نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۲۰-۹، نیمهٔ اول۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

مطالعهٔ عملکرد دانه و غلاف سبز و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت

اسماعیل گل‌چین[1*]، ابراهیم زینلی[2] و کامبیز پوری[3]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت
۲- عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، e.zeinali@yahoo.com
۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، kambizpoori@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۱۸

چکیده

گسترش کشت باقلا (*Vicia faba* L.) می‌تواند پایداری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشیده و مزایای مهم دیگری را درپی داشته باشد. با این حال، در رابطه با جنبه‌های مختلف مدیریت تولید این گیاه، اطلاعات اندکی وجود دارد. از این‌رو، این آزمایش به‌منظور مطالعه واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و غلاف سبز و تعدادی دیگر از ویژگی‌های زراعی باقلا رقم برکت به فاصلهٔ بین و داخل ردیف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل در سه تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصلهٔ بین ردیف (۱۵،۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر) و فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف (۵،۱۰و ۱۵سانتی‌متر) بود. نتایج تجزیه واریانس، حاکی از تأثیر معنی‌دار فاصلهٔ بین و داخل ردیف و اثر متقابل آنها بر عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود. با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها عملکردها کاهش یافتند و در هر یک از فاصلهٔ بین ردیف‌ها به‌استثنای فاصلهٔ ۱۵سانتی‌متر، با افزایش فاصلهٔ داخل ردیف‌ها عملکرد کاهش یافت. در فاصلهٔ بین ردیف ۱۵سانتی‌متر، کمترین عملکرد دانه و غلاف سبز از فاصلهٔ داخل ردیف ۵سانتی‌متر به‌دست آمد؛ اما بین دو فاصلهٔ دیگر، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طورکلی، در این مطالعه با افزایش تراکم بوته بین ۱۱ و ۶۷بوته و همچنین در تراکم‌های برابر، در تیمارهای با توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها عملکردها بهبود یافتند. در میان اجزای عملکرد، اندازهٔ دانه تحت تأثیر فاکتورهای آزمایش قرار نگرفت. تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر فاصلهٔ داخل ردیف قرار گرفت؛ اما تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هر دو فاکتور و اثر متقابل آنها قرار گرفت. تغییر تعداد غلاف در واحد سطح، مهم‌ترین دلیل تغییرات عملکرد بود. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از واکنش قابل‌توجه عملکرد باقلا به فاصلهٔ بین و داخل ردیف و ضرورت مطالعه اثر متقابل این فاکتورها با سایر عوامل مانند تاریخ کاشت و رقم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: باقلا، فاصلهٔ بین و داخل ردیف، عملکرد دانه، عملکرد غلاف سبز

مقدمه

سطح زیرکشت باقلا در ایران حدود ۳۵هزارهکتار و گرگان یکی از مهم‌ترین مناطق کشت آن می‌باشد (Majnoon Hosseini, 2008). عملکرد باقلا در کشور به‌طور میانگین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰کیلوگرم دانه خشک و ۱۵ تا ۱۸تُن در هکتار غلاف سبز است (Najafi, 2001). در ایران، باقلا با دو هدف تولید غلاف سبز و دانه خشک کشت می‌شود؛ ضمن این‌که پس از برداشت غلاف سبز، از شاخ و برگ آن نیز به‌عنوان کود سبز یا علوفه استفاده می‌کنند. گسترش کشت باقلا به‌دلیل ویژگی‌های ارزشمند این گیاه از جمله داشتن دانه و علوفه‌ای غنی از پروتئین، توان زیاد برای تثبیت بیولوژیک نیتروژن، سرمادوست‌بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه و به‌تبع آن نیاز کم یا حتی عدم نیاز به آبیاری (در مناطق شمالی کشور)، برداشت زودهنگام در بهار و در نتیجه امکان کشت بیشتر گیاهان زراعی گرمادوست در تناوب با آن، می‌تواند پایداری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشیده و مزایای مهم دیگری را درپی داشته باشد.

تراکم بوته از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد باقلا به‌شمار می‌رود (Khalil *et al.*, 2010). در شرایط بدون تنش خشکی، افزایش تراکم بوته تا حدی که موجب بهبود استفاده از تشعشع شود، با افزایش عملکرد مادهٔ خشک و دانه همراه خواهد بود (Banayan Aval *et al.*, 2007). به‌طور معمول، در گیاهان زراعی محدودیتی برای تنظیم فاصلهٔ بوته‌ها در داخل ردیف وجود ندارد؛ اما در گیاهان زراعی وجینی، نیاز به انجام مکانیزهٔ

* نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۱۳۷۴۲۴۶۵، golchin811@yahoo.com

مراقبت‌های زراعی، کاهش فاصلهٔ ردیف‌ها برای افزایش تراکم بوته یا توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در زمین را محدود ساخته است (Khajeh Pour, 2009). این مسئله به‌ویژه در کشت‌های دیرهنگام حایز اهمیت است که انعطاف‌پذیری و قدرت ترمیم بوته‌ها کمتر و تراکم مطلوب بیشتر است (Kashiri *et al*., 2006).

Majnoon Hosseini (2008) فاصلهٔ مناسب بین ردیف‌های کاشت باقلا را ۴۵ تا ۶۰ و فاصلهٔ مناسب بین بوته‌ها در ردیف‌های کاشت را ۱۰ تا ۱۵سانتی‌متر گزارش کرد. در مطالعهٔ Silim & Saxena (1993) بیشترین عملکرد باقلا از فاصلهٔ ردیف ۲۲/۵سانتی‌متر یا تراکم ۲۲بذر در مترمربع به‌دست آمد. Osrosh *et al,* (2000) با بررسی اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد دانه باقلا در منطقه دزفول بیشترین عملکرد دانه را از فاصلهٔ ردیف‌های کاشت ۴۵ تا ۷۵سانتی‌متر و فاصلهٔ بین بوته در ردیف۱۰سانتی‌متر به‌دست آوردند. Ghanbari *et al,* (2003) با مطالعه فاصلهٔ بین ردیف ۴۵، ۵۵ و ۶۵سانتی‌متر و فاصلهٔ داخل ردیف۱۰،۲۰ و۳۰سانتی‌متر بر عملکرد باقلا نتیجه گرفتند که با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌های کاشت، عملکرد باقلا کاهش می‌یابد. در مطالعهٔ ایشان، عملکرد باقلا در فاصلهٔ ردیف کاشت ۴۵سانتی‌متر (۳/۰۶تُن در هکتار) در مقایسه با فاصلهٔ بین ردیف ۶۵سانتی‌متر (۲/۲۲تُن در هکتار)، ۳۳درصد بیشتر بود. همچنین، عملکرد باقلا در فاصلهٔ داخل ردیف۱۰سانتی‌متر (۲/۶۳تُن در هکتار)، ۳۲درصد بیشتر از فاصلهٔ داخل ردیف۳۰سانتی‌متر (۱/۹۸تُن در هکتار) بود. در فاصلهٔ ردیف‌های زیاد به‌دلیل کاهش تراکم بوته به زیر تراکم مطلوب و در فاصلهٔ ردیف‌های خیلی‌کم به‌دلیل شدت زیاد رقابت درون‌گونه‌ای، عملکرد دانه باقلا کاهش می‌یابد (Hashem Abadi & Sedaghat Hour, 2006).

Khalil *et al,* (2010) تأثیر تراکم بوته (از۱۵۰تا۶۰۰ هزاربوته در هکتار) بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در واحد سطح را معنی‌دار گزارش کردند. ایشان بیشترین ارتفاع بوته را در بیشترین تراکم (۶۰بوته در مترمربع)، اما بیشترین عملکرد را در تراکم ۴۵بوته در مترمربع به‌دست آوردند. Idris (2008) گزارش کرد که با افزایش فاصلهٔ بوته‌ها از۱۰به۳۰سانتی‌متر، تعداد غلاف در بوته و ساقهٔ اصلی و در نتیجه عملکرد دانه در بوته افزایش یافت. وی اظهار داشت که تعداد دانه در غلاف، کمتر از تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها قرار گرفت؛ ولی اندازهٔ دانه با تغییر فاصلهٔ بوته‌ها تغییر نکرد.

با افزایش تراکم گیاهی، تعداد شاخه‌های فرعی و درنتیجه عملکرد دانه در بوته کاهش می‌یابد که علت این کاهش، افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش فضای قابل استفاده هر بوته است (Shukla & Dixit, 2000; Mokhtar, 2001). در واقع، در فاصلهٔ ردیف‌های کم، سهم ساقه اصلی از عملکرد کل دانه، بیشتر است. با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها از سهم ساقهٔ اصلی از عملکرد کُل، کاسته و بر سهم شاخه‌های فرعی افزوده می‌شود. همچنین، در رقم‌هایی که پتانسیل عملکرد ساقه اصلی زیاد است، شاخص سطح برگ و ماده خشک بیشتری در فاصلهٔ ردیف‌های کم نسبت به فاصلهٔ ردیف‌های زیاد تولید می‌شود. در واقع در این گونه واریته‌ها، مواد فتوسنتزی با کارآیی بیشتری به غلاف‌های ساقهٔ اصلی تخصیص می‌یابد و درنتیجه، عملکرد بیشتری در فاصلهٔ ردیف‌های کم نسبت به فاصلهٔ ردیف‌های زیاد تولید می‌شود (Norsworthy & Emerson, 2005).

با توجه به کمبود اطلاعات در زمینهٔ واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و نیز عملکرد غلاف سبز به فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌های کاشت در باقلا رقم برکت به‌عنوان مهم‌ترین رقم باقلای مورد استفاده در منطقه گرگان، انجام مطالعه حاضر مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش درسال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان واقع در عرض جغرافیایی ۳۶/۸۵درجهٔ شمالی و طول جغرافیایی۵۴/۲۷درجه شرقی و ارتفاع ۱۳متر از سطح دریا انجام شد. میانگین بارندگی سالیانه محل انجام آزمایش ۵۵۴میلی‌متر، بافت خاک مزرعه، لوم رُسی سیلتی (۱۰درصد شن، ۵۲درصد سیلت و ۳۸درصد رُس)، هدایت الکتریکی۰/۶دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیتهٔ آن ۶/۸ بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصلهٔ بین ردیف در چهار سطح (۱۵،۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر) و فاصلهٔ داخل ردیف در سه سطح (۵،۱۰ و ۱۵سانتی متر) بود. زمین مورد استفاده در سال قبل از آزمایش، آیش بود. بر اساس نتیجهٔ تجزیه خاک و توصیه کودی، قبل از کاشت۱۰۰کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم،۱۵۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان آغازگر[1] به خاک اضافه شد. هر کرت شامل۶ردیف کاشت به طول۶متر بود. رقم مورد مطالعه، رقم برکت بود که کاشت آن در منطقه متداول است. کاشت بذرها با دست و در

1. Starter

تاریخ۳۰آذرماه۱۳۸۸ انجام شد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، در هر محل، دو عدد بذر کاشته شد و به‌منظور تنظیم تراکم بوته، پس از استقرار کامل بوته‌ها به حذف بوته‌های اضافی اقدام شد؛ به‌طوری‌که تراکم بوته در تیمارهای (فاصلهٔ داخل ردیف- فاصلهٔ بین ردیف) ۵ × ۱۵، ۱۰× ۱۵، ۱۵× ۱۵، ۵ ×۳۰، ۱۰×۳۰، ۱۵×۳۰، ۵ × ۴۵، ۱۰× ۴۵، ۱۵× ۴۵، ۵ ×۶۰، ۱۰×۶۰ و ۱۵×۶۰ به‌ترتیب برابر ۱۳۳/۳، ۶۶/۷، ۴۴/۴، ۶۶/۷، ۳۳/۳، ۲۲/۲، ۴۴/۴، ۲۲/۲، ۱۴/۸، ۳۳/۳، ۱۶/۷ و ۱۱/۱ بوته در متر مربع بود. مبارزه با علف‌های‌هرز در طول فصل رشد در سه نوبت به صورت وجین دستی انجام شد. برای تعیین عملکرد غلاف سبز و دانه در واحد سطح، نمونه‌گیری به مساحت یک مترمربع با رعایت اثر حاشیه در دو نوبت به‌ترتیب در مرحلهٔ پُرشدن غلاف‌ها و رسیدگی برداشت دانه انجام شد. برای تعیین اجزای عملکرد دانه (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه)، ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت۱۰بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (Soltani، 2007) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. همچنین، همهٔ مقایسات میانگین به‌روش LSD انجام شد. در مواردی که اثر متقابل فاکتورهای آزمایش، معنی‌دار بود، برای مقایسهٔ میانگین‌ها از روش برش‌دهی فیزیکی استفاده شد (Soltani, 2006).

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر فاصلهٔ بین بوته‌ها در داخل ردیف بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود؛ اما اثر فاصلهٔ بین ردیف و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول۱). با کاهش فاصلهٔ بوته‌ها در داخل ردیف از۱۰ به ۵سانتی‌متر، افزایش معنی‌داری در میانگین ارتفاع بوته‌های باقلا مشاهده شد؛ درحالی‌که افزایش ارتفاع بوته در نتیجهٔ کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها از ۱۵ به ۱۰سانتی‌متر، معنی‌دار نبود. ارتفاع بوته در سه فاصلهٔ ۵، ۱۰ و ۱۵سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۰۷/۰۵، ۹۸/۹۲ و ۹۶/۹۸سانتی‌متر بود. همچنین، با وجود معنی‌دارنبودن تأثیر فاصلهٔ بین ردیف‌ها، روندی افزایشی در ارتفاع نهایی بوته‌ها به‌موازات کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌ها، به‌ویژه در هنگام کاهش فاصلهٔ از۳۰ به ۱۵سانتی‌متر اتفاق افتاد؛ به‌این‌ترتیب که ارتفاع بوته از ۹۸/۱۲سانتی‌متر در فاصلهٔ بین ردیف۶۰سانتی‌متر تا ۱۰۵/۴۴در ۱۵سانتی‌متر، متغیر بود. نتایجی مشابه توسط Khalil *et al,* (2010) و Stringi *et al,* (1988) برای باقلا گزارش شده است. علت این افزایش، تشدید رقابت بین بوته‌ها برای نور با افزایش تراکم می‌باشد. در واقع با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها، سایه‌اندازی بوته‌های مجاور روی هم زودتر شروع شده و رقابت برای نور تشدید می‌شود که نتیجهٔ آن، افزایش طول میانگره‌های ساقه و در نهایت، افزایش ارتفاع بوته است(Silim & Saxena, 1993). معنی‌دارنبودن تأثیر فاکتورهای آزمایش بر تعداد گره در ساقه (جدول۱) مؤید این مطلب است که افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف، بیشتر ناشی از تفاوت طول میانگره‌های ساقه بوده است تا تعداد گره در ساقه اصلی. مشابه با این نتایج، یافته‌های Khadem Zadeh *et al,* (2004) و Kashiri *et al,* (2006) نیز حاکی از اثر معنی‌دار تراکم گیاهی و یا فاصلهٔ ردیف در سویا بر ارتفاع بوته و عدم تأثیر آن بر تعداد گره در ساقه اصلی بود.

تعداد شاخه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول۱). در تیمارهای مختلف، میانگین تعداد شاخه در بوته از ۰/۰۳ تا ۱/۸۸ متغیر بود که مطابق انتظار، کمترین آن در تیمار ۵ × ۱۵ (بیشترین تراکم بوته) و بیشترین آن در تیمار ۱۵×۶۰ (کمترین تراکم بوته) مشاهده شد (جدول۲). به‌طورکلی، با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف و به بیان دیگر با افزایش فضای هر بوته، بر میانگین تعداد شاخه در بوته افزوده شد. بااین‌حال، میزان افزایش تعداد شاخه در بوته در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف در فاصلهٔ بین ردیف‌های متفاوت یکسان نبود. بدین‌ترتیب که به‌طورکلی با افزایش فاصلهٔ بین ردیف، واکنش تعداد شاخه در بوته به فاصلهٔ بوته‌ها در ردیف، افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد با افزایش فاصلهٔ بین و داخل ردیف و به‌عبارتی کاهش تراکم بوته به‌دلیل افزایش قابلیت دسترسی به نور و کاهش رقابت بین بوته‌ها جهت دستیابی به منابع، امکان شاخه‌دهی بیشتر برای هر بوته فراهم گردیده و درنتیجه بر تعداد شاخه‌ها افزوده می‌شود. البته واکنش شاخه‌دهی گیاه به تغییر تراکم بوته، بسته به محیط و ژنوتیپ، متفاوت است. نکتهٔ قابل‌توجه این که تعداد شاخهٔ فرعی در بوته در این مطالعه حتی در فواصل زیاد، کم بود که می‌توان آن را به کاشت نسبتاً دیر باقلا، به‌علاوه شکل خاص و زمان شاخه‌دهی باقلا نسبت داد. Husain *et al,* (1999)، Mokhtar (2001) و El-Metwally *et al,* (2003) نیز طی آزمایشات خود دریافتند که افزایش تراکم بوته در باقلا باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته می‌شود. همچنین Norsworthy & Emerson (2005) نتایج مشابهی را برای سویا (*Glycine max* L.) گزارش کردند.

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک. (A فاصلهٔ بین ردیف و B فاصلهٔ داخل ردیف).

Table 1. ANOVA Results (means squares) of Plant Height, Node Number per Stem, Branch Number per Plant, Pod Number per Plant, Seed Number per Pod, 100-Seed Weight, Green Pod Yield (t.ha^{-1}), Grain Yield (t.ha^{-1}) and Biological Yield (t.ha^{-1}). (A and B: inter and intra row spacing respectively).

منابع تغییر S.O.V	درجهٔ آزادی DF	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد گره در ساقه اصلی Node Number per Stem	تعداد شاخه در بوته Branch Number per Plant	تعداد غلاف در بوته Pod Number per Plant	تعداد دانه در غلاف Seed Number per Pod	وزن صد دانه 100-Seed Weight	عملکرد غلاف سبز Green Pod Yield	عملکرد دانه Grain Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield
بلوک Block	2	33.4 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.27 ^{ns}	100.33 ^{ns}	12.6 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.81 ^{ns}
A	3	97.0 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.01 **	4.47 **	0.31 ^{ns}	219.88 ^{ns}	389.15 **	12.42 **	88.36 **
B	2	342.4 **	0.07 ^{ns}	2.77 **	5.89 **	1.35 *	345.25 ^{ns}	207.73 **	7.47 **	73.42 **
A×B	6	26.1 ^{ns}	0.23 ^{ns}	0.26 **	0.30 **	0.46 ^{ns}	227.13 ^{ns}	141.96 **	4.48 **	3.50 **
خطا Error	22	45.4	0.57	0.01	0.11	0.37	134.6	10.61	0.45	0.49

ns، *، **، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **, non significant, and significant difference at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود؛ درحالی‌که تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف قرار گرفت (در سطح احتمال ۵درصد) و وزن دانه تحت تأثیر هیچ‌یک از فاکتورهای آزمایش و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت (جدول۱). میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف بین ۰/۸۷ (مربوط به تیمار ۵ × ۱۵) و ۴/۳۴ (مربوط به تیمار ۱۵×۶۰) متغیر بود. روند کلی تغییرات میانگین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که با افزایش فاصلهٔ بین ردیف‌ها و بوته‌ها، بر تعداد غلاف در بوته افزوده شده است (جدول۳). با این حال، معنی‌دارشدن اثرات متقابل دو فاکتور در رابطه با تعداد غلاف در بوته حاکی از آن است که میزان افزایش تعداد غلاف در بوته در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف در فواصل مختلف بین ردیف، متفاوت بوده است؛ به‌این‌صورت که در فاصله‌ردیف‌های بیشتر، اولاً تعداد غلاف در بوته در هریک از فواصل بین بوته در ردیف، بیشتر از فاصله‌ردیف‌های کمتر بود و ثانیاً افزایش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف با افزایش بیشتر تعداد غلاف در بوته، همراه بود (جدول ۲). کاهش تعداد غلاف در بوته با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها به‌ویژه در فاصله‌ردیف‌های کمتر را می‌توان به کاهش تعداد کل گره بارور در بوته در نتیجهٔ کاهش تعداد شاخه فرعی و همچنین ریزش ساختمان‌های زایشی به‌دلیل رقابت بین بوته‌ها برای نور نسبت داد. بیشترین میانگین تعداد دانه در غلاف (۴/۵۶) مربوط به فاصلهٔ داخل ردیف ۱۵سانتی‌متر و کمترین آن (۳/۹۷) مربوط به فاصلهٔ داخل ردیف ۵سانتی‌متر بود. بین فاصلهٔ داخل ردیف ۵ و ۱۰سانتی‌متر به‌لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد.

به‌طور معمول، در میان اجزای عملکرد دانه در بقولات، تعداد غلاف در بوته، بیشترین تغییرات را در واکنش به تغییرات محیطی و دست‌کاری‌های مدیریتی از جمله تغییر فضای هر بوته نشان می‌دهد و علت اصلی تغییر عملکرد دانه به‌شمار می‌رود. در مقابل، تعداد دانه در غلاف و به‌ویژه اندازهٔ دانه (وزن دانه) تغییرپذیریِ به‌مراتب کمتری در مقایسه با تعداد غلاف نشان می‌دهند. Agung & Mcdonald (1998) و Mohdal *et al,* (2004) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه بوده و بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارد و با کاهش تراکم گیاهی یا افزایش فاصلهٔ بین ردیف، بر شمار آن در بوته افزوده می‌شود. Idris (2008) نیز افزایش تعداد غلاف در بوته و ساقهٔ اصلی و درنتیجه عملکرد دانه در بوته را در نتیجهٔ افزایش فاصلهٔ بوته‌ها

از۱۰به۳۰سانتی‌متر گزارش کرد. وی اظهار داشت که تعداد دانه در غلاف، کمتر از تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر فاصلهٔ بین بوته‌ها قرار گرفت؛ ولی وزن دانه با تغییر فاصلهٔ بوته‌ها تغییر نکرد. Liu *et al,* (2010) گزارش کردند با وجود این که تعداد دانه در غلاف به‌وسیلهٔ مکانیسم‌های ژنتیکی تعیین می‌شود و یک مؤلفهٔ نسبتاً ثابت است؛ اما تا حدودی تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. نتایج مشابهی مبنی بر عدم تأثیر یا تأثیر کم تراکم گیاهی بر تعداد دانه در غلاف توسط Norsworthy & Emerson (2005) برای گیاه سویا و توسط Agung & Mcdonald (1998) و Mohdal *et al,* (2004) برای گیاه باقلا گزارش شده است. مطابق با یافته‌های این مطالعه، نتایج Salih & Salih (1980) و Graf & Rowland (1987) نیز بر عدم تأثیر تراکم گیاهی بر وزن دانه دلالت داشت. بااین‌حال، مغایر با این یافته‌ها، Stringi *et al,* (1988) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین‌های اثرات متقابل فاصلهٔ بین و داخل ردیف برای تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

Table 2. Mean comparisons of inter- and intra- row spacing interactions for branch number per plant, pod number per plant, green pod yield (t.ha^{-1}), grain yield (t.ha^{-1}) and biological yield (t.ha^{-1})

عملکرد بیولوژیک (تُن در هکتار) Biological yield (t.ha^{-1})	عملکرد غلاف سبز (تُن در هکتار) Green pod yield (t.ha^{-1})	عملکرد دانه (تُن در هکتار) Grain yield (t.ha^{-1})	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	فاصلهٔ داخل ردیف Intra row spacing	فاصلهٔ بین ردیف Row spacing
14.91 a	24.85 b	5.23 b	0.87 b	0.03 c	5	**15**
13.49 a	36.54 a	7.13 a	2.23 a	0.18 b	10	
11.91 b	32.35 a	6.68 a	2.32 a	0.51 a	15	
1.55	**4.56**	**1.27**	**0.22**	**0.25**		LSD
11.49 a	31.42 a	6.05 a	1.81 b	0.13 c	5	**30**
7.39 b	20.13 a	3.94 b	2.08 b	0.41 b	10	
6.17 b	19.91 b	3.88 b	3.30 a	1.03 a	15	
2.35	**7.07**	**1.47**	**0.50**	**0.18**		LSD
11.9 a	29.87 a	6.05 a	2.52 a	0.25 b	5	**45**
6.83 b	16.52 b	3.61 b	2.87 a	1.16 a	10	
4.48 c	11.97 b	2.93 b	3.44 a	1.20 a	15	
0.72	**7.36**	**1.58**	**1.20**	**0.41**		LSD
8.35 a	23.43 a	4.71 a	2.60 b	0.38 c	5	**60**
5.49 b	14.51 ab	3.40 ab	3.40 ab	0.69 b	10	
4.81 b	10.08 b	2.94 b	4.34 a	1.89 a	15	
0.99	**9.98**	**1.50**	**1.00**	**0.28**		LSD

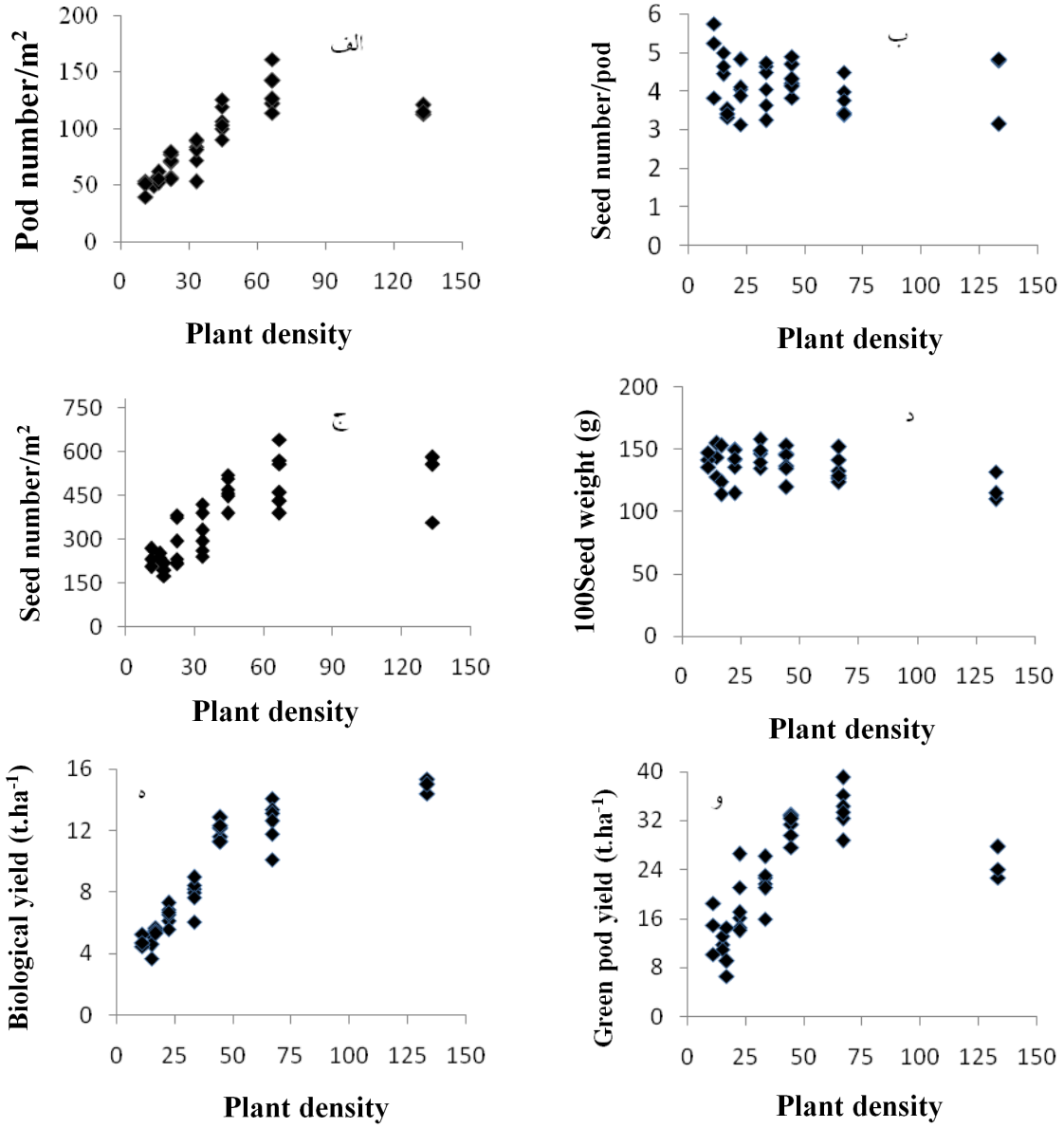
* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۵درصد) با یکدیگر ندارند.

* Within columns, means followed by the same letter are not different (P= 0.05), statistically.

عملکرد غلاف سبز و دانه

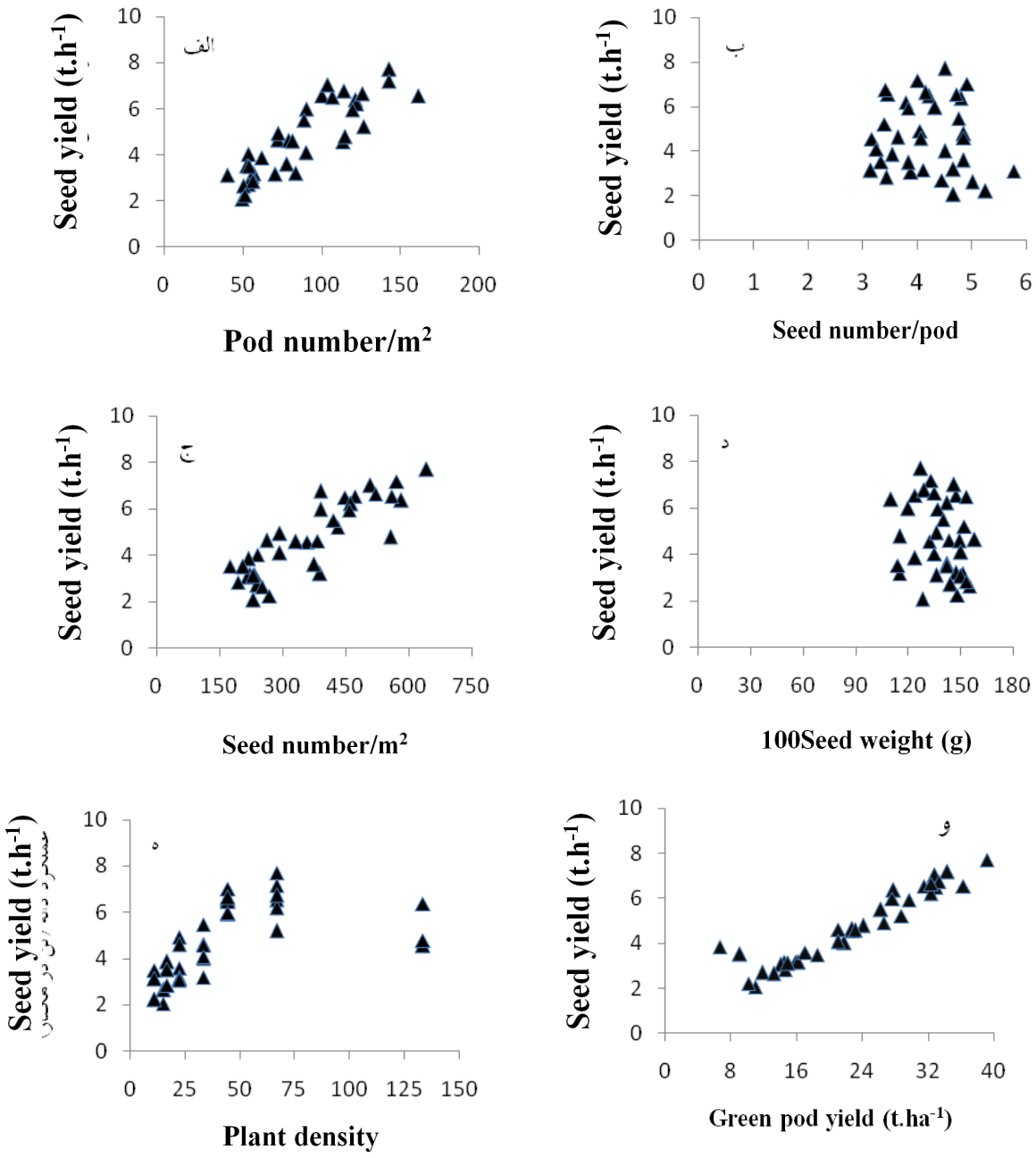
الگوی کلی واکنش عملکرد غلاف سبز و دانه در رقم باقلای مورد مطالعه به تغییرات فاصله‌های بین و داخل ردیف‌ها، و همچنین تراکم بوته (شکل‌های ۱-و ، ۲-ه) بسیار مشابه بود. به‌همین دلیل، رابطهٔ بسیار نزدیکی بین عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه وجود داشت (شکل ۲-و). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد غلاف سبز و دانه در سطح احتمال یک‌درصد بود (جدول ۱). عملکرد غلاف سبز در تیمارهای مختلف بین ۱۰/۰۷ و ۳۶/۵۴تُن در هکتار و عملکرد دانه در تیمارهای مختلف بین ۲/۴۶ و ۷/۱۴تُن در هکتار متغیر بود. به‌طور کلی، نتایج نشان‌دهندهٔ رابطهٔ معکوس فاصلهٔ بین ردیف‌ها با عملکرد غلاف سبز و دانه بود؛ به‌طوری‌که با افزایش فاصلهٔ ردیف‌ها از ۱۵ به ۶۰سانتی‌متر، عملکرد غلاف سبز و دانه در واحد سطح کاهش یافت. همچنین، در همهٔ فواصل بین ردیف به‌جُز فاصلهٔ ۱۵سانتی‌متر، بیشترین عملکرد از فاصلهٔ ۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها به‌دست آمد. در مقابل، در فاصله ردیف ۱۵سانتی‌متر، کمترین عملکرد از فاصلهٔ داخل ردیف ۵ و بیشترین عملکرد از فاصلهٔ ۱۰سانتی‌متر به‌دست آمد؛ ضمن این‌که بین فواصل ۵ و۱۰سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و غلاف سبز وجود نداشت. در فاصله ردیف‌های۳۰، ۴۵ و۶۰سانتی‌متر بین فواصل۱۰و ۱۵سانتی‌متر، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد تراکم بوته در آرایش کاشت ۵ × ۱۵ (۱۳۳بوته در

مترمربع) بیشتر از حد مطلوب بوده که به رقابت شدید بین بوته‌ها برای دریافت نور و سایر منابع مؤثر بر رشد و ایجاد ورس و در نهایت به کاهش عملکرد غلاف سبز و دانه منجر شده است؛ اما تراکم بوته در سه آرایش کاشت ۱۰× ۱۵ (۶۷بوته)، ۱۵× ۱۵ (۴۴بوته) و ۵ × ۳۰ (۶۷بوته) برای دستیابی به حداکثر عملکرد در شرایط محیطی این آزمایش کافی بوده است. بالابودن عملکردها در تیمار ۱۰× ۱۵ نسبت به ۵ × ۳۰ (با تراکم مساوی ۶۷بوته در مترمربع) را می‌توان به توزیع یکنواخت بوته‌ها (نزدیک‌تر شدن به آرایش کاشت مربع) و درنتیجه تأخیر در شروع و همچنین کاهش شدت رقابت بین بوته‌ها به‌علاوه بهبود راندمان استفاده از عوامل محیطی نسبت داد و کمتربودن عملکرد به‌دست‌آمده در آرایش کاشت مربع ۱۵× ۱۵ باوجود توزیع کاملاً یکنواخت بوته‌ها نسبت به آرایش مستطیلی ۱۰× ۱۵ را می‌توان به ناکافی‌بودن تعداد بوته‌ها در واحد سطح برای به حداکثر رسانیدن راندمان استفاده از نهاده‌ها به‌ویژه تشعشع نسبت داد.



شکل ۱- رابطهٔ تراکم بوته با تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن۱۰۰دانه (د)، عملکرد مادهٔ خشک (ه) و عملکرد غلاف سبز (و)

Fig. 1. Relationship between plant density and pod number/m^2 (a), seed number/pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), dry matter yield (e) and green pod yield (f)



شکل ۲- رابطهٔ تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن۱۰۰دانه (د)، تراکم بوته (ه) و عملکرد غلاف سبز (و) با عملکرد دانه

Fig. 2. Relationships between grain yield and pod number/m^2 (a), seed number/ pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), plant density (e) and green pod yield (f)

در ایـن آزمـایش، کمتـرین عملکردهـا از تیمارهـای ۱۵×۶۰، ۱۰×۶۰ و ۱۵×۴۵ به‌دست آمدند (جدول ۲)؛ یعنی تیمارهایی که در آنها بسته‌شدن کانوپی بسیار دیر اتفاق افتاد و تعداد و توزیع بوته‌ها در زمین برای دریافت کامل تشعشع خورشیدی کافی و مناسب نبود.

Hashem Abadi & Sedaghat Hour (2006) اظهار داشتند که در فاصلهٔ ردیف‌های زیاد، به‌دلیل کاهش تراکم

بوته به زیر تراکم مطلوب، و در فاصلهٔ ردیف‌های خیلی‌کم به‌دلیل شدت زیاد رقابت درون‌گونه‌ای، عملکرد دانهٔ باقلا کاهش می‌یابد. Caballero (1987) در آزمایشی به این نتیجه رسید که افزایش تراکم بوته باقلا از ۱۰به۵۰بوته در مترمربع عملکرد دانه را افزایش می‌دهد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. Ghanbari *et al*, (2003) نیز با مطالعه فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد باقلا نتیجه گرفتند که با افزایش این فواصل کاشت، عملکرد باقلا کاهش می‌یابد. البته ایشان فواصل بین ردیف کمتر از ۴۵ و فواصل داخل ردیف کمتر از ۱۰سانتی‌متر را بررسی نکردند. همچنین، در مطالعهٔ Silim & Saxena (1993) بیشترین عملکرد باقلا از فاصلهٔ ردیف ۲۲/۵سانتی‌متر به‌دست آمد. با این حال، Osrosh *et al*, (2000) با بررسی اثر فاصلهٔ بین و داخل ردیف بر عملکرد دانه باقلا در منطقه دزفول بیشترین عملکرد دانه را برای فاصلهٔ ردیف‌های ۴۵ تا ۷۵سانتی‌متر و فاصلهٔ داخل ردیف۱۰سانتی‌متر گزارش کردند که مغایرت نتایج آنها با نتایج مطالعهٔ حاضر را می‌توان به تفاوت شرایط محیطی (خاک، دما، رطوبت)، زمان کاشت و ژنوتیپ نسبت داد.

تغییر عملکرد دانه در واحد سطح می‌تواند از طریق تغییر تعداد دانه در واحد سطح، وزن دانه و یا هر دو جزء اتفاق افتاده باشد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیرپذیری اندازهٔ دانه از تغییرات فاکتورهای آزمایشی بود (جدول ۱). شکل ۱ نیز عدم وجود رابطهٔ مشخص بین وزن دانه و فاکتورها را به روشنی نشان می‌دهد. از این‌رو، تغییر عملکرد به‌طور عمده ناشی از تغییرات تعداد دانه در واحد سطح بوده است. همچنین، از بین دو جزء تعیین‌کنندهٔ تعداد دانه در واحد سطح (یعنی تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در غلاف) تعداد دانه در غلاف واکنش چندانی به فاکتورهای آزمایش نشان نداده است (شکل ۱-ب). در مقابل، رابطه‌ای قوی بین تراکم بوته و تعداد غلاف در واحد سطح (شکل ۱-الف) دیده می‌شود؛ رابطه‌ای که بسیار شبیه رابطهٔ تراکم بوته با عملکرد غلاف سبز (شکل ۱-و) و عملکرد دانه (شکل ۲-ه) می‌باشد. از این‌رو، تغییرات عملکردهای دانه و غلاف سبز در تیمارهای مختلف را می‌توان به‌طور عمده به تغییر تعداد غلاف در واحد سطح نسبت داد. بررسی روابط عملکرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح (شکل ۲-الف)، تعداد دانه در غلاف (شکل ۲-ب)، تعداد دانه در واحد (شکل ۲-ج)، تراکم بوته و وزن۱۰۰دانه (شکل ۲-د) مؤید مطالب یادشده مبنی بر رابطهٔ قوی عملکرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح و تراکم بوته (تا یک حد معین) و فقدان رابطهٔ مشخص عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه است.

رابطهٔ تراکم بوته و آرایش کاشت با عملکرد

هدف ما در این مطالعه، تفکیک تأثیر آرایش کاشت از تراکم بوته بر صفات مورد بررسی نبود؛ چون در این صورت بایستی در تراکم (های) ثابت، آرایش‌های مختلف کاشت با یکدیگر مقایسه می‌شدند، بلکه ما با هدفی کاربردی تیمارهای آزمایش را تنظیم کردیم. در نتیجه، با تغییر سطوح فاکتورهای آزمایش (فاصلهٔ بین ردیف‌ها و بین بوته‌ها در ردیف) دامنهٔ وسیعی از تراکم‌ها (از ۱۱ تا ۱۳۳بوته در مترمربع) به‌وجود آمد. با این حال، در تعدادی از تیمارها (۱۰× ۱۵ با ۵ × ۳۰، ۱۵× ۱۵ با ۵ × ۴۵، ۱۰ × ۳۰ با ۵ × ۶۰، و ۱۵× ۳۰ با ۱۰ × ۴۵) آرایش کاشت متفاوت اما تراکم بوته برابر بود که این برابری تراکم بوته، امکان بررسی تأثیر آرایش کاشت را به‌طور نسبی فراهم می‌کند.

به‌طور کلی، داده‌های حاصله نشانگر افزایش عملکرد غلاف سبز و دانه با افزایش تراکم بوته از ۱۱به۶۷بوته در مترمربع است در حالی که افزایش بعدی تراکم بوته (از ۶۷ به ۱۳۳بوته) که از کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف از۱۰به۵سانتی‌متر در فاصلهٔ ردیف ۱۵سانتی‌متر به‌دست آمد، نه‌تنها با افزایش عملکرد همراه نبود بلکه کاهش نسبی عملکرد غلاف سبز و دانه را نیز در پی داشت (شکل ۱-و، برای عملکرد غلاف سبز و شکل ۲-ه برای عملکرد دانه). تیمارها و نتایج این آزمایش، اطلاعات کافی در رابطه با عملکردهای غلاف سبز و دانه در تراکم‌های بین دو تیمار ۶۷ و ۱۳۳بوته را به‌دست نمی‌دهد و نمی‌توان با استفاده از داده‌های آزمایش، نقاط شروع و پایان دامنهٔ تراکم‌های مطلوب رقم مورد آزمایش را مشخص کرد، اما از آن‌جایی که اختلاف معنی‌داری بین عملکردهای دو آرایش ۱۵× ۱۵ و۱۰× ۱۵ وجود نداشت می‌توان نتیجه گرفت که افزایش بیشتر تراکم بوته نسبت به تراکم ۶۷بوته در مترمربع نمی‌توانست به افزایش بیشتر عملکرد دانه منتهی شود. از سوی دیگر، کاهش تراکم بوته نسبت به تراکم ۴۴بوته در مترمربع به کاهش میانگین عملکرد دانه و غلاف سبز منتهی شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آزمایش، تراکم مطلوب احتمالاً بین ۴۴ و ۶۷بوته قرار داشته است. اگرچه شاید این تراکم‌ها کمی بیشتر از مقدار مورد انتظار به‌نظر برسند اما نباید فراموش کرد که زمان کاشت این آزمایش همانند بسیاری از مزارع کشاورزان در سال آزمایش، دیرتر از زمان معمول بوده است. از این‌رو، ممکن است آرایش کاشت

و تراکم مطلوب در شرایط کاشتِ به‌موقع باقلا نسبت به آنچه در این‌جا به‌دست آمد، متفاوت و کمی کمتر باشد. مشابه با این نتیجه، Mohdal *et al*, (2004) در مورد یک رقم بومی باقلا و Board *et al*, (1992) در مورد سویا، افزایش عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم بوته تا یک حد معین (تراکم مطلوب) را گزارش کردند. مقایسهٔ عملکردها در تیمارهای یادشده (با آرایش متفاوت اما تراکم برابر) نشان‌دهندهٔ برتری آرایش کاشت۱۰× ۱۵ بر ۵ × ۳۰، ۱۵× ۱۵ بر ۵ × ۴۵، و ۱۵ × ۳۰ بر۱۰ × ۴۵ بود. به بیان دیگر، در یک تراکم ثابت، عملکرد در آرایش‌های کاشتی که در آنها بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تر توزیع شده و آرایش کاشت به مربع نزدیک‌تر بود، بیش‌تر از آنهایی بود که بوته‌ها به‌طور غیریکنواخت‌تر توزیع شده بودند. این نتیجه را می‌توان به استفادهٔ کارآمدتر از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و عملکرد و نیز کاهش شدت رقابت بین بوته‌های باقلا نسبت داد. البته در این میان، برتری آرایش ۵ × ۶۰ بر۱۰ × ۳۰ یک استثنا بود که با توجه به یکساله‌بودن آزمایش نمی‌توان به‌طور قاطع دربارهٔ آن اظهارنظر کرد؛ اما به‌نظر می‌رسد بیش‌تر ناشی از خطاهای آزمایشی به‌ویژه نایکنواختی احتمالی زمین آزمایشی بوده است.

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج، تأثیر فاصلهٔ بین و داخل ردیف و همچنین اثر متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیک (عملکرد کل مادهٔ خشک در مرحلهٔ رسیدگی) در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). هم‌چنان که انتظار می‌رفت، با کاهش فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌ها، بر عملکرد بیولوژیک افزوده شد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۴/۹۱تُن در هکتار) در تیمار ۵ × ۱۵ و کمترین عملکرد بیولوژیک (۴/۸۱تُن در هکتار) در تیمار ۱۵ × ۶۰ به‌دست آمد (جدول۲). بدیهی است رابطهٔ منفی بین عملکرد بیولوژیک و فواصل بین و داخل ردیف‌ها ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه تسریع در بسته‌شدن کانوپی و دریافت کامل تشعشع بوده است (Banayan Aval *et al*, 2007)؛ ضمن این‌که عملکرد بیولوژیک حتی با افزایش تراکم بوته از ۶۷ به ۱۳۳ روند افزایشی خود را دنبال کرد که واکنشی متفاوت با عملکرد دانه و غلاف سبز و مطابق انتظار بود. رابطهٔ مثبت بین تراکم بوته و عملکرد مادهٔ خشک در شکل ۱-ه به‌خوبی مشاهده می‌شود. به‌طور مشابه، Mohdal *et al*, (2004) افزایش عملکرد ماده خشک با افزایش تراکم بوته را گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، عملکرد غلاف سبز و دانهٔ خشک، به‌شدت به تغییر فاصلهٔ بین و داخل ردیف‌ها واکنش نشان داد به‌طوری‌که با کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌ها از ۶۰ به ۱۵سانتی‌متر، عملکرد دانه و غلاف سبز باقلا به‌ترتیب از ۳/۶۸ و ۱۶تُن در هکتار به ۶/۳۵ و ۳۱/۲۵تُن در هکتار افزایش یافت. همچنین، میانگین عملکرد غلاف سبز و دانه در سه فاصلهٔ داخل ردیف ۵، ۱۰، و ۱۵سانتی‌متر به‌ترتیب ۵/۵۴ و ۲۷/۳۹، ۴/۵۲ و ۲۰/۸۲، و ۳/۹۹ و ۱۹/۶۹تُن در هکتار بود که حاکی از افزایش عملکرد با کاهش فاصلهٔ بین بوته‌ها در ردیف می‌باشد. داده‌ها همچنین نشان می‌دهند که تأثیر تغییر فاصلهٔ بین ردیف‌ها از تغییر فاصلهٔ داخل ردیف بیشتر بوده است. نتایج این آزمایش نشان‌دهندهٔ افزایش عملکرد با افزایش تراکم بوته از تراکم ۱۱ (آرایش کاشت ۱۵× ۶۰) تا ۶۷ (آرایش۱۰× ۱۵) بوته در مترمربع و کاهش نسبی آن با افزایش بیشتر تراکم از ۶۷ به ۱۳۳بوته (آرایش کاشت ۵ × ۱۵) بود. در این مطالعه، بیشترین عملکردها از تیمارهای فواصل بین و داخل ردیف۱۰× ۱۵، ۱۵× ۱۵ و ۵ × ۳۰ به‌دست آمدند که تراکم بوته در آنها به‌ترتیب ۶۷، ۴۴ و ۶۷ بوته در مترمربع بود. علاوه بر این، نتایج گویای آن هستند که در تراکم‌های مساوی، عملکرد در آرایش‌های کاشتی بیشتر بود که در آنها بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تری در زمین توزیع شده بودند. بررسی واکنش اجزای مختلف عملکرد به فواصل بین و داخل ردیف و همچنین رابطهٔ بین این اجزاء و عملکرد دانه و غلاف سبز نشان داد که علت عمدهٔ تغییرات عملکرد، تغییر تعداد غلاف در بوته و در واحد سطح بوده است. به‌هرحال، اگرچه برای قابل‌توصیه‌شدن نتایج بایستی آزمایش در چند سال و محیط انجام شود، ولی بر اساس این نتایج، تراکم‌های معمول منطقه (کمتر از ۳۰بوته در مترمربع) به‌ویژه در تاریخ‌های کاشت دیرتر برای دستیابی به حداکثر عملکرد کافی نیستند و تراکم بایستی دستِ‌کم به ۴۵بوته در مترمربع افزایش یافته و با کاهش فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت تا حد امکان، بوته‌ها به‌طور یکنواخت‌تری توزیع شوند.

منابع

1. Agung, S., and McDonald, G.K. 1998. Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Aust. J. Agric. Res. 49: 79-88.
2. Banayan Aval, M., Jami Alahmad, M., Kamkar, B., Mahdavi Damghani, A., and Salehi, M. 2007. In Foundation of Tropical Agriculture. (Translation), Ferdowsi University of Mashhad Press. 334 p.
3. Board, J.E., and Harville, B.G. 1992. Explanation for greater light interception in narrow- vs. wide-row soybean. Crop Sci. 32: 198-202.
4. Caballero, R. 1987. The effect of plant population and row width on seed yields and yields components of field beans. Res. Dev. Agric. 4: 147-150.
5. El-Metwally, A.M., Abdalla, M.M.F., Darwish, D.S., and Waffa, K. 2003. Performance of two faba bean cultivars under different plant distribution patterns. Abstract of Proc. 10th National Conf. Agron., 7-10 Oct. El-Arish, Egypt. 24-25.
6. Ghanbar Birani, D., Sekhavat, R., Osrosh, R., and Shimi, S. 2003. The effect of Hebrides and plant density on populations of weeds and faba bean yield. Iranian J. Crop Sci. 5: 315-327.
7. Graf, R.J., and Rowland, G.G. 1987. Effect of plant density on yield and components of yield of faba bean. Can. J. Plant Sci. 67: 1-10.
8. Hashem Abadi, D., and Sedaghat Hour, SH. 2006. Effect of density and sowing date on yield and yield components of winter Mazandarani faba bean (*Vicia faba* L.) J. Agri Sci. 12: 135-142.
9. Husain, M.M., Hill, G.D., and Gallagher, J.N. 1988. The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. I. yield and yield components. J. of Agric. Sci. Camb. 111: 211-232.
10. Idris, A.L.Y. 2008. Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). Res. J. Agric. & Bio. Sci. 4: 146-148.
11. Kashiri, H., Kashiri, M., Zeinali, E., and Bagheri, M. 2006. Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of soybean cultivars grown in the summer. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 147-156.
12. Khadem Hamzeh, H., Karimi, R.M., Rezai, A., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic traits, yield and yield components of soybean. Iranian J. Agri. Sci. 35: 357-367.
13. Khajeh Pour, M.R. 2009. Principles and Fundamentals of Agronomy. Jehad of Isfahan University of Technology Press. 654 p.
14. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., and Amin, R. 2010. Density and planting date influences on phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. Pak. J. Bot. 42: 3831-3838.
15. Liu, X.B., Herbert, S.J., Hashemi Zhand, M., Wang, C., and Jin, J. 2010. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. Intl. J. Plant Prod. 4: 1-10.
16. Lopez-Bellido, F.J., Lopz-Bellido, L., and Lpoez- Bellido, R.J. 2005.Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Eur. J. Agron. 23: 359-378.
17. Majnon Hoseyni, N. 2008. Pulse Crops. 4th Edition. Jehad of Tehran University Publication. 283 p.
18. Mason, W.K., Rowse, H.R., Bennie, A.T.P, Kaspar, T.C., and Taylor, H.M. 1982. Response of soybeans to two row spacing and two soil water levels. II. Water use, root growth and plant water status. Field Crops Res. 5: 15-29.
19. Mohdal, A.R., Munira, T., and Tahawa, M. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). J. Agri. Bio. 6: 294-299.
20. Mokhtar, A. 2001. Response of yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) to increasing level of nitrogen and phosphorus under two levels of plant stand density. Ann. Agric. Sci. Ain Shams Univ. 46: 143-154.
21. Nezami, A., and Rashed Mohasel, M.H. 1995. Effect of planting date and density on yield and yield components of soybean in Mashhad region. J. Agri. Sci. Technol. 9: 22-39.
22. Norsworthy, J.K., and Emerson, R. 2005. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. Agron. J. 97: 919-23.
23. Salih, F.A., and Salih, S.H. 1980. Influence of seed size on yield and yield components of broad bean (*Vicia faba* L.). Seed Sci. Technol. 8: 175-81.
24. Shukla, K.N., and Dixit, R.S. 2000. Nutrient and plant population management in summer green gram. Indian J. Agron. 41: 78-83.
25. Silim, S.N., and Saxena, M.C., 1993. Yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spacing and seed densities. Exp. Agric. 29: 173-181.

26. Soltani, A. 2006. Reconsideration of Application of Statistical Method in Agricultural Researches. Jehad of Mashhad University Press, 74 p.
27. Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. Second Edition. Jehad of Mashhad University Press, 182 p.
28. Stringi, L., Amato, G.S., and Gristina, L. 1988. The effect of plant density on faba bean in semi-arid Mediterranean conditions: 1. *Vicia faba* L. var. equina (c.v. Gemini). Rivista di Agronomia 22: 293-301.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra- row spacing in faba bean, Barakat cultivar

Golchin[1*], E., Zeinali[2], E. & Pouri[3], K.

1. MSc. Student in agronomy
2. Assistant professor, Department of Agronomy,
Gorgan University Agricultural Science & Natural Resources, e.zeinali@yahoo.com
3. MSc. Student in agronomy, kambizpoori@yahoo.com

Received: 18 February 2012
Accepted: 8 August 2012

Abstract

Spreading faba bean (*Vicia faba*) cultivation can enhance the sustainability of cropping systems and have other important benefits. However, there is little information on the various aspects of production management for this crop. Then, this experiment was carried out to study the response of some agronomic characteristics of faba bean cv Barakat to inter- (15, 30, 45 and 60 cm) and intra-row (5, 10 and 15 cm) spacing. The experiment was conducted at the Research Field of Gorgan University of Agricultural Sciences in 2009-2010 growing season in a randomized complete block design as factorial arrangement with three replications. The results of analysis and variance indicated the significant effects of inter- and intra-row spacing, and their interactions on green pod, grain and biological yield. The yields reduced as inter-row and intra-row spacing increased with an exception about 15 cm inter-row spacing in which the lowest grain and green pod yield was attained from 5 cm intra-row spacing. There was no significant difference between 10 and 15 cm intra-row spacing in 15 cm inter-row spacing. In this study, the yields increased with increasing plant density between 11 and 67 plants/m^2, and with more uniform planting arrangement in even plant density, generally. Among yield components, the effect of experimental factors on the seed size was not significant, the seed per pod only affected significantly by intra-row spacing, while the pod number per plant affected by both factors. The change in the pod number/m^2 was the main reason for the yield alteration. The obtained results indicated the substantial response of faba bean yield to inter- and intra-row spacing, and the necessity of investigating the interactions between these factors and other factors such as planting date and genotype.

Key words: Faba bean, Grain yield, Green pod yield, Inter- and intra- row spacing

*** Corresponding Author:** golchin811@yahoo.com, Mobile: 09113742465