اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک سه رقم نخود

رئوف سیدشریفی*[۱]، پیمانه محمدی‌خانقاه[۲] و یعقوب راعی[۳]

۱) دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، گروه زراعت، اردبیل، ایران.
۲) دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی، گروه زراعت، اردبیل، ایران.
۳) دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، گروه زراعت، تبریز، ایران.

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

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۲**

چکیده

عملکرد نخود در کشور ایران در مقایسه با دیگر کشورها پایین است. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر، عدم کاربرد تراکم گیاهی مطلوب و اختلاف ارقام نخود در واکنش به تراکم گیاهی است. به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک ارقام نخود، این آزمایش به روش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تراکم ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع و سه رقم نخود جم، ILC-482 و کاکا در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. بیش‌ترین عملکرد دانه و انباشت ماده خشک کل در واحد سطح، به ترکیب تیماری رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن به رقم جم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تعلق داشت. روند سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی نیز با ماده خشک کل مشابه بود. نتایج نشان داد که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر وزن صد دانه، تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه در رقم کاکا با تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن در رقم جم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تولید شد. از این رو می‌توان پیشنهاد نمود که به منظور افزایش عملکرد دانه، انباشت ماده خشک کل و دیگر شاخص‌های فیزیولوژیک مانند سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی بهتر است رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز رشد، تراکم، عملکرد، نخود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

مقدمه

اختصاص قسمت اعظم سطح کشت حبوبات در کشور به گیاه نخود حاکی از سازگاری مناسب این گیاه با شرایط متفاوت اقلیمی است. یکی از روش‌های مناسب افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح به کارگیری تراکم بهینه با استفاده از ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه است به نحوی که بیش‌ترین عملکرد هنگامی که منابع محیطی در حداکثر کارایی مصرف قرار گیرند، به‌دست می‌آید، در تراکم‌های بالا به دلیل تشدید رقابت بین بوته‌ها تعداد ساقه، تعداد نیام، تعداد دانه در بوته و در نهایت عملکرد تک‌بوته کاهش و در واحد سطح افزایش می‌یابد (Barary *et al.*, 2003). Siddique و Sedgley (۱۹۸۵) گزارش کردند با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، توسعه کانوپی سریع‌تر تکمیل شده و رقابت بین شاخه‌ها در بوته زودتر به وجود می‌آید که این امر به توقف رشد بیش‌تر شاخه‌های فرعی منجر می‌گردد. Brinsmead و همکاران (۱۹۹۶) تراکم ۲۰ تا ۴۵ بوته در مترمربع را برای کاشت نخود در شرایط دیم به عنوان تراکم مطلوب معرفی کردند. Saxena و Singh (۱۹۸۷) در هندوستان، بالاترین عملکرد را در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع گزارش کردند. Calcagno و همکاران (۱۹۸۸) اظهار داشتند که عملکرد ژنوتیپ‌های ایستاده نخود، در فاصله ردیفی ۴۰ سانتی‌متر با افزایش تراکم تا ۳۰ بوته در مترمربع افزایش یافت، ولی عملکرد سایر ژنوتیپ‌ها در ۲۵ بوته در مترمربع حداکثر بود. Whishو همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که عملکرد نخود کشت شده در تراکم‌های بالا یا فواصل ردیف باریک ثبات بیش‌تری نسبت به عملکرد بوته‌های رشد یافته در تراکم کم در حضور علف‌های هرز داشتند. تراکم‌های بالا توانایی رقابت در بسیاری از محصولات را به دلیل بسته شدن سریع‌تر کانوپی و رقابت زودتر با علف‌های هرز بهبود می‌بخشند. Khan و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که تراکم‌های بالا به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به تراکم‌های کم تولید نمودند. Regan و همکاران (۲۰۰۳) ارتباط مثبت بین تراکم کاشت و عملکرد دانه را گزارش نمودند، آنان علت افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر را به تعداد بیش‌تر بوته در واحد سطح نسبت دادند. Sharar و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تغییرات عملکرد دانه و ویژگی‌های رشد همانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزاردانه تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت. تجزیه و تحلیل رشد روشی مناسب برای توجیه و تفسیر واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف است که در طول دوره‌ی حیات با آن‌ها مواجه می‌گردد. الگوی تجمع ماده‌ی خشک در نخود یک منحنی سیگموئیدی را نشان می‌دهد که فاز رویشی آن کند و کوتاه، فاز بعد از گل‌دهی آن سریع و در زمان تشکیل میوه، کند می‌شود و حداکثر سرعت رشد محصول هم‌زمان با شروع مرحله‌ی میوه‌دهی به دلیل توقف رشد رویشی و پیر شدن برگ‌ها کاهش می‌یابد (Rahman, 1992). نتایج مشابهی نیز توسط Koller و Nyguist (۱۹۸۹) در سویا گزارش گردید. آنان گزارش نمودند که سرعت رشد نسبی تک بوته سویا با پیشرفت زمان به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

واکنش نخود به تراکم بوته مانند سایر گیاهان زراعی تابع شرایط محیطی، رقم، اندازه بذر، میزان رطوبت در خاک و قوه نامیه می‌باشد و تراکم بوته نقش اساسی در عملکرد دارد و با توجه به این که در شرایط اقلیمی اردبیل بارندگی‌های بهاری موجب می‌شود تا کشاورزان ارقام متداول را با تراکم‌های مختلف بوته به منظور جبران بخشی از کاهش طول دوره رشد کشت نمایند. از این رو به دلیل اهمیت ارقام مورد بررسی و به ویژه جدید بودن کشت رقم ILC-482، کمی بررسی‌های انجام شده در منطقه در خصوص برهمکنش توأم تراکم و رقم موجب شد تا اثر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد دانه و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی نخود در شرایط اقلیمی اردبیل مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای مورد بررسی شامل سه رقم نخود (جم، ILC-482 و کاکا) با سه تراکم ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع بودند. ویژگی‌های ارقام مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های ارقام مورد بررسی نخود

ویژگی‌ها / ارقام مورد بررسی	مبداء	وزن صد دانه (گرم)	رنگ گل	رنگ بذر	ویژگی‌های خاص
جم	اصفهان	۲۷/۵	سفید	کرم روشن	پاکوتاه
ILC-482	ترکیه	۲۸	سفید	کرم روشن	نیمه پاکوتاه و نیمه ایستاده مقاوم به بیماری برق زدگی و تحمل بالای سرما به خصوص سرمای ابتدای فصل
کاکا	کرمانشاه	۲۵	بنفش	سیاه	ایستاده و پابلند

بافت خاک شنی لومی بوده و خاک مزرعه آزمایشی سال قبل زیر کشت عدس قرار داشت. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول ۶ متر با فاصله بین ردیفی ۰/۵ متر بود. قبل از کاشت، بذور با سم کاپتان به میزان ۲ در هزار ضد عفونی شدند. بذور بیش از تراکم مطلوب کشت شد که پس از استقرار گیاهچه‌ها با انجام تنک، تراکم‌های مورد نظر برای هر رقم از طریق تغییر فاصله بذور روی ردیف تنظیم شد. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. مقدار ۳۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار به عنوان نیتروژن استارتر استفاده گردید. برای از بین بردن علف‌های هرز وجین دستی انجام گرفت. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری برای تعیین ویژگی‌های خاکی (سانتی‌متر)	درصد اشباع	آهک Caco3 (درصد)	بافت (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)
۰-۳۰	۴۶	۱۸/۰۶	سیلتی	۱/۷۱	۰/۱۱	۲۰	۷۰۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

به منظور برآورد شاخص‌های رشدی از جمله میزان ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی از ۳۰ روز بعد از کاشت، هر ده روز یک‌بار تا زمان برداشت، نمونه‌برداری به روش تخریبی و از خطوط اصلی هرکرت از سطحی معادل ۰/۱ مترمربع انجام گرفت. نمونه‌ها ابتدا در آون الکتریکی در دمای ۵ ±۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت یا بیش‌تر (تا زمان تثبیت وزن خشک آن‌ها) قرار گرفته و سپس توزین گردید. در انجام محاسبه‌های مربوط به آنالیزهای رشد، بر اساس تجزیه رگرسیونی مربوطه مشخص شد که تغییرات وزن خشک گیاه از معادله درجه سه تبعیت می‌کند و با تبدیل آن به لگاریتم نپرین به منظور کاهش هر چه بیش‌تر وابستگی واریانس‌ها به میانگین‌ها، روابط ۱ تا ۳ به ترتیب برای برآورد ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی مورد استفاده قرار گرفت (Karimi and Siddique, 1991).

رابطه ۱ $$TDM = e^{(a+bt+ct^2+dt^3)}$$

رابطه ۲ $$CGR= (b + 2ct + 3dt^2)e^{(a+bt+ct^2+dt^3)}$$

رابطه ۳ $$RGR = b + 2ct + 3dt^2$$

در این روابط t فاصله زمانی بین مراحل نمونه برداری a، b و c ضرایب معادله هستند. برای تعیین اجزای عملکرد نظیر تعداد کل نیام در بوته و کل دانه در بوته، ۱۰ بوته از هر کرت از بین بوته‌های رقابت کننده به تصادف برداشت و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت منظور گردید. از تقسیم کل دانه‌ها به کل نیام‌ها، تعداد دانه در نیام تعیین شد. عملکرد دانه از سطحی معادل یک مترمربع از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر سطوح تراکم برعملکرد، اجزای عملکرد و دیگر صفات مورد بررسی در ارقام نخود در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر سطوح تراکم بر عملکرد و دیگر صفات مورد بررسی در ارقام نخود

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن صددانه	دانه در نیام	نیام در بوته	دانه در بوته	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۱۲ *	۰/۰۰۶۷ *	۰/۷۲ n.s	۰/۰۰۹۶ ns	۰/۰۱۲ n.s
تراکم	۲	۱/۸۶ **	۱/۱ **	۲۴/۱۸ **	۴۴ /۳۶ **	۱۷/۶۵ **
رقم	۲	۶۵/۲۴ **	۱/۸۶ **	۲۲/۱۴ **	۵۹/۹۷ **	۱۷۱۸/۲ **
تراکم × رقم	۴	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۰۱۴ ns	۰/۰۱۳۶ ns	۱/۶۲ **	۱/۹۴ **
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۲۱۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۹۴	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۵۴
ضریب تغییرات	–	۵/۷	۳/۶	۴/۴	۹/۸	۷/۸

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

وزن صد دانه

اثر تراکم بوته بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). تراکم‌های ۲۵ و ۴۵ بوته در واحد سطح به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن صد دانه را داشتند (جدول ۴). در تراکم بالا شاخه‌های تحتانی کانوپی ممکن است محدودیت دریافت نور داشته باشند، در نتیجه گیاهان ممکن است به دلیل کاهش تولید مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه، با کاهش وزن صد دانه مواجه گردند. نتایج بررسی‌های Boquet (۱۹۹۰) در سویا نشان داد که با افزایش تراکم بوته، وزن صد دانه کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز توسط Frade و Valenciano (۲۰۰۵) گزارش شده است. Tawaha و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشتند که با افزایش تراکم بوته، وزن ۱۰۰ دانه، به علت عدم کفایت مواد فتوسنتزی در دوره پرشدن دانه کاهش می‌یابد. به‌طورکلی، بیش‌ترین و کم‌ترین وزن صد دانه متعلق به رقم جم و کاکا بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد که به لحاظ یکسان بودن شرایط برای ارقام، اختلاف موجود در وزن صد دانه ارقام بیش‌تر جنبه ژنتیکی داشته باشد. هر چه رقمی زودرس‌تر باشد طول دوره‌ی پر شدن دانه در آن کم شده و در نتیجه وزن هر دانه کاهش می‌یابد. کم بودن وزن صد دانه در رقم کاکا احتمالاً با زودرسی این رقم ارتباط دارد، زیاد بودن وزن صد دانه در رقم جم را نیز می‌توان با دلیل مشابهی توجیه نمود (جدول ۵).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد دانه و برخی صفات مورد بررسی نخود

تراکم بوته / صفات مورد بررسی	۲۵ بوته درمترمربع	۳۵ بوته در مترمربع	۴۵ بوته در مترمربع
وزن صد دانه	۲۶/۱a	۲۵/۷ b	۲۵/۲ c
تعداد نیام در بوته	۱۱/۶a	۹/۷ b	۸/۳ c
تعداد دانه در نیام	۱/۴a	۱/۲ ab	۱ b
تعداد دانه در بوته	۱۰/۹a	۸b	۶/۵c
عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	۶۹/۹c	۷۱/۲ b	۷۲/۷a
تعداد نیام در واحد سطح	۲۵۰a	۳۴۶ b	۳۷۹c

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام مختلف نخود

صفات مورد بررسی	جم	ILC- 482	کاکا
وزن صد دانه	۲۷/۸ a	۲۶/۵ b	۲۲/۷ c
تعداد نیام در بوته	۸/۱c	۱۰/۳ b	۱۱/۲ a
تعداد دانه در نیام	۱b	۱/۱ b	۱/۹ a
تعداد دانه در بوته	۶/۵ c	۸b	۱۱/۲ a
عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	۵۷/۵ c	۷۱/۱ b	۸۵/۱ a
تعداد نیام در واحد سطح	۲۷۲ a	۲۸۱ b	۲۹۲/۳ c

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1392.5.20.3.4]

تعداد دانه در نیام

جدول ۲ نشان داد که اثر تراکم و رقم بر تعداد دانه در نیام در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در نیام کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در نیام به ترتیب از تراکم ۲۵ و ۴۵ بوته در مترمربع حاصل شد (جدول ۴). Tawaha و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در نیام کاهش یافت و علت را به افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش فراهم شدن مواد فتوسنتزی نسبت دادند. البته Barary و همکاران (۲۰۰۳) و Regan و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایش‌های خود اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در نیام را غیرمعنی‌دار گزارش کردند. این نتایج با گزارش‌های Frade و Valenciano (۲۰۰۵) مطابقت نداشت. آنان اظهار داشتند که تعداد دانه در نیام، بیش‌تر تحت کنترل عوامل ژنتیکی و کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به عبارتی تعداد دانه در نیام با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است، زیرا تعداد سلول‌های تخم تا حدودی در همه تخمدان‌ها برابر است. تعداد دانه در نیام به‌طور قابل ملاحظه‌ای متأثر از شرایط تلقیح و موقعیت نیام در گیاه است و روش‌های زراعی و شرایط آب و هوایی اختلاف کمی در تعداد دانه در نیام ایجاد می‌نمایند. ارقام مورد آزمایش از نظر تعداد دانه در نیام اختلاف معنی‌داری را نشان دادند به‌طوری‌که رقم کاکا بیش‌ترین و رقم جم کم‌ترین تعداد دانه در نیام را داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد برتری رقم کاکا ناشی از ارتفاع بالاتر این رقم باشد که می‌تواند تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته بالاتری را نسبت به دیگر ارقام مورد مطالعه دارا باشد.

تعداد نیام در بوته

تعداد نیام در بوته تحت تأثیر تراکم و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تراکم ۲۵ بوته در مترمربع بیش‌ترین و تراکم ۴۵ بوته در واحد سطح کم‌ترین تعداد نیام در بوته را دارا بودند (جدول ۴). علت کاهش تعداد نیام در بوته با افزایش تراکم را می‌توان به افزایش رقابت بین بوته‌ها برای استفاده از منابع موجود به ویژه نور نسبت داد. به اعتقاد Singh (۱۹۹۷) مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد نخود، تعداد نیام در بوته است که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد نیام به ازای تک بوته کاهش و در واحد سطح افزایش می‌یابد. وی معتقد است در تراکم‌های پایین به دلیل کم بودن رقابت، بوته‌ها از منابع موجود بیش‌ترین استفاده را نموده و ساقه‌های فرعی بیش‌تری تولید می‌نماید که در نهایت به افزایش تولید نیام در این شاخه‌ها منجر می‌شود. Liu و همکاران (۲۰۰۳) و Jettner و همکاران (۱۹۹۹) کاهش تعداد نیام در بوته را با افزایش تراکم به افزایش رقابت بین بوته‌ها برای منابع در دسترس و عدم رعایت فاصله مناسب بین بوته‌ها نسبت دادند. Frade و Valenciano (۲۰۰۵) اظهار داشتند تعداد نیام در بوته با افزایش تراکم از ۸ به ۵۶ بوته در مترمربع کاهش یافت، ولی بین تراکم‌های ۲۵ و ۳۶ بوته در مترمربع اختلافی مشاهده نشد. در بین ارقام مورد بررسی نیز از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). به‌طوری‌که رقم کاکا بیش‌ترین و رقم جم کم‌ترین

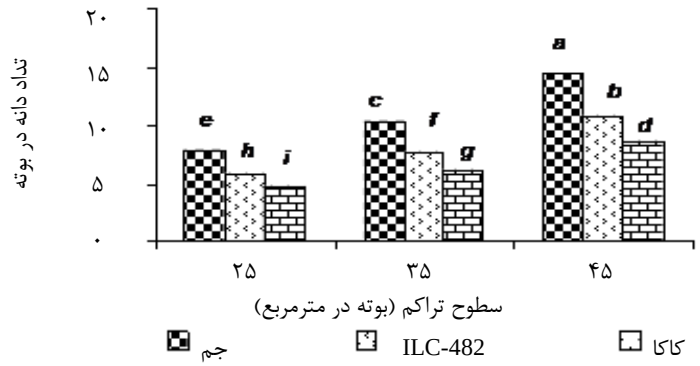
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

تعداد نیام در بوته را داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد علت بالا بودن تعداد نیام در بوته رقم کاکا با شکل بوته آن مرتبط باشد زیرا که این رقم پابلند و از بوته ایستاده‌تری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار است. Tawaha و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، تعداد گل‌های بارور در بوته و تعداد نیام در بوته به دلیل افزایش رقابت برای دریافت تابش و مواد غذایی، کاهش می‌یابد ضمن آنکه در چنین شرایطی به دلیل کاهش تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد نیام در بوته کاهش می‌یابد.

تعداد دانه در بوته

جدول ۳ نشان داد که اثر تراکم‌های مختلف بوته بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در تمامی ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم، تعداد دانه در بوته کاهش یافت ولی در بین ارقام تفاوت‌هایی وجود داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم کاکا در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن به رقم جم در تراکم ۴۵ بوته در واحد سطح تعلق داشت (شکل ۱). آزمایش‌های انجام گرفته توسط Singh و همکاران (۱۹۹۴) و Siddique و Sedgley (۱۹۸۵) نیز حاکی از آن است که افزایش تراکم بوته در واحد سطح موجب کاهش تعداد دانه در بوته شد.



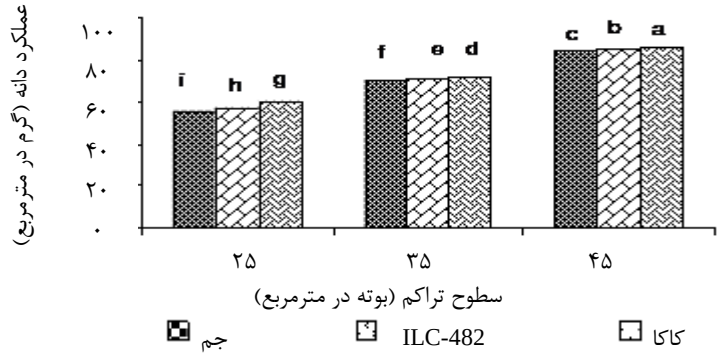
شکل ۱: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری رقم در تراکم بوته بر تعداد دانه در بوته

عملکرد دانه

جدول ۳ نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در تمامی ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم عملکرد افزایش یافت هر چند در بین ارقام تفاوت‌هایی وجود داشت، به‌طوریکه بیش‌ترین عملکرد به رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن به رقم جم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تعلق داشت (شکل ۲). عملکرد بالای رقم کاکا نسبت به ارقام ILC-482 و جم را می‌توان به بیش‌تر بودن تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته نسبت به ارقام دیگر نسبت داد. افزایش عملکرد دانه در تراکم بالا به نظر می‌رسد با استفاده‌ی بیش‌تر از نور و سایر منابع قابل دسترس طی فصل رشد مرتبط باشد. Barary و همکاران (۲۰۰۳) و Khan و همکاران (۲۰۰۱) گزارش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

دادند استفاده از تراکم‌های بالا عملکرد دانه را در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش داد. Board و Harville (۱۹۹۲) گزارش کردند که افزایش عملکرد سویا در تراکم‌های بالا در مقایسه با تراکم‌های پایین با دریافت نور بیش‌تر در ارتباط است. Singh و همکاران (۱۹۹۴) اظهار داشتند که عملکرد تک بوته در ارقام نخود، انعطاف‌پذیری کم‌تری دارد و در تراکم‌های پایین افزایش عملکرد تک بوته قادر به جبران کمبود تعداد بوته در واحد سطح نیست.

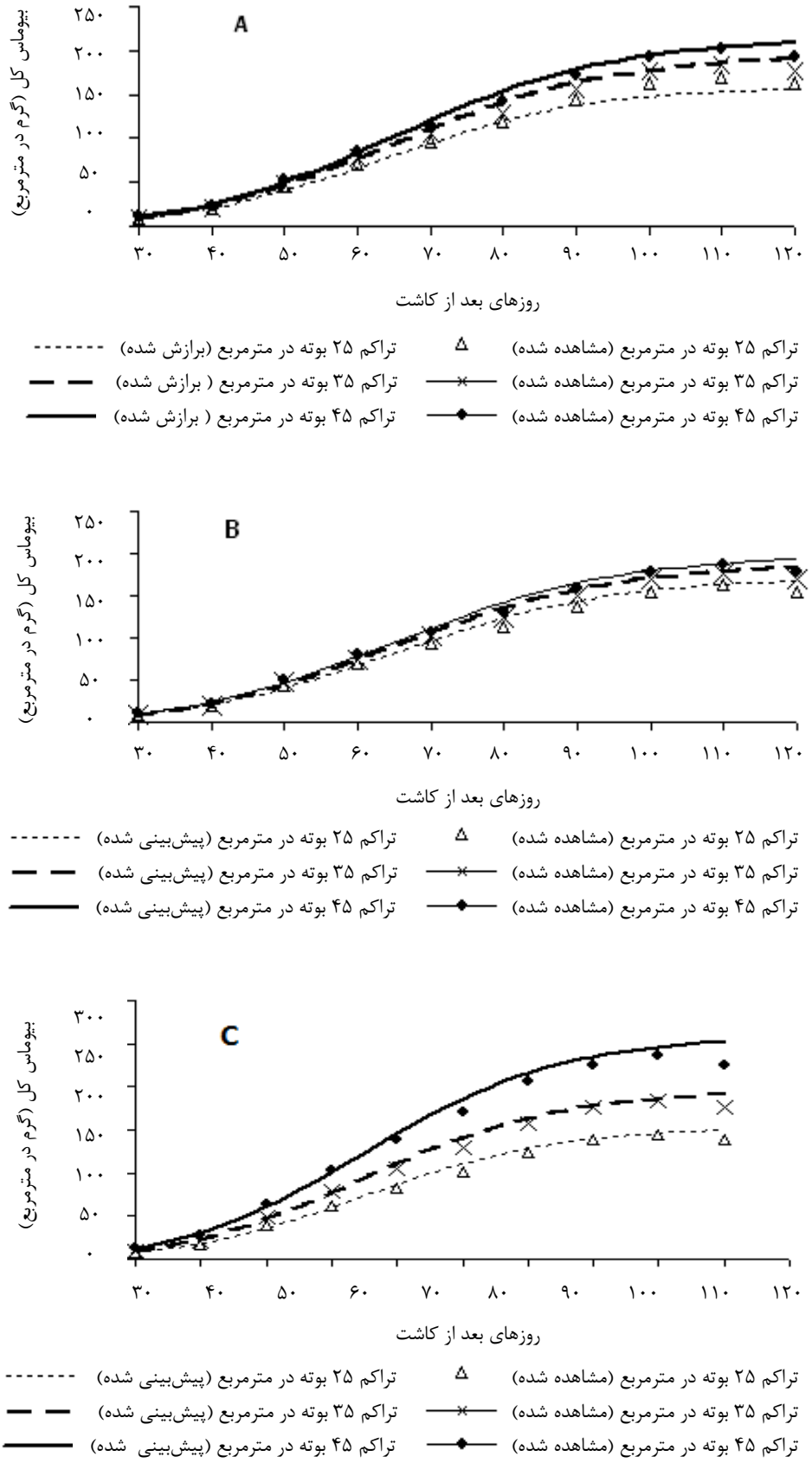


شکل ۲: مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری رقم در تراکم بوته بر عملکرد دانه

ماده خشک کل

شکل ۳ نشان داد که در رقم جم تا ۴۰- ۴۵ روز بعد از کاشت، تجمع ماده خشک در تراکم‌های مختلف با سرعت کندی ادامه یافته و پس از آن تا ۱۱۰ روز بعد از کاشت با سرعت زیادی افزایش یافت. از ۱۱۰ روز بعد از کاشت تا زمان برداشت، به دلیل پیری و ریزش برخی برگ‌های مسن، وزن خشک کل کاهش یافت (شکل ۳). روند تغییرات ماده خشک کل در رقم ILC-482 نیز نشان داد تا۵۰ روز بعد از کاشت تقریباً در تمامی تراکم‌ها روند مشابه بود ولی از آن به بعد با هم تفاوت نشان دادند. در فاصله زمانی ۶۰ روز بعد از کاشت تجمع ماده خشک در تراکم‌های ۲۵ و ۳۵ بوته در مترمربع با هم مشابه بوده و کم‌تر از تراکم ۴۵ بوته در مترمربع بود. حداکثر تجمع ماده خشک به تراکم ۴۵ بوته در مترمربع مربوط می‌شد (شکل ۳). بررسی ماده خشک کل در رقم کاکا در تراکم‌های مختلف بوته بیانگر آن است که از ۴۰ روز بعد از کاشت، تفاوت چشم‌گیری در روند ماده خشک کل این رقم در تراکم‌های مختلف بوته دیده می‌شود. بیش‌ترین میزان ماده خشک در این رقم در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن به تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تعلق داشت (شکل ۳). در حالت کلی مقایسه ماده خشک کل ارقام مورد بررسی حاکی از آن است که با افزایش تراکم بوته مقدار آن افزایش می‌یابد ولی میزان افزایش در تمامی ارقام یکسان نیست. به‌طوری‌که بیش‌ترین ماده خشک (۲۳۷ گرم در مترمربع) به رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کم‌ترین آن (۱۶۲ گرم در مترمربع) به رقم جم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تعلق داشت (شکل ۳). Rahman (۱۹۹۲) اظهار داشت که میزان بیوماس کل به‌طور مستقیم با مقدار تابش جذب شده به وسیله برگ‌های گیاه در مدت زمان کاشت تا برداشت ارتباط دارد و تغییر در تراکم، ظرفیت تولید ماده خشک را تغییر می‌دهد. گزارش کرد که ارقام مختلف نخود از نظر تولید مادهٔ خشک اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]



شکل ۳: روند تغییرات ماده خشک کل رقم ILC-482 (A)، جم (B) و کاکا (C) در تراکم‌های مختلف بوته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1392.5.20.3.4]

سرعت رشد محصول

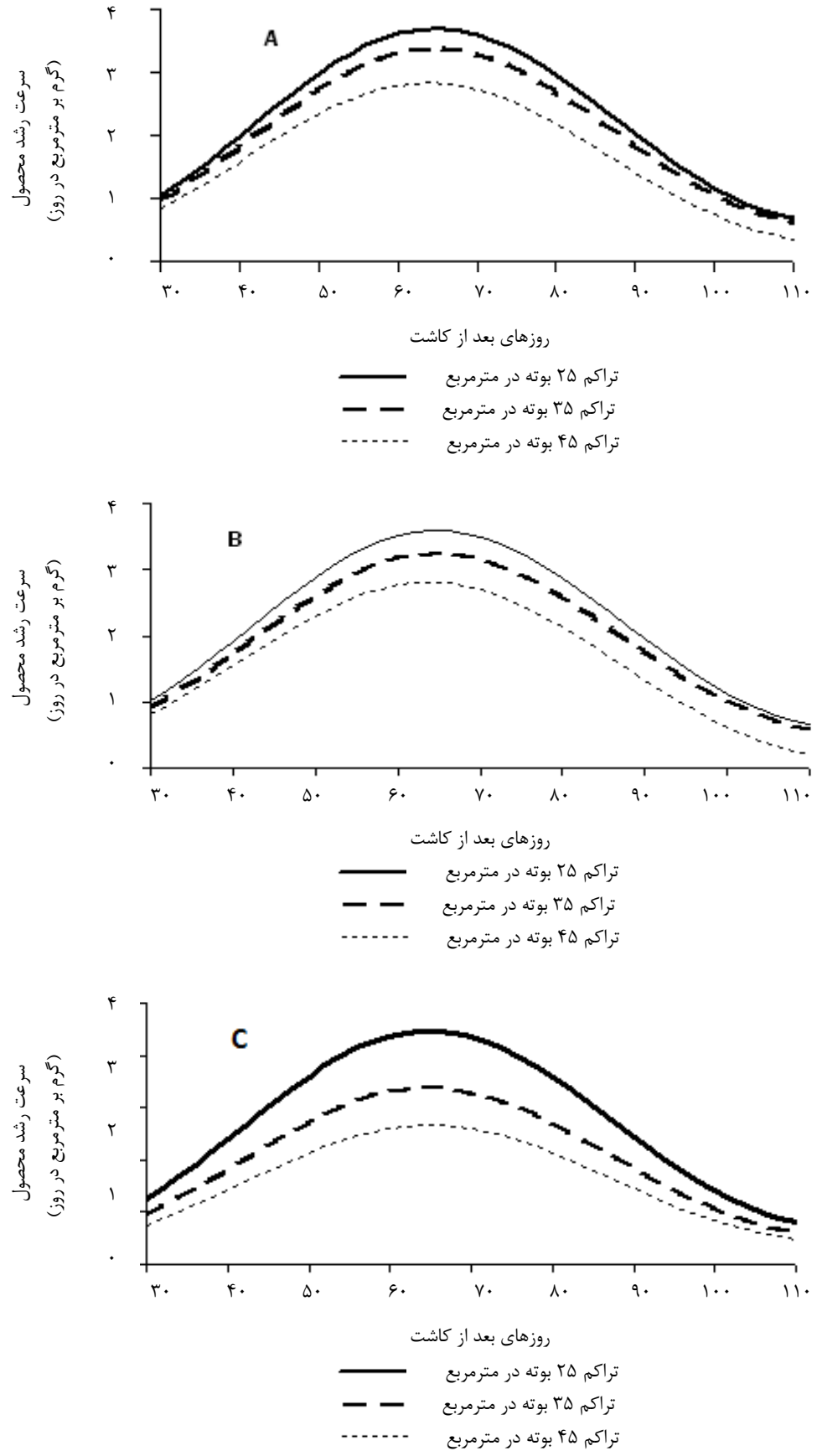
یکی از شاخص‌هایی است که با عملکرد گیاهان زراعی همبستگی بالایی نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود ارقام مورد بررسی در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع، دارای سرعت رشد محصول بیش‌تری نسبت به تراکم‌های ۲۵ و ۳۵ بوته در مترمربع برخوردار بودند (شکل ۴). حداکثر CGR به‌دست آمده به رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع تعلق داشت (شکل ۴). به نظر می‌رسد 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. Shibles و Weber (۱۹۶۶) اظهار داشتند که اختلاف جذب تابش در تراکم‌های مختلف، عامل مهم تغییرات سرعت رشد محصول است. Karimi و Siddique (۱۹۹۱) در بررسی روی ارقام گندم نشان دادند که سرعت رشد محصول در شروع دانه‌بندی به حداکثر خود رسیده، طی دوران دانه‌بندی کاهش یافته و با شروع ریزش برگ‌ها مقدار آن منفی می‌شود. Katiyar (۱۹۸۲) نشان داد که در نخود 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

شکل ۵ روند تغییرات سرعت رشد نسبی را بر مبنای روزهای بعد از کاشت نشان می‌دهد. در تمامی ارقام مورد بررسی با گذشت زمان مقدار آن کاهش یافت، زیرا در طول زمان بر میزان بافت‌های ساختاری که جزء بافت‌های فعال متابولیکی محسوب نشده و سهمی در رشد ندارند، افزوده می‌شود. ضمن آنکه بخشی از این کاهش نیز به دلیل در سایه قرار گرفتن، افزایش سن برگ‌های پایین و تشدید سرعت پیری برگ‌ها که با کاهش سطح برگ همراه می‌باشد مربوط می‌گردد. نتایج حاصله مؤید نظرات Koller و Nyguist (۱۹۸۹) مبنی بر روند نزولی و یکنواخت سرعت رشد نسبی با گذشت زمان است. Buttery (۱۹۸۸) گزارش کرد که سرعت رشد نسبی با گذشت زمان به صورت خطی کاهش می‌یابد، وی بالا بودن سرعت رشد نسبی را در ابتدای دوره رشد در تراکم‌های پایین‌تر به سایه‌اندازی کم‌تر بوته‌ها بر روی همدیگر نسبت داد. Katiyar (۱۹۸۲) در بررسی روی نخود ملاحظه نمود که سرعت رشد نسبی در بیش‌تر ارقام مورد آزمایش، به مدت کوتاهی قبل از گل‌دهی در حداکثر مقدار است که با شروع مرحله زایشی، سرعت رشد نسبی کاهش یافته و در انتهای این مرحله به علت ریزش برگ‌ها و کاهش ماده خشک مقادیر منفی به خود می‌گیرد.

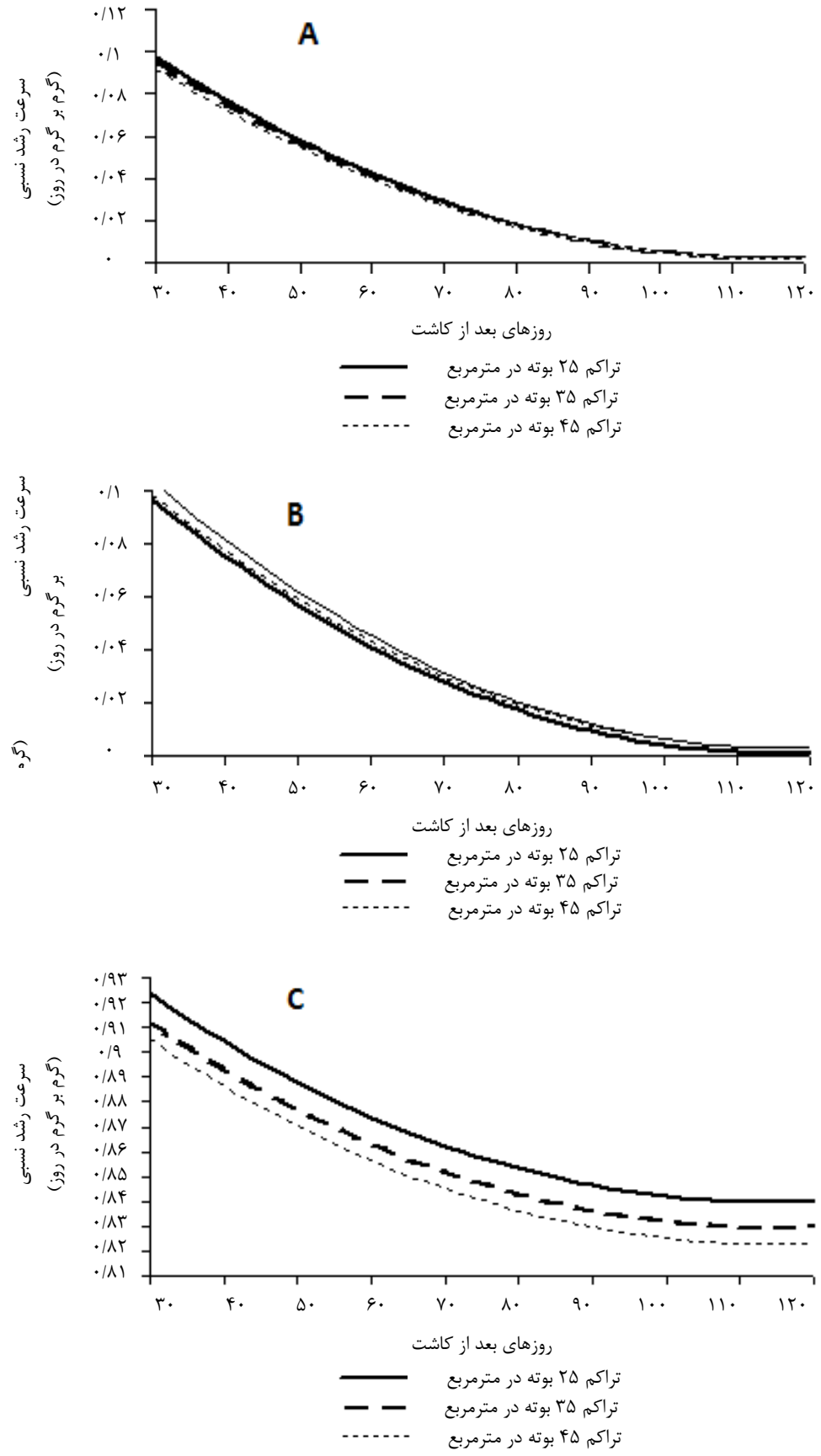
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]



شکل ۴: روند تغییرات سرعت رشد محصول رقم ILC-482 (A)، جم (B) و کاکا (C) در تراکم‌های مختلف بوته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]



شکل ۵: روند تغییرات سرعت رشد نسبی رقم ILC-482 (A)، جم (B) و کاکا (C) در تراکم‌های مختلف بوته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

نتیجه‌گیری

در بین تراکم‌های مورد استفاده در این آزمایش، همراه با افزایش در تراکم بوته روند افزایشی در عملکرد ماده خشک و دانه وجود داشت. از این رو احتمالاً کاشت در تراکم‌های بالاتر بوته نظیر تراکم ۴۵ بوته در مترمربع از توجیه اقتصادی برخوردار خواهد بود. به‌طوری که در تمامی ارقام مورد بررسی به ویژه کاربرد رقم کاکا در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع بهتر از دیگر ترکیبات تیماری در شرایط اقلیمی منطقه، بر عملکرد و دیگر شاخص‌های فیزیولوژیک مؤثر بود.

منابع

Barary, M., Mazaheri, D. and Banai, T. 2003. The effect of row and plant spacing on the growth and yield of chickpea. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2(12): 241-261.

Board, J.E. and Harville B.G. 1992. Explanations for greater light interception in narrow-vs. wide row soybean. Crop Science 32: 198-202.

Boquet, D.J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post-optimal planting dates. Agronomy Journal 82: 54-64.

Brinsmead, R.B., Thompson, P.R. and Martin, W.D. 1996. A chickpea cultivar × population × row space study in southern Queensland. Proceeding of the 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba, Australia.

Buttery, B.R. 1988. Analysis of growth of soybean as affected by plant population and fertilizer. Canadian Journal of Plant Science 49: 675-684.

Calcagno, F., Gallo, G., Iaiani, M. and Raimondo, I. 1988. Early sowing chickpea yield in the dry, warm environment of Sicily, Italy. International Chickpea Newsletter 18: 28-29.

Frade, M. and Valenciano J.B. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Spain. New Zeal. Journal of Crop and Horticultural Science 33: 367-371.

Jettner, R.J., Siddique, K.H.M., Loss, S.P. and French, R.J. 1999. Optimum plant density of desi chickpea increases with increasing yield potential in southwestern Australia. Australian Journal of Agricultural Research 50: 1017-1025.

Karimi, M.M. and Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural Research 42: 13-20.

Katiyar, R.P. 1982. Developmental changes in leaf area index and other growth parameters in chickpea. Indian Journal of Agricultural Science 50 (9): 684-691.

Khan, R.U., Ahad, A., Rashid, A. and Khan, A. 2001. Chickpea production as influenced by row spacing under rain fed conditions of Dera Ismail Khan. Journal of Biological Science 1 (3): 103-104.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]

Koller, H.R. and Nyguist, W.E. 1989. Growth analysis of the soybean community. Crop Science 10: 407-412.

Liu, P.H., Gan, Y., Warkentin, T. and McDinald, C. 2003. Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. Crop Science 43: 426-429.

Rahman, M.M. 1992. Growth analysis of chickpea genotypes in relation to grain filling period and yield potential in Bangladesh; Bangladesh. Journal of Botany 21 (2): 225-231.

Regan, K.L., Siddique, K.H. and Martin, L.D. 2003. Response of Kabuli chickpea to sowing rate in Mediterranean type environments of south-western Australian Journal of Experimental Agriculture 43: 87-97.

Saxena, M.C. and Singh, K.B. 1987. The chickpea. C.A.B. International. UK. pp. 319-328.

Sharar, M.S, Ayub, M., Nadeem, M.A. and Noori, S.A. 2001. Effect of different row spacings and seeding densities on the growth and yield of gram (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Science 38 (3-4): 51-53.

Shibles, R.M. and Weber, C.R. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybeans planting pattern. Crop Science 6:55-59.

Siddique, K.H.M. and Sedgley, R.H. 1985. The Effect of reduced branching on yield and water use of chickpea. In a Mediterranean type environment. Field Crops Research 12: 251-262.

Singh, K.B. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Research 53: 161-170.

Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C. and Bejiga, G. 1994. Superiority of winter sowin over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.

Siddique, K.H.M. and Sedgley, R.H. 1986. Chickpea (Cicer arietinum L.), a potential grain legume for South-Western Australia: Seasonal growth and yield. Australian Journal of Agricultural Research 37 (3): 245 – 261.

Tawaha, A.R.M, Turk, M.A. and Lee, K.D. 2005. Adaptation of chickpea to cultural practices in Mediterranean type environment. Research Journal of Agricultural and Biological Science 1 (2): 152-157.

Whish, J.P.M., Sindel, B.M, Jessop, R.S. and Felton, W.L. 2002. The effect of row spacing and weed density on yield loss of chickpea. Australian Journal of Agricultural Research 53: 1335-1340.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.20.3.4]