# مقایسه شاخص‌های رشد، درصد روغن و عملکرد دانه سه ژنوتیپ کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم‌های مختلف بوته در منطقه رستم، استان فارس

ساناز حیدری[۱]، محسن موحدی‌دهنوی[۲،*]، علیرضا یدوی[۲]

۱ و ۲ دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Movahhedi1354@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۱

**چکیده**

**کنجد از دانه‌های روغنی و دارویی با ارزش مناطق گرم و نیمه گرم است، ولی کشت ارقام جدید آن به مناطق معتدله نیز گسترش یافته است. جهت ارزیابی اثر تراکم بر شاخص‌های رشد، درصد روغن بذر و عملکرد دانه ۳ ژنوتیپ کنجد، آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه رستم، استان فارس انجام شد. عامل اول تراکم‌های بوته ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع، و عامل دوم توده‌های کنجد نورآباد، توده برازجان و رقم داراب ۱۴ بودند. بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب از توده نورآباد و رقم داراب ۱۴ و همچنین در تراکم‌های ۵۵ و ۱۵ بوته در مترمربع به دست آمد. مقادیر شاخص‌های رشدی در توده نورآباد بیشتر از دو توده دیگر بوده است؛ حداکثر سرعت رشد محصول بین ۲/۶۲-۱/۹۶ گرم بر مترمربع بر درجه-روز-رشد متغیر بود. به‌طور کلی توده نورآباد و برازجان با مقدار ۰/۰۰۹ گرم بر گرم بر درجه-روز-رشد بیشترین سرعت رشد نسبی را در ابتدای فصل رشد به خود اختصاص دادند. با افزایش تراکم بوته از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع، محتوای روغن بذر کاهش یافت و توده برازجان بیشترین مقدار درصد روغن بذر (۵۷/۶ درصد) را به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج این تحقیق، توده نورآباد با تراکم ۵۵ بوته در مترمربع در منطقه رستم بهتر از سایر توده‌ها از لحاظ عملکرد دانه عمل کرد. از میان دو توده دیگر، توده برازجان با تراکم ۵۵ بوته در مترمربع می‌تواند جایگزین خوبی برای توده نورآباد باشد.**

**واژه‌های کلیدی: توده برازجان، توده نورآباد، داراب ۱۴، درصد روغن**

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

**مقدمه**

کنجد از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد و مطابق با اسناد و مدارک به دست آمده این دانه روغنی از سال‌های ابتدایی تمدن‌های باستانی مورد استفاده قرار گرفته است. از قرن‌های پیش این محصول به علت دارا بودن مقدار زیاد پروتئین و روغن خوراکی در قسمت‌های مختلف جهان به‌ویژه مناطق نیمه‌خشک و گرمسیری تا مناطق معتدل آسیا و آفریقا کشت می‌شده است (مهرابی و احسان‌زاده، ۱۳۹۰). این گیاه دارای ارقام محلی زیادی است. در کشور ما نیز توده‌های محلی زیادی از آن شامل توده‌های جیرفت، دزفول، اردستان، مغان، ارومیه و غیره وجود دارند، که به‌صورت پراکنده و در سطوح کم کشت می‌شود (پاپری مقدم‌فرد و بحرانی، ۱۳۸۴).

تراکم مطلوب بوته، تراکمی است که در نتیجه آن همه‌ی عوامل محیطی به‌طور کامل مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال، رقابت‌های درون‌بوته‌ای و برون‌بوته‌ای در حداقل باشند، تا حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب به دست آید. این تراکم فضای کافی را برای انجام عملیات داشت و برداشت فراهم می‌نماید. دستیابی به اهداف فوق مستلزم آن است که بذرها در فواصل مناسبی از هم در زمین توزیع شوند (ایلکایی و امام، ۱۳۸۲). انتخاب تراکم مطلوب گیاهان زراعی به علت وجود رقابت بر سر مسائل زیستی مشترک (آب، مواد غذایی و نور) و مسائلی از قبیل ساختار جامعه گیاهی و محیط‌زیست و برداشت گیاهان می‌باشد (پلیپاویسوس[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

تجزیه و تحلیل کمی رشد روشی است برای توجیه و تفسیر عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط محیطی که گیاه در طول دوره حیات خود با آن‌ها مواجه می‌شود (موسی‌پور گرجی و حسن‌آبادی، ۱۳۹۱). تولید محصول، حاصل دریافت انرژی خورشیدی و تبدیل آن به غذا و دیگر مواد قابل استفاده است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۰). توسعه کانوپی و پوشش گیاهی کنجد در تعیین میزان نور دریافتی که در تغییر میزان محصول و تولید مهم است، نقش دارد (مهرابی و احسان‌زاده، ۱۳۹۰).

عمر[2] و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که افزایش سطح برگ سبب افزایش ظرفیت کنجد برای استفاده از نور خورشید می‌شود، که منجر به تولید بیشتر و در نتیجه افزایش رشد و توسعه محصول می‌شود.

خصوصیات ساختمانی و پوشش گیاهی با جذب تشعشع در ارتباط است و نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد گیاه دارد. کارایی جذب انرژی تابشی که بر روی سطح یک محصول می‌تابد نیاز به سطح برگ کافی و توزیع یکنواخت آن دارد، به‌طوری که سطح زمین را بپوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و آرایش مناسب بوته روی سطح خاک میسر است، همچنین با افزایش جمعیت گیاهی شدت نور در پوشش کاهش‌یافته و این عمل باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و زیست‌توده گیاه می‌شود (رزمی، ۱۳۸۹).

ماده خشک تولیدی کنجد به شاخص سطح برگ بستگی دارد که کاهش این صفت، جذب نور توسط پوشش گیاهی و به‌تبع آن فتوسنتز را کاهش می‌دهد (مهرابی و احسان‌زاده، ۱۳۹۰). پرسل[3] و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که افزایش جمعیت گیاهی سویا، میزان تجمع وزن خشک اندام‌های هوایی در واحد سطح و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. دلیل این امر افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه جذب تشعشع خورشیدی بیشتر و افزایش سرعت رشد محصول می‌باشد. خیاط و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند که اگر حداکثر شاخص سطح برگ کمتر از ۴ باشد، می‌توان گفت که رشد و عملکرد گیاه در اثر کمبود سطح برگ محدود می‌شود زیرا شاخص سطح برگ حدود ۴ برای دریافت حدوداً ۹۰ درصد تشعشع خورشیدی کفایت می‌کند.

سرعت رشد محصول بامعناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می‌باشد. ماده خشک نتیجه کارایی یک جامعه گیاهی زراعی از نظر استفاده از تشعشع خورشید در طول فصل رویش است. اولین اندام گیرنده تشعشع خورشید، برگ‌ها می‌باشند. برای حداکثر سرعت

[1] Pilipavicius

[2] Umar
[3] Purcell

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

رشد محصول بایستی به میزان کافی برگ در جامعه وجود داشته باشد تا بیشترین مقدار نور خورشید را که روی جامعه گیاهی می‌تابد جذب کند. وقتی این حالت رخ می‌دهد میزان کارایی فتوسنتزی محصول، توسط بازده فتوسنتزی برگ‌ها تعیین می‌گردد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۰).

سرعت رشد نسبی یکی دیگر از شاخص‌های رشد می‌باشد که در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد آن از اهمیت زیادی برخوردار بوده و ثبات آن تعیین‌کننده مقدار ماده خشک تولیدی است که معیاری از پتانسیل عملکرد می‌باشد. سرعت رشد گیاهان زراعی با یکدیگر متفاوت بوده و تابع خصوصیات ژنتیکی و عوامل محیطی می‌باشد (موسی‌پور گرجی و همکاران، ۱۳۹۱).

سرعت آسیمیلاسیون خالص عبارت است از مقدار مواد ساخته‌شده خالص (غالباً فتوسنتزی) در واحد سطح برگ در واحد زمان. سرعت آسیمیلاسیون خالص معیاری از کارایی فتوسنتزی برگ‌ها در یک جامعه گیاهی می‌باشد. کارایی این شاخص می‌تواند تحت تأثیر مقدار تشعشع خورشیدی، قابلیت فتوسنتزی برگ‌ها، شاخص سطح برگ، چگونگی تقسیم یکنواخت تشعشع خورشید بر سطوح برگ‌ها و مقدار تنفس در گیاه قرار گیرد؛ سرعت ایجاد و گسترش سطح برگ در تولید محصول بسیار مهم است و این به خاطر دریافت حداکثر نور خورشیدی و ساختن مواد فتوسنتزی می‌باشد. یک جامعه گیاهی متراکم ضمن کاهش فرسایش با رقابت کمتری از سوی علف‌های هرز روبه‌رو می‌شود (کوچکی و سرمدنیا،۱۳۹۰).

احمدی[1] و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی بر روی کلزا نشان دادند که اثر تراکم بوته، رقم و برهمکنش تراکم و رقم برای سرعت آسیمیلاسیون خالص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که رقم RGS003 سرعت آسیمیلاسیون خالص بالاتری (۳/۴۸ گرم بر روز در مترمربع) را به خود اختصاص داد؛ به‌طوری که سطوح تراکم گیاهی در چهار کلاس مختلف آماری قرار گرفتند.

متخصصین زراعت بر این عقیده‌اند که استقرار تراکم مطلوب از بوته‌های سالم در سطح مزرعه پایه و اساس یک سامانه موفق زراعی محسوب می‌شود. مطلوب‌ترین تراکم بوته، از عوامل مهم موفقیت در زراعت هر گیاهی است. زمانی که تراکم بوته در گیاهانی که به‌منظور تولید دانه کشت می‌گردند زیاد شود، گل‌ها و میوه‌هایی که بالقوه می‌توانند تشکیل شوند به وجود نیامده و یا عقیم می‌شوند (رسام و همکاران، ۱۳۸۶). تراکم بوته یکی از عوامل اصلی تعیین عملکرد دانه است. مطالعات اخیر نشان داده است که تراکم بوته نسبتاً بالا برای به دست آوردن بالاترین عملکرد دانه لازم می‌باشد (بابایی[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

افضلی محمدآبادی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای صفات زراعی مختلف کنجد از جمله عملکرد و اجزاء عملکرد و همچنین درصد روغن دانه وجود دارد و بعضی از ارقام از پتانسیل بسیار خوبی برای افزایش عملکرد دانه برخوردار هستند. دانش شهرکی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته کلزا سبب کاهش درصد روغن می‌گردد. لذا هدف از پژوهش حاضر مقایسه واکنش شاخص‌های رشدی، عملکرد دانه و درصد روغن سه توده کنجد به تراکم‌های مختلف بوته در یک پژوهش مزرعه‌ای در منطقه رستم استان فارس می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه‌ای واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان نورآباد ممسنی استان فارس اجرا شد. عوامل آزمایش شامل توده (توده محلی نورآباد، توده محلی برازجان و رقم داراب ۱۴) و تراکم کاشت (۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) بود. قبل از اجرای آزمایش، نمونه خاکی به‌صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش برداشت و جهت تعیین عناصر پرمصرف وpH به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. بر اساس اطلاعات آزمون خاک، در مجموع ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ کیلوگرم فسفر خالص به زمین اضافه شد. نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد

[1] Ahmadi

[2] Babayee

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

**جدول ۱**- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

| بافت | نیتروژن (٪) | فسفر (mg/kg) | پتاسیم (mg/kg) | هدایت الکتریکی (ds/m) | اسیدیته PH |
|---|---|---|---|---|---|
| لومی | ۰/۱۱ | ۱۰ | ۴۴۱ | ۲/۹ | ۷/۷ |

نیتروژن خالص) و فسفر از منبع فسفات آمونیوم تأمین گردید. در این آزمایش کرت‌هایی به ابعاد ۳×۴ متر با ۵ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد شد و بذور کنجد در تراکم‌های مورد نظر و در عمق ۳-۲ سانتیمتری کشت گردیدند. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتیمتر و فاصله بین بلوک‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت و بعد از آن به فراخور نیاز صورت گرفت. در مرحله ۶-۴ برگی مزرعه تنک گردید که این زمان به‌عنوان اولین زمان نمونه‌گیری برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی بود. جهت تجزیه رشد، با ۵ مرتبه نمونه‌گیری از گیاه در فواصل ۱۰ روزه وزن خشک گیاه و سطح برگ از سطحی معادل ۰/۶ مترمربع اندازه‌گیری شد. بدین منظور سه ردیف میانی هر کرت و با حذف اثرات حاشیه‌ای برای این منظور در نظر گرفته شد. اندام‌های مختلف گیاه شامل ساقه‌ی اصلی، شاخه‌های فرعی، برگ‌ها، گل و کپسول‌های گیاه به تفکیک جدا شده و وزن خشک هر کدام محاسبه گردید. همچنین سطح برگ نیز جهت محاسبه شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شد. جهت خشک شدن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون و در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. با استفاده از آمار هواشناسی دمای روزانه، میزان درجه-روز-رشد تجمعی (GDD) از کاشت تا هر مرحله نمونه‌گیری از تیمارها، با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه گردید:

$$GDD = \sum((T_{MAX}+T_{MIN})/2)-T_b$$

در این رابطه، درجه-روز-رشد (GDD[1])، $T_{min}$ کمینه درجه حرارت روزانه هوا، $T_{max}$ بیشینه درجه حرارت هوا با حد بالایی ۳۸ درجه سانتی‌گراد است. $T_b$ درجه حرارت پایه‌ی کنجد بوده و معادل ۱۵ درجه سانتی‌گراد منظور شد.

برای انجام محاسبات مربوط به تجزیه‌های رشد بر اساس تحقیق برخی از محققین از قبیل موحدی دهنوی (۱۳۷۸) چنین فرض می‌شود که تغییرات وزن خشک گیاه (TDM[2]) از چندجمله‌ای درجه ۲ پیروی می‌کند. بدین ترتیب و با تبدیل این دو به لگاریتم نپرین (Ln) به‌منظور کاهش هر چه بیشتر وابستگی واریانس‌ها نسبت به میانگین‌ها، روابط زیر برقرار خواهد بود:

$$(1): LnTDM=a+bh+ch^2$$

بنابراین سرعت رشد نسبی (RGR[3]) در هر زمان با گرفتن مشتق از معادله یک به دست می‌آید.

$$RGR=d(LnTDM)/dh=b+2ch$$

همچنین سرعت رشد گیاه (CGR[4]) از طریق معادلات زیر در هر واحد زمانی قابل محاسبه است.

$$CGR=d(TDM)/dh=(b+2ch)e^{(a+bh+ch)2}$$

a، b، و c ضرایب رگرسیون معادلات و h، GDD می‌باشد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۹۰). برای تعیین عملکرد دانه در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف و پس از برداشت گیاهان، عملکرد دانه تعیین شد. درصد روغن دانه با استفاده از روش مستقیم (توسط دستگاه سوکسله) اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های شاخص‌های رشدی در هر مرحله از نمونه‌گیری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد.

## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ

با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ افزایش یافت، به‌طوری که در تمام مراحل نمونه‌گیری شاخص سطح برگ در تراکم ۵۵ بوته در مترمربع بیشتر بود، اما فاصله تراکم‌ها از مرحله دوم نمونه‌گیری به بعد بیشتر

[1] Growing Degree Days

[2] Total Dry Matter
[3] Relative Growth Rate
[4] Crop Growth Rate

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

نمایان شد. در آخرین مرحله نمونه‌گیری (۱۱۱۴ درجه-روز-رشد) بیشینه و کمینه شاخص سطح برگ به ترتیب از تراکم‌های ۵۵ و ۱۵ بوته در مترمربع با مقدار ۲/۸۲ و ۱/۳۷ مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین به دست آمد (شکل ۱). مقایسه میانگین اثر سطوح تراکم بر شاخص سطح برگ، طی سومین تا پنجمین نمونه‌گیری میان تراکم ۵۵ بوته در مترمربع و سایر تراکم‌ها، اختلاف معنی‌داری را نمایان ساخت. افزایش این شاخص در تراکم ۵۵ بوته در مترمربع می‌تواند سبب افزایش دریافت تشعشع، افزایش توان فتوسنتزی و در نتیجه افزایش تمامی صفات وابسته به این شاخص مانند ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و دیگر صفات گردد.

شکل ۲ نشان می‌دهد که در تمامی مراحل نمونه‌گیری توده محلی داراب ۱۴ بیشترین شاخص سطح برگ را دارا بود، به‌طوری که فاصله تغییرات در ابتدای فصل رشد در توده محلی داراب ۱۴ نسبت به دو توده دیگر بیشتر بود. فاصله بین توده محلی برازجان و محلی نورآباد تفاوت کمی را در اولین مرحله نمونه‌گیری نشان می‌دهد که با ادامه فصل رشد، در سومین مرحله نمونه‌گیری (۷۹۰ درجه-روز-رشد) تفاوت بین دو توده محلی نورآباد و رقم داراب ۱۴ به حداقل رسید. در آخرین مرحله نمونه‌گیری توده محلی نورآباد و رقم داراب ۱۴ بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ با مقدار ۲/۱۳ و ۱/۷۷، در زمان اواخر دانه‌بندی و اوایل پر شدن دانه‌ها، را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین اثر توده‌ها بر این صفت، اختلاف معنی‌داری را میان این رقم و داراب ۱۴ نشان داد. شاخص سطح برگ از رابطه درجه دو پیروی می‌کند و در بسیاری از گیاهان در انتهای فصل رشد به علت پیر شدن و ریزش برگ‌ها کاهش می‌یابد و روندی نزولی را به خود می‌گیرد، ولی با توجه به رشد نامحدود بودن کنجد و زمان برداشت این گیاه، روند نزولی در این گیاه مشاهده نشد، زیرا این گیاه برگ‌های خود را در زمان برداشت حفظ می‌کند (آروین و همکاران، ۱۳۸۸). علت کاهش سریع شاخص سطح برگ رقم داراب ۱۴ در مقایسه با دو توده دیگر را می‌توان پیری زودرس این رقم نسبت به دو توده دیگر دانست.

برگ‌ها اندام اصلی دریافت‌کننده نور و مهم‌ترین محل انجام فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع افزایش می‌یابد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۹۰). مهرابی و احسان‌زاده (۱۳۹۰) دریافتند که حداکثر شاخص سطح برگ کنجد در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع اندازه‌گیری شده برای توده‌های مختلف (اولتان، ورامین، یکتا و ناز تک شاخه) ۱/۹۸ بود، که این مقدار مربوط به توده ناز تک شاخه بود.

## ماده خشک کل

روند تغییرات ماده خشک کل تقریباً همانند روند تغییرات شاخص سطح برگ بود و همچنین اختلافاتی در تراکم‌های کاشت متفاوت نیز مشاهده شد. با افزایش تراکم، ماده خشک تولیدی افزایش یافت که در مراحل اولیه رشد به دلیل تخصیص مواد جهت رشد و توسعه ریشه‌ها، این افزایش با شیب کندی در تمامی تراکم‌ها همراه بود که پس از آن به دلیل توسعه و تشکیل ساختار کانوپی در فواصل بین دومین و سومین مرحله نمونه‌گیری این افزایش با شیب تندی پیش رفت پس از آن این روند افزایشی تا آخرین مرحله نمونه‌گیری (۱۱۱۴ درجه-روز-رشد) با شیب ملایم‌تری ادامه یافت. با افزایش تراکم از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع حداکثر میزان ماده خشک از ۵۲۵/۶ به ۹۸۵/۷ گرم بر مترمربع افزایش یافت. مقایسه میانگین اثر سطوح تراکم برای این صفت، اختلاف معنی‌دار را بین ۵ تراکم گیاهی از سومین مرحله نمونه‌گیری به بعد نشان داد (شکل ۳). به‌طور کلی افزایش تراکم بوته سبب افزایش شاخص سطح برگ و به دنبال آن منجر به افزایش وزن خشک گردید.

شکل ۴ روند تغییرات این صفت را در بین توده‌های کشت شده نشان می‌دهد، طوری که در ابتدای فصل رشد اختلاف معنی‌داری بین سه توده مشاهده نشد، ولی با گذشت زمان، این روند از روندی افزایشی با شیب کند به روندی افزایشی با شیب تند تغییریافته که در آخرین مرحله نمونه‌گیری حداکثر ماده خشک تولیدی در توده محلی برازجان با مقدار (۷۶۷/۳ گرم بر مترمربع) در مقایسه با دو توده دیگر به دست آمد (شکل ۴).

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

تولید ماده خشک انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد، که می‌تواند تعیین‌کننده عملکرد گیاه زراعی باشد (نقی‌زاده، ۱۳۸۷).

عمده وزن خشک کل گیاه کلزا شامل افزایش وزن خشک برگ‌ها می‌شود که خود ناشی از افزایش تعداد برگ و شاخص سطح برگ می‌باشد (خیاط و همکاران، ۱۳۸۸).

نشان داده شده است که افزایش تراکم بوته کلزا سبب افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش وزن خشک می‌شود (جزینی‌زاده[1] و همکاران، ۲۰۱۴). آروین و همکاران (۱۳۸۸) دریافتند که افزایش سرعت نمو سطح برگ کلزا تا شروع گلدهی به مقدار زیادی باعث افزایش جذب نور و تولید ماده خشک بیشتر و عملکرد دانه بالاتر می‌شود.

## شاخص‌های رشد

### سرعت رشد محصول

نتایج نشان داد که روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم‌های مختلف بوته در ابتدا به‌صورت افزایشی بود و سپس سیر نزولی به خود گرفت؛ در مراحل ابتدایی رشد (اولین مرحله نمونه‌گیری) روند تغییرات با شیب ملایمی همراه بوده است که این روند برای تراکم‌های ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع در دومین مرحله نمونه‌گیری با شیب تندتری ادامه یافت که روند مشابهی را در فواصل بین نمونه‌گیری سوم و چهارم در تراکم‌های ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع در پیش گرفت. بیشترین مقدار سرعت رشد محصول طی چهارمین مرحله نمونه‌گیری (۷۹۰ درجه-روز-رشد) در تراکم ۵۵ بوته در مترمربع (۲/۶۲) به دست آمد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که در هر مرحله نمونه‌گیری از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری میان تراکم‌های ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع مشاهده نگردید (شکل ۵).

روند تغییرات سرعت رشد محصول در توده‌های مختلف، مشابه با روند تغییرات این صفت برای تراکم‌های کشت شده می‌باشد (شکل ۶). در ابتدای فصل رشد طی اولین مرحله نمونه‌گیری تفاوت زیادی بین توده محلی نورآباد و توده محلی برازجان مشاهده نشد، اما با ادامه فصل رشد تفاوت‌های بیشتری میان این دو توده مشاهده گردید. در چهارمین مرحله (۹۵۶ درجه-روز-رشد) سرعت رشد محصول حداکثر در توده محلی برازجان مشاهده شد، پس از آن در فواصل نمونه‌گیری چهارم و پنجم شیب تغییرات تا اندازه‌ای کم بوده که در چهارمین و پنجمین مرحله نمونه‌گیری برای توده محلی نورآباد و برازجان شیب این تغییرات نزولی و تندتر بود. توده محلی برازجان و توده محلی نورآباد با مقدار ۱/۸۸ و ۱/۰۴ گرم بر مترمربع بر درجه-روز-رشد در ۹۵۶ درجه-روز-رشد، به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین اثر توده برای این صفت، در چهارمین مرحله نمونه‌گیری اختلاف معنی‌داری را میان دو توده برازجان و داراب ۱۴ نشان نداد (شکل ۶). با افزایش شاخص سطح برگ، نور بیشتری توسط گیاه دریافت می‌شود و به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد که در نهایت منجر به افزایش ماده خشک تولیدی گیاه خواهد شد. در تراکم‌های پایین همراه با کاهش سطح برگ، و در اواخر دوره رشد به علت کاهش فتوسنتز و پیری زودرس، سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد. در اکثر تیمارها حداکثر سرعت رشد محصول در اواخر دانه‌بندی و همزمان با پر شدن دانه‌ها حاصل گردید. پس از اتمام پر شدن دانه‌ها، روند تغییرات معکوس شد و سرعت کاهش شدیدتر گردید.

سرعت رشد محصول در اوایل مراحل رشد به دلیل پوشش گیاهی ناقص و جذب بخشی از تابش خورشید، آهسته است. یک رابطه مثبت بین عملکرد ماده خشک و شاخص‌های رشد مانند سرعت رشد محصول وجود دارد. حداکثر مقدار این شاخص (تندترین شیب تغییرات زیست‌توده کل) از حداکثر استفاده از فاکتورهای زیست‌محیطی (نور، آب و ...) به دست می‌آید (احمدی و همکاران، ۲۰۱۴). بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول گلرنگ نشان داد که منحنی تغییرات در کلیه تیمارها تقریباً از یک روند مشخص پیروی می‌کند. در آغاز رشد با تکمیل تاج پوشش و افزایش شاخص سطح برگ، این شاخص زیاد شد اما پس از رسیدن به حداکثر

[1] Jazinizadeh

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

مقدار، به دلیل ایجاد رقابت، سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر، توقف رشد رویشی و اتلاف و پیر شدن برگ‌ها کاهش یافت و قبل از رسیدگی فیزیولوژیک منفی شد. در تمامی تیمارها در نیمه اول فصل رشد، ابتدا افزایش نسبتاً بطئی داشته و به دنبال آن رشد سریع‌تری را از خود نشان می‌دهد به‌گونه‌ای که به یک سرعت رشد محصول حداکثر می‌رسد که پس از آن با یک شیب تندی کاهش می‌یابد، به‌طوری که در انتهای فصل رشد منفی می‌گردد (نقی‌زاده، ۱۳۸۷).

سید شریفی و نظرلی (۱۳۹۲) نشان دادند که گیاه نخود در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع، از سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به تراکم‌های ۲۵ و ۳۵ بوته در مترمربع برخوردار بود. در تراکم‌های پایین به دلیل شاخص سطح برگ کم و درصد پایین جذب تابش توسط پوشش گیاهی، میزان سرعت رشد محصول در سطح پایینی بود. با گذشت زمان و افزایش ساقه‌های فرعی به دلیل افزایش توان در جذب تشعشع، سرعت رشد محصول افزایش یافت. اختلاف جذب تابش در تراکم‌های مختلف، عامل مهم تغییرات سرعت رشد محصول است. با افزایش تراکم تا یک حد مطلوب سرعت رشد گیاه با افزایش معنی‌دار مواجه شده و پس از آن از روند کاهشی برخوردار می‌شود.

**سرعت رشد نسبی**

تجمع ماده خشک در واحد زمان و در واحد وزن خشک اولیه، میزان رشد نسبی نامیده می‌شود که مفهوم آن با سرعت رشد نسبی قابل بیان است. شکل ۷ روندی نزولی را برای این شاخص نشان می‌دهد که روند کاهشی تغییرات در تراکم‌های کاشت با افزایش درجه-روز-رشد همراه بود. روند کاهشی تغییرات این شاخص در همه تراکم‌ها با شیب تندی همراه بود، به‌طوری که در زمان اولین مرحله نمونه‌گیری سرعت رشد نسبی در حداکثر بود. با افزایش درجه-روز-رشد و ادامه رشد گیاه این روند با شیب تندی کاهش یافت. بیشترین مقدار این شاخص با دریافت ۴۱۴/۵ درجه-روز-رشد در تراکم ۵۵ و ۳۵ بوته در مترمربع با مقدار عددی ۰/۰۰۸ گرم بر گرم بر درجه-روز-رشد به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح تراکم برای این صفت بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار برای تراکم‌ها از دومین تا پنجمین مرحله نمونه‌گیری بود. علت این سیر نزولی را می‌توان به افزایش سن برگ‌های پایین، پیری برگ‌ها و کاهش سطح برگ در مراحل انتهایی فصل رشد مربوط دانست؛ به‌گونه‌ای که تغییر در تراکم کاشت باعث تغییر در شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و متعاقب آن تغییر در سرعت تجمع ماده خشک گردید.

روند کلی تغییرات این شاخص در توده‌های مختلف مشابه با روند تغییرات این شاخص در تراکم‌های مختلف می‌باشد که در این میان بیشترین مقدار این شاخص در ابتدای فصل رشد مختص توده محلی نورآباد و برازجان با دریافت ۴۱۴/۵ درجه-روز-رشد بوده است. با گذشت زمان، تغییراتی بین سه توده مشاهده شد که در پنجمین مرحله نمونه‌گیری (۱۱۱۴ درجه-روز-رشد) همه توده‌ها دارای مقداری یکسانی بوده‌اند. مقایسه میانگین اثر توده بر این صفت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار از اولین تا سومین مرحله نمونه‌گیری بین رقم داراب ۱۴ و دو توده دیگر بود. به‌طور کلی توده محلی نورآباد و محلی برازجان با مقدار ۰/۰۰۹ گرم بر گرم بر درجه-روز-رشد بیشترین سرعت رشد نسبی را در ابتدای فصل رشد (اولین مرحله نمونه‌گیری) به خود اختصاص داد (شکل ۸).

در ژنوتیپ‌های مختلف با گذشت زمان، سرعت رشد نسبی کاهش‌یافته و حتی در انتهای فصل به صفر نزدیک شد. این امر بدان دلیل است که در ابتدای دوره رشد با توجه به کوچکی و جوانی برگ‌های گیاه کلیه سلول‌ها در امر فتوسنتز و تولید آسیمیلات نقش فعال ایفا می‌کنند، اما با گذشت زمان برگ‌های پایینی به دلیل پیری قادر به فتوسنتز مناسب نبوده لذا نسبت آسیمیلات تولیدشده به کل وزن خشک کاهش می‌یابد چرا که برگ‌های مسن‌تر در اندازه‌گیری وزن خشک محاسبه شده اما در امر تولید آسیمیلات نقشی ندارند.

توده محلی نورآباد، برتری بارزتری را برای سرعت رشد نسبی در مقایسه با دو توده دیگر نشان داد. این کارایی بالاتر، توانایی توده مذکور را در ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی که لازمه تشکیل عملکرد حداکثر است، نشان می‌دهد.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

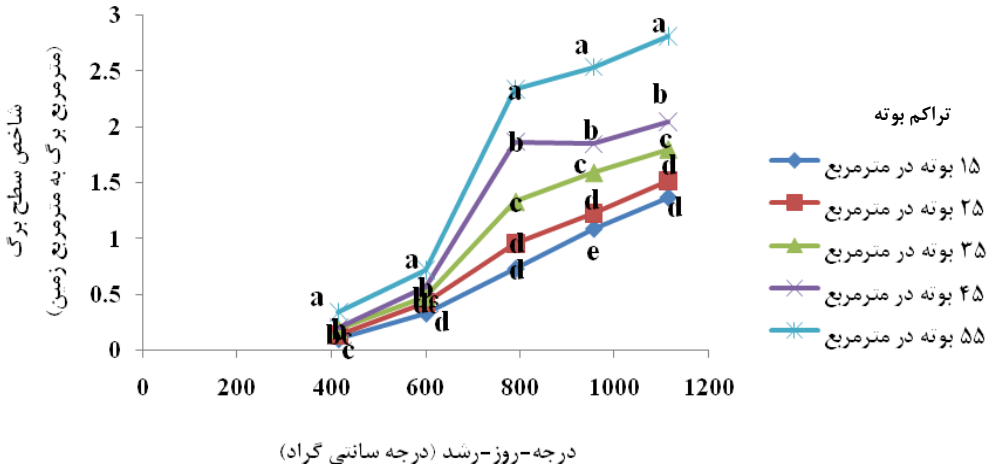
در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های پایینی، در کاهش میزان سرعت رشد نسبی در طی فصل رشد مؤثر است (آروین و همکاران، ۱۳۸۸). نقی‌زاده (۱۳۸۷) گزارش داد که علت کاهش سرعت رشد نسبی گلرنگ با افزایش سن گیاه به این دلیل است که قسمت‌های افزوده‌شده به گیاه، بافت‌های ساختمانی است و بافت‌های فعال متابولیکی نیستند و چنین بافت‌هایی سهمی در تولید ماده خشک ندارند.

سید شریفی و نظرلی (۱۳۹۲) نشان دادند که سرعت رشد نسبی نخود با گذشت زمان به‌صورت خطی کاهش می‌یابد. آن‌ها بالا بودن سرعت رشد نسبی در ابتدای دوره رشد در تراکم‌های پایین‌تر به سایه‌اندازی کمتر بوته‌ها بر روی همدیگر نسبت دادند.

## تغییرات سهم نسبی اندام هوایی و ماده خشک کل در پاسخ به تراکم بوته و ژنوتیپ‌های مختلف

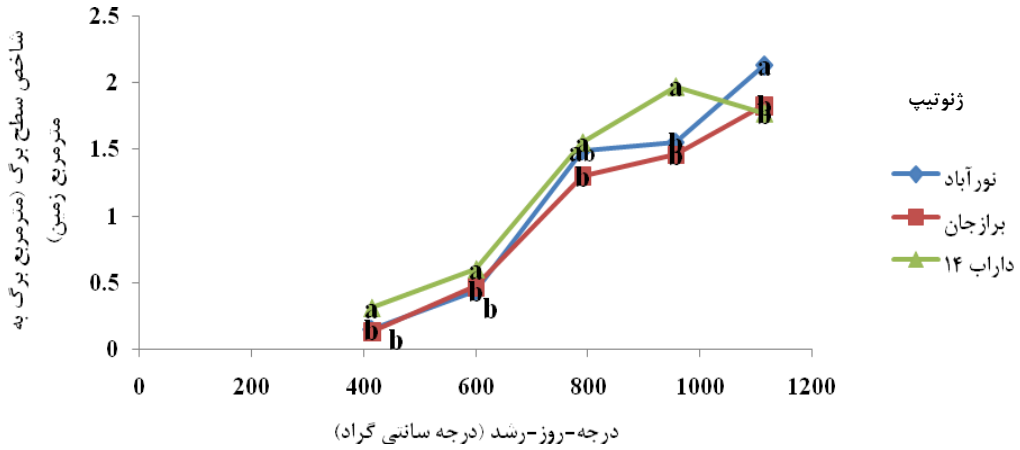
شکل ۹ سهم نسبی ماده خشک کل و اندام هوایی را در آخرین مرحله نمونه‌گیری نشان می‌دهد. روند این تغییرات، با افزایش تراکم از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع روندی افزایشی بود؛ به‌گونه‌ای که حداکثر میزان ماده خشک تولیدی و اندام‌های هوایی از تراکم ۵۵ بوته در مترمربع به دست آمد. مقایسه میانگین اثر سطوح تراکم برای این صفات، اختلاف معنی‌داری را میان سه تراکم‌های مختلف بوته برای این صفات نشان داد. در تراکم‌های مذکور، وزن خشک برگ و وزن خشک کپسول به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در افزایش ماده خشک کل ایفا نموده‌اند (شکل ۹).

شکل ۱۰ سهم نسبی اندام هوایی را در بین توده‌های کشت‌شده در آخرین مرحله نمونه‌گیری نشان می‌دهد، توده برازجان بیشترین مقدار ماده خشک تولیدی و اندام هوایی را در این مرحله به خود اختصاص داد، در آخرین مرحله نمونه‌گیری حداکثر ماده خشک تولیدی در توده محلی برازجان با مقدار (۷۶۷/۳ گرم بر مترمربع) در مقایسه با دو توده دیگر به دست آمد. مقایسه میانگین این صفت، رابطه معنی‌داری را میان سه توده از نظر ماده خشک تولیدی کل و وزن خشک کپسول نشان داد (شکل ۱۰).

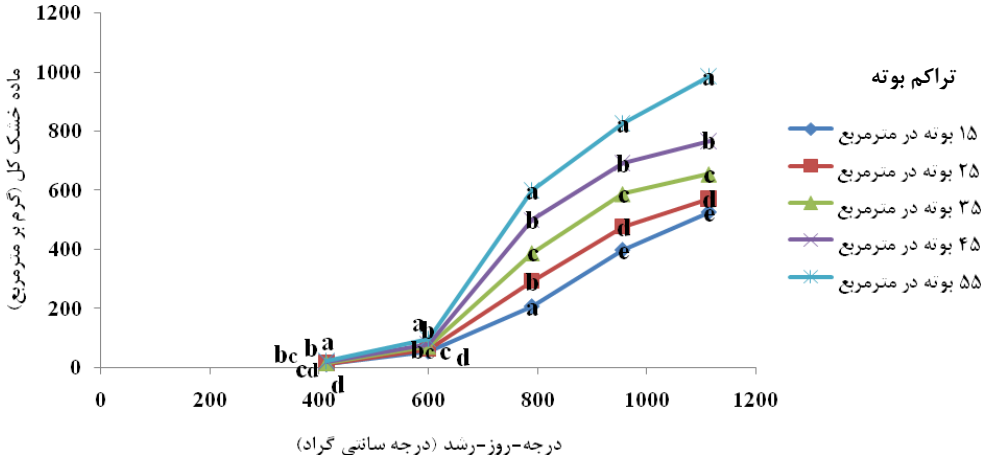



**شکل ۱**- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف کاشت کنجد

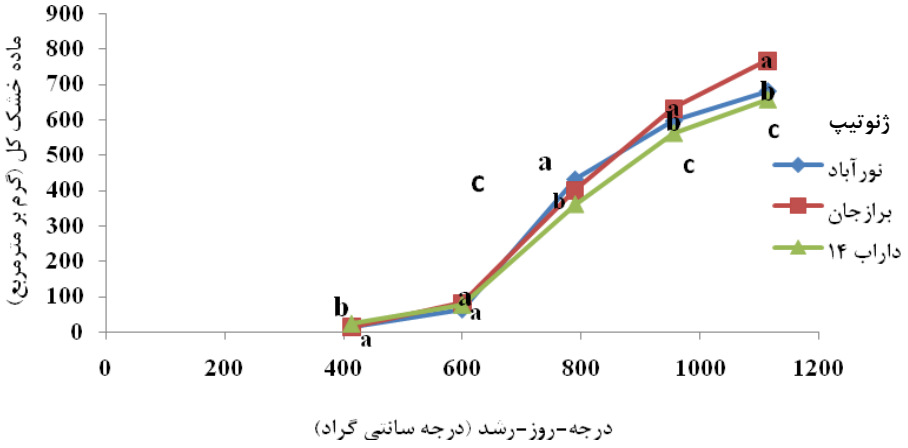
[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل ۲**- روند تغییرات شاخص سطح برگ در توده‌های مختلف کنجد

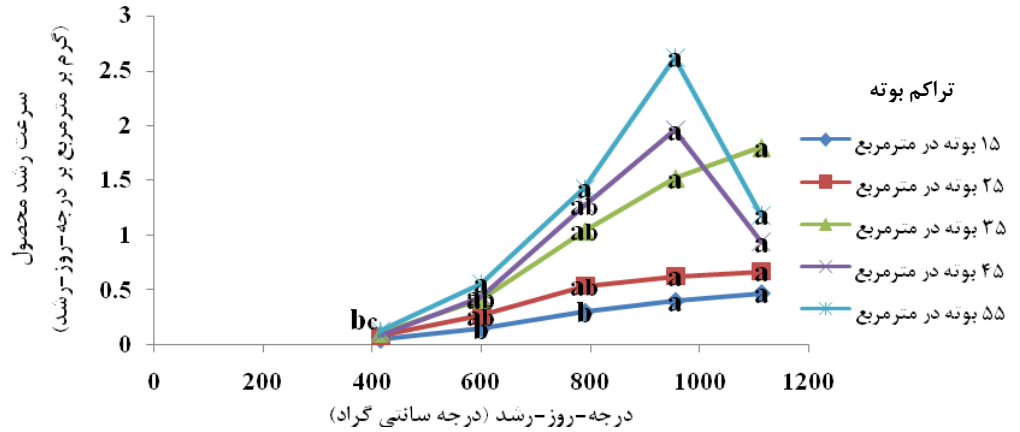



**شکل ۳**- روند تغییرات وزن خشک کل در تراکم‌های مختلف کاشت کنجد

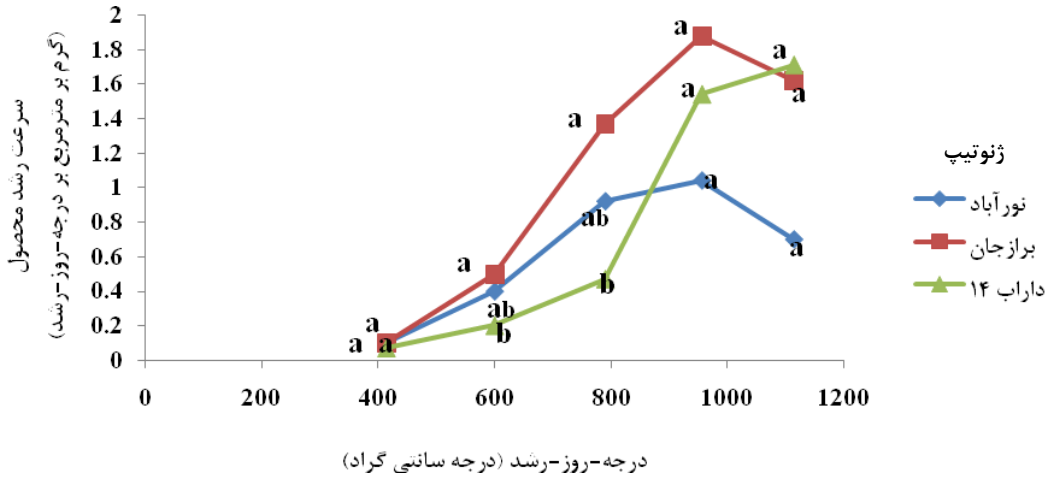



**شکل ۴**- روند تغییرات وزن خشک کل در توده‌های مختلف کنجد

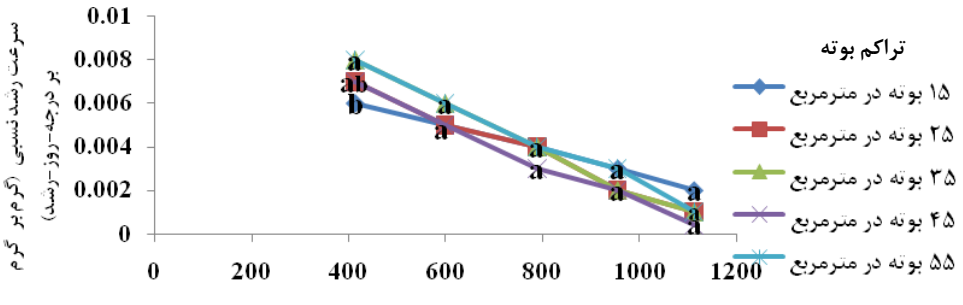
[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل ۵**- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم‌های مختلف کاشت کنجد

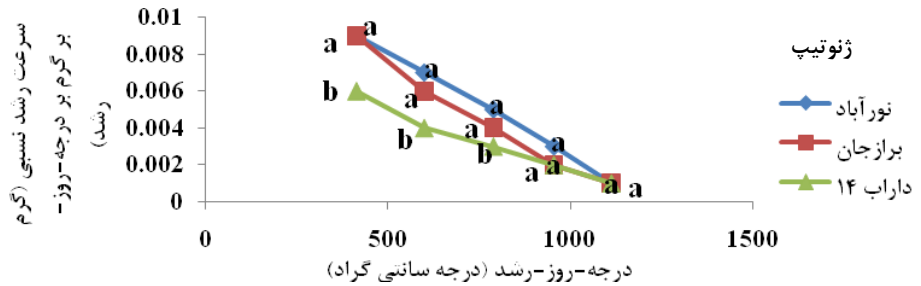



**شکل ۶**- روند تغییرات سرعت رشد محصول در توده‌های مختلف کنجد

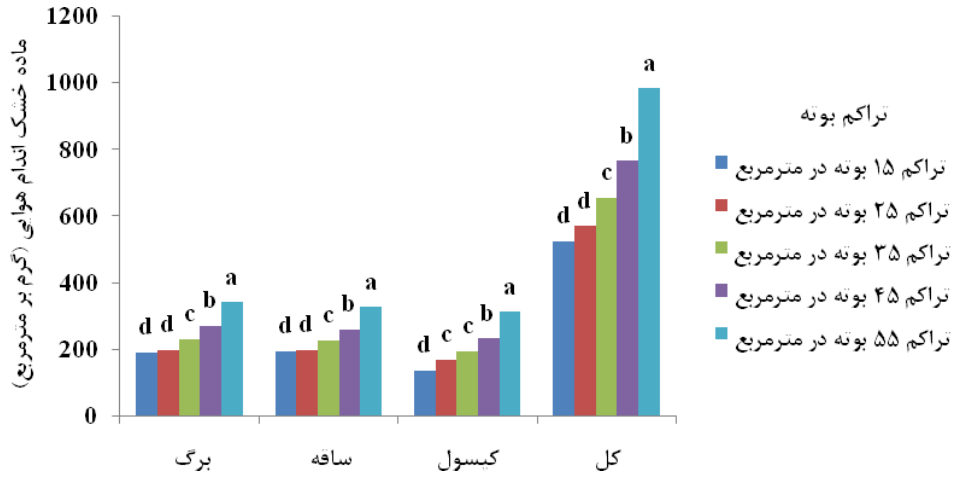



**شکل ۷**- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم‌های مختلف کاشت کنجد

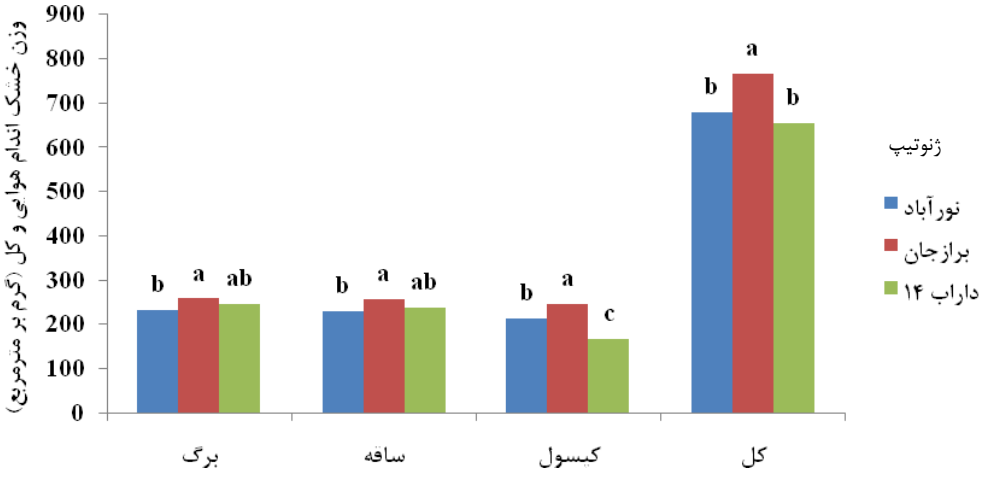
[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل ۸**- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در توده‌های مختلف کنجد

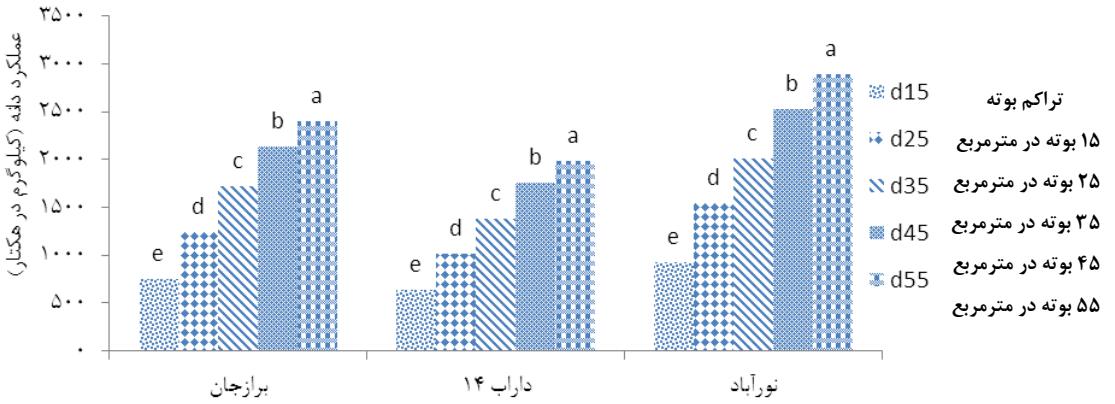



**شکل ۹**- تغییرات سهم نسبی اندام هوایی و ماده خشک کل در پاسخ به تراکم بوته




**شکل ۱۰**- تغییرات سهم نسبی اندام هوایی و ماده خشک کل در توده‌های مختلف

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]




**شکل ۱۱**- مقایسه میانگین برهم‌کنش توده و تراکم بوته برای عملکرد دانه

## عملکرد دانه

برهمکنش توده و تراکم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)؛ شکل ۱۱ نشان می‌دهد که با افزایش تراکم از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع عملکرد دانه در هر سه توده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین عملکرد با مقدار ۱۹۸۲/۴۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به توده محلی نورآباد بود؛ در تراکم‌های پایین، عملکرد دانه به دلیل کاهش تعداد بوته در واحد سطح و شاخص سطح برگ کاهش یافت. افزایش عملکرد دانه در توده محلی نورآباد را می‌توان مرتبط به شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت آسیمیلاسیون خالص بالاتر در این توده دانست. از طرف دیگر دلیل این افزایش را می‌توان به انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در این توده نسبت به دو توده دیگر داد.

بهروز و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی در گیاه کنجد نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که بیشترین عملکرد دانه با متوسط ۱۹۱۲ کیلوگرم در هکتار از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دست آمد.

پاپری‌مقدم‌فرد و بحرانی (۱۳۸۴) با روی کنجد، عنافچه و همکاران (۱۳۸۹) و جزینی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) با روی کلزا گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش یافت.

ایلکایی و امام (۱۳۸۲) افزایش عملکرد دانه رقم اوکاپی با افزایش تراکم در مقایسه با رقم طلایه را سازگاری بهتر رقم اکاپی در تراکم زیادتر نسبت به رقم طلایه دانسته‌اند. کلزا در تراکم‌های مختلفی از کاشت عملکردهای یکسانی را داشته که علت آن را به خاصیت جبران‌کنندگی هر یک از اجزای عملکرد گیاه نسبت داده‌اند. طراحی سایه‌انداز گیاهی (عمودی بودن شاخه‌ها و عمودی بودن غلاف‌ها) نقش مهمی در سازگاری گیاه نسبت به تراکم زیاد دارد. ارقامی که طراحی سایه‌انداز آن‌ها به‌گونه‌ای است که نفوذ نور بیشتری دارند، به تراکم‌های زیاد سازگارترند.

## درصد روغن بذر

اثر توده و تراکم در سطح احتمال ۱ درصد برای درصد روغن بذر معنی‌دار گردید (جدول ۳). به‌طوری که توده محلی برازجان و رقم داراب ۱۴ به ترتیب بیشترین و کمترین درصد روغن را به خود اختصاص دادند؛ با افزایش تراکم بوته از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع، درصد روغن از ۵۴/۱۱ به ۳۸/۴۴ درصد کاهش یافت (جدول ۴). در تراکم‌های پایین به علت عدم وجود رقابت بین بوته‌ها، درصد روغن بذر افزایش می‌یابد.

پاپری‌مقدم‌فرد و بحرانی (۱۳۸۴) گزارش کردند که رقم داراب ۱۴ با کمترین تراکم (۱۰ بوته در مترمربع) و کاربرد ۹۰ کیلوگرم کود نیتروژن بالاترین درصد روغن (۵۶ درصد) را تولید کرد.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

**جدول ۲**- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایشی مربوط به عملکرد دانه، درصد روغن بذر

| منابع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد دانه | درصد روغن بذر |
|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۲۰۱۹۵/۲۴$^{ns}$ | ۵۲۷/۰۲** |
| توده | ۲ | ۱۴۶۹۲۱۹/۹۷** | ۲۲۱۹/۶۲** |
| تراکم | ۴ | ۳۹۵۹۸۶۹/۶** | ۳۵۵/۷۴** |
| توده× تراکم | ۸ | ۴۱۰۱۸/۰۴** | ۲۱/۹۲$^{ns}$ |
| خطا | ۲۸ | ۱۱۸۸۰/۸ | ۷۲/۰۴ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۶/۵۵ | ۱۸/۲۸ |

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

**جدول ۳**- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس سطوح مختلف تراکم برای هر توده از نظر عملکرد دانه

| توده | درجه آزادی | عملکرد دانه |
|---|---|---|
| محلی نورآباد | ۴ | ۱۸۱۲۳۷۱** |
| محلی برازجان | ۴ | ۱۳۲۹۰۶۳** |
| داراب ۱۴ | ۴ | ۹۰۰۴۷۲** |

**جدول ۴**- مقایسه میانگین اثر توده‌های مختلف و سطوح تراکم بوته مربوط به درصد روغن بذر

| | درصد روغن بذر |
|---|---|
| توده | |
| محلی نورآباد | ۴۸/۲b |
| محلی برازجان | ۵۷/۶a |
| داراب ۱۴ | ۳۳/۴۶c |
| تراکم (بوته در مترمربع) | |
| ۱۵ | ۵۴/۱۱a |
| ۲۵ | ۵۱/۰۰ab |
| ۳۵ | ۴۵/۸bc |
| ۴۵ | ۴۲/۶۶c |
| ۵۵ | ۳۸/۴۴c |

در هر ستون برای هر اثر میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای LSD در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

ولیکی[1] و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته کنجد باعث کاهش درصد روغن دانه گردید، عدم وجود تعداد بوته کافی در واحد سطح به رشد بهتر گیاهان و در دسترس بودن مواد مغذی کود و آب کمک کرد که این امر موجب افزایش تجمع مواد غذایی در دانه به‌عنوان بخشی از عملکرد اقتصادی و روغن دانه‌ها شد.

عنافچه و همکاران (۱۳۸۹) دریافتند که با افزایش تعداد بوته کلزا در واحد سطح، بر میزان توانایی رقابت کانوپی افزوده‌شده و درصد روغن کاهش می‌یابد. از سوی دیگر درصد روغن تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است. علت افزایش درصد روغن دانه کلزا در تراکم‌های پایین بوته در واحد سطح به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و کاهش نسبی اندازه دانه‌ها بوده است (ایلکایی و امام، ۱۳۸۲).

شاکری‌آموقین[2] و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که که کمترین تراکم گلرنگ (۳۰ بوته در مترمربع) بیشترین درصد روغن را دارا بود و درصد روغن در بین تراکم‌های ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع حد واسط تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع بود.

## نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تراکم بوته از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در هر سه توده، تقریباً در تمامی طول فصل رشد بیشتر بود. با افزایش تراکم بوته از ۱۵ به ۵۵ بوته در مترمربع محتوای روغن بذر، به میزان ۴۰ درصد کاهش یافت. حداکثر عملکرد دانه از تراکم ۵۵ بوته در مترمربع از توده محلی نورآباد (۱۹۸۲/۴۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد، که این توده موفق‌تر از سایر توده‌ها در منطقه رستم عمل کرد. از میان دو توده دیگر، توده محلی برازجان با تراکم ۵۵ بوته در مترمربع می‌تواند جایگزین خوبی برای توده محلی نورآباد باشد.

## منابع

افضلی محمدآبادی، م.، رضایی، ع.، سعیدی ق. ا.، و ناصح غفوری ا. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد کنجد و ارتباط آن با سایر صفات وابسته تحت شرایط اقلیمی اصفهان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶: ۵۲-۴۶.

ایلکایی، م.ن. و امام، ی. ۱۳۸۲. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم کلزای زمستانه (*Brassica napus* L.). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۳): ۵۱۵-۵۰۹.

آروین، پ.، عزیزیم.، و سلطانی، ا. ۱۳۸۸. مقایسه عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد در ارقام بهاره گونه‌های کلزا. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۵: ۴۱۷-۴۰۱.

بهروز، ز.، خدابنده، ن.، مدنی. ح. و شیرزادی. م.ح. ۱۳۸۸. اثر تراکم کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه و اجزای عملکرد کنجد رقم محلی جیرفت. یافته‌های نوین کشاورزی، ۴(۲): ۹۹-۹۱.

پاپری مقدم‌فرد، ا. و بحرانی، م.ج. ۱۳۸۴. تأثیر کود نیتروژن و تراکم بوته بر برخی ویژگی‌های زراعی کنجد. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۱): ۱۳۵-۱۲۹.

[1] Valici
[2] Shakeri Amoghein

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

خیاط، م.، لک، ش.، گوهری، م. و مطیعیم. م. ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر منحنی رشد و عملکرد توده‌های کلزا. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۱): ۱۱-۱.

دانش شهرکی، ع.، کاشانی، ع.، مسکرباشی، م.، نبی‌پور م. و کوهی دهکردی، م.آ. ۱۳۸۷. اثر تراکم و زمان مصرف نیتروژن بر برخی خصوصیات زراعی کلزا. پژوهش و سازندگی در زراعت و اصلاح نباتات، (۷۹):۱۷-۱۰.

رزمی، ن. ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر برخی خصوصیات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در توده‌های سویا در منطقه مغان. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۶(۴): ۴۱۸-۴۰۳.

رسام، ق.ع.، نداف م. و سفیدکن ف. ۱۳۸۶. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه انیسون (*Pimpinella anisum* L.). پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، (۷۵): ۱۳۳-۱۲۷.

سید شریفی، ر. و نظرلی، ح. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد PGPR بر عملکرد دانه، کارایی مصرف کود و انتقال ماده مجدد ماده خشک آفتابگردان در سطوح مختلف کود نیتروژنه. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳(۳): ۲۷-۴۵.

عنافچه، ز.، بخشنده، ع. ا.، چعب، ع. ا.، ابراهیم‌پور ف. و زند، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر تراکم‌های مختلف خردل وحشی بر برخی پارامترهای کیفی و عملکرد کمی (دانه) کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی علوم به‌زراعی گیاهی، ۵: ۴۱-۲۹.

کوچکی، ع. و سرمدنیا غ.ح. ۱۳۹۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

موحدی دهنوی، م. ۱۳۷۸. کشت مخلوط ذرت و لوبیا و اثر آن بر کنترل علف‌های هرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران.

موسی‌پور گرجی، ا. و حسن‌آبادی، ح. ۱۳۹۱. آنالیز رشد و روند تغییرات برخی صفات سیب‌زمینی رقم آگریا در تاریخ‌های مختلف کاشت. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۲۸(۲): ۲۰۸-۱۸۷.

مهرابی، ز. و احسان‌زاده، پ. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد چهار رقم کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت رژیم‌های رطوبتی خاک. مجله به‌زراعی کشاورزی، ۱۳(۲): ۸۸-۷۵.

نقی‌زاده، م.ع. ۱۳۸۷. تأثیر تاریخ کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره به‌عنوان کشت دوم در منطقه یاسوج. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی یاسوج.

Ahmadi, B., Shirani Rad, A.H., and delkhosh, B. 2014. Evaluation of plant densities on analysis of growth indices in two canola forage (*Brassica napus* L.). European Journal of Experimental Biology, 4(2): 286-294.

Babayee, S.A., Daneshian, J., and Valadabadi, S.A.R. 2012. Effect of plant density and irrigation interval on some grain characteristics of pumpokin (*Cucurbita pepo* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(8): 439-442.

Jazinizadeh, M.J., and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2014. Effect of plant density variations at different growth stages on yield and phonological and morphological traits of rapeseed. Journal of Oilseed Brassica, 5(1):40-54.

Pilipavicius, V., Romaneckiene, R., and Romaneckac, K. 2011. Crop stand density enhance competitive ability of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Acta Agriculture Scandinavica Section B-soil and Plant Science, 61: 648-668.

Purcell, L.C., Rosalind, A.B., Reaper, D.J., and Vories, E.D. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Science. 42: 172-177.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

Shakeri Amoghein, R., Tobeh, A., and Jamaati-e-Somarin, S. 2012. Effect of plant density on phenology and oil yield of safflower herb under irrigate and rainfed planting systems. Journal of Medicinal Plants Research. 6(12): 2493-2503.

Umar, U.A., Mahmud, M., Abubakar, I.U., Babaji, B.A., and Idris, U.D. 2012. Performance of sesame (*Sesamum indicun* L.) varieties as influenced by nitrogen fertilizer level and intra row spacing. The Pacific Journal of Science and Technology, 13(2): 364-369.

Valiki, S.R., Ghanbari, S., Golmohammadzadeh, S., and Riahi Kiasari, K. 2015. Effect of different plant density on growth and yield of three cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). Biological Forum an International Journal, **7**(1): 1524-1528.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]

**Journal of Oil Plants Production, Vol: 3(1), 2016**

# Comparison of growth indices, oil percentage and seed yield of three Sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes under different plant densities in Rostam region, Fars province

**Sanaz Heydari[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi[2,*], Alireza Yadavi[2]**

[1, 2] *M. Sc. Student and Associate Professor of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran*
[*]Corresponding author E-mail address: Movahhedi1354@yu.ac.ir

Received: 12.04.2016 Accepted: 21.06.2016

## Abstract

Sesame is an oily and medicinal seeds adapted to tropic and semi-tropic regions of the world but cultivation of its new accessions has been developed in temperate regions. To evaluate the effect of plant density on growth indices, seed oil percentage and seed yield of three sesame genotypes, an experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with three replications in 2014, in Rostam region, Fars, Iran. First factor was planted density at five levels (15, 25, 35, 45 and 55 plant $m^{-2}$) and the second factor was three sesame genotypes (Nurabad, Borazjan and Darab 14). The result showed that maximum and minimum LAI was achieved from Nurabad and Darab 14 and also from 15 and 55 plant $m^{-2}$, respectively. Growth indices analyzing showed that Nurabad was better than the two genotypes. Maximum CGR ranged from 1.96-2.62 g $m^{-2}$ $GDD^{-1}$. Nurabad and Borazjan had the maximum RGR at the beginning of the growing season. Plant density decreased oil percentage and Borazjan had the maximum seed oil percentage. Generally, regards to the results, Nurabad with 55 plant $m^{-2}$ density performed better than other genotypes in Rostam region. Borazjan in 55 plant $m^{-2}$ density can be a good alternative for Nurabad.

***Keywords: Borazjan, Darab 14, Oil percent, Nurabad***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02 ]