نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره اول، بهار ۹۷
۷۳-۸٤
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/EJCP.2018.11617.1893

تأثیر تراکم کاشت و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در شهرستان رودسر

حشمت‌اله قربانی‌گیلایه[۱] و *مجید عاشوری[۲]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران،
[۲]استادیار گروه زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۸/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: دانه حبوبات به‌عنوان یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتئین و دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می‌رود. لوبیا در ایران از نظر سطح زیر کشت و اهمیت اقتصادی مقام اول را در بین حبوبات داراست. گزارش شده است که فاصله بیشتر بین بوته‌ها باعث می‌شود هر گیاه به‌دلیل داشتن فضای بیشتر در اطراف خود نور بیشتری را دریافت نماید و فعالیت فتوسنتزی خود را بهتر انجام دهد. کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار نقش مهمی در تولیدات گیاهی ایفا می‌کنند. بنابراین بررسی میزان کاربرد آن‌ها برای هر محصول گیاهی از اهمیت بسزایی برخوردار است. هدف این آزمایش بررسی تأثیر فواصل مختلف کاشت و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در شمال ایران (شهرستان رودسر) بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان رودسر در سال ۱۳۹۳ انجام شد. برای کاشت از بذر توده محلی پاچ باقلا استفاده شد. کشت به‌صورت خشکه‌کاری در تاریخ ۱۵ خردادماه انجام گرفت. عامل اصلی فاصله ثابت روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف کاشت در سه سطح: (۳۰، ٤۰ و ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب با تراکم‌های بوته ۳۳، ۲۵ و ۲۰ بوته در مترمربع) و عامل فرعی کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح (شاهد، ۳۰، ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. عملکرد و صفات وابسته به عملکرد اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان که فاصله کاشت، سطوح مختلف کود نیتروژن و اثر متقابل فاصله کاشت و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود. ارتفاع بوته تحت تأثیر فاصله کاشت و نیز سطوح مختلف کود نیتروژن و وزن صددانه فقط تحت تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن قرار گرفت. در بین فاصله‌های مختلف کاشت، فاصله بین ردیف کاشت ٤۰ سانتی‌متر برای صفات ارتفاع بوته، عملکرد دانه، وزن خشک بوته و فاصله‌های بین ردیف کاشت ٤۰ و ۵۰ سانتی‌متر برای صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته برتری معنی‌داری داشت، در حالی‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک از فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. تیمار ٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای صفات ارتفاع بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت برتری معنی‌داری نسبت به سایر سطوح مورد مطالعه

*مسئول مکاتبه: Mashouri48@yahoo.com

داشت. بیشترین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته و عملکرد بیولوژیک هم از تیمارهای ٦٠ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که بیشترین عملکرد دانه در تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۳٤٤۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد در نتیجه مناسب‌ترین تیمار در این بررسی است. برای تأیید این نتایج، تحقیقات باید در چند مکان و سال تکرار شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، فاصله کاشت، کود نیتروژن، لوبیا

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر می‌باشند. حبوبات دانه‌های خشک خوراکی هستند که به خانواده بقولات تعلق دارند. بذر رسیده و خشک این گیاهان دارای ارزش غذایی زیادی بوده و به لحاظ قابلیت نگهداری آن از جمله مهم‌ترین منابع غذایی سرشار از پروتئین به‌شمار می‌روند (۱۸). لوبیا با تولید سالانه بیش از ۲۰ میلیون تن، در بین حبوبات مقام اول جهان را دارا است (۱۳). فاصله بیشتر بین بوته‌ها باعث می‌شود هر گیاه به‌دلیل داشتن فضای بیشتر در اطراف خود نور بیشتری را دریافت نماید و فعالیت فتوسنتزی خود را بهتر انجام دهد و از گیاهانی که به هم نزدیکتر هستند بهتر رشد کنند (۵). محققین در بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لاین‌های جدید لوبیا قرمز بیان نمودند وزن صددانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت. در حالی‌که تعداد غلاف در بوته در اثر افزایش تراکم بوته کاهش یافت، ولی عملکرد دانه با افزایش تراکم بوته افزایش یافته است (۳۰). پژوهشگران گزارش کردند که عملکرد غلاف به‌طور مداوم از ۳٤۷۳ کیلوگرم در هکتار به ۲۵۷٤ کیلوگرم در هکتار با افزایش فاصله درون ردیف از ۷×٤٠ به ۱۵×٤٠ افزایش یافته است (۱۱). از سوی دیگر، برخی محققین نشان دادند که عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا با افزایش فاصله ردیف (از فاصله ردیف ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر) کاهش می‌یابد (٤ و ۲۲) با افزایش فاصله ردیف، تعداد بوته در هکتار کاهش یافت و باعث کاهش عملکرد شد. موریتی و همکاران (۲۰۱۲) بیان نمودند بالاترین عملکرد دانه لوبیا سبز (۱/۰۹ تن در هکتار) و وزن خشک بوته (۱۵ گرم) به‌ترتیب با فاصله بوته ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (۲۳). در نتایج محققین فاصله بوته روی ردیف لوبیای قرمز بر شاخص تعداد دانه در غلاف تأثیر معنی‌داری داشت (۳۵). محققین دلیل معنی‌دار بودن تأثیر فاصله بوته بر روی وزن صد دانه لوبیا را این‌گونه عنوان کردند که با افزایش فاصله یا همان کاهش تراکم، رقابت بین بوته‌ها کاهش یافته و در نتیجه استفاده هر غلاف از مواد غذایی بیشتر می‌شود و از آنجا که تعداد دانه در هر غلاف تغییر نمی‌کند، اثر خود را با افزایش وزن هر دانه نشان می‌دهد (۳۵). در تضاد با این نتایج، گزارش شده است که فاصله ردیف و تراکم بوته در شاخص وزن صد دانه نخود غیرمعنی‌دار بوده و عنوان شده است که این شاخص عموما تحت‌تأثیر فاکتورهای ژنتیکی قرار دارد (١٤). افزایش عملکرد دانه به موازات افزایش تراکم بوته، به‌واسطه استقرار بوته بیشتر و افزایش تعداد غلاف‌های تولیدی در واحد سطح می‌باشد (۳۹). لوبیا برای شروع رشد و قبل از آغاز فعالیت باکتری ریشه، به مقداری کود نیتروژن به‌عنوان شروع کننده نیاز دارد. نیتروژن علاوه‌بر شرکت در ساختمان

گیاه، در تولید کلروفیل نیز نقش داشته و لذا کمبود آن سبب زرد شدن برگ‌های پیر و در نهایت توقف رشد گیاه می‌شود. با توجه به این‌که نیتروژن رشد رویشی را تحریک می‌کند این افزایش می‌تواند باعث تحریک جوانه‌ها در ساقه و در نتیجه افزایش انشعاب ساقه و افزایش تعداد گل در بوته گردد (۱۰). نیتروژن نقش مهمی را در تولیدات گیاهی ایفا می‌کند. بررسی میزان کاربرد آن برای هر محصول گیاهی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۳۵). میزان تخصیص نیتروژن به برگ باعث افزایش کارآیی استفاده از نیتروژن می‌شود. بنابراین جذب دی‌اکسیدکربن و تولید ماده خشک در هر واحد نیتروژن زیاد می‌شود (۱۹). بر طبق نظر محققین کمبود نیتروژن از رشد گیاه تا حد زیادی می‌کاهد و رفع کمبود آن در واکنش‌های ظاهری و نمو گیاه مانند گسترش دوباره برگ یا پنجه‌زنی مشهود است (۱۷). محققین بیان نمودند با مصرف کود نیتروژن بیش از ٦٠ کیلوگرم در هکتار، رقابت بوته‌ای کاهش یافت و استفاده هر غلاف از مواد غذایی بیشتر شد، لذا اثر خود را با افزایش وزن در هر دانه نشان داد که نتیجه آن تاثیر بر وزن صد دانه بود (۲). این تحقیق با هدف تعیین بهترین سطح کود نیتروژن و فاصله کاشت لوبیا جهت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در روستای هادی کیاشهر از توابع شهرستان رودسر در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا شد. عامل اصلی فاصله بین ردیف کاشت در سه سطح: (۳۰، ٤٠ و ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب با تراکم‌های بوته ۳۳، ۲۵ و ۲۰ بوته در مترمربع) و عامل فرعی، چهار سطح کود نیتروژن (از منبع اوره) شامل: شاهد، ۳۰، ٦٠ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کیلوگرم در هکتار بود. برای کاشت از بذر توده محلی پاچ باقلا استفاده شد که بذر آن از فروشگاه محصولات کشاورزی تهیه گردید. جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، نمونه‌گیری به‌عمل آمد که نتایج آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. داده‌های هواشناسی دورهٔ مورد مطالعه، از ایستگاه هواشناسی رودسر دریافت شد و در جدول (۲) ارائه شده است. پس از آماده‌سازی زمین، کرت‌ها به‌طول ۵ متر و ۷ خط کاشت در نظر گرفته شد. فاصله روی ردیف و بین ردیف براساس تراکم موردنظر اعمال شد. کشت به‌صورت خشکه‌کاری در تاریخ ۱۵ خردادماه انجام گرفت.

در صورت نیاز و باتوجه به شرایط آب‌وهوایی در چند نوبت آبیاری به‌صورت دستی انجام شد و کود اوره نیز در مرحله ٤ برگی و گلدهی در اختیار گیاه قرار گرفت. برداشت نهایی در مرحله رسیدگی (اکثر غلاف‌ها و دانه‌ها خشک و سخت شده‌اند) و در تاریخ ۳۰ مردادماه صورت گرفت. در برداشت نهایی ۳۰ بوته پس از کنار گذاشتن حاشیه، به‌طور تصادفی از وسط هر کرت انتخاب، و به‌روش دستی از سطح خاک بریده شد. صفت‌های مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، درصد پوکی غلاف، وزن صددانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. برای تجزیه آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد. پس از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج و یک درصد انجام گرفت و برای رسم نمودارها از صفحه گستر Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف فاصله کاشت و کود نیتروژن بر ارتفاع بوته به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شد. اما ارتفاع بوته تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها قرار نگرفت. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که این عوامل به‌طور مستقل و جداگانه بر ارتفاع بوته تأثیر گذاشتند. بیشترین ارتفاع بوته از تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر به‌دست. کمترین ارتفاع بوته در تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۱). که نشان می‌دهد با افزایش تراکم، ارتفاع ساقه اصلی افزایش یافته است. افزایش ارتفاع گیاه در تراکم‌های بالا را می‌توان ناشی از کاهش نفوذ نور در سایه‌انداز، کاهش فتواکسیداسیون اکسین (۱۵ و ۱) و رقابت شدید گیاهان برای دریافت نور بیشتر دانست. این یافته با نتایج محققین دیگر همخوانی دارد (۲۱ و ۳۲). تیمار ٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین ارتفاع بوته را نشان داد که با تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشت. تیمار شاهد هم کمترین ارتفاع بوته را نشان داد (شکل ۲). کمبود نیتروژن، از طریق کاهش اندازه برگ، منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه شده و این امر می‌تواند در کاهش رشد اندام هوایی گیاه مؤثر باشد (۳۷). استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش ارتفاع بوته لوبیا شده است که ممکن است به‌دلیل اثر مثبت نیتروژن بر تحریک رشد گیاه، قابلیت دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی، و بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک باشد. در واقع کاربرد نیتروژن می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز و رشد رویشی اندام‌ها شود (۳۸). نوا (۱۳۹۲) نیز با بررسی سطوح مختلف کود نیتروژن بر باقلا بیان داشت که با افزایش کود نیتروژن ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (۲٤).

تعداد غلاف در بوته: تأثیر سطوح مختلف فاصله کاشت و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تیمار فاصله کاشت و تیمار کودی بر تعداد غلاف در بوته لوبیا در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته از اثر متقابل تیمارهای با فاصله بین ردیف کاشت ٤۰ سانتی‌متر و تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و با فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر و تیمار کودی ٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاقد کود نیتروژن مشاهده شد (شکل ۳). در تراکم‌های بالاتر، رقابت برای فضا، نور و مواد غذایی برای هر گیاه بیشتر شده و بنابراین، تولید شاخه‌های جانبی و به دنبال آن تولید غلاف در بوته کمتر می‌شود (۲۱). همچنین این یافته با نتایج مطالعه‌ی شفارودی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد. آن‌ها با بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی توده‌های بومی لوبیا بیان نمودند تراکم ۱۵ بوته در مترمربع نسبت به ۲۵ و ۳۵ بوته در مترمربع تعداد غلاف در بوته بیشتری را نشان داد (۳۲). تعداد غلاف در بوته با افزایش کود نیتروژن افزایش یافت. این افزایش ممکن است به‌علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت‌های زایشی نسبت به سطوح کودی پایین‌تر بوده باشد. افزایش مصرف نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و بیوماس گیاه را به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد افزایش داد (٦). پژوهشگران با بررسی چهار سطح نیتروژن بر روی باقلا دریافتند که با افزایش میزان نیتروژن تعداد غلاف در بوته افزایش یافت (۲۵).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physical and chemical properties of soil.

بافت خاک Texture soil	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K (mg/kg)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg/kg)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اسیدیته گل اشباع pH of paste	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($^{-1}$ dS.m)
Sandy Clay Loam	24	24.7	51.3	164	5.47	0.26	2.6	7.74	0.81

جدول ۲- مشخصات اقلیمی مزرعه.

Table 2. Meteorological data of the field.

ماه‌های سال (درصد) Month of year	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) Maximum Temperature (°C)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average Temperature (°C)	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	بارندگی (روز) Precipitation (day)	میانگین رطوبت (درصد) Average humidity (%)
فروردین April	7.91	14.89	11.40	3.94	9	83.24
اردیبهشت May	15.40	22.50	19	21.40	8	79
خرداد June	20.08	27.39	24.90	15.90	8	77.42
تیر July	22.91	30.43	26.67	15.20	5	71.03
مرداد August	22.02	32.23	27.13	0	0	64.11
شهریور September	21.81	30.28	26.05	10.80	3	73.60

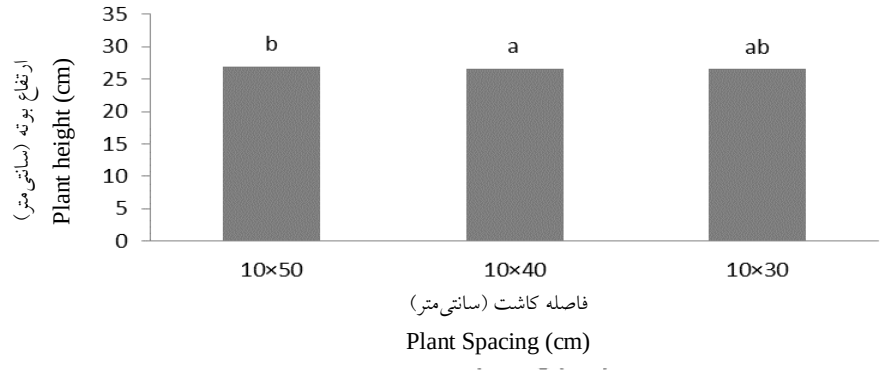
جدول ۳- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در لوبیا.

Table 3. Analysis of variance for plant height, number of pod per plant, number of seed per pod, Number of seed per plant, 100 seed weight, Grain yield, Biological yield and Harvest Index.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	وزن صددانه 100 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
بلوک (Block)	2	17.57	0.72	0.02	12.36	10.18	799109.44	16749.50	186.68
عامل A (تراکم) (Density)	2	6.48*	29.99**	0.11	274.63**	13.52	683270.68**	19547911.39**	413.26**
خطای A (Error)	4	1.24	0.45	0.06	6.86	13.37	11177.31	124561.87	1.18
عامل B (نیتروژن)(Nitrogen)	3	18.27**	30.28**	0.05	230.59**	26.95*	3173037.85**	12762147.51**	134.48*
اثر متقابل AB (Interaction)	6	0.93	3.83*	0.13	32.10*	8.40	581226.86**	2737610.44**	164.52**
خطای B (Error)	18	0.45	1.04	0.04	6.52	18.29	81692.620	507908.45	46.55
ضریب تغییرات (درصد) (C.V%)		5.30	8.7	10.08	11.63	8.78	12.33	7.38	13.06

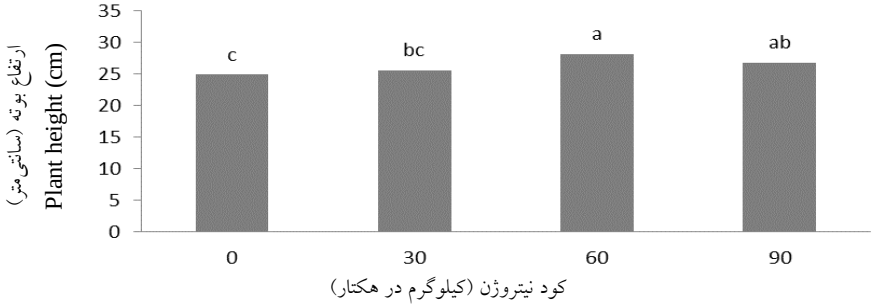
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

(Significant at 1 and 5% probability level respectively)



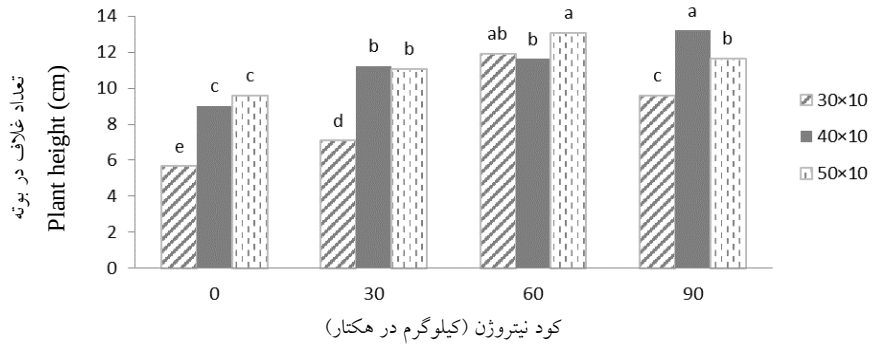
شکل ۱- تأثیر سطوح فاصله کاشت بر ارتفاع بوته لوبیا.

Figure 1. The effects of Plant Spacing on plant height of bean.



شکل ۲- تأثیر سطوح کود نیتروژن بر ارتفاع بوته لوبیا.

Figure 2. The effects of levels of nitrogen fertilizer on plant height of bean.



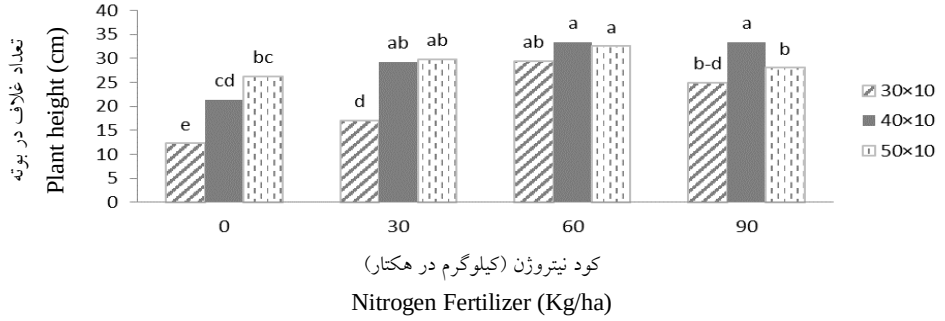
شکل ۳- اثر متقابل سطوح فاصله کاشت و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته لوبیا.

Figure 3. Interaction between effect of plant spacing and levels of nitrogen fertilizer on number of pod per plant of bean.

تعداد دانه در غلاف: تجزیه واریانس نشان داد اثر فاصله کاشت، کود نیتروژن و اثر متقابل تیمارها بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نشد (جدول ۳) و همه سطوح از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. در مطالعه‌ای که بر روی نخود زراعی انجام شد، نیتروژن به‌طور معنی‌داری هم تعداد کل غلاف و هم تعداد غلاف‌های بارور را افزایش داد اما تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر

مقدار نیتروژن قرار نگرفت (۲۸). بیان شده است که تعداد دانه در غلاف بیشتر تابع عوامل ژنتیکی و کمتر تحت‌تأثیر عوامل زراعی و محیطی است (۳۱)

تعداد دانه در بوته: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح مختلف فاصله کاشت، کود نیتروژن بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل تیمارها در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). همان‌طور که در شکل (٤) مشاهده می‌شود تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد دانه در بوته را داشت که با تیمارهای با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ و ٥٠ سانتی‌متر و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار آن هم در تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر و تیمار بدون کود نیتروژن به‌دست آمد. علت افزایش تعداد دانه در بوته در این آزمایش را می‌توان تعداد غلاف بیشتر در تراکم‌های کمتر دانست. بنابراین، تغییر در تعداد دانه هر بوته تا حدود زیادی وابسته به تعداد غلاف‌های آن بوته خواهد بود. الگوی تقریبا مشابه تغییر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بیانگر درستی این موضوع است. افزایش استفاده از کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد. که با یافته‌های محققین دیگر مطابقت نشان داد به‌طوری‌که اثر محلول‌پاشی اوره موجب تعداد غلاف و بذر بیشتر، وزن دانه بیشتری در محصول نخود شد (۳). همچنین در آزمایش نوا (۱۳۹۲) تعداد دانه در بوته باقلا با افزایش کود نیتروژن افزایش نشان داد (٢٤).

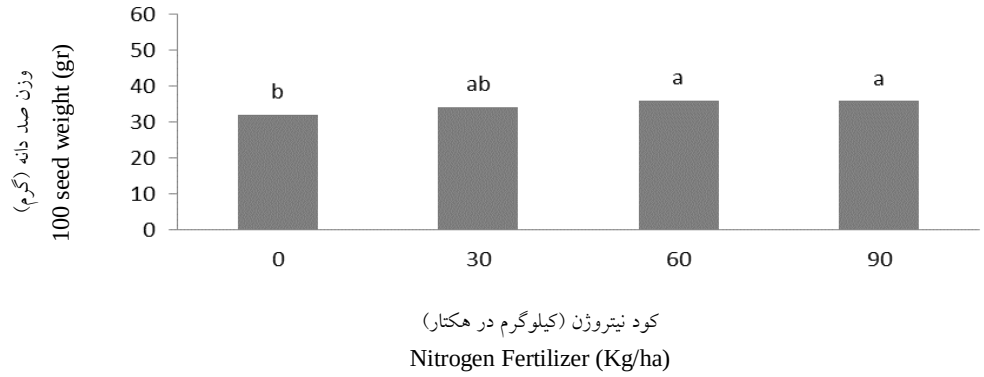


شکل ٤- اثر متقابل سطوح فاصله کاشت و کود نیتروژن بر تعداد دانه در بوته لوبیا.

Figure 4. Interaction between effect of plant spacing and levels of nitrogen fertilizer on number of seed per plant of bean.

وزن صد دانه: سطوح مختلف فاصله کاشت و اثر متقابل تیمارهای فاصله کاشت در کود نیتروژن بر وزن صد دانه تأثیر معنی‌داری نداشت. در حالی‌که وزن صد دانه لوبیا تحت تأثیر سطوح مختلف تیمار کودی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار ٦٠ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار نسبت به سایر سطوح برتری داشت و بیشترین وزن صددانه را به‌دست آورد و با تیمار ۹۰ و ۳۰ کود نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشت. کم‌ترین وزن صد دانه مربوط به تیمار شاهد نیتروژن بود (شکل ٥). طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس وزن صد دانه لوبیا تحت‌تأثیر فاصله کاشت قرار نگرفت. در آزمایشی که صالحی (۱۳۸٤) به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته لاین‌های جدید لوبیا قرمز در منطقه لردگان در استان چهارمحال و بختیاری انجام داد، وزن صد دانه تحت‌تأثیر تراکم بوته قرار

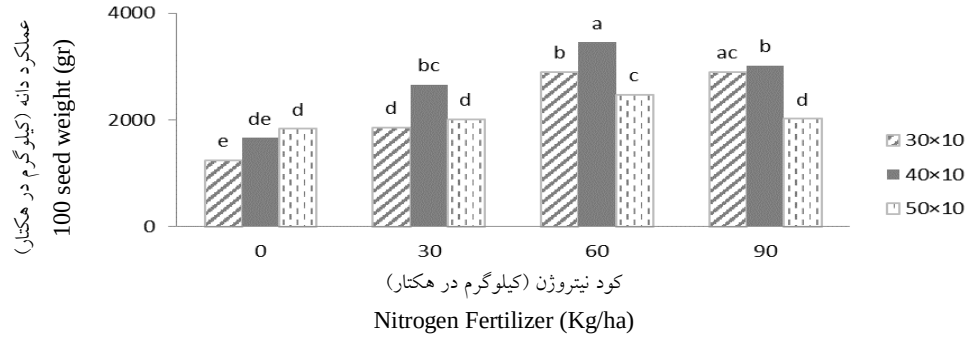
نگرفت (۲۹). در این پژوهش وزن صددانه لوبیا با افزایش مصرف کود افزایش یافت. که می‌توان دلیل آن را افزایش انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به اندام زایشی لوبیا در اثر افزایش نیتروژن دانست. محققین بیان کردند به‌نظر می‌رسد که کود نیتروژن با افزایش درصد پروتئین باعث افزایش وزن دانه شود (۹). در آزمایشی هم اثر محلولپاشی اوره موجب وزن دانه بیشتری در محصول نخود شد (۳).



شکل ۵- تأثیر سطوح کود نیتروژن بر وزن صد دانه لوبیا.

Figure 5. The effects of levels of nitrogen fertilizer on 100 seed weight of bean.

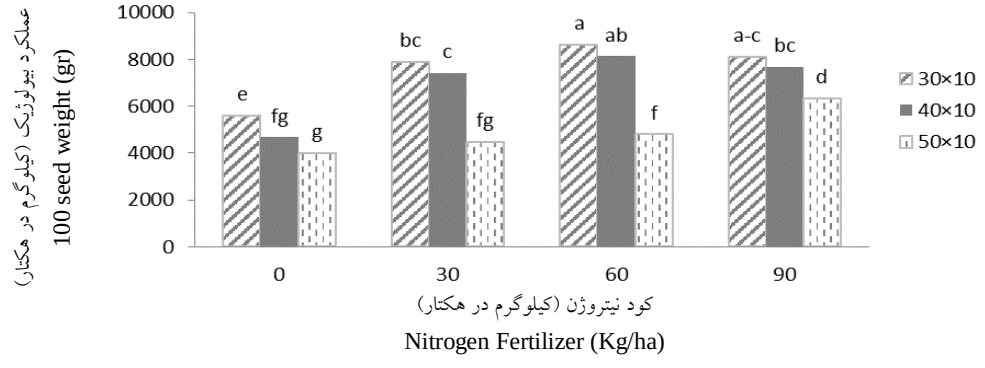
عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف فاصله کاشت، کود نیتروژن و اثر متقابل فاصله کاشت در کود نیتروژن بر عملکرد دانه لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه از تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و کمترین عملکرد دانه از تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر و بدون کود نیتروژن حاصل شد (شکل ٦). اصولا زارعین بر این باور هستند که با افزایش تراکم می‌توان عملکرد را افزایش داد، اما باید توجه داشت که در تراکم‌های بیشتر از حد مطلوب، کاهش وزن بوته‌ها به‌حدی است که افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح خنثی می‌شود (٢٦). از طرفی افزایش تراکم کاشت تنها حد مشخصی که برای همان تراکم مناسب است موجب افزایش عملکرد می‌شود (۲۷). مطالعات نشان می‌دهد که اگرچه رابطه بین تراکم بوته با عملکرد دانه در مناطق و ارقام مختلف متفاوت است ولی به‌طور کلی با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه تا حدودی افزایش می‌یابد و در ادامه عملکرد دانه ثابت می‌ماند. سپس با افزایش فشار جمعیت گیاهی، حتی زمانی‌که رطوبت و مواد غذایی عامل محدودکننده نیستند، عملکرد دانه به سرعت کاهش می‌یابد (۷). همچنین گزارش گردید که با کاهش فاصله ردیف از ٦٩ به ۲۳ سانتی‌متر و نیز با افزایش تراکم بوته از ۲۵ به ۳۸ بوته در مترمربع، عملکرد دانه لوبیا سفید با وجود علف هرز، افزایش یافت (۲۰). بیشترین عملکرد دانه از تیمار ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و کمترین عملکرد دانه هم مربوط به تیمار شاهد بود. باتوجه به این‌که تعداد دانه در بوته و همچنین وزن صددانه در تیمار ٦٠ کیلوگرم در هکتار بیشتر است بنابراین عملکرد بیشتر نیز دور از انتظار نمی‌باشد.



شکل ٦- اثر متقابل سطوح فاصله کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد دانه لوبیا.

Figure 6. Interaction between effect of plant spacing and levels of nitrogen fertilizer on grain yield of bean.

عملکرد بیولوژیک: با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر فاصله کاشت، کود نیتروژن و اثر متقابل فاصله کاشت در کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد که با تیمارهای ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر، ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین مقدار آن هم از تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر و بدون کود نیتروژن به‌دست آمد که با تیمارهای با فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر و بدون کود نیتروژن و با فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر و ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۷).



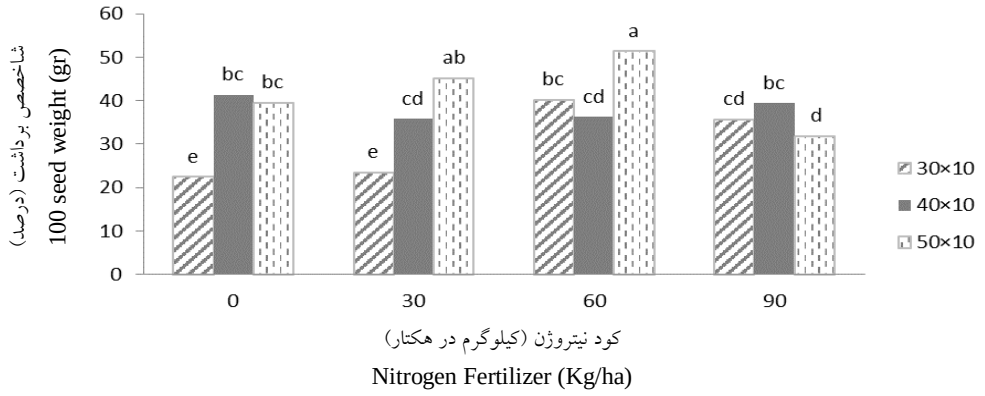
شکل ۷- اثر متقابل سطوح فاصله کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک لوبیا.

Figure 7. Interaction between effect of plant spacing and levels of nitrogen fertilizer on biological yield of bean.

با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک در واحد سطح هم افزایش یافت. با افزایش فاصله بین بوته‌ها، به‌دلیل ایجاد فضای بیشتر در اطراف گیاه امکان دریافت نور و در نتیجه فتوسنتز بیشتر فراهم شده و از گیاهانی که به هم نزدیکتر هستند بهتر رشد کردند (٤). در حالی‌که در این آزمایش با کم شدن فاصله کاشت عملکرد بیولوژیک گیاه افزایش یافته است، می‌توان این طور توجیه نمود که در این آزمایش تراکم بالاتر بوته‌ها این کاهش را جبران کرده است. نیتروژن یکی از عوامل محیطی اساسی در کنترل زیست‌توده و

عملکرد از طریق تأثیر بر شاخص سطح برگ (دریافت تشعشع) و ظرفیت فتوسنتزی به ازاء واحد سطح برگ می‌باشد (۳۶). به گزارش محققین میزان رشد گیاه می‌تواند به‌وسیله موجودی مواد غذایی در گیاه کنترل شود (۳۳). میزان تخصیص نیتروژن به برگ باعث افزایش کارآیی استفاده از نیتروژن می‌شود. بنابراین جذب دی‌اکسیدکربن و تولید ماده خشک در هر واحد نیتروژن زیاد می‌شود (۱۹). محققین گزارش کردند که عملکرد ماده خشک می‌تواند با افزایش کود نیتروژن افزایش یابد (۸).

شاخص برداشت: تغییرات سطوح مختلف فاصله کاشت و اثر متقابل فاصله کاشت در کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و سطوح کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نشان داد (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت از تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد و کمترین شاخص برداشت در تیمار بدون کود نیتروژن و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۸).



شکل ۸- اثر متقابل سطوح فاصله کاشت و کود نیتروژن بر شاخص برداشت لوبیا.

Figure 8. Interaction between effect of plant spacing and levels of nitrogen fertilizer on harvest index of bean.

در اثر افزایش فاصله کاشت تخصیص مواد فتوسنتزی (آسیمیلات) به دانه‌ها بیشتر شده است زیرا هر چقدر تراکم کاهش پیدا می‌کند تعداد غلاف در مترمربع کمتر شده و سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به هر دانه رسیده است. از آن جایی که شاخص برداشت نشان‌دهنده تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌باشد لذا باید سعی شود شاخص برداشت را با عملیات به‌زراعی افزایش داد. گرچه شاخص برداشت بزرگ‌تر الزاما عملکرد بیشتر را تضمین نمی‌کند (۱۶). شاخص برداشت بالا در صورتی می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه گردد که عملکرد کل ماده خشک نیز در حدی قابل قبول باشد و در صورت پایین بودن مقدار تولید، وزن بالای دانه به توانایی گیاه در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و توزیع کلی مواد فتوسنتزی در کل گیاه بستگی دارد. همان‌طور که در نتایج مقایسه میانگین مشاهده شد شاخص برداشت در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین مقدار بود. به‌نظر می‌رسد در این شرایط مواد فتوسنتزی به نسبت بیشتر از این‌که صرف رشد رویشی و تولید ساقه و بافت‌های ساختمانی شود به اندام‌های زایشی انتقال یافته است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده در این آزمایش نشان داد بیشترین عملکرد دانه از تیمار فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ٣٤٤٨ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه از تیمار با فاصله بین ردیف کاشت ٣٠ سانتی‌متر و بدون کود نیتروژن با میانگین ١٢٤٤ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در بین اجزای عملکرد افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا شدند. در نتیجه مصرف ٦٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فاصله بین ردیف کاشت ٤٠ سانتی‌متر به‌عنوان بهترین گزینه مدیریت کود نیتروژن و تراکم کاشت برای لوبیا در شهرستان رودسر در استان گیلان می‌باشد.

منابع

1. Al- Ramamneh, EADM. 2009. Plant growth strategies of Thymus vulgaris L. in response to population density. Indust. Crops Prod., 30(3): 389-394.
2. Amiri, E., and Abdzad Gohari, A. 2015. Effect of irrigation management and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency and estimated yield function of common bean (Case Study: Astaneh Ashrafiyeh). Water Manag. Agric. 2(2): 1–10. (In Persian)
3. Bahr, A.A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Res. J. Agri. Biologi. Sci., 3: 220-223.
4. Bakry, B.A., Elewa, T.A., El-Karamany, M.F., Zeidan, M.S., and Tawfik, M.M. 2011. Effect of row spacing on yield and its components of some bean varieties under newly reclaimed sand soil condition. World J. Agri. Sci., 7: 68-72.
5. Baloch, A., Soomro, A.M., Javed, M.A., Ahmad, M., and Bughio, H.R. 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oriza Sativa* L.) Asian. J. Plant Sci., 1(2): 114-116.
6. Bilsborrow, P.E., Evans, E.J., and Zhao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield components. Agri. Sci., 120: 219-224.
7. Brothers, M.E., and Kelly, J.D. 1993. Interrelationship of plant architecture and yield components in the pinto bean ideotype. Crop Sci., 33: 1234-1238.
8. Caks, G. 2001. Interactions between Azospirillum and VA mycorrhiza and thair effects on growth and nutrition of maize and ryegrass. Soil. Boil. Biochem. 15: 705-709.
9. Chaturvedi, I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*).J of Central European Agriculture. 6(4): 611-618.
10. Davoodi, M.B. 2007. Deficiency of Macro Nutrients in Crop Plants. Publishing agricultural education. Tehran. 188p. (In Persian)
11. Essubalew, G., Mohammed, A., Tesfaye, A., and Nebiyu, A. 2014. Growth and yield response of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In relation to time of sowing and plant spacing in the humid tropics of Jimma, southwest Ethiopia. International J. Soil Crop Sci. 2(5): 61-67.
12. FAO. 2008. Production Year Book. Rome, Italy.
13. FAO. 2013. FAOSTAT. Crop Production data. FAOSTAT@fao.org.
14. Frade, M.M.M., and Valenciano, J.B. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum*) grown in Spain. New Zealand J. Crop Horti. Sci., 33: 367-371.
15. Ghanbari, A.A., and Taheri-Mazandarani, M. 2003. Effects of sowing date and plant density on yield of spotted Bean. Seed Plant Improv. J., 19(4): 483-496. (In Persian)
16. Hatami, H. 2002. Effects of planting date, plant spacing and nitrogen fertilizer on growth, yield and yield components of rice, Tarom mutant lines. Thesis Submitted for the Degree of M.Sc. Islamic Azad University Karaj. 104p. (In Persian)
17. Hay, R., and Porter, J. 2006. The physiology of crop yield. Blackwell Publishing. 314p.
18. Khoufi, M., and Anvieh-tekieh, L. 2009. Iran's position in the global market and foreign trade of bean product. J. Commerce Revi., 34: 28-38. (In Persian)

19. Kim, Y.D., Spark, M., Rha, I.S., and Chol, J.S. 1991. Studies on the productivity of forage sorghum and different cultural stage on regrowth, yield and nutritional value of sorghum Sudan grass hybrid. Herb. Abst., 61: 165–165.
20. Malik, V.S., Swanton, C.J., and Michaels, T.E. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing and seeding density with annual weeds. Weed Sci., 41: 62-68.
21. Moniruzzaman, M., Halim, GMA., and Firoz, ZA. 2009. Performances of French bean as influenced by plat density and nitrogen application. Bangladesh J. Agric. Res., 34(1): 105-111.
22. Mtaita, T., and Mutetwa, M. 2014. Effects of plant density and planting arrangement in green bean seed production. J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci., 2(4): 152-157.
23. Mureithi, D.M., Onyango, M.O., Jeruto P., and Gichimu, B.M. 2012. Response of French bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) to intra-row spacing in Moseno Division, Kenya. J. App. Sci., 12(1): 96-100.
24. Nava, M. 2013. Effect of planting date and nitrogen fertilizer on yield and yield components of bean. Thesis Submitted for the Degree of M.Sc. Islamic Azad University Lahijan. 87p. (In Persian)
25. Noori, SH., Kashani, A., Nabipour, M., and Mamghani, R. 2005. Effect of nitrogen fertilizer application on yield and yield components of faba bean cultivars in Ahvaz climatic conditions. Proceeding of the 1st Iranian Pulses Symposium. Nov. Ferdowsi University of Mashhad. Pp: 419-422. (In Persian)
26. Rao, K.S., Moorthy, B.T.S., Dash, A.B., and Lodh, S.B. 1996. Effect of time of transplanting on grain yield and quality traits of Basmati- Type seented rice (*Oriza sativa*) Varieties in Coastal Orissa. Indian. J. Agric. Sci., 66(6): 333-337.
27. Reddy, M.D., and Mittra, B.N. 1984. Effect of seeding age and population density on yield and yield components of rice in intermediate deep water. Sci., 17(2): 89-95.
28. Saini, S.S., and Faroda, A.S. 1998. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype 'H 86-143' to seeding rates and fertility levels. Indian J. Agr., 43: 90-94.
29. Salehi, F. 2005. Study of plant density in promising red bean lines. The 1st Iranaian Pulses Symposium. Ferdowsi University of Mashhad., Pp: 117-120. (In Persian)
30. Salehi, F. 2014. Effect of plant density on seed yield and its components in new red bean lines. Agr. J., (Pajouhesh and Sazandegi) 103: 23-28. (In Persian)
31. Saxena* N.P. 1984. The chickpea. in Physiology of tropical field crops. (Goldsworthy* P.R. and Fisher, N.M., eds.) Chichester, U.K.: John Wiley and Sons. Pages 419-452.
32. Shafaroodi, A., Zavareh, M., Peyvast, G., and Dorri, HR. 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 Persian)
33. Tesar, M.B. 1984. Physiological basis of crop growth and development. WI. USA. 341p.
34. Torabi-jefroodi, A., Fayaz-Moghadam, A., and Hasanzadeh Ghoort Tapeh, A. 2005. An investigation on the effect of plant population density on yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian J. Agri. Sci., 36: 639-646. (In Persian)
35. Torbatinejad, N.M., Chaichi, M.R., and Sharifi, S. 2002. Effect of nitrogen level on yield and yield components of three forage sorgohum cultivars in Gorgan. J. Agric. Sci. Nat. Resour., 9(2): 205-220. (In Persian)
36. Tuil, H.D., and Van, W. 1965. Organic Salts in Plants in Relation to Nutrition and Growth. Agric. Res. Rep. 657p. Wegheningen, Netherlands.
37. Vos, J., and Vamder Putten, P.E.L. 1998. Effect of nitrogen supply on leaf growth, Leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. Field Crops Res., 59(1): 63-72.
38. Xiumei, L., and Yaping, L. 2003. An experiment on the best application amount of K2 SO4 for potato (*Solanum tuberosum*) grown in chernozem soil. Chinese Potato. J., 17(1): 23-24
39. Yeilagh Cheghakhor, A., Mesgarbashee, M., Mamghaniand, R., and Nabipour, M. 2010. Effect of row spacing and plant density on some morphological traits, yield, yield components and seed protein in two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Agric. Sustain. Prod. Sci., 20(3): 113-123. (In Persian)