اثر تراکم کاشت بر عملکرد دانه و صفات زراعی در تعدادی از لاین‌های لوبیای محلی گیلان

مهرناز زنده‌دل ثابت[۱]، پیمان شریفی[۲]* و مهران غلامی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲-***نویسنده مسئول:** دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران (sharifi@iaurasht.ac.ir)

۳- بخش تحقیقات زراعی - باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

چکیده

به منظور بررسی واکنش تعدادی از لاین‌های لوبیا محلی گیلان (پاچ‌باقلا) به تراکم کاشت از نظر عملکرد، رشد و برخی از صفات زراعی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تراکم کاشت در سه سطح (۳۳، ۱۶ و ۱۱ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور اصلی و لاین در پنج سطح (Gd91-7، Gd91-8، Gc91-9، Gd91-15 و Gd91-18) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. اثر تراکم بوته بر صفات عملکرد دانه خشک، عملکرد بیولوژیک و نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح معنی دار بود. اثر لاین بر صفات ارتفاع بوته، طول غلاف، طول دانه، عملکرد غلاف سبز در واحد سطح، عملکرد دانه خشک در بوته، شاخص برداشت و وزن صد دانه معنی دار بود. اثر متقابل دو فاکتور بر طول غلاف، عملکرد غلاف سبز در واحد سطح، عملکرد دانه خشک در بوته، نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز و وزن صد دانه معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه خشک (۳۱۶/۰۵ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۳ بوته و کمترین میزان آن (۶۷/۴۲ گرم در مترمربع) در تراکم ۱۱ بوته به‌دست آمد. بیشترین عملکرد غلاف سبز (۱۱۰۱/۸۴ گرم در مترمربع) در لاین Gd91-15 و با تراکم ۳۳ بوته در متر مربع حاصل شد. لاین Gd91-8 با توجه به صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، طول دانه، عملکرد دانه خشک و عملکرد غلاف سبز به‌عنوان لاین برتر بود و می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: دانه خشک، رشد، ژنوتیپ، غلاف سبز، Phaseolus vulgaris L.

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی می‌باشند که مصرف آن در ایران عمدتاً ناشی از تقاضای مصرفی آن به‌عنوان غذای انسان است. در بین حبوبات، لوبیا با تولید سالانه بیش از ۲۰ میلیون تن، مقام اول جهان را دارا است. دانه این گیاه با ۲۲–۱۸ درصد پروتئین، از نظر خوراکی حائز اهمیت است. گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک و کیفیت این دو خیلی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه‌مدت تنش صدمه می‌بیند (Keshavarznia *et al.*, 2013).

یکی از عوامل زراعی مؤثر در عملکرد، تراکم بوته می‌باشد که خود تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله رقم و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد. تراکم مطلوب یکی از عوامل بسیار مهم در دستیابی به حداکثر عملکرد

© 2018 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

و کیفیت بهتر محصول می‌باشد که رعایت آن در مورد کلیه محصولات کشاورزی الزامی است. بنابراین یکی از مسایل اصلی در رابطه با کشت گیاهان زراعی، انتخاب مناسب‌ترین تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد (Rastegar, 2006). در تراکم‌های بالا در حبوبات از جمله نخود به دلیل تشدید رقابت بین بوته‌ها، تعداد ساقه، تعداد نیام، تعداد دانه در بوته و درنهایت عملکرد تک‌بوته کاهش می‌یابد (Barary *et al.*, 2003).

آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی به‌عنوان گام مهم پروژه‌های اصلاح نباتات تلقی می‌شود. دو رکن اصلی هر برنامهٔ اصلاحی تنوع و انتخاب است و انتخاب زمانی ممکن خواهد بود که تنوع مطلوبی برای صفت مورد مطالعه در مواد آزمایشی وجود داشته باشد. بنابراین تنوع گیاهی یکی از اجزای کلیدی تولید کشاورزی در هر اکوسیستم می‌باشد (Allard, 1999). یک برنامهٔ اصلاحی موفق متضمن وجود تنوع و انتخاب در گیاه مورد آزمایش است و یکی از منابع تنوع واریته‌های محلی و توده‌های بومی می‌باشند (Abd-Mishani and Boshehri, 2007). با توجه به تنوع بسیار بالای ارقام و توده‌های بومی لوبیای موجود در ایران، ارزیابی و بررسی صفات مختلف زراعی، مخصوصاً صفات مهمی که در عملکرد لوبیا مؤثر می‌باشد، می‌تواند در برنامه‌ریزی دقیق‌تر جهت اصلاح لوبیا مؤثر باشد (Soghani *et al.*, 2010). در تحقیقی ۸ ژنوتیپ لوبیا از نظر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند و اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات فوق ملاحظه گردید (Nazrul and Shaheb, 2016). در تحقیقی دیگر تنوع قابل ملاحظه‌ای در ارتباط با صفات تعداد گره در ساقه اصلی، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته در نمونه‌های مورد بررسی لوبیا مشاهده شد (Vaezi *et al.*, 2013).

از آنجا که یکی از فاکتورهای مهم جهت دستیابی به حداکثر پتانسیل عملکرد در حبوبات به‌خصوص لوبیا، فضای اشغال‌شده توسط بوته‌ها یا تراکم گیاهی است، بهینه‌سازی تراکم بوته برای لاین‌های جدید دارای اهمیت زیادی است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی واکنش لاین‌های لوبیا محلی گیلان از نظر عملکرد و برخی از صفات زراعی به تراکم‌های مختلف کاشت، مقایسه لاین‌ها از نظر صفات مورد مطالعه و بهینه‌سازی تراکم بوته برای هر کدام از لاین‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا، طول شرقی ´۵۶ ´۳۹ °۴۹ و عرض شمالی ´۱۲ ´۱۱ °۳۷ به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت‌پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تراکم کاشت در سه سطح (۳۳، ۱۶ و ۱۱ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور اصلی و لاین در پنج سطح (Gd91-7، Gd91-8، Gc91-9، Gd91-15 و Gd91-18) به‌عنوان فاکتور فرعی بود. با توجه به این‌که مطالعات اندکی در ارتباط با تعیین تراکم بوته در توده‌های لوبیای بومی گیلان انجام شده است و در یکی از آن‌ها بهترین تراکم برای عملکرد دانه در تک‌بوته و واحد سطح به‌ترتیب ۱۵ و ۳۵ بوته در مترمربع گزارش شده بود (Shafaroodi *et al.*, 2012)، از تراکم‌های فوق برای بهینه‌سازی بهترین تراکم برای هر کدام از لاین‌ها استفاده شد. لاین‌های فوق در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، از بین توده‌های لوبیای محلی گیلان (پاچ‌باقلا) بر اساس روش انتخاب انفرادی برگزیده شدند. این روش انتخاب از ساده‌ترین روش‌های اصلاحی است و از آنجا که بر روی لوبیای محلی گیلان کارهای اصلاحی زیادی انجام نشده است، با استفاده از این روش لاین‌های فوق انتخاب شدند. همچنین با توجه به این‌که در مناطق مختلف استان گیلان از توده‌های محلی مختلفی استفاده می‌شود، استفاده از یک لاین استاندارد برای مقایسه با لاین‌های محلی به‌عنوان شاهد وجود نداشت.

مهم‌ترین مشخصات ظاهری لاین‌های مورد استفاده عبارت بودند از:

Gd91-7: بوته‌ای (ایستاده)، گل به رنگ صورتی مایل به بنفش، غلاف کوتاه، دانه کشیده با رگه‌های سفید در زمینه مشکی؛

Gd91-8: بوته‌ای (ایستاده)، گل به رنگ صورتی مایل به بنفش، غلاف بلندتر، دانه کشیده با رگه‌های مشکی و برجسته در زمینه کرم‌رنگ؛

Gc91-9: رونده، گل به رنگ سفید، غلاف بلند، دانه گرد و کوچک با رگه‌ها و خال‌های قهوه‌ای در زمینه کرم‌رنگ. از آنجا که توده لوبیای محلی گیلان به صورت ناهمگون (هتروژن) می‌باشد، در بین آن‌ها ژنوتیپ‌های پابلند نیز وجود دارد که این لاین هم به همین طریق انتخاب شده است؛

Gd91-15: بوته‌ای (ایستاده)، گل به رنگ سفید، غلاف بلند، دانه کشیده و عریض با رگه های قرمز درون زمینه سفید؛

Gd91-18: بوته‌ای (ایستاده)، گل به رنگ صورتی مایل به بنفش، غلاف بلند، دانه کشیده و بزرگ با رگه‌های مشکی در زمینه سفید رنگ.

هر واحد آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته به‌ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر بود، که به ترتیب تراکم‌های ۳۳، ۱۶ و ۱۱ بوته در مترمربع را ایجاد نمودند. انتخاب فواصل فوق با توجه به بررسی منابع و همچنین ارزیابی‌های میدانی در زمینه بهترین تراکم کاشت در توده لوبیای محلی گیلان انجام شد.

عملیات کاشت بعد از شخم، دیسک و تسطیح زمین در تاریخ ۱۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۴ انجام گردید. بذرها بعد از ضدعفونی به‌وسیله بنومیل (قارچ‌کش) کاشته شدند و برای کنترل علف‌های هرز از روش وجین دستی استفاده شد. قبل از عملیات دیسک زدن به‌ترتیب ۲۰، ۷۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، سوپرفسفات‌تریپل و سولفات پتاسیم به مزرعه داده شد. آبیاری مزرعه با توجه به وضعیت رطوبتی خاک و شرایط محیطی در مواقع لازم انجام گرفت. برای پرهیز از اثرات حاشیه‌ای، یادداشت‌برداری‌ها و نمونه‌برداری‌ها از دو ردیف میانی و بعد از حذف حدود نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف در تیرماه انجام گرفت.

در انتهای فصل از صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، طول و عرض دانه، عملکرد غلاف (در مرحله برداشت غلاف)، عملکرد دانه خشک و وزن صد دانه (در مرحله برداشت دانه خشک) یادداشت‌برداری‌های لازم انجام شد. ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و وزن غلاف‌های موجود در ۱۰ بوته تصادفی هر کرت اندازه‌گیری و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد دانه خشک، از مساحت ۱ مترمربع از هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، برداشت انجام شد و پس از خشک کردن دانه‌ها میانگین آن‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، همزمان با برداشت، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین شد و از میانگین آن استفاده شد. از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) بر بیوماس کل (عملکرد بیولوژیک) شاخص برداشت به دست آمد که واحد آن به صورت درصد بود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد با روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثر تراکم بوته بر صفات عملکرد دانه خشک در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک و نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح معنی‌دار بود. در تطابق با این نتیجه، تأثیر معنی‌دار تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک (Masoudi-Kia and Azizi, 2009) و عملکرد دانه (Golchin *et al.*, 2008) در ارقام و لاین‌های لوبیا گزارش شده است. همچنین در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، عدم معنی‌دار بودن اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت (Masoudi-Kia and Azizi, 2009)،

وزن صد دانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در غلاف (Salehi, 2005) و طول غلاف (Madani *et al.*, 2008) نیز گزارش شده است. اثر لاین بر صفات ارتفاع بوته، طول غلاف، طول دانه، عملکرد غلاف سبز در واحد سطح، عملکرد دانه خشک در بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح معنی‌دار بود. در تطابق با این نتیجه اثر معنی‌دار ژنوتیپ بر طول غلاف (Madani *et al.*, 2008)، تعداد غلاف در بوته (Mekonnen *et al.*, 2012؛ Melaku, 2012)، عملکرد دانه (Jensen *et al.*, 2014)، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه (Pawar *et al.*, 2007) نیز گزارش شده است. این نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل دو فاکتور بر طول غلاف، عملکرد غلاف در واحد سطح، عملکرد دانه خشک در بوته و وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس برای صفاتی که اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار شده بودند، اقدام به مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل گردید و برای سایر صفات اثرات اصلی فاکتورها بررسی شدند. اثر بلوک برای هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد بین صفات در بلوک‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. البته با بلوک‌بندی بخشی از تغییرات مربوط به بلوک‌ها از خطای آزمایشی جدا شد که منجر به کاهش خطای آزمایشی گردید (Sharifi, 2013).

مقایسه میانگین‌ها

بررسی اثرات اصلی لاین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۵/۱۳ سانتی‌متر) مربوط به لاین Gc91-9 و کمترین میزان آن (۳۶/۴۸ سانتی متر) مربوط به لاین Gd91-15 بود. بیشترین میزان طول دانه (۱۷/۰۴ میلی متر) در لاین Gd91-8 و کمترین میزان آن (۱۲/۸۱ میلی‌متر) در لاین Gc91-9 حاصل شد، در حالی‌که بیشترین میزان عرض دانه (۸/۰۸ میلی‌متر) در لاین Gd91-15 و کمترین میزان آن (۷/۲۲ میلی‌متر) در لاین Gc91-9 بدست آمد. در ارتباط با نسبت طول به عرض دانه مشاهده شد که بیشترین (۲/۱۷) و کمترین میزان (۱/۷۸) این صفت به‌ترتیب مربوط به لاین‌های Gd91-8 و Gc91-9 بود. همچنین لاین‌های Gd91-7 و Gd91-15 دارای بیشترین (۶۹/۱۹ درصد) و کمترین (۴۶/۸۸ درصد) شاخص برداشت بودند. این نتایج همچنین نشان دادند که لاین Gd91-15 کمترین نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح (۰/۱۹) دارا بود و با سایر لاین‌ها که در یک گروه آماری قرار داشتند، اختلاف معنی‌دار نشان می‌داد (جدول ۲). بنابراین با توجه به این‌که توده محلی مورد مطالعه هم برای تولید دانه خشک و هم تولید غلاف سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد، اگر هدف تولید دانه خشک باشد، لاین Gd91-15 قابل توصیه نخواهد بود و از این منظر بهترین لاین می‌تواند لاین Gc91-9 باشد.

بررسی اثرات اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین عملکرد دانه خشک (۳۱۶/۰۵ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع و کمترین میزان آن (۶۷/۴۲ گرم) در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). این نتیجه نشان می‌دهد که با افزایش ۲۰۰ درصدی تراکم بوته (و در نتیجه بذر مصرفی) عملکرد دانه خشک در واحد سطح حدود ۳۶۹ درصد افزایش یافت. در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر، Shafaroodi *et al.* (2012) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته از ۱۵ به ۳۵ بوته در مترمربع، سبب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح در توده‌های بومی لوبیای محلی گیلان از ۲۱۱/۸۱ به ۳۵۱/۴۵ گرم در مترمربع شد. تفاوت تحقیق حاضر با تحقیق فوق در این بود، که در تحقیق حاضر اثر تراکم بر روی پنج لاین جدید مورد بررسی قرار گرفت و هدف تعیین بهترین تراکم برای هر کدام از لاین‌ها بود، در حالی‌که در تحقیق Shafaroodi *et al.* (2012) اثر تراکم و تاریخ کاشت در دو رقم لوبیای محلی گیلان بررسی شده بود که نتایج حاکی از واکنش متفاوت ارقام به تراکم‌های کاشت بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کمی مورد بررسی تحت تأثیر لاین لوبیا و تراکم بوته

Table 1. Analysis of variance of studied traits influenced by bean line and planting density

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Meanofsquare												
		ارتفاع بوته Planthighet	تعداد غلاف در بوته Numberofpodperplant	تعداد دانه در غلاف Numberofseedperplant	طول غلاف Podlenght	طول دانه Seedlenght	عرض دانه Seedwidth	نسبت طول به عرض دانه Seedlengthtowidthratio	عملکرد غلاف سبز در واحد سطح Podyieldperarea	عملکرد دانه خشک در بوته Dryseedyieldperplant	عملکرد دانه خشک در واحد سطح Dryseedyieldperarea	نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز Dryseedyieldtopodyieldratio	عملکرد بیولوژیک Biologicalyield	شاخص برداشت Harvestindex	وزن صد دانه 100seedweight
تکرار Replication	2	62.3^{ns}	23.61^{ns}	0.1^{ns}	0.19^{ns}	0.87^{ns}	0.26^{ns}	0.001^{ns}	35841.35^{ns}	2.04^{ns}	2550.38^{ns}	0.0093^{ns}	8892.61^{ns}	464.51^{ns}	56.74^{ns}
تراکم بوته Plantdensity	2	130.54^{ns}	91.62^{ns}	0.3^{ns}	0.93^{ns}	0.15^{ns}	0.11^{ns}	0.001^{ns}	853147.26^{ns}	48.13^{ns}	223161.65**	0.1441**	318456.41*	2241.13^{ns}	135.94^{ns}
خطای کرت اصلی Mainploterror	4	235.58	156.4	0.27	0.68	1.14	0.105	0.006	138797.64	22.08	6760.17	0.0194	63750.83	560.78	45.8
لاین Line	4	5728.69**	20.64^{ns}	0.59^{ns}	5.75**	25.31**	0.16^{ns}	0.225**	63735.29*	29.77*	726096^{ns}	0.0937**	13342.56^{ns}	642.55**	177.37**
تراکم بوته × لاین Plantdensity×Line	8	73.57^{ns}	21.35^{ns}	0.38^{ns}	0.98*	1.08^{ns}	0.22^{ns}	0.011^{ns}	72062.64**	21.95*	6426.10^{ns}	0.0116^{ns}	11885.40^{ns}	223.58^{ns}	136.08**
خطا Error	21	112.12	11.35	0.27	0.33	1.69	0.31	0.012	15743.23	8.4	3038.30	0.015	7119.16	100.96	22.48
ضریب تغییرات (%) C.V. (%)		20.99	27.01	13.09	5.63	8.31	7.27	5.44	25.77	35.15	30.79	34.01	29.88	16.78	14.68

* and** significant at %5 and %1 probability level, respectively. ns: not significant.

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

جدول ۲- اثر لاین بر برخی از صفات مورد مطالعه

Table 2. Line effect on some of studied traits

نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز Dry seed yield to pod yield ratio	طول دانه (میلی‌متر) Seed length (mm)	عرض دانه (میلی‌متر) Seed width (mm)	نسبت طول به عرض دانه Seed length to width ratio	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد دانه در غلاف Number of seed per plant	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant highet (cm)	لاین Line
0.41[a]	16.09[ab]	7.51[bc]	2.14[ab]	69.19[a]	4.04[ab]	13.34[a]	38.76[b]	Gd91-7
0.36[a]	17.04[a]	7.87[ab]	2.17[a]	58.87[b]	3.77[ab]	12.76[ab]	40.31[b]	Gd91-8
0.45[a]	12.81[c]	7.22[c]	1.77[d]	64.29[ab]	4.18[a]	9.90[b]	95.13[a]	Gc91-9
0.19[b]	16.66[ab]	8.08[a]	2.06[bc]	46.88[c]	3.61[b]	12.81[ab]	48.36[b]	Gd91-15
0.40[a]	15.74[b]	7.96[ab]	1.98[c]	60.24[ab]	4.22[a]	14.10[a]	37.13[b]	Gd91-18
0.12	1.19	0.52	0.10	9.84	0.48	3.10	9.65	LSD (5%)

وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است.

In each column, numbers with similar letters have no significant difference (p=0.05) according to the LSD method.

جدول ۳- اثر تراکم بوته بر برخی از صفات مورد مطالعه

Table 3. Effect of plant density on some of studied traits

نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز Dry seed yield to pod yield ratio	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g/m^2)	عملکرد دانه خشک (گرم در مترمربع) Dry seed yield (g/m^2)	تراکم بوته در مترمربع plant density per m^2
0.46[a]	429.39[a]	316.05[a]	33
0.37[ab]	289.67[b]	153.58[b]	16
0.28[b]	128.01[b]	67.42[c]	11
0.14	256.12	85.58	LSD (5%)

وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است.

In each column, numbers with similar letters have no significant difference (p=0.05) according to the LSD method.

Faraji *et al.* (2010) در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر بیان داشتند که در لوبیا چیتی با افزایش تراکم بوته، با وجود کاهش تعداد غلاف در تک‌بوته، به دلیل افزایش تعداد غلاف در واحد سطح، عملکرد دانه افزایش یافت و این افزایش را به افزایش تعداد بوته در واحد سطح و نیز ازدیاد جذب تابش خورشیدی توسط جامعه گیاهی نسبت دادند. همچنین Ahmadinia (2008) و Saindon *et al.* (1995) بیشترین میزان عملکرد دانه را در لاین‌های لوبیا به‌ترتیب در تراکم‌های ۳۰، ۳۰، ۳۳ و ۴۰، ۴۵ بوته در مترمربع گزارش کردند. در تراکم‌های پایین‌تر، اگرچه تعداد غلاف و در نتیجه تعداد دانه در گیاه نسبت به تراکم‌های بیشتر افزایش یافت (با وجود آن‌که اثر تراکم بوته بر این دو صفت معنی‌دار نبود، میانگین‌ها در سطوح مختلف تراکم بوته با هم اختلاف معنی‌دار داشتند)، اما این افزایش در اجزای عملکرد نمی‌تواند جبران تعداد بوته را در واحد سطح بنماید، به نحوی که تراکم‌های بالا اگر چه تعداد غلاف و دانه کمتری را در گیاه تولید کردند، ولی به علت افزایش تعداد بوته در واحد سطح، درنهایت عملکرد بیشتری داشتند. با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، توسعه کانوپی سریع‌تر تکمیل‌شده و رقابت بین شاخه‌ها در بوته زودتر به وجود می‌آید که این امر به توقف رشد بیش‌تر شاخه‌های فرعی منجر می‌گردد (Siddique and Sedgley, 1985).

نتایج بررسی اثر اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۹/۳۹ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع و کمترین میزان آن (۱۲۸/۰۱ گرم) در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۳). Faraji *et al.* (2010) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، میزان عملکرد بیولوژیک افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود. Torabi Jafroudi *et al.* (2007a) نیز نشان دادند که بیشترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در متراکم‌ترین تراکم بوته (۶۷ بوته در مترمربع) حاصل شد. افزایش کل ماده خشک تولیدی در هنگام برداشت با کاهش یافتن فاصله ردیف و فاصله بوته‌ها می‌تواند مربوط به افزایش تعداد بوته در واحد سطح و افزایش وزن ماده خشک در واحد سطح باشد (Torabi Jafroudi *et al.*, 2007b). همچنین کمترین (۰/۲۸) و بیشترین (۰/۴۶) نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح به‌ترتیب مربوط به تراکم‌های ۱۱ و ۳۳ بوته در مترمربع بود (جدول ۳).

نتایج بررسی اثرات متقابل صفات طول غلاف، عملکرد غلاف در واحد سطح، عملکرد دانه خشک در بوته و وزن صد دانه در جدول (۴) ارائه شده است که برای این صفات مقایسه میانگین‌های هر سطح تراکم بوته در سطوح مختلف لاین و برعکس انجام شد.

نتایج بررسی اثر ساده لاین در هر سطح تراکم بوته نشان داد که در هر سه تراکم بوته بیشترین طول غلاف به‌ترتیب با مقادیر ۱۲/۳، ۱۰/۵۷ و ۱۰/۳۳ سانتی‌متر مربوط به لاین Gd91-15 بود. همچنین این نتایج نشان داد که در تراکم‌های ۳۳، ۱۶ و ۱۱ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد غلاف سبز به‌ترتیب مربوط به لاین‌های Gd91-15، Gd91-18 و Gd91-7 بود.

نتایج همچنین نشان دادند که در تراکم‌های کاشت ۱۱، ۱۶ و ۳۳ بوته در مترمربع لاین‌های Gd91-7، Gd91-18 و Gd91-8 به‌ترتیب با مقادیر ۱۱/۸۷، ۱۲/۶۱ و ۱۱/۴۴ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را در بوته داشتند. با بررسی اثر ساده لاین در هر سطح تراکم بوته نیز ملاحظه گردید که در هر سه تراکم بین لاین‌ها از نظر وزن صد دانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت و در تراکم‌های ۳۳، ۱۶ و ۱۱ بوته در مترمربع، بیشترین وزن صد دانه به‌ترتیب مربوط به لاین‌های Gd91-15، Gd91-8 و Gd91-8 بود.

بررسی اثر تراکم در هر سطح لاین نشان داد که برای لاین Gd91-7، بیشترین طول غلاف (۱۰/۷ سانتی‌متر) در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع حاصل شد. برای لاین‌های

جدول ٤- اثر متقابل لاین × تراکم بوته بر تعدادی از صفات مورد مطالعه

Table 4. Line × plant density interactions on some of the studied traits

لاین Line						تراکم بوته در مترمربع plant density per m^2	صفت Traits
LSD (5%)	Gd91-18	Gd91-15	Gc91-9	Gd91-8	Gd91-7		
0.73	10.75	12.30	8.87	10.60	10	33	
1.25	10.65	10.57	8.97	10.33	9.93	16	طول غلاف (سانتی‌متر)
1.11	9.7	10.33	8.93	10.13	10.7	11	Pod length (cm)
	0.28	1.32	2.46	1.79	0.71	LSD (5%)	
283.6	492.66	1101.8	472.5	845.4	767.9	33	
261.9	607.57	430.2	446.4	407.9	369.3	16	عملکرد غلاف سبز (گرم در مترمربع)
96.91	252.03	254.2	169.1	295.9	354.8	11	
	198.45	535.72	532.66	341.96	417.73	LSD (5%)	Pod yield (g m^{-2})
3.38	8.53	10.07	7.04	11.44	10.46	33	
7.19	12.61	5.49	10.51	8.57	9.18	16	عملکرد دانه خشک (گرم در بوته)
4.14	4.12	1.72	4.48	7.79	11.87	11	Dry seed yield (g plant-1)
	2.46	9.54	6.79	6.87	8.86	LSD (5%)	
7.09	36.81	37.99	23.39	36.57	35.59	33	
9.18	37.32	20.86	26.51	37.89	35.62	16	وزن صد دانه (گرم)
9.02	28.05	23.77	26.39	35.30	35.14	11	100 Seed weigth (g)
	10.00	1.68	6.64	11.99	13.62	LSD (5%)	

LSD (5%): حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد. بین سه سطح تراکم بوته در هر سطح لاین مقایسه به صورت ستونی و بین پنج سطح لاین در هر سطح تراکم بوته مقایسه به صورت ردیفی انجام شده است.

LSD (5%): Least significant differences at 5% probability level. The comparison between three levels of plant density at each level of line was carried out in column and five levels of lines at each level of plant density were compared in rows.

Gd91-8، Gd91-15 و Gd91-18 بیشترین طول غلاف مربوط به تراکم ۳۳ بوته در مترمربع بود و برای لاین Gc91-9، بیشترین میزان این صفت در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج همچنین نشان داد که در لاین‌های Gd91-7، Gd91-8، Gc91-9 و Gd91-15 بیشترین عملکرد غلاف سبز (به‌ترتیب برابر با ۷۶۷/۹۲، ۸۴۵/۴۴، ۴۷۲/۵۳ و ۱۱۰۱/۸۴ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع حاصل شد. برای لاین Gd91-18 بیشترین عملکرد غلاف سبز (۶۰۷/۵۲ گرم در مترمربع) در واحد سطح در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع به‌دست آمد. در مجموع کمترین میزان عملکرد غلاف سبز (۱۶۹/۰۷ گرم در مترمربع) برای لاین Gc91-9 در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع ثبت گردید. در لاین‌های Gd91-8 و Gd91-15 بیشترین عملکرد دانه خشک (به‌ترتیب برابر با ۱۱/۴۴ و ۱۰/۰۷ گرم در بوته) در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع حاصل شد. برای لاین Gd91-18 و Gc91-9 بیشترین عملکرد دانه خشک (به‌ترتیب ۱۲/۶۱ و ۱۰/۵۱ گرم در بوته) در تراکم ۱۶ بوته در مترمربع به‌دست آمد. برای لاین Gd91-7 بیشترین عملکرد دانه خشک (۱۱/۸۷ گرم در بوته) در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع حاصل شد. در تطابق با این نتیجه، Shafaroodi *et al.* (2012) گزارش کردند که در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع، عملکرد دانه در تک‌بوته‌های توده‌های لوبیای بومی گیلان ۷/۷۳ گرم و در تراکم ۳۵ بوته در مترمربع ۵/۸۷ بود که روند کاهشی عملکرد دانه خشک در بوته را با افزایش تراکم بوته نشان می‌داد. کاهش عملکرد دانه تک‌بوته در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در لاین‌های

Gd91-18 و Gc91-9 و ۱۱ بوته در مترمربع در Gd91-7 به نظر می‌رسد که به دلیل محدودیت دسترسی به تشعشع آفتاب و یا محدودیت‌های غذایی (Melaku, 2012) و همچنین ویژگی‌های خاص لاین در مقابله با چنین شرایطی باشد. از دیگر دلایل کاهش عملکرد دانه خشک در بوته در تراکم‌های بالا می‌تواند کاهش تعداد ساقه، تعداد نیام، تعداد دانه در بوته در نتیجه تشدید رقابت بین بوته‌ها باشد (Barary *et al.*, 2003). بررسی اثرات ساده تراکم بوته بر وزن صد دانه در هر لاین نشان داد که برای لاین‌های Gd91-7، Gd91-8، Gd91-9 و Gd91-18 اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف تراکم بوته وجود نداشت، در حالی‌که برای لاین Gd91-15 بین سطوح مختلف تراکم بوته اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بیشترین وزن صد دانه (۳۷/۹۹ گرم) مربوط به تراکم ۳۳ بوته در مترمربع بود.

تجزیه همبستگی

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات (جدول ۵) نشان داد که عملکرد دانه خشک با صفات عملکرد غلاف سبز، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین صفت وزن هزار دانه با صفاتی شامل طول غلاف، طول دانه، نسبت طول به عرض دانه، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه خشک، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت داشت. وجود این‌گونه روابط بیانگر این است که برای افزایش عملکرد دانه می‌توان از صفات فوق (همبسته با آن) در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی استفاده نمود. از دیگر روابط مثبت می‌توان به همبستگی مثبت بین طول غلاف و صفاتی از قبیل طول دانه، عرض دانه، نسبت طول به عرض دانه و وزن صد دانه اشاره نمود.

۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Table 5. Correlation coefficients between the studied traits

صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	-0.32	0.33	-0.72**	-0.87**	-0.58*	-0.80**	-0.16	-0.04	-0.07	0.19	-0.43
2		1	-0.24	0.14	0.35	0.28	0.30	-0.22	-0.44	-0.33	0-.51	0.02
3			1	-0.018	-0.28	0.02	-0.39	0.26	0.45	0.44	0.74**	0.45
4				1	0.83**	0.79**	0.59*	0.61*	0.35	0.36	0.06	0.67**
5					1	0.72**	0.87**	0.37	0.16	0.23	-0.13	0.64**
6						1	0.29	0.38	0.15	0.29	-0.19	0.48
7							1	0.25	0.12	0.12	-0.05	0.56*
8								1	0.89**	0.88**	0.56*	0.64**
9									1	0.96**	0.79**	0.59*
10										1	0.69**	0.59*
11											1	0.55*
12												1

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and** significant at %5 and %1 probability level, respectively.

(1) ارتفاع بوته (Plant highet)

(2) تعداد غلاف در بوته (Number of pod / plant)

(3) تعداد دانه در غلاف (Number of seed/ plant)

(4) طول غلاف (Pod lenght)

(5) طول دانه (Seed lenght)

(6) عرض دانه (Seed width)

(7) نسبت طول به عرض دانه (Seed length to width)

(8) عملکرد غلاف سبز (Pod yield)

(9) عملکرد دانه خشک (Dry seed yield)

(10) عملکرد بیولوژیک (Biological yield)

(11) شاخص برداشت (Harvest index)

(12) وزن صد دانه (Seed weight)

در تطابق با نتیجه حاضر، Rahnamaie Tak *et al*. (2006) در بررسی روابط موجود بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه تک بوته در لوبیا قرمز نشان دادند که بیشترین همبستگی صفت عملکرد دانه با صفات وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بود. همچنین Bayat *et al*. (2010) با مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی نشان دادند که عملکرد بیشترین میزان همبستگی را با صفات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه وجود داشت. Sharifi *et al*. (2014) نشان دادند که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت با تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، عملکرد غلاف سبز و تعداد غلاف در بوته بود. Hosseinian and Majnon-Hosseini (2015) همچنین در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر نشان دادند که صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که لاین Gd91-8 در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه خشک (۱۱/۴۴ گرم در بوته) را به خود اختصاص داد. با توجه به افزایش حدود ۳۶۹ درصدی عملکرد دانه خشک در واحد سطح در تراکم اخیر در مقایسه با کمترین تراکم بوته (۱۱ بوته در مترمربع) به نظر می‌رسد که افزایش تراکم بوته (و در نتیجه افزایش بذر مصرفی) از نظر اقتصادی نیز قابل توجیه باشد. بیشترین عملکرد غلاف سبز (۱۱۰۱/۸۴ گرم در مترمربع) در لاین Gd91-15 و با تراکم ۳۳ بوته در مترمربع حاصل شد. بنابراین از آنجا که توده‌های محلی مورد مطالعه برای تولید دانه خشک و غلاف سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند، اگر هدف تولید دانه خشک باشد، با عنایت به نسبت عملکرد دانه خشک به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح، لاین Gd91-15 قابل توصیه نخواهد بود و از این منظر لاین می‌تواند Gc91-9 مناسب باشد. همچنین در ارتباط با عملکرد دانه خشک در واحد سطح، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه خشک (۳۱۶/۰۵ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع و کمترین میزان آن (۶۷/۴۲ گرم در مترمربع) در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع به‌دست آمد. لاین Gd91-8 با توجه به صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، طول دانه، عملکرد دانه خشک و عملکرد غلاف سبز لاین برتر بود و می‌توان از آن به‌عنوان یک لاین مناسب در برنامه‌های به‌نژادی در پروسه‌های معرفی رقم استفاده نمود. این لاین به صورت بوته‌ای، دارای غلاف بلند و دانه‌های کشیده با بیشترین نسبت طول به عرض دانه بود.

References

Abd-Mishani, S. and Shah-Nejat Boshehri, A. A. (1997). Advanced plant breeding (Vol. l). Tehran: University Publishers. [In Farsi]

Ahmadinia, M. A. (2008). Effect of plant density on grain yield and yield components in coomon bean in Sanandaj. M.Sc. Thesis, Hamedan Buali-Sina University. [In Farsi]

Allard, R. W. (1999). Principles of plant breeding (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

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.

Bayat, A. A. Sepehri, A., Ahmadvand, G. and Dorri, H. R. (2010). Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Science, 12(1), 42-54. [In Farsi]

Faraji, H., Gholizadeh, S., Owliaiee, H. R. and Azimi Gandomani, M. (2010). Effect of plant density on grain yield of three spotted bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars in Yasouj condition. Iranian Journal of Pulses Research, 1(1), 43-50. [In Farsi]

Golchin, A. Mousavi, S. F. Ghasemi Golezani, K. and Saba, J. (2008). Relationship between plant density and grain yield of three pinto bean cultivars at different sowing dates. Journal of Agricultural Science, 18(1), 101-117. [In Farsi]

Hosseinian, S. H. and Majnon-Hosseini, N. (2015). Correlation analysis between seed yield and its components in cowpea genotypes under drought and stress and normal irrigation conditions. Iranian Journal of Crop Science, 45(4), 575-583. [In Farsi]

Jensen H. H. and Kamalongo D. and Ngwira, A. (2014). Yields and quality of Phaseolus bean cultivars under farmers' conditions in eastern and southern Africa. Experimental Agriculture, 50(2), 178-190.

Keshavarznia, R., Mohammadi Nargesi, B. and Abasi, A. (2013). The study of genetic variation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) based on morphological traits under normal and stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 44(2), 305-315. [In Farsi]

Madani, H., Shirzadi, M. H. and Darini, F. (2008). Effect of plant density on yield and yield components of vigna and tepary local beans germplasm in Jiroft, Iran. New Findings in Agriculture, 3(1), 93-104. [In Farsi]

Masoudi-Kia, M. and Azizi, K. (2009). Effects of sowing date and plant density on yield and its components and percentage of seed protein in cultivars of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Daneshvar Agronomy Sciences, 1(2), 1-14. [In Farsi]

Mekonnen, S. A., Katiyar, T. P. S. and Ravishankar, H. (2012). Yield components and yield of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different irrigation frequency and planting density treatments. The African Journal of Plant Science and Biotechnology, 6(1), 13-20.

Melaku, B. (2012). Responces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars with different growth habits to plant density at Haramaya, eastern Ethiopia. M.Sc. Thesis, Haramaya University, Haramaya, Ethiopia.

Nazrul, M. I. and Shaheb, M. R. (2016). Performance of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in sylhet region of Bangladesh. Bangladesh Agronomy Journal, 19(1), 37-44.

Pawar, S. U. Kharwade, M. L. and Awari, H. W. (2007). Effect of plant density on vegetative growth and yield performance of different varieties of french bean under irrigated condition. Karnataka Journal of Agriculture Science, 20(3), 684-685.

Rahnamaie Tak, A., Vaezi, S., Mozafari, J. and Shah Nejat Boshehri, A. A. (2006). Study on correlation and path analysis for seed yield per plant and its dependent traits in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Pajouhsh and Sazandegi, 76(3), 80-88. [In Farsi]

Rastegar, M. A. (2006). Principles of crop production. Tehran: Barahmand Publication. [In Farsi]

Saindon, G., Huang, G. and Kozub, H. C. (1995). White-mold avoidance and agronomic attributes of upright common beans growth at multiple planting densities in narrow rows. Journal of American Socity for Horticultural Science, 120(5), 843- 847.

Salehi, F. (2005). Study of plant density yield and yield components of promising red bean lines. Pajouhsh and Sazandegi, 103(2), 23-28. [In Farsi]

Shafaroodi, A., Zavareh, M., Peyvast, G. and Dorri, H. R. (2012). Effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L) landraces, 22(3), 47-60. [In Farsi]

Sharifi, P. (2013). Statistical Design in Agricultural Research: Principles, procedures and Analysis by SAS, SPSS and Minitab. Rasht: Islamic Azad University, Rasht Branch Publication. [In Farsi]

Sharifi, P., Karbalavi, N. and Aminpanah, H. (2014). Effects of drought stress and potassium sulfate fertilizer on green bean yield. Electronic Journal of Crop Production, 6(4), 137-149. [In Farsi]

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(3), 251-262.

Soghani, M., Vaezi, S. and SabaghPur, S. H. (2010). Correlation and path analysis of yield and yield components of white bean. Agronomy and Plant Breeding Journal, 6(3), 28-35. [In Farsi]

Torabi Jafroudi, A., Hasanzadeh, A. and Fayaz Moghaddam, A. (2007a.) Effects of plant population on some of morph physiological characteristics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Pajouhsh and Sazandegi, 74(1), 63-71. [In Farsi]

Torabi Jafroudi, A., Moghaddam, A. F., Hasanzade, A., Yazdifar, S. and Rahmanzade, S. (2007b). Row spacing and inter row spacing effects on some agro-physiological traits of two common bean (*Phaseolous vulgaris* L.) cultivars. Pakistan Journal of Biological Science, 10(24), 4543-4546.

Vaezi, S., Cheraghafrooz, R. and Abbasimoghddam, A. (2013). Evaluation of genetic diversity and relationship among agronomic traits in selected accessions bean collection. Iranian Journal of Pulses Research, 4(1), 31-42. [In Farsi]

Effect of Plant Density on Seed Yield and Morphological Characteristics of Some Guilan Local Bean Lines

M. Zendedel Sabet[1], P. Sharifi[2]* and M. Gholami[3]

1- M.Sc. Graduate of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran (sharifi@iaurasht.ac.ir)
3- Horticulture and Crops Research Department, Guilan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran

Received: 7 February, 2017 Accepted: 5 July, 2017

Abstract

Background and Objectives

Grain legumes, as a protein-rich food, play an important role in human nutrition, especially in developing countries. Common bean, being a leguminous and short duration crop, may be used as a soil improving crop in rotation and in cropping system. Among the various factors that contribute to the attainment of potential yield of common bean, optimum plant spacing or plant population is one of the important factors. Optimization of plant density for highly new yielding lines by following suitable inter as well as intra row spacing is essential. This study aimed to evaluate the effects of plant density on yield and agronomic traits of some Guilan local bean lines.

Materials and Methods

This field experiment was carried out in split plot based on randomized complete block design with three replications in 2014-2015 growing season at Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. The main factor was plant density at three levels (33, 16 and 11 plants per m^2) and the split factor was five Guilan local bean lines (Gd91-7, Gd91-8, Gc91-9, Gd91-15 and Gd91-18).

Results

Analysis of variance showed that the effect of plant density was significant on dry seed yield, dry seed yield to pod yield ratio and biological yield per unit area. The effect of line was significant on plant height, pod length, seed length, pod yield per unit area, dry seed yield per plant, dry seed yield to pod yield ratio, harvest index and 100-seed weight. The interaction effect of the two factors was significant on the pod lenght, pod yield per unit area, dry seed yield per plant and 100-seed weight. The highest value of seed yield (11.44 g $plant^{-1}$) was obtained in Gd91-8 at the density of 33 plants per m^2. The highest (316.5 g m^{-2}) and lowest (67.42 g m^{-2}) values of dry seed yield was obtained at the density of 33 plants per m^2 and 11 plants per m^2, respectively. The highest values of green pods yield (1101.84 g m^{-2}) was obtained in Gd91-15 at a density of 33 plants per m^2.

Discussion

The reduction of dry seed yield per plant in 33 plants per m^2 density in comparison to 16 plants per m^2 for Gd91-18 and Gc91-9 and in 11 plants per m^2 for Gd91-7 seems to be due to restricted access to the sun radiation or dietary lemitations and genotypic characteristics. Other reasons for the decrease of grain yield per plant at high densities can be the reduction of the number of pods per plant, number of seeds per pod, pod length and 100 seed weight. Gd91-8 as a superior line according to triats such as plant height, number of pods per plant, pod length, dry seed yield and green pod yield and can be used for breeding programes as a suitable line.

Keywords: Dry seed, Genotype, Green pod, Growth, Phaseolus vulgaris L.