوته، LAI، LAD و CGR (۱۸ و ۲۰) همراه با زیاد شدن تراکم بوته (۲، ۶ و ۷) به عملکرد دانه بیشتر منجر می‌گردد.

اطلاعاتی درباره نقش شاخص‌های رشد در تعیین عملکرد دانه تحت شرایط کشت تابستانه گلرنگ در اصفهان در دسترس نیست. بدین لحاظ مطالعه حاضر به منظور بررسی این اثرها به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، در تابستان ۱۳۸۳ به اجرا در آمد. این مزرعه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، در منطقه لورک شهرستان نجف‌آباد (عرض جغرافیایی ′۳۲°۳۲ شمالی، طول جغرافیایی ′۵۱°۲۳ شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا) قرار دارد. این منطقه دارای اقلیم خشک، با زمستانی نیمه‌سرد و تابستانی خشک (۴) می‌باشد. میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه به ترتیب ۱۵۰/۹ میلی‌متر و ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک مزرعه لوم رسی، از سری خاک خمینی‌شهر، با جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، پی‌اچ حدود ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر است (۱). ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک، به ترتیب ۲۳ و ۱۰ درصد وزنی می‌باشد.

زمین محل آزمایش در سال قبل از کشت به صورت آیش و عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک و تسطیح بهاره بود. برای کوددهی، آزمون خاک صورت گرفت. خاک مزرعه دارای ۱۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک فسفر، ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک پتاسیم و ۰/۱۴ درصد نیتروژن کل بود. به همین دلیل کودهای فسفر و پتاسیم مصرف نگردید (۴). قبل از کاشت، معادل ۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به فرم اوره با ۴۶

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

درصد نیتروژن) به خاک اضافه شد و به وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. پس از کاشت و همراه با آبیاری اول، برای پیش‌گیری از گسترش علف‌های هرز، از علف‌کش ترفلان (تریفلورالین) بر اساس ۲/۴ لیتر در هکتار از مایع امولسیون شونده ۴۸ درصد استفاده شد. در مرحله رویت طبق، معادل ۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (به فرم اوره با ۴۶ درصد نیتروژن) به عنوان سرک توزیع و آبیاری صورت گرفت.

در این مطالعه، بذر توده محلی کوسه در فواصل ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر به صورت مسطح و ۴۵ سانتی‌متر به صورت جوی و پشته و با تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع و در عمق ۳ سانتی‌متر با آرایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در تاریخ ۸۳/۴/۴ کاشته شد. فاصله ردیف کاشت به عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در واحد سطح به عنوان فاکتور فرعی منظور گردیدند. هر کرت آزمایشی به طول ۱۰ متر بود. تعداد ردیف‌های کاشت برای فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر برابر ۷ (خطوط ۱، ۴ و ۷ به عنوان حاشیه)، برای فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر برابر ۹ (خطوط ۱، ۵ و ۹ به عنوان حاشیه) و برای فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر برابر ۱۱ (خطوط ۱، ۶ و ۱۱ به عنوان حاشیه) بودند. در هر نقطه کاشت، دو بذر کاشته شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. آبیاری‌های بعدی هر ۴ روز یک‌بار تا زمان استقرار صورت گرفت. آبیاری‌های بعد از استقرار بر اساس شرایط جوی، هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. تنک کردن بوته‌ها در مرحله دو تا سه برگی صورت گرفت. علی‌رغم کاشت دو بذر در هر نقطه کاشت، به دلیل مشکل سله، نشاءکاری در بعضی نقاط ضرورت یافت. برای کنترل علف‌های هرز، یک‌بار وجین دستی در اواخر مرحله به ساقه رفتن انجام شد. جهت مبارزه با آفات مگس گلرنگ و شته قرمز و بیماری سفیدک سطحی از سموم شمیایی مختلف استفاده گردید (۳).

نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری وزن خشک و سطح برگ، ۲ هفته پس از سبز شدن آغاز گردید و نمونه‌های بعدی به فاصله زمانی ۲ هفته برداشت شدند. برای این منظور و با رعایت حاشیه، هر بار ۶ بوته از ابتدای خطوط غیر حاشیه‌ای یک سمت هر کرت آزمایشی (که برای این منظور اختصاص داده شده بودند) از سطح خاک برداشت شدند. مساحت اشغال شده توسط این بوته‌ها بر اساس آرایش کاشت هر تیمار آزمایشی محاسبه گردید. پس از جدا کردن برگ‌ها از بوته، سطح برگ با استفاده از دستگاه مساحت‌سنج کامپیوتری (مدل GA- 5 ساخت شرکت OSK ژاپن) تعیین گردید. بخش هوائی بوته‌ها برای مدت ۳ شبانه‌روز در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و بلافاصله با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. مراحل نمو بر اساس معیارهای ارائه شده توسط خواجه‌پور (۴) تعیین گردید. زمان بسته شدن تاج پوشش با استفاده از خط‌کش چوبی که به طور افقی در بالای بوته‌ها نصب می‌شد، تعیین شد. برای این منظور، میانگین عرض سایه‌انداز ده بوته به صورت تصادفی در هر کرت در مراحل نموی به ساقه رفتن، رویت طبق، ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد و سپس با میانگین‌گیری از اعداد حاصله، عدد مربوط به هر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته به دست آمد.

شاخص‌های رشد (بر اساس درجه- روز رشد) شامل وزن خشک از معادله ۱، شاخص سطح برگ از معادله ۲، سرعت رشد محصول از معادله ۳، سرعت رشد نسبی از معادله ۴ و میزان جذب خالص از معادله ۵ و با استفاده از روش رگرسیون (۱۷) محاسبه گردیدند.

$$DM = e^{a + b\sqrt{H} + cH + dH^2 + eH^3} \quad [1]$$

$$LAI = e^{a_1 + b_1\sqrt{H} + c_1H + d_1H^2 + e_1H^3} \quad [2]$$

$$CGR = \left(\frac{1}{2}bH^{-\frac{1}{2}} + c + 2dH\right)e^{a + bH^{\frac{1}{2}} + cH + dH^2 + eH^3} \quad [3]$$

$$RGR = \frac{1}{2}bH^{-\frac{1}{2}} + c + 2dH + 3eH^2 \quad [4]$$

$$NAR = \left(\frac{1}{2}bH^{-\frac{1}{2}} + c + 2dH + 3eH^2\right) e^{(a_1-a)+(b_1-b)H+(c_1-c)H(d_1-d)H^2+(e_1-e)H^3} \quad [5]$$

در این معادله‌ها، DM وزن خشک بخش هوایی بر حسب گرم در متر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

مربع، LAI شاخص سطح برگ بر حسب متر مربع برگ بر متر مربع زمین، CGR سرعت رشد محصول بر حسب گرم بر متر مربع بر درجه- روز رشد، RGR سرعت رشد نسبی بر حسب گرم بر گرم بر درجه- روز رشد، NAR میزان جذب خالص بر حسب گرم بر متر مربع بر درجه- روز رشد، H شاخص درجه حرارت تجمعی ($H = \sum Hi$) و a، b، c، d، e، a_1، b_1، c_1، d_1 و e_1 ضرایب رگرسیون می‌باشند.

دمای حداقل و حداکثر روزانه هوا در ایستگاه هواشناسی مزرعه اندازه‌گیری شد. شاخص حرارتی روزانه بر حسب درجه- روز رشد از معادله ۶ محاسبه گردید:

$$Hi = \left(\left(T\max + T\min\right)/۲\right) - Tb \qquad [۶]$$

در این معادله، Hi درجه- روز رشد برای هر روز، Tmax حداکثر دمای روزانه هوا با حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد، Tmin حداقل دمای روزانه هوا با حد پایینی ۵ درجه سانتی‌گراد و Tb دمای پایه، برابر ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۴).

دوام سطح برگ (LAD) طی دوره نزولی LAI در حد فاصل شروع گل‌دهی (شروع کاهش LAI) تا رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد. برای این منظور، میانگین دو LAI محاسبه و در درجه- روز رشد تجمعی طی این دوره ضرب گردید (۱۷).

برای تعیین عملکرد در واحد سطح، مساحتی معادل ۴ متر مربع از دو، سه و یا چهار خط کاشت به ترتیب برای فواصل ردیف ۴۵، ۳۰ و ۲۰ سانتی‌متر با رعایت حاشیه برداشت گردید. عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۰ درصد (۴) اصلاح شد.

برای محاسبه شاخص‌های رشد از نرم‌افزار SAS استفاده گردید. حداکثرهای شاخص‌های رشد، و نیز عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

زمان بسته شدن تاج پوشش

با افزایش فاصله ردیف کاشت، تاج پوشش دیرتر بسته شد. تاج پوشش در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر در حد فاصل زمانی بین ساقه‌دهی تا رویت طبق تکمیل شده بود. تاج پوشش در فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر در حد فاصل زمانی بین رویت طبق و ۵۰ درصد گل‌دهی کامل شد و گیاهان در فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر حتی تا پایان رسیدگی فیزیولوژیک هم نتوانستند تمام فضای قابل دسترس را بپوشانند و فقط حدود ۸۳ درصد زمین را پوشش دادند. با افزایش فاصله ردیف کاشت، رقابت بوته‌ها (به دلیل کم شدن فاصله بوته‌ها در روی ردیف کاشت) افزایش می‌یابد و از رشد هر بوته کاسته می‌شود. در نتیجه گیاه نمی‌تواند فاصله زیاد بین ردیف‌ها را با سرعت پر نماید. به علاوه، برای پر کردن فاصله ردیف پهن، به گسترش افقی بیشتری نیاز است. در مطالعه‌های جانسون و هانسون (۱۶) روی کلزا و یعقوب‌نژاد (۹) روی سیب‌زمینی نیز تکمیل تاج پوشش با کاهش فاصله ردیف کاشت تسریع گردید.

تاج پوشش در هر دو تراکم ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع در حد فاصل زمانی بین رویت طبق تا ۵۰ درصد گل‌دهی تکمیل شد. ظاهراً تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با شاخه‌دهی بیشتر نسبت به تراکم ۵۰ بوته در متر مربع توانست اثر کمی تراکم را جبران کند و هم‌زمان با تراکم دیگر، سطح زمین قابل دسترس را بپوشاند. نتایج مطالعه یعقوب‌نژاد (۹) نیز گویای تسریع در تکمیل تاج پوشش با افزایش تراکم بوته می‌باشد.

وزن خشک بوته

اثر فاصله ردیف کاشت روی حداکثر وزن خشک بوته (که در مدت کوتاهی بعد از اتمام گل‌دهی حاصل شد) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۲۰ به ۴۵ سانتی‌متر، حداکثر وزن خشک بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). فواصل ردیف کاشت ۲۰ و ۴۵ سانتی‌متر در تمام فصل رشد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تجمع ماده خشک بودند (شکل ۱). چون در فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر، بوته‌ها در روی ردیف کاشت به هم نزدیک‌تر هستند، بنابراین رقابت زودتر اتفاق می‌افتد، که این امر باعث کم‌تر شدن ماده خشک در این فاصله ردیف گردیده است. در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در روی ردیف کاشت زیاد (۱۰ سانتی‌متر در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و

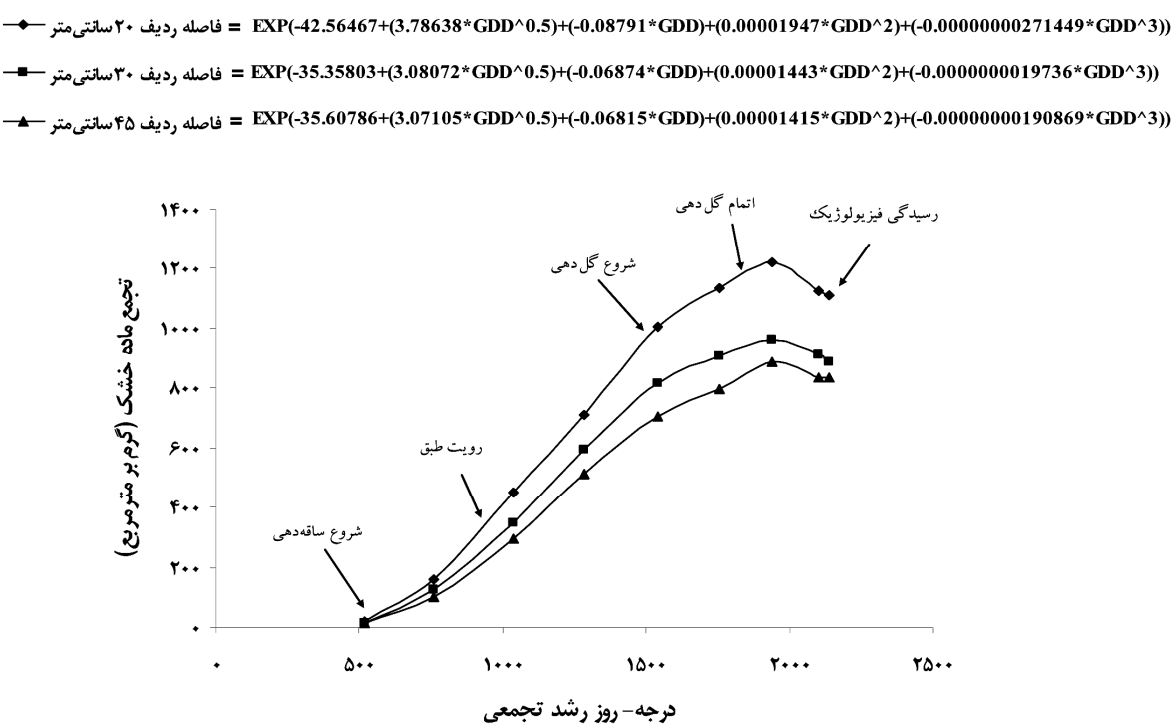
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های[1] اثر فاصله ردیف کاشت (سانتی‌متر) و تراکم بوته در متر مربع بر حداکثر شاخص‌های رشد، دوام سطح برگ طی دوره نزول LAI و عملکرد دانه

عوامل آزمایشی	وزن خشک بوته ($kg\ ha^{-1}$)	LAI ($m^2\ m^{-2}$)	LAD (GDDxLAI)	CGR ($g\ m^{-2}\ GDD^{-1}$)	RGR ($g\ g^{-1}\ GDD^{-1}$)	NAR ($g\ m^{-2}\ GDD^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)
فاصله ردیف							
۲۰	۱۲۲۱۰^{a}	۳/۳۵^{a}	۴۶۳^{a}	۱/۱۲۵^{a}	۰/۰۱۳۳^{a}	۰/۶۹۴^{a}	۳۰۹۳^{a}
۳۰	۹۵۹۰^{b}	۳/۲۱^{b}	۴۴۴^{b}	۱/۰۱۲۳^{b}	۰/۰۱۱۲^{b}	۰/۵۸۰^{b}	۲۳۷۴^{b}
۴۵	۸۸۶۰^{b}	۲/۹۸^{c}	۳۸۱^{c}	۰/۸۵۱^{c}	۰/۰۱۲۰^{b}	۰/۵۰۱^{b}	۱۹۳۰^{c}
تراکم							
۴۰	۹۸۴۰^{b}	۳/۰۹^{b}	۴۴۳^{a}	۰/۹۸۱^{a}	۰/۰۱۲۵^{a}	۰/۵۶۴^{a}	۲۴۲۱^{a}
۵۰	۱۰۶۰۰^{a}	۳/۲۷^{a}	۴۱۷^{b}	۱/۰۰۱^{a}	۰/۰۱۲۲^{a}	۰/۶۲۳^{a}	۲۵۱۰^{a}

۱. میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.



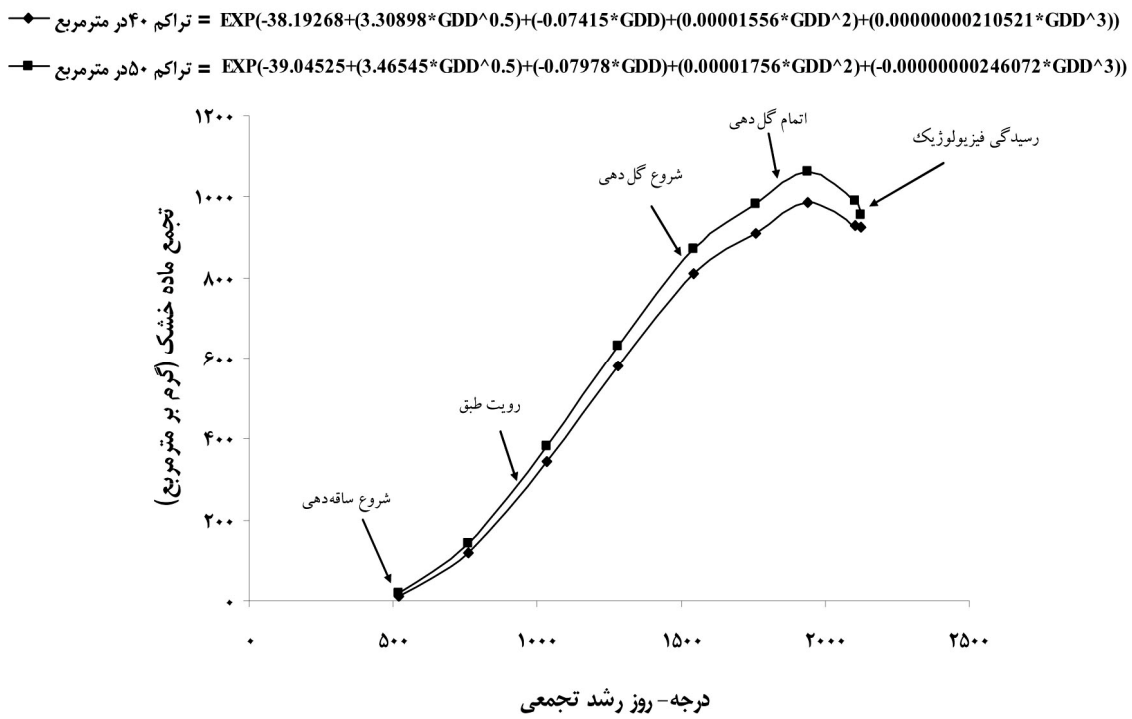
شکل ۱. روند تغییرات وزن خشک بوته در فواصل ردیف مختلف

۱۲/۵ سانتی‌متر در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع) است. در نتیجه بوته‌ها می‌توانند از فضای رشد مناسب در تمام دوره رشد استفاده و از وزن خشک بوته بیشتری در تمام فصل رشد برخوردار باشند. کاهش تجمع ماده خشک در اثر افزایش فاصله ردیف کاشت در کلزا (۲۰)، سویا (۱۳) و گلرنگ (۱ و ۶) گزارش شده است.

رشد خطی گیاهان در هر سه فاصله ردیف کاشت از ۱۴ روز بعد از ساقه‌دهی (معادل تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) شروع شد. این روند تا حدود ۱۰ روز قبل از ۵۰ درصد گل‌دهی (معادل تجمع حدود ۱۵۴۰ درجه- روز رشد) ادامه داشت و بعد از آن رشد کند شد و در حدود ۲۰ روز قبل از رسیدگی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۲. روند تغییرات وزن خشک بوته در تراکم‌های بوته مختلف

فیزیولوژیک (با دریافت ۱۹۴۰ درجه- روز رشد) به دلیل ریزش برگ‌ها از وزن خشک تمام تیمارها کاسته شد (شکل ۱). روند فوق را می‌توان به افزایش سریع وزن خشک ساقه و برگ‌ها تا مرحله شروع گل‌دهی (داده‌های منتشر نشده) و محدود شدن فضای رشد و تشدید رقابت در اواخر فصل رشد نسبت داد. این نتیجه‌گیری با نتایج سایر مطالعه‌ها (۶ و ۸) هم‌آهنگ است.

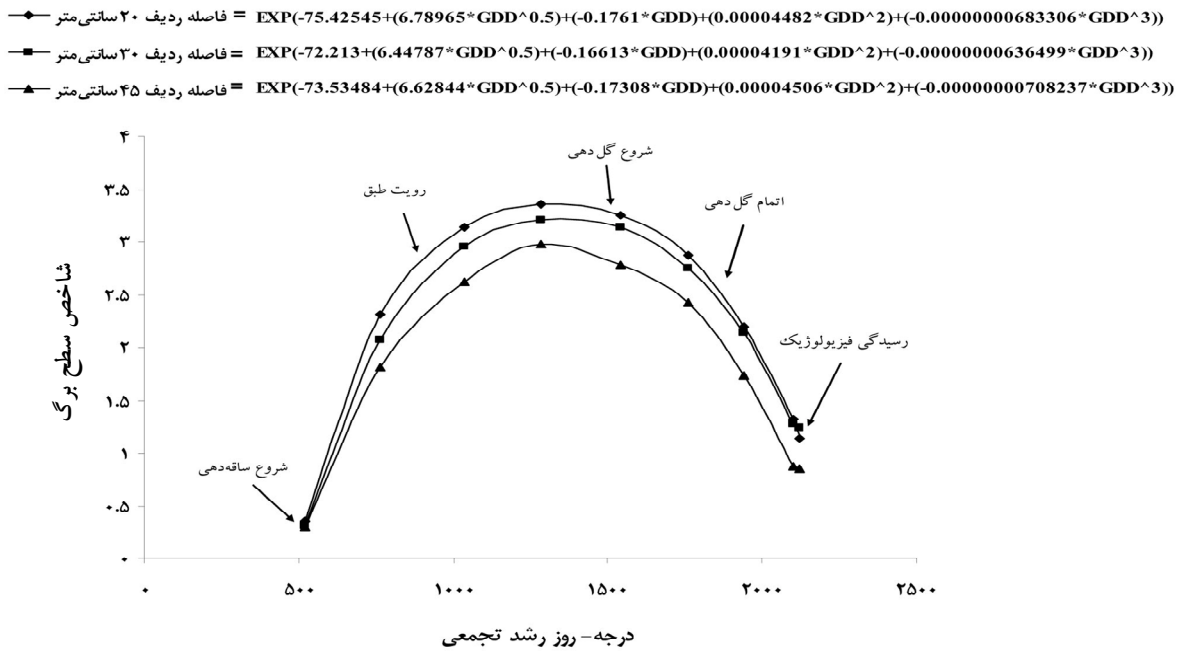
اثر تراکم روی حداکثر وزن خشک بوته (که در مدت کوتاهی پس از گل‌دهی به دست آمد) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش تراکم، حداکثر وزن خشک کل افزایش یافت (جدول ۱). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع در تمام فصل نسبت به تراکم ۴۰ بوته در متر مربع دارای وزن خشک بیشتری بود (شکل ۲). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، رقابت بین بوته‌ها به دلیل کاهش فضای قابل دسترس گیاه تشدید شده و باعث کاهش وزن خشک هر بوته می‌شود. اما افزایش تعداد بوته در متر مربع باعث جبران این کاهش شده و افزایش ماده خشک در واحد سطح را در پی دارد. رشد خطی هر دو تیمار حدود ۱۴ روز بعد از ساقه‌دهی (پس از تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) شروع گردید، حدود ۱۰ روز قبل از ۵۰ درصد گل‌دهی (پس از تجمع حدود ۱۵۴۰ درجه- روز رشد) کند شد و در حدود ۲۰ روز قبل از رسیدگی فیزیولوژیک به دلیل ریزش برگ‌ها (پس از تجمع حدود ۱۹۴۰ درجه- روز رشد) کاهش نشان داد (شکل ۲). افزایش سریع وزن خشک ساقه و برگ در فاصله زمانی به ساقه‌رفتن تا شروع گل‌دهی (داده‌های منتشر نشده) و ریزش برگ‌ها در اواخر فصل رشد را می‌توان مسئول روند فوق دانست. این روند با نتایج مطالعات دیگران (۱ و ۱۹) منطبق است.

شاخص سطح برگ (LAI)

اثر فاصله ردیف کاشت روی حداکثر LAI (که در حد فاصل رویت طبق تا شروع گل‌دهی حاصل شد) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله ردیف کاشت، حداکثر LAI به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). فاصله‌های ردیف کاشت ۲۰ و ۴۵ سانتی‌متر در تمام فصل رشد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین LAI بودند. اما به تدریج و با ادامه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



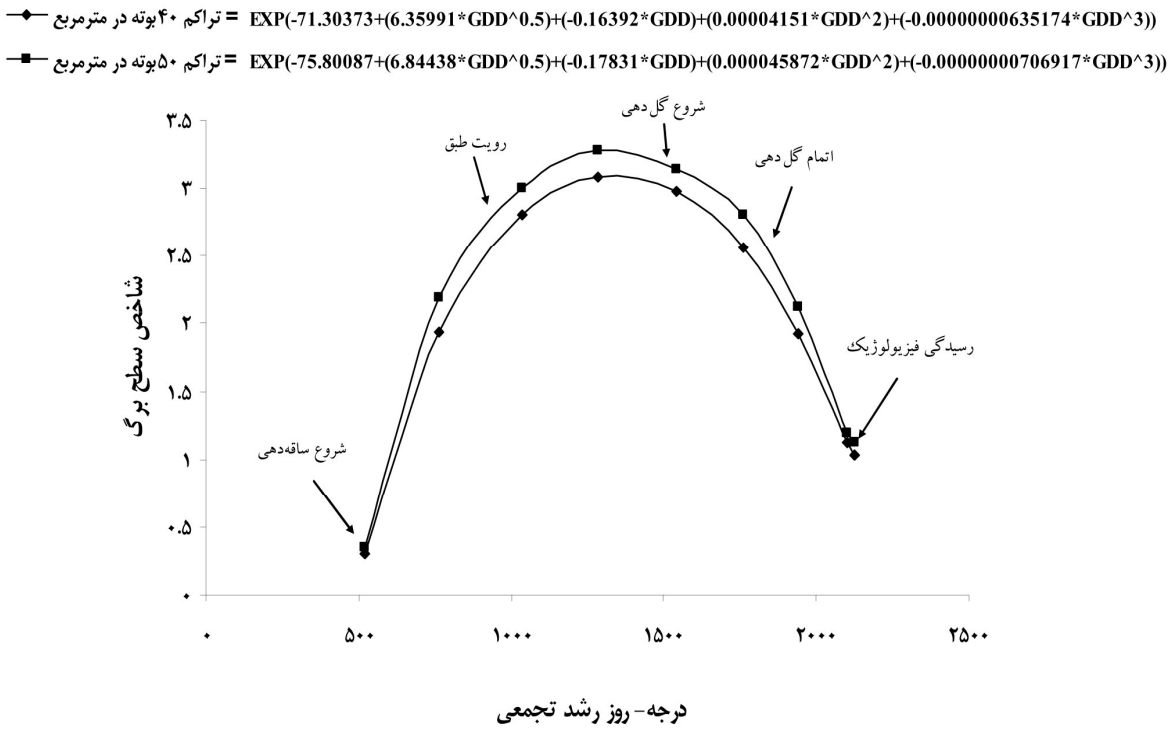
شکل ۳. روند تغییرات شاخص سطح برگ در فواصل ردیف مختلف

رشد بعد از مرحله رویت طبق، اختلاف بین فاصله‌های ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر کم شد، تا جایی که بعد از اتمام گل‌دهی دیگر اختلافی بین این دو تیمار وجود نداشت (شکل ۳). با افزایش فاصله ردیف کاشت، فضای قابل دسترس گیاه کاهش یافت، رقابت بین بوته‌ای تشدید گردید و بوته‌ها روی هم‌دیگر سایه‌اندازی کردند. هم‌چنین از تعداد شاخه‌های فرعی در فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر نسبت به دو فاصله ردیف کاشت دیگر کاسته شد (۳). این عوامل باعث تغییر LAI در اثر تغییر تعداد برگ گردیدند. با این حال، روند عمومی تغییرات LAI برای هر سه فاصله ردیف کاشت مشابه بود. این تغییرات تا ۱۴ روز بعد از ساقه‌دهی (معادل تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) خطی بود، در حدود ۱۴ روز قبل از شروع گل‌دهی (پس از تجمع حدود ۱۲۸۰ درجه- روز رشد) به حداکثر رسید و سپس به تدریج شروع به کاهش نمود. سرعت کاهش از حدود ۵ روز قبل از اتمام گل‌دهی (پس از تجمع ۱۷۶۰ درجه- روز رشد) تشدید گردید (شکل ۳). در مطالعه محمدی نیکپور و کوچکی (۸) روی اثر تاریخ کاشت بر گلرنگ نیز LAI در حد فاصل غنچه‌دهی تا گرده‌افشانی به حداکثر رسید و سپس شروع به کاهش نمود. در مطالعه کشیری و همکاران (۶)، LAI پس از دریافت ۱۱۰۰ درجه- روز رشد به حداکثر رسید و سپس شروع به کاهش نمود که تقریباً با نتایج مطالعه حاضر هم‌آهنگ می‌باشد.

اثر تراکم بوته روی حداکثر LAI (که در حد فاصل رویت طبق تا شروع گل‌دهی حاصل شد) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته از ۴۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، حداکثر LAI افزایش یافت (جدول ۱). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع تمام در فصل رشد، به خصوص در نقطه حداکثر، LAI بیشتری نسبت به تراکم ۴۰ بوته در متر مربع داشت (شکل ۴). با افزایش تراکم بوته، با وجود ایجاد رقابت به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد برگ در واحد سطح افزایش یافته و این امر منجر به افزایش LAI می‌گردد. روند عمومی تغییرات LAI در هر دو تراکم مشابه بود. شاخص سطح برگ تا حدود ۱۴ روز بعد از ساقه‌دهی (تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) خطی بود، حدود ۱۴ روز قبل از شرع گل‌دهی (با دریافت حدود۱۲۸۰ درجه- روز رشد) به حداکثر رسید و سپس به تدریج شروع به کاهش کرد. به طوری که شیب کاهش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۴. روند شاخص سطح برگ در تراکم‌های بوته مختلف

LAI در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع در حدود ۱۰ روز قبل از ۵۰ درصد گل‌دهی (پس از تجمع حرارتی ۱۵۴۰ درجه- روز رشد) نسبت به ۴۰ بوته در متر مربع شدیدتر شد. با گذشت زمان، به دلیل در سایه قرار گرفتن و ریزش سریع‌تر برگ‌ها در اثر عدم رسیدن نور، LAI هر دو تیمار به هم نزدیک شدند. افزایش سریع‌تر شاخص سطح برگ و کاهش سریع‌تر آن در اثر افزایش تراکم بوته توسط بیسواز و همکاران (۱۰) روی عدس قرمز، لوپز- بلیدو و همکاران (۱۹) روی لپه هندی و لبافیان (۷) روی لوبیا سفید نشان داده شده است.

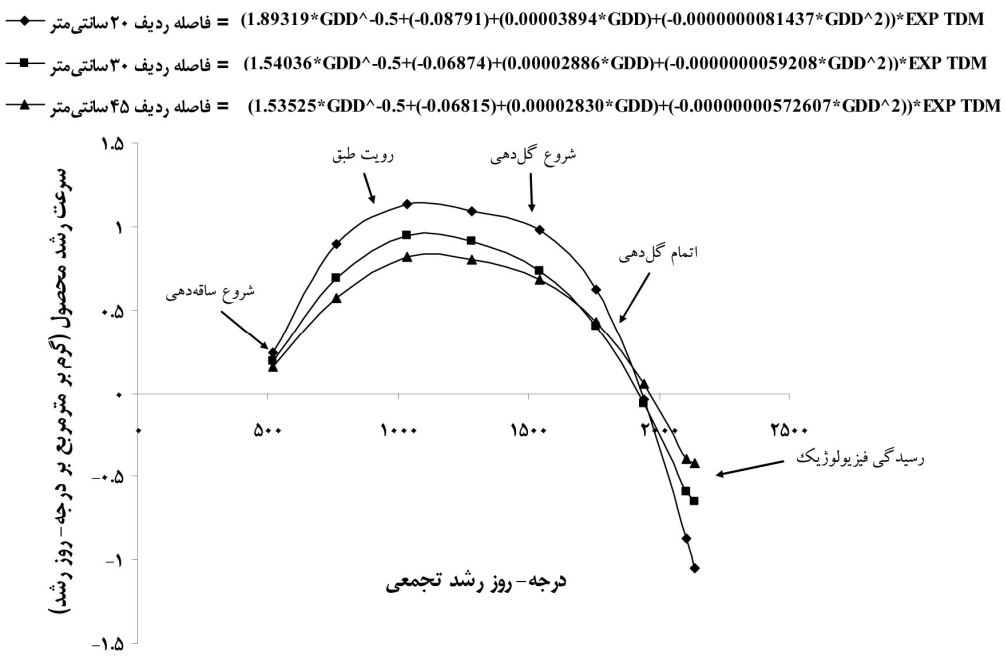
دوام سطح برگ (LAD)

اثر فاصله ردیف کاشت روی LAD در حد فاصل شروع گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و با افزایش فاصله ردیف کاشت کاهش یافت (جدول ۱). با افزایش فاصله ردیف کاشت (به دلیل کاهش فاصله بوته‌ها در روی ردیف) رقابت بین گیاهان زیادتر شده و اندام‌های گیاهی روی هم‌دیگر سایه‌اندازی می‌کنند. بنابراین، برگ‌ها زودتر شروع به پیرشدن و ریزش می‌کنند که این امر باعث کاهش دوام سطح برگ می‌شود. موریسون و همکاران (۲۰) گزارش کردند که با افزایش فاصله ردیف کاشت در کلزا، LAD در فاصله ردیف کاشت باریک‌تر به دلیل فضای زیادتر بین بوته‌ها بیشتر بود. بورد و هارویل (۱۱) با مطالعه فواصل ردیف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر در گیاه سویا نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد در فاصله ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر به دست آمد که دلیل آن را افزایش دوام سطح برگ دانسته‌اند.

اثر تراکم بوته روی LAD در حد فاصل شروع گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقدار LAD با افزایش تراکم بوته در متر مربع بیشتر شد (جدول ۱). با افزایش تراکم بوته اندازه بوته کوچک‌تر شده و تعداد برگ و LAI در بوته کاهش می‌یابد. اما افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث افزایش موارد فوق در واحد سطح شده و افزایش LAD را در پی دارد. این نتیجه‌گیری با مطالعات دیگران (۵، ۷ و ۱۹) هم‌آهنگ می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۵ . روند تغییرات سرعت رشد محصول در فواصل ردیف مختلف

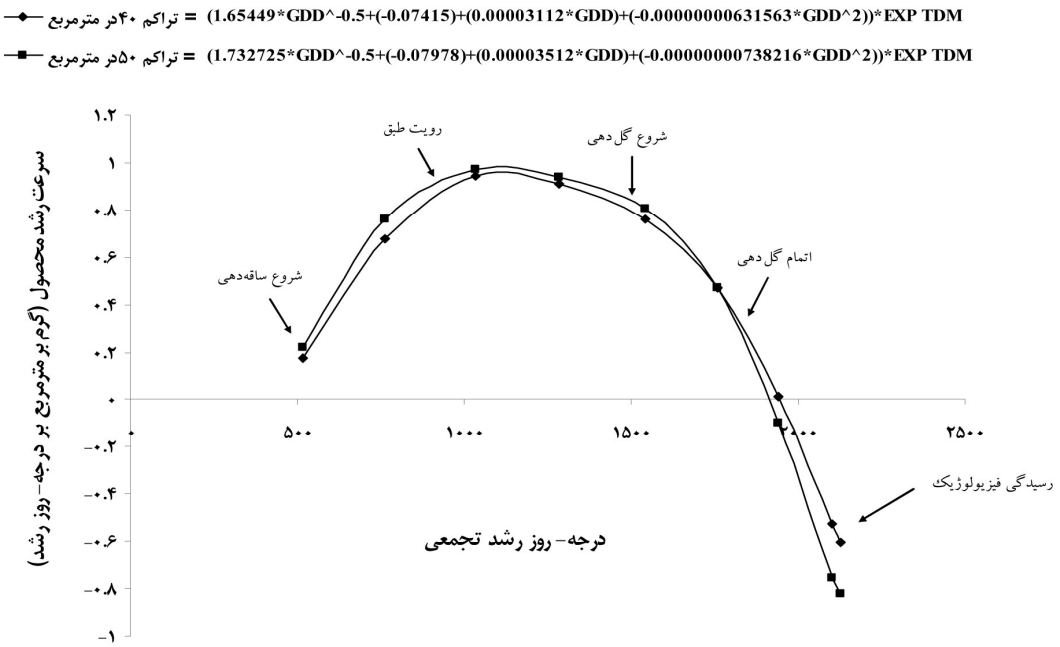
سرعت رشد محصول (CGR)

اثر فاصله ردیف کاشت روی حداکثر CGR (که در فاصله کوتاهی پس از رویت طبق حاصل شد) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۲۰ به ۴۵ سانتی‌متر، حداکثر CGR کاهش یافت (جدول ۱). فاصله ردیف کاشت ۲۰ و ۴۵ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار CGR از شروع ساقه‌دهی تا مدت کوتاهی بعد از اتمام گل‌دهی بودند. پس از مرحله اتمام گل‌دهی، روند کاهش CGR معکوس شد. به طوری که سرعت کاهش در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر بسیار شدید گردید (شکل ۵). با افزایش فاصله ردیف کاشت، فضای قابل دسترس گیاه در اثر کاهش فاصله بین بوته روی ردیف کاشت کاهش یافته، رقابت درون و برون گیاهی تشدید شده و بوته‌ها روی هم‌دیگر سایه‌اندازی می‌کنند. این امر باعث کاهش LAI و تجمع ماده خشک در فواصل ردیف کاشت بیشتر نسبت به فاصله ردیف کاشت باریک‌تر گردید و در نهایت کم بودن CGR را تا زمان تقریباً اتمام گل‌دهی (معادل تجمع حدود ۱۷۶۰ درجه- روز رشد) در پی داشت. بعد از مرحله اتمام گل‌دهی، ظاهراً فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر به دلیل بیشتر در سایه قرار گرفتن برگ‌ها، سریع‌تر شدن ریزش آنها و در نهایت کاهش کارایی فتوسنتزی دچار کاهش شدیدتر CGR شده است (شکل ۵). این نتایج و نتیجه‌گیری با مطالعه‌های دیگران روی ذرت (۱۴)، گلرنگ (۶)، کلزا (۲۰)، سویا (۱۱) و لوبیاسفید (۷) هم‌آهنگ است.

اثر تراکم بوته روی حداکثر CGR (که در فاصله کوتاهی پس از رویت طبق حاصل شد) معنی‌دار نبود. اما تراکم ۵۰ بوته در متر مربع حداکثر CGR بیشتری داشت (جدول ۱). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع همواره CGR بیشتری نسبت به تراکم ۴۰ بوته در متر مربع تا تقریباً مرحله اتمام گل‌دهی (معادل تجمع حدود ۱۷۶۰ درجه- روز رشد) داشت (شکل ۶). پس از اتمام گل‌دهی، روند تغییرات CGR معکوس شد و سرعت کاهش CGR در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بسیار شدید گردید. در آغاز، با گذشت زمان و تکمیل تاج پوشش و افزایش LAI، CGR زیاد شد. اما CGR پس از رسیدن به حداکثر مقدار، به دلیل ایجاد رقابت و سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر شروع به کاهش کرد و قبل از رسیدگی فیزیولوژیک (معادل تجمع حدود ۱۹۴۰ درجه- روز رشد) منفی شد (شکل ۶). موریسون و همکاران (۲۰) در کلزای تابستانه دریافتند که مقدار CGR طی مرحله گل‌دهی در تراکم‌های بالا (۶ و ۱۲ کیلوگرم بذر در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۶. روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم‌های بوته مختلف

هکتار) نسبت به تراکم‌های کم (۱/۵ و ۳ کیلوگرم بذر در هکتار) کمتر بود که ظاهراً به دلیل تفاوت در شرایط مطالعه با نتیجه آزمایش حاضر، مخالف می‌باشد. نتیجه مطالعه حاضر با نتایج احمدوند و کوچکی (۲) روی سویا و بیسواز و همکاران (۱۰) روی عدس قرمز هم‌آهنگ است.

سرعت رشد نسبی (RGR)

اثر فاصله ردیف کاشت روی حداکثر RGR (که در مرحله شروع ساقه‌دهی مشاهده شد) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۲۰ به ۴۵ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۱). RGR از مرحله شروع ساقه‌دهی (معادل تجمع حدود ۵۱۸ درجه- روز رشد) تا ۱۴ روز بعد از ساقه‌دهی (معادل تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) با افزایش فاصله ردیف کاشت کاهش یافت و سپس با گذشت زمان، مقدار RGR در هر سه فاصله ردیف کاشت تقریباً برابر گردید. در مرحله ۲۰ روز قبل از رسیدگی فیزیولوژیک (معادل تجمع حدود ۱۹۴۰ درجه- روز رشد) به طور ناچیزی مقدار RGR در فاصله ردیف کاشت ۴۵ سانتی‌متر بیشتر شد (شکل ۷). ظاهراً با گذشت زمان، به دلیل ایجاد رقابت بین گیاهان برای کسب آب و مواد غذایی و دریافت نور، در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی بوته و کاهش توانایی فتوسنتزی آنها، سرعت تجمع ماده خشک نسبت به ماده خشک اولیه نقصان یافته و این امر سبب کاهش سرعت رشد نسبی می‌گردد و مدتی پس از اتمام گل‌دهی به دلیل تشدید ریزش برگ‌ها منفی می‌شود. نتایج مشابهی در سایر مطالعه‌ها (۱۲ و ۱۴) به دست آمده‌اند.

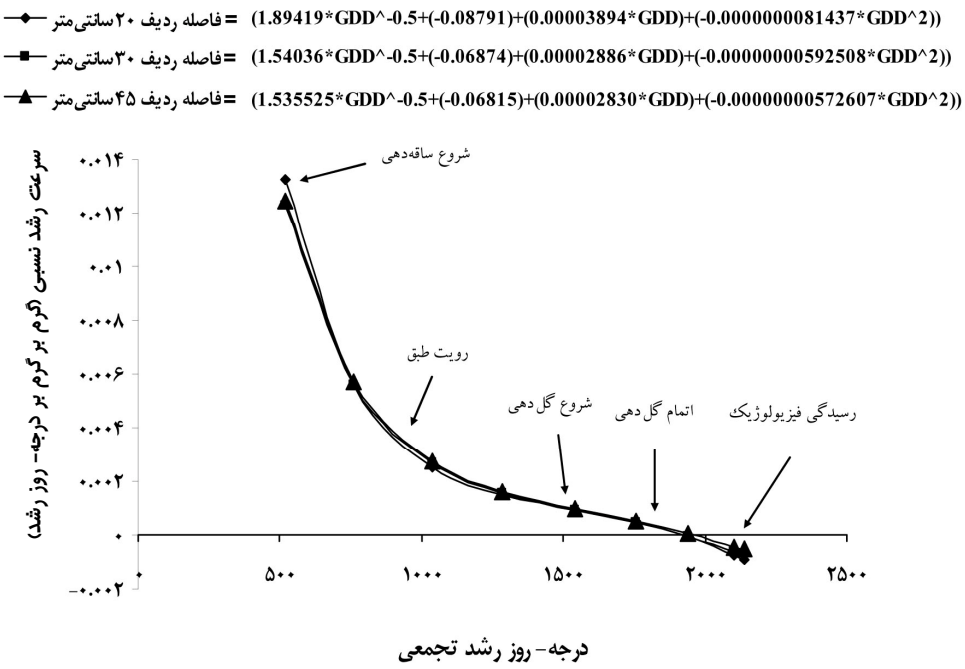
اثر تراکم روی حداکثر RGR (که در مرحله شروع ساقه‌دهی مشاهده شد) معنی‌دار نبود و برای هر دو تراکم تقریباً مساوی بود (جدول ۱). روند تغییرات منحنی‌های حاصل از تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع از همان ابتدا بر روی هم‌دیگر منطبق شدند (شکل ۸). روند عمومی تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تأثیر تراکم بوته با تغییرات آن تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت مشابه بود. در مطالعه‌های کلاوسون و همکاران (۱۵) روی سویا و بیسواز و همکاران (۱۰) روی عدس قرمز نیز سرعت رشد نسبی تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت.

میزان جذب خالص (NAR)

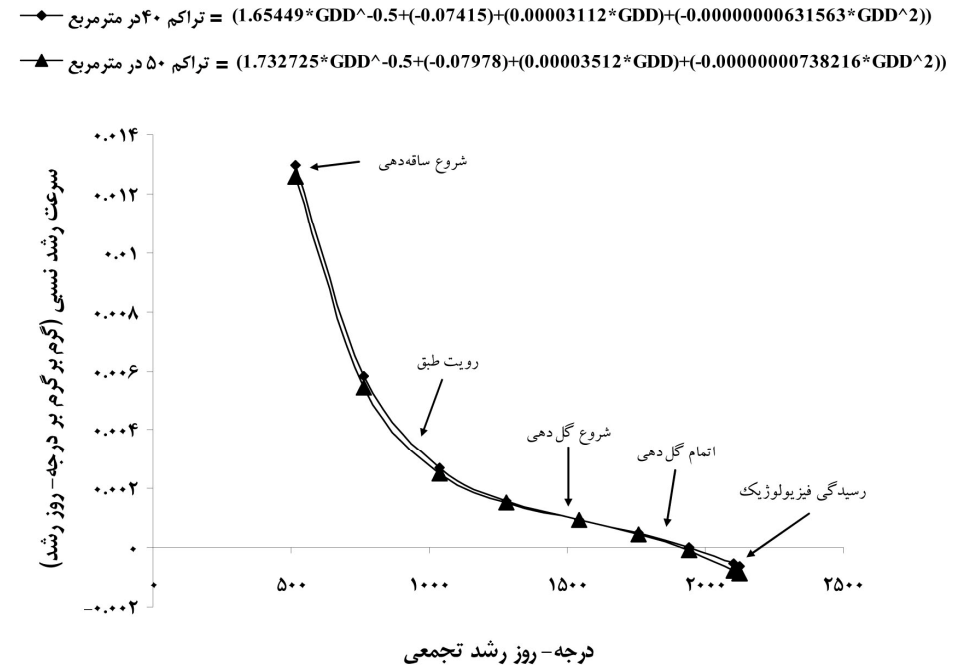
اثر فاصله ردیف کاشت روی حداکثر NAR (که در مرحله شروع ساقه‌دهی مشاهده شد) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و با افزایش فاصله ردیف کاشت کاهش یافت (جدول ۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۷. روند تغییرات سرعت رشد نسبی در فواصل ردیف مختلف

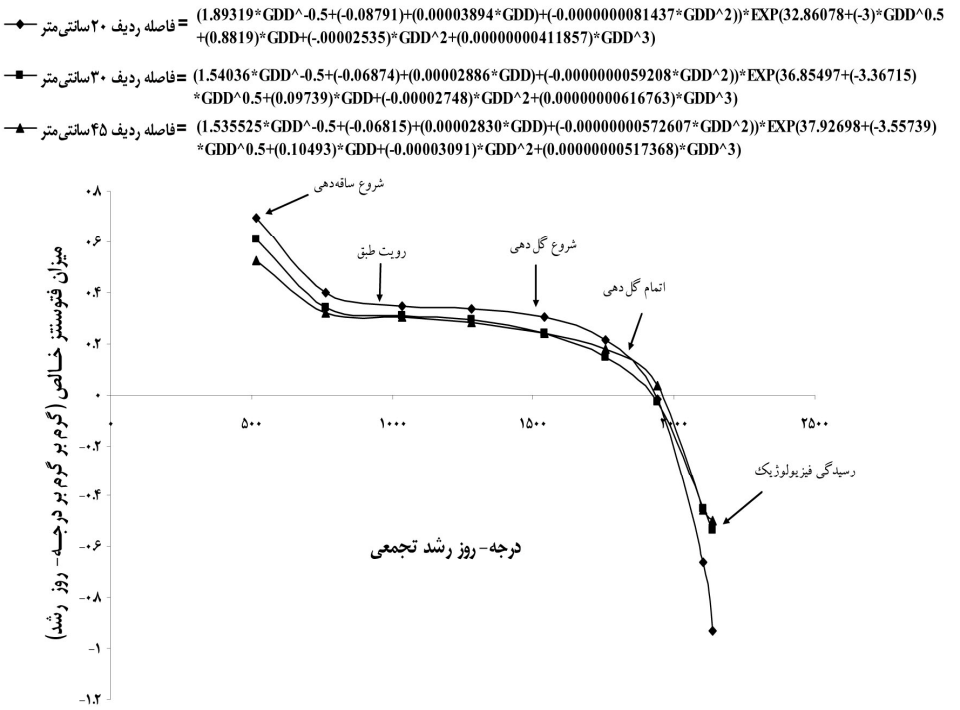


شکل ۸ . روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم‌های بوته مختلف

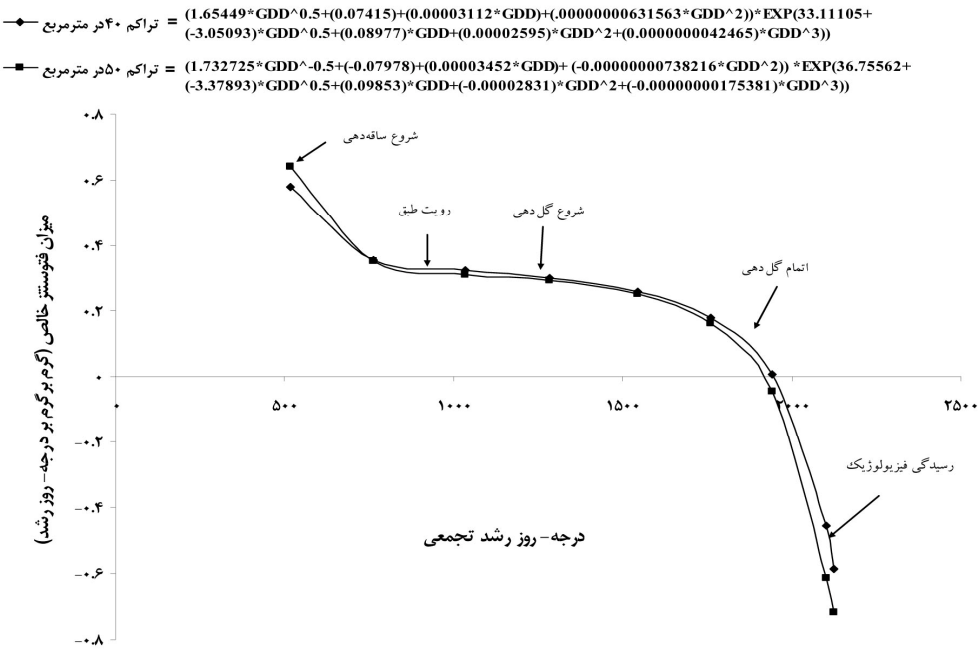
فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر تا مدت کوتاهی بعد از اتمام گل‌دهی (معادل تجمع حدود ۱۷۶۰ درجه- روز رشد) NAR بیشتری داشت. اما در این مرحله و با تغییر شدید شیب، رابطه معکوس شد و فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با سرعت بیشتری نسبت به سایر فواصل ردیف کاشت دچار کاهش NAR گردید (شکل ۹). ظاهراً در فاصله ردیف کاشت بیشتر، به دلیل نزدیک شدن بوته‌ها به یکدیگر در روی ردیف کاشت، رقابت زودتر اتفاق افتاده و گیاهان روی هم سایه‌اندازی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]



شکل ۹. روند تغییرات میزان فتوسنتز خالص در فواصل مختلف ردیف



شکل ۱۰. روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم‌های بوته مختلف

می‌کنند، بنابراین مقدار NAR در آغاز کم‌تر می‌شود. اما سرعت ریزش برگ‌ها در اواخر فصل رشد سبب کاهش شدیدتر NAR در فاصله ردیف کمتر می‌گردد. این نتیجه‌گیری با مطالعه‌های احمدوند و کوچکی روی سویا (۲)، موریسون و همکاران (۲۰) روی کلزا و بولاک و همکاران (۱۴) روی ذرت هم‌آهنگ است. در حالی که در مطالعه کشیری و همکاران (۶) روی گلرنگ، میزان جذب خالص در آرایش‌های کشت مستطیل همواره کمتر از آرایش‌های کشت مربع و لوزی بود. آنان دلیل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

این امر را رقابت بیشتر در آرایش کشت مستطیل دانسته‌اند.

اثر تراکم بوته روی ماکزیمم NAR (که در مرحله شروع ساقه‌دهی اتفاق افتاد) معنی‌دار نبود، ولی در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع بیشتر بود (جدول ۱). در مطالعه بیسواز و همکاران (۱۰) روی عدس قرمز نیز NAR تحت تأثیر تراکم واقع نگردید. به هر حال، در مطالعه حاضر NAR در مدت کوتاهی قبل از مرحله رویت طبق (معادل تجمع حدود ۷۶۰ درجه- روز رشد) کاهش یافت و سپس در هر دو تراکم بر هم‌دیگر منطبق گردید. کاهش NAR در مدت کوتاهی پس از شروع گل‌دهی و به خصوص در تراکم۵۰ بوته در متر مربع شدت یافت، تقریباً ۲۰ روز قبل از رسیدگی فیزیولوژیک (معادل تجمع ۱۹۴۰ درجه- روز رشد) صفر شد و سپس منفی گردید (شکل ۹). به نظر می‌رسد در ابتدای فصل رشد، به دلیل کمی رقابت و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر، NAR دارای حداکثر مقدار بوده و سپس به دلیل افزایش عوامل فوق شروع به کاهش کرده و با آغاز ریزش برگ‌ها، کاهش NAR شدت زیادی می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه‌های احمدوند و کوچکی (۲) و کامرانی (۵) روی سویا و موریسون و همکاران (۲۰) روی کلزا هم‌آهنگ است.

عملکرد دانه

اثر فاصله ردیف کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و با افزایش فاصله ردیف کاشت کاهش یافت (جدول ۱). به طوری که با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۲۰ به ۴۵ سانتی‌متر، ۳۷/۵ درصد از عملکرد دانه (معادل ۱۱۶۲/۳ کیلوگرم در هکتار) کاسته شد. با کاهش فاصله ردیف کاشت، آرایش کاشت به سمت آرایش مربعی نزدیک‌تر می‌شود و این امر باعث کاهش رقابت درون و برون بوته‌ای می‌گردد. این شرایط سبب بهره‌وری بیشتر از عوامل محیطی از جمله مواد غذایی و نور می‌شود و کارایی فتوسنتزی افزایش می‌یابد. بدین ترتیب تعداد طبق در بوته و در متر مربع و تعداد دانه در طبق افزایش می‌یابد (۳). تجمع این عوامل سبب حصول عملکرد دانه بیشتر در فاصله ردیف کاشت باریک‌تر می‌گردد. مطالعه‌های مختلفی روی گلرنگ (۱) و سویا (۱۳) افزایش عملکرد در فاصله ردیف کاشت کمتر نسبت به بیشتر را گزارش کرده‌اند.

اثر تراکم بوته روی عملکرد دانه معنی‌دار نبود، ولی با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه به میزان ۳/۷ درصد زیاد شد (جدول ۱). با افزایش تعداد بوته در متر مربع، از تعداد دانه در طبق کاسته شد. اما به نظر می‌رسد افزایش تعداد طبق در متر مربع در اثر افزایش تراکم بوته این کاهش را تا حدی جبران کرده و سبب افزایش مختصری در عملکرد دانه شده است (۳). مطالعه‌های مختلف روی گلرنگ (۱ و ۶)، لوبیا سفید (۷) و سویا (۲) حاکی از افزایش عملکرد در اثر افزایش تراکم بوته می‌باشند.

عملکرد دانه دارای هم‌بستگی بالایی با حداکثر وزن خشک اندام‌های هوایی (r = ۰/۹۴**)، LAI (r = ۰/۶۱**)، CGR (r = ۰/۷۲**)، RGR (r = ۰/۵۱*)، NAR (r = ۰/۷۵**) و LAD (r = ۰/۷۶**) بود. در بین شاخص‌های رشد، وزن خشک اندام‌های هوایی، LAI و تا حدی LAD به طور مستقل محاسبه می‌شوند. اما این سه بر یکدیگر مؤثرند، به طوری که وزن خشک اندام‌های هوایی هم‌بستگی بالایی با LAI (r = ۰/۶۷**) و LAD (r = ۰/۷۰**) داشت. در مطالعه‌های دیگران، عملکرد دانه هم‌بستگی‌های بالایی با حداکثر وزن خشک اندام‌های هوایی (r = ۰/۸۶**) در سویا (۷)، CGR (r = ۰/۹۳**) در آغاز رشد زایشی و CGR (r = ۰/۹۵**) در پایان مرحله رشد زایشی کلزا (۲۰) و LAD در ابتدای پر شدن دانه (r = ۰/۸۱**) و رسیدگی دانه (r = ۰/۸۳**) سویا (۱۸) داشت. در مطالعه حاضر، حداکثر وزن خشک اندام‌های هوایی و LAD طی دوره نزولی تغییرات زیادتری از عملکرد دانه را توجیه نمودند. حداکثر وزن خشک اندام‌های هوایی که در زمان کوتاهی بعد از مرحله اتمام گل‌دهی حاصل شد، گویائی از تعداد شاخه و برگ و اندازه آنها و در نهایت معیاری از پتانسیل تولیدی گیاه می‌باشد. بیشتر بودن دوام سطح برگ طی دوره نزولی معیاری از سطح برگ برای انجام فتوسنتز طی دوران پر شدن دانه می‌باشد. بنابراین، حداکثر وزن خشک اندام‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

هوایی و LAD طی دوره نزولی می‌توانند برای مقایسه قدرت تولیدی گلرنگ در شرایط مختلف مورد استفاده قرار گیرند. سایر شاخص‌های رشد، به خصوص RGR ارزش کمتری برای توجیه پتانسیل تولیدی داشتند.

با توجه به نتایج این مطالعه، تلفیق فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع که بیشترین عملکرد دانه را بوجود آورد (۳)، ممکن است برای کشت دوم گلرنگ، توده محلی کوسه در شرایط مشابه با مطالعه حاضر مناسب باشد.

منابع مورد استفاده

۱. آذری، آ. و م.ر. خواجه‌پور. ۱۳۸۴. اثر آرایش کاشت بر رشد، نمو، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در کشت بهاره گلرنگ، توده محلی کوسه اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹(۳):۱۳۱-۱۴۲.

۲. احمدوند، گ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۷. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک سویا به عنوان کشت دوم در مشهد. علوم و صنایع کشاورزی ۱۲(۱): ۱۵-۲۱.

۳. پورهادیان، ح. ۱۳۸۴. تأثیر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد، سرعت پوشش کنوپی و عملکرد گلرنگ توده محلی اصفهان «کوسه» در کشت تابستانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳. *گیاهان صنعتی*. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

۵. کامرانی، ر. ۱۳۶۷. ارزیابی عملکرد و شاخص‌های رشد دو رقم سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۶. کشیری، م.، ن. لطیفی و م. قاسمی. ۱۳۸۲. تجزیه و تحلیل رشد ارقام گلرنگ با آرایش‌های مختلف کاشت در شرایط دیم. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۴): ۸۵-۹۴.

۷. لبافیان، ع. ح. ۱۳۷۴. بررسی اثرات فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا سفید لاین آزمایشی ۱۱۸۰۵. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۸. محمدی نیکپور، ع.ر. و ع. کوچکی. ۱۳۷۸. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ. علوم و صنایع کشاورزی ۱۳(۱): ۷-۱۵.

۹. یعقوب‌نژاد، ف. ۱۳۸۳. اثر فاصله ردیف، فاصله بوته و رقم بر رشد، اندازه غده و عملکرد سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

10. Biswas, D.K., M.M. Haque, A. Hamid, J.U. Ahmed and M.A. Rahman. 2002. Influence of plant population density on growth and yield of two blackgram varieties. Pakistan. J. Agron. 1(2-3): 83-85.
11. Board, J.E. and B.G. Harville. 1996. Explantions for greater light interception in narrow- vs- wide-row soybean. Crop Sci. 32: 198-202.
12. Board, J.E. and B.G. Harville. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row soybean. Agron. J. 88: 567-572.
13. Board, J.E., B.G. Harville and A.M. Saxton. 1990. Branch dry weight in relation to yield increases in narrow- row soybean. Agron. J. 82: 540-544.
14. Bullock, D.G., R.L. Nielsen and W.E. Nyquist. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 28: 254-258.
15. Clawson, K.L., J.E. Specht and B.L. Blad. 1986. Growth analysis of soybean isolines differing in pubescence density. Agron. J. 78: 164-172.
16. Johnson, B.L. and B.K. Hanson. 2003. Row-spacing interactions on spring canola performance in the Northern Great Plains. Agron. J. 95: 703-708.
17. Karimi, M.M. and H.M. Siddique. 1991. Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]

18. Liu, X., J. Jin, S.J. Herbert, Q. Zhang and G. Wang. 2005. Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybean in Northeast China. Field Crops Res. 93: 85-93.
19. Lopez-Bellido, L., M. Fuentes and J.E. Castillo. 2000. Growth and yield of white lupin under mediterranean conditions: Effect of plant density. Agron. J. 92: 200-205.
20. Morrison, M.J., P.B.E. McVetty and R. Scarth. 1990. Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape. Can. J .Plant Sci. 70: 139-149.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.2.6]