



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

صفحه‌های ۱۸۲-۱۶۹

مقاله پژوهشی:

بررسی و امکان‌سنجی راه‌کارهای کاهش خسارت بیماری پوسیدگی ریشه در مزارع لوبیا از طریق تکنیک‌های زراعی

محمدرضا لک^{۱*}، عادل غدیری^۲، ابوالفضل هدایتی‌پور^۳

۱. استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
۲. پژوهشگر، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
۳. مربی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۲۵

چکیده

بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا با عامل *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* یکی از بیماری‌های مهم لوبیا در اراضی تحت کشت این محصول می‌باشد. به‌منظور بررسی راه‌کارهای به‌زرعی مؤثر در کنترل این بیماری، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی در قطعه زمینی با سابقه آلودگی به قارچ عامل بیماری در پردیس تحقیقات و آموزش لوبیای کشور واقع در شهرستان خمین اجرا شد. نوع کشت در چهار سطح شامل کشت کرتی، کشت جوی و پشته بدون خاک‌دهی، کشت جوی و پشته با یک‌بار خاک‌دهی و کشت جوی و پشته با دو بار خاک‌دهی در کرت‌های اصلی، ارقام لوبیا در دو سطح شامل لوبیا قرمز افق و یاقوت و تراکم بوته در سه سطح شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که رقم یاقوت دارای بیش‌ترین عملکرد دانه و حداقل شدت بیماری پوسیدگی ریشه بود. هم‌چنین افزایش تراکم بوته سبب افزایش معنی‌دار شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه شد. در بین روش‌های مختلف کاشت، کم‌ترین شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در روش کاشت جوی و پشته همراه با یک‌بار خاک‌دهی مشاهده شد. بالاترین عملکرد دانه از کشت رقم یاقوت با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع، در کشت جوی و پشته با یک‌بار خاک‌دهی به‌دست آمد. لذا توصیه می‌شود در مناطقی با پتانسیل بالای این بیماری، تغییر در روش کاشت لوبیا از مسطح به جوی و پشته‌ای به همراه عملیات خاک‌دهی پای بوته‌ها، انجام شود.

کلیدواژه‌ها: تراکم بوته، حبوبات، خاک‌دهی، روش کشت، فوزاریوم.

Evaluation and Feasibility of Root Rot Damage Reduction Strategies in Common Bean Farms through Agronomic Techniques

Mohammad Reza Lak^{1*}, Adel Ghadiri², Abolfazl Hedayatipour³

1. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran.
2. Researcher, Horticulture Crops Department Research, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran.
3. instructor, Agricultural Engineering Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran.

Received: November 26, 2019

Accepted: July 15, 2020

Abstract

Bean root rot disease caused by *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* is one of the major diseases associated with beans. In order to evaluate effective agronomic strategies to control this disease, an experiment has been carried out as a factorial split plot arrangement in randomized complete block design with three replications over two years. The experiment takes place in a farm with a history of infection with the causal agent of root rot disease at the Bean Research and Education Campus of Khomein City. Type of cultivation includes flat-stripped method, furrowing method without hilling up, furrowing method with one time hilling up, and furrowing method with two times of hilling up in main plot. Also, the two red bean cultivars involve Ofogh and Yaghout and the three plant density include 20, 30, and 40 plant/m² in a sub-plot with factorial arrangement. Results show that among the studied cultivars, the highest grain yield and minimum bean root rot severity belong to Yaghout cultivar. Additionally, increasing the plant density adds to the severity of *Fusarium* root rot disease. Among the different methods of planting, the least root rot severity occurs in the furrowing method with one time of hilling up, while the highest grain yield is obtained from cultivation of Yaghout at a density of 30 plant/m² in furrowing planting method with one time hilling up. Therefore, in those areas where the occurrence of this disease is very potential, it is necessary to change the method of bean planting from flat to furrowing method and hilling up the plants.

Keywords: *Fusarium*, hilling up, plant density, planting methods, pulse crop.

۱. مقدمه

بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا با عامل *Fusarium solani* اولین بار در سال ۱۹۱۶ میلادی از نیویورک گزارش شد. این بیماری از تمام مناطق لوبیاکاری دنیا گزارش شده و هر سال خسارت زیادی به این محصول می‌زند. کاهش بیش از ۸۵ درصد عملکرد در اثر این بیماری گزارش شده است (Abawi, 1989). هم‌چنین Nzungize et al. (2012) بیماری پوسیدگی ریشه در لوبیا را به‌عنوان یک عامل محدودکننده بسیار مخرب برای تولید این محصول قلمداد کرده و براساس مطالعات خود در مناطق کنیا و رواندا، بیان می‌نمایند که پتانسیل کاهش محصول در اثر این بیماری، تا ۷۰ درصد پیش‌بینی می‌شود. در ایران بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه خسارت زیادی به کشاورزان تحمیل کرده است، به‌طوری‌که در مناطق با آلودگی بالا، تا ۸۵ درصد محصول از بین می‌رود (Ahari Mostafavi et al., 2009). این بیماری از استان‌های لرستان، مرکزی، چهارمحال و بختیاری، فارس، زنجان، اصفهان و آذربایجان شرقی گزارش شده است (Etebarian, 2002). در استان مرکزی اکثر مزارع لوبیا به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه آلوده بوده و این بیماری مهم‌ترین معضل مزارع لوبیای استان می‌باشد (Lak et al., 2009).

برای کنترل و مدیریت این بیماری، روش‌های مختلفی از جمله کنترل شیمیایی، زیستی، ژنتیکی و زراعی توسط محققین موردبررسی و استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال Schwartz et al. (2007) پوشش‌دارکردن بذر با استفاده از قارچ‌کش‌هایی نظیر بنومیل، کپتافول، کاپتان و متالاکسیل را به‌عنوان راه‌کاری مؤثر در جهت محافظت از گیاهچه‌های جوان لوبیا، به مدت دو تا سه هفته پس از کاشت معرفی کرده‌اند. اما گروه دیگری از پژوهش‌گران معتقدند که این روش، سلامتی کشاورزان دارای تحصیلات پایین در کشورهای در حال توسعه را به مخاطره انداخته و

علاوه بر گسترش استفاده از قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری پوسیدگی ریشه، آلودگی منابع آب و خاک را به دنبال دارد. لذا معتقدند که استفاده از قارچ‌کش‌ها نمی‌تواند یک راه‌کار مناسب در تولید پایدار حبوبات، در کشورهای در حال توسعه باشد (Nzungize et al., 2012). هم‌چنین Lak & Ghadiri (2018) با بررسی تأثیر سوپرنیتروپلاس و بیوسوبیتیل (با پایه باکتری باسیلوس) بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در لوبیا بیان کردند که بیش‌ترین کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه نسبت به شاهد به مقدار ۲۳ درصد از تیمار مصرف سوپرنیتروپلاس همراه با آب اول و سه بار تکرار به فواصل سه هفته یک‌بار حاصل گردید. هرچند که این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج این پژوهش نشان دادند تأثیر سوپرنیتروپلاس در کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا بهتر از بیوسوبیتیل می‌باشد.

برخی از پژوهش‌گران استفاده از ارقام مقاوم گیاهی را به‌عنوان مؤثرترین استراتژی کنترل بیماری پوسیدگی ریشه در لوبیا می‌دانند؛ با این حال معتقدند که این روش کنترل مستلزم توسعه ارقام لوبیای مقاوم در برابر تمامی بیمارگرهای عامل پوسیدگی ریشه در منطقه موردنظر است (Abawi et al., 2006). در این راستا Otsyula et al. (2003) لاین‌های RWR719، MLB 49-89A و SCAM80-CM/15 همگی از گروه لوبیاهای دانه ریز (Mesoamerican) و لاین‌های 1055 و And 1062 از گروه لوبیای دانه درشت (Andean) را به‌عنوان لاین‌های مقاوم به نژادهای مختلف بیمارگرهای عامل پوسیدگی ریشه در لوبیا مطرح کردند.

Naseri & Marefat (2011) با بررسی ارتباط بین برخی از فاکتورهای زراعی با شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در ۱۲۲ مزرعه لوبیای استان زنجان بیان نمودند که شدت آلودگی در مزارع لوبیا قرمز به مراتب کم‌تر از لوبیا چیتی و سفید بود. این پژوهش‌گران هم‌چنین

بیش از ۹۵ درصد از کشت لوبیا در کشور به روش کرتی مسطح انجام می‌شود و این در حالی است که کشت این محصول در سایر کشورها به‌عنوان یک محصول وجینی، به‌طور عمده به روش جوی و پشته‌ای انجام می‌شود (Ghanbari et al., 2002). از مزایای روش کاشت جوی و پشته‌ای نسبت به کرتی می‌توان به افزایش تهویه خاک اطراف ریشه، گرم‌تر شدن سریع بستر کشت، کاهش رطوبت اطراف طوقه، امکان انجام عملیات خاک‌دهی پای بوته‌ها و وجین مکانیکی علف‌های هرز اشاره کرد (Mehrpouyan et al., 2010). با توجه به این‌که به نظر می‌رسد عوامل مذکور در استقرار سریع و مناسب گیاهچه‌های لوبیا در مزرعه و کاهش شدت آلودگی به بیمارگرهای پوسیدگی ریشه در این محصول مؤثر باشند، لذا این پژوهش با هدف بررسی کارایی برخی از تکنیک‌های زراعی شامل روش کاشت، خاک‌دهی پای بوته، تراکم بوته و استفاده از ارقام مختلف اصلاح‌شده لوبیا، در کاهش خسارت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا به اجرا درآمد.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی در قطعه زمینی با سابقه آلودگی به قارچ عامل بیماری در پردیس تحقیقات و آموزش لوبیای کشور به اجرا درآمد. این پردیس در هشت کیلومتری شهرستان خمین با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و در ارتفاع ۱۹۳۰ متری از سطح دریا واقع شده است. نوع کشت در چهار سطح شامل کشت کرتی، کشت جوی و پشته بدون خاک‌دهی، کشت جوی و پشته با یک‌بار خاک‌دهی و کشت جوی و پشته با دو بار خاک‌دهی در کرت‌های اصلی، ارقام لوبیا در دو سطح

انجام آبیاری‌های مکرر (۲-۳ روز یک‌بار)، مصرف بیش از حد کود اوره، کشت در اردیبهشت‌ماه و تراکم بالای علف هرز در مزرعه را عامل تشدید شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی لوبیا بیان کردند. همچنین Lak et al. (2009) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر شدت بیماری پوسیدگی ریشه در ارقام لوبیا چیتی بیان نمودند که با تأخیر در کاشت، از شدت بیماری به‌طور معنی‌داری کاسته شد. این پژوهش‌گران با در نظر گرفتن میزان خسارت بیماری و همچنین سایر صفات مهم از جمله عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و تعداد دانه در بوته، تاریخ کاشت هفته سوم خردادماه را به‌عنوان بهترین تاریخ کاشت برای ارقام مختلف لوبیا چیتی در منطقه خمین تعیین نمودند. همچنین Belete et al. (2013) در مطالعه ارتباط بین عوامل بیوفیزیکی با شاخص شدت و میزان توسعه بیماری پوسیدگی ریشه با عامل *F. solani* در ارتفاعات شمال شرقی اتیوپی بیان کردند که نوع خاک، نحوه آماده‌سازی زمین قبل از کاشت و روش‌های مدیریت علف‌های هرز در شدت بیماری پوسیدگی ریشه تأثیر بسزایی دارد. مطالعات آن‌ها نشان داد که کشت مسطح، تراکم بالای علف‌های هرز و رطوبت زیاد خاک سهم قابل‌توجهی در اپیدمی بیماری پوسیدگی ریشه دارند و در مقابل ارتفاع از سطح دریا، تراکم بوته و سیستم برداشت با شیوع پوسیدگی ریشه و شاخص شدت بیماری ارتباط معنی‌داری ندارند. در مطالعه Naseri & Ansari Hamadani (2017) روی ارتباط بین جمعیت بیمارگرهای عامل پوسیدگی ریشه با برخی از ویژگی‌های اگرواکولوژیکی مزارع لوبیا مشخص شد که جمعیت این عوامل بیماری‌زا در شرایط مزارع با ابعاد بزرگ، کشت لوبیا قرمز، مصرف کود فسفاته، کاهش مصرف علف‌کش تری‌فلورالین و کود اوره، و مزارع با درصد بالای شن در خاک و همچنین مقادیر بالاتر pH و EC خاک، به مراتب کم‌تر بود.

از حد موردنظر بودند، اقدام گردید. عملیات خاک‌دهی پای بوته در تیمارهای یکبار خاک‌دهی، در مرحله سه برگ‌چه سوم گیاه (V4) و در تیمارهای دو بار خاک‌دهی، در مراحل رشدی V4 و قبل از گل‌دهی انجام شد. در طول فصل رشد و نمو مراقبت‌های زراعی لازم به عمل آمد. پس از برداشت، عملکرد دانه و اجزای آن شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری شدت بیماری در هر تیمار تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (R9) انتخاب و میزان توسعه بیماری در محور زیر لپه‌ها به روش نمره‌دهی بدین شرح ارزیابی گردید (Sippell & Hall, 1982):

۱- بدون لکه؛ ۲- لکه‌ها کوچک و جدا از هم دیگر، یا لکه‌ها کمتر از ۲۵ درصد ناحیه هیپوکوتیل را پوشانده است؛ ۳- لکه‌ها به هم‌دیگر پیوسته، یا لکه‌ها بین ۲۵ تا ۵۰ درصد هیپوکوتیل را پوشانده است؛ ۴- لکه‌ها در ناحیه پوست عمیق، یا لکه‌ها بین ۵۰ تا ۷۵ درصد هیپوکوتیل را پوشانده است؛ ۵- لکه‌ها از حالت قبلی عمیق‌تر بوده و گاهی تا نزدیکی استوانه مرکزی می‌رسد، یا لکه‌ها بیش از ۷۵ درصد هیپوکوتیل را می‌پوشاند.

پس از تعیین مقیاس بیماری، شدت بیماری از رابطه (۱) به‌دست آمد

$$Ds = \sum_{i=1}^{i=5} (Si \times Ps) / N \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه Ds: شدت بیماری؛ Si: مقیاس بیماری (۱ تا ۵)؛ Ps: تعداد گیاهانی که مقیاس (۱ تا ۵) را نشان دادند و N: تعداد کل گیاهان نمونه‌برداری شده است (Sippell & Hall, 1982). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SAS و جهت انجام مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

شامل لوبیا قرمز رقم افق و رقم یاقوت و تراکم بوته در سه سطح شامل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۶۵۰۰ مترمربع به اجرا در آمد. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه و بهاره، دیسک‌زدن و تسطیح زمین طی هر دو سال انجام شد. به‌منظور تأمین عناصر موردنیاز گیاه در بهار و قبل از تهیه زمین براساس نتایج آزمون خاک اقدام به کوددهی گردید. کشت در هر دو سال اجرای آزمایش در هفته سوم خردادماه صورت پذیرفت. جهت مبارزه با علف‌های هرز قبل از کشت لوبیا از علف‌کش پیش رویشی تری فلورالین EC48% به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. هم‌چنین در طی فصل رشد نیز یکبار مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز پهن‌برگ با استفاده از علف‌کش بتازون SL48% به میزان سه لیتر در هکتار و یک بار و جین دستی انجام پذیرفت. جهت مبارزه با آفت کنه دو نقطه‌ای از کنه‌کش هگزیتازوکس EC10% به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد. طول هر کرت آزمایش ۴۰ متر و عرض آن دو متر بود که در انتهای فصل رشد، پنج مترمربع از مناطق یکنواخت آزمایش مربوط به هر کرت جهت برداشت و تعیین عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

کشت به‌صورت کرتی و جوی و پشته‌ای انجام شد و آبیاری تیمارها در روش کاشت کرتی به‌صورت غرقابی و در روش کاشت جوی و پشته‌ای به‌صورت سیفونی با دور آبیاری پنج روز یکبار صورت پذیرفت. جهت کاشت در کلیه روش‌ها از دستگاه خطی کار (ساخت شرکت جیران صنعت آریا، کشور ایران) استفاده شد. جهت اعمال تراکم‌های بوته موردنظر، با توجه به وزن صد دانه هر یک از لاین‌ها اقدام به کالیبره کردن دستگاه گردید و پس از سبز شدن بوته‌ها و در مرحله سه برگ‌چه اول گیاه (V3)، نسبت به تنک کردن تیمارهایی که دارای تراکم بوته بیش‌تر

۳. نتایج و بحث

۳.۱. شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه

شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه بین ارقام لوبیا قرمز و تراکم‌های بوته اعمال شده به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود، ولی بین روش‌های کاشت مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). لوبیا قرمز رقم افق با شدت بیماری ۳/۴، حساسیت بیشتری را نسبت به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در مقایسه با رقم یاقوت از خود نشان داد. افزایش تراکم بوته سبب افزایش معنی‌دار شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در لوبیا گردید، به طوری که حداکثر شدت این بیماری با مقیاس ۳/۳۶، در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. با توجه به این که *Fusarium solani* یک قارچ فرصت‌طلب می‌باشد (Abawi, 1989)، لذا با افزایش تراکم بوته و تشدید رقابت درون‌گونه‌ای و به دنبال آن کاهش منابع موجود برای رشد گیاه، شرایط مناسبی جهت افزایش سرعت و شدت آلودگی به بیماری ایجاد می‌شود. Naseri & Marefat (2011) در بررسی اثر تراکم بوته بر شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا در مزارع استان زنجان دریافتند که با افزایش تراکم بوته، بر شدت بیماری به‌طور معنی‌داری افزوده شد. ایشان هم‌چنین بیان نمودند که تغییرات شدت بیماری در اثر افزایش تراکم بوته، دارای نمودهای متفاوتی طی مراحل مختلف رشد لوبیا می‌باشد به گونه‌ای که شدت بیماری در مرحله V3 (سه برگ‌چه اول) در مزارع با کشت متراکم، به مراتب کم‌تر از کشت‌های با تراکم پایین بود؛ اما با رسیدن به مرحله R9 (رسیدگی فیزیولوژیکی)، این رابطه برعکس شده و شدت بیماری در مزارع متراکم‌تر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از مزارع لوبیای با تراکم پایین‌تر بود. هر چه از زمان کاشت لوبیا

می‌گذرد، رشد و توسعه تاج‌پوش و ریشه‌ها بیش‌تر شده که در تراکم‌های بالا سبب افزایش رقابت بین بوته‌ها و افزایش شدت بیماری در مراحل انتهایی رشد می‌شود.

در بین روش‌های مختلف کاشت نیز کم‌ترین شدت بیماری پوسیدگی ریشه در روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک بار خاک‌دهی پای بوته‌ها مشاهده شد. اما همان‌طور که قبلاً اشاره شد این تفاوت معنی‌دار نبود. گروهی از پژوهش‌گران در بررسی نقش عوامل به‌زراعی در کنترل بیماری پوسیدگی ریشه در لوبیا بیان کردند که شخم عمیق و کشت به روش جوی و پشته‌ای از طریق افزایش تهویه خاک و زه‌کشی رطوبت اضافی از اطراف ریشه، موجب کاهش قابل‌توجه شدت این بیماری در مزارع لوبیا می‌شود (Nzungize et al., 2012). اثر متقابل روش کاشت در ارقام لوبیا قرمز و اثر متقابل سه‌جانبه روش کاشت در لاین‌های لوبیا قرمز در تراکم بوته نیز از نظر شدت بیماری پوسیدگی ریشه، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

در این بررسی نوع کشت در شدت بیماری پوسیدگی ریشه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱)، اما در میزان عملکرد تأثیر زیادی داشت. یکی از دلایل این موضوع به تشکیل ریشه‌های نابه‌جا برمی‌گردد. در کشت کرتی ریشه‌های نابه‌جا تشکیل نشد اما در تیمارهای کشت جوی و پشته ریشه‌های نابه‌جا به فراوانی تشکیل شد. این نتیجه با نتایج Snapp et al. (2003) که اظهار داشتند مقدار ریشه‌های جانبی لوبیا با میزان تحمل به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد، مطابقت داشت. در این پژوهش به اهمیت تشکیل ریشه‌های نابه‌جا در شرایطی که گیاه تحت فشار بیماری است، تأکید شده است.

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب شدت بیماری، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام لوبیا قرمز در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در منطقه خمین

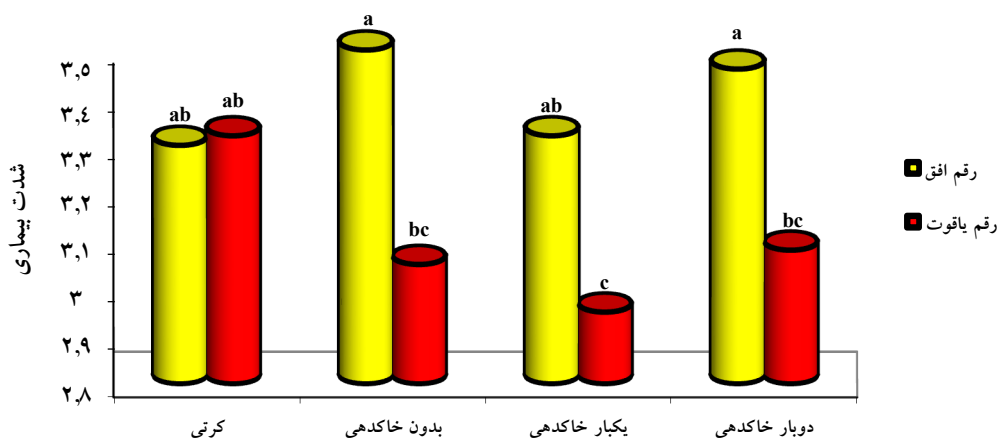
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S.)				
		شدت بیماری	وزن صدانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته
سال	۱	۲۲/۵۶۲**	۳۳/۳۵۱*	۷۳۶/۲۲**	۷/۴۴۸*	۲۰۹۵۹/۰۷۷**
تکرار × سال	۴	۰/۸۹ns	۹/۴۲۲ns	۵۱/۶۱۹ns	۰/۲۸۱ns	۱۱۶۴/۱ ns
روش کاشت	۳	۰/۲۱۱ns	۲۶/۷۶**	۲۲/۶۷۳ns	**۱/۸۶۴	۱۰۸۶/۷۵۹ns
سال × روش کاشت	۳	۰/۷۹۲ns	۲۴/۰۰۴**	۶۳/۰۳۰ns	۰/۳۰۸ns	۱۴۰۱/۵۱۷ns
خطا	۱۲	۰/۳۳۱	۳/۷۳۶	۲۱/۱۲۶	۰/۲۸۵	۵۳۵/۰۰۸
رقم	۱	۳/۰۶۲**	۱۶۷۴/۸۶**	۲۸۹۴/۴۴ns	۲/۶۰۶**	۶۴۲۷۴/۵۰۲**
سال × رقم	۱	۰/۰۸ns	۳/۹۶۷ns	۲۲۶/۰۰۱ns	۰/۱۰۰ns	۷۱۰۶/۶۸۷**
روش کاشت × رقم	۳	۰/۴۰۵*	ns۳/۱۰۷	۸/۰۲۶ns	۰/۲۴۶ns	۵۸۱/۳۴۶ns
سال × روش کاشت × رقم	۳	۰/۱۲۹ns	۱۶/۵۷۹**	۳/۶۶۶ns	۰/۲۰۱ns	۲۳۳/۷۵۴ns
تراکم	۲	۰/۵۲۸*	۳/۹۶ns	۲۳۸/۰۷۵**	۰/۱۶۸ns	۳۴۳۲/۸۳۹**
سال × تراکم	۲	۰/۴۴۳*	۲/۲۷۵ns	۸/۳۴۴ns	۰/۲۱۹ns	۶۷/۷۰۲ns
روش کاشت × تراکم	۶	۰/۱۱۰ns	۰/۳۸۵ns	۳۰/۲۵۳ns	۰/۱۸۳ns	۳۴۰/۵۷۹ns
سال × روش کاشت × تراکم	۶	۰/۰۸۰ns	۳/۵۷۸ns	۹/۶۶۰ns	۰/۱۳۲ns	۱۲۵/۶۸۷ns
رقم × تراکم	۲	۰/۲۵۰ns	۶/۴۶۳ns	۴۲/۲۱۷ns	۰/۰۷۰ns	۱۲۲۳/۶۲۴*
سال × رقم × تراکم	۲	۰/۱۰۸ns	۱/۹۲۶ns	۷/۳۹۷ns	۰/۱۰۸ns	۷۸/۷۰۵ns
روش کاشت × رقم × تراکم	۶	۰/۳۵۰ns	۳/۲۲۰ns	۳/۵۶۹ns	۰/۲۶۲ns	۱۷۹/۳۸۷ns
سال × روش کاشت × رقم × تراکم	۶	۰/۰۸۶ns	۳/۳۶۰ns	۱۲/۷۴۹ns	۰/۰۹۹ns	۱۶۵/۶۳۸ns
خطا	۸۰	۰/۱۳۵	۳/۴۰۰	۱۴/۴۸۲	۰/۲۳۵	۲۷۲/۸۲۶
کل	۱۴۳	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%)	-	۱۱/۳۲	۵/۶۹	۲۹/۷۰	۱۵/۴۷	۳۰/۵۸
						۱۹/۴۸

ns, * و **: نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

افزایش حجم خاک در اطراف طوقه لوبیا گردید و شرایط را برای تشکیل ریشه‌های نابه‌جا فراهم کرد. در کشت جوی و پشته با دو بار خاک‌دهی بر خلاف انتظار شدت بیماری افزایش یافت. بررسی بوته‌ها بعد از خاک‌دهی دوم که قبل از گل‌دهی لوبیا (R6) بود نشان داد با ورود فاروئر درون کرت‌های آزمایشی، تاج‌پوش و ریشه لوبیا به دلیل افزایش حجم، زخمی شده و خسارت دید که نتیجه آن افزایش شدت بیماری پوسیدگی ریشه بود.

آن‌ها دریافتند که ریشه‌های نابه‌جا در کشت جوی و پشته بیش‌تر تشکیل می‌شود و شدت بیماری پوسیدگی ریشه در این نوع کشت کمتر از کشت کرتی است. ایشان هم‌چنین بیان نمودند که میزان عملکرد در کشت جوی و پشته در تیمارهای آزمایشی، ۴۰ الی ۹۰ درصد بیش‌تر از کشت کرتی بود. در بین روش‌های کشت جوی و پشته (شکل ۱) تیمار یک‌بار خاک‌دهی کم‌ترین شدت بیماری را نشان داد. یک‌بار خاک‌دهی در مرحله سه برگ‌چه سوم بوته‌های لوبیا باعث

بررسی و امکان سنجی راه کارهای کاهش خسارت بیماری پوسیدگی ریشه در مزارع لوبیا از طریق تکنیک‌های زراعی



شکل ۱. اثرات متقابل روش کاشت و ارقام لوبیا قرمز از نظر شدت بیماری پوسیدگی ریشه

گزارش کردند. ایشان بیان نمودند که وزن صددانه بیش‌تر تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی هر رقم قرار داشته و کم‌تر تابع تیمارهای زراعی اعمال شده می‌باشد.

۳.۳. تعداد غلاف در بوته

تفاوت بین ارقام لوبیای مورد آزمون و تراکم‌های بوته مختلف از نظر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی این اختلاف بین روش‌های کاشت اعمال شده معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته در بین ارقام، از رقم یاقوت با میانگین ۱۷/۲۹ غلاف در هر بوته حاصل گردید که مقدار آن در حدود دو برابر رقم افق بود.

هم‌چنین تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۵/۳۸ غلاف در هر بوته، بیش‌ترین مقدار این صفت را داشت و اختلاف بین سایر تراکم‌های بوته از نظر تعداد غلاف در هر بوته، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در بین روش‌های کاشت اعمال شده نیز روش کاشت جوی و پشته‌ای با یک بار خاک‌دهی پای بوته با میانگین ۱۳/۵۷ غلاف در هر بوته حداکثر بود، اما اختلاف بین روش‌های کاشت از نظر این صفت معنی‌دار نبود.

۲.۳. وزن صددانه

اختلاف بین روش‌های مختلف کاشت و ارقام لوبیا قرمز از نظر وزن صددانه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما بین تراکم‌های بوته اعمال شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک‌بار خاک‌دهی پای بوته با میانگین ۳۳/۶۶ گرم، بیش‌ترین مقدار وزن صددانه را داشت و تفاوت بین سایر روش‌های کاشت از نظر صفت مذکور از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. هم‌چنین لوبیا قرمز رقم افق با میانگین ۳۵/۸۳ گرم، از نظر وزن صددانه نسبت به رقم یاقوت با میانگین ۲۹/۰۱ گرم، برتر بود (جدول ۲). در بین تراکم‌های بوته اعمال شده نیز بیش‌ترین وزن صددانه با میانگین ۳۲/۶۹ گرم، از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع حاصل گردید. اما همان‌طور که ذکر شد، این اختلاف‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. Ghadiri (2012) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر وزن صددانه لاین‌های امیدبخش لوبیا چیتی بیان کرد که برخلاف تاریخ کاشت، تراکم‌های بوته اعمال شده نتوانست تأثیر معنی‌داری بر وزن صددانه لاین‌های مورد آزمون داشته باشد؛ با این‌حال بیش‌ترین مقدار این صفت را با میانگین ۴۵/۱ گرم، از تراکم ۴۵ بوته در مترمربع

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی روش‌های کاشت، ارقام و تراکم‌های مختلف بوته بر شدت بیماری، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام لوبیا قرمز در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در منطقه خمین

صفات						تیما
عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (g)	شدت بیماری	
روش‌های کاشت						
۳۷۹۴b	۳۴/۹۱b	۲/۷۹b	۱۲/۰۲a	۳۱/۹۵b	۳/۳۱ a	کرتی
۴۹۱۶a	۴۴/۳۴ab	۳/۱۷a	۱۳/۴۲a	۳۲/۳۶b	۳/۲۷ a	فاورئی بدون خاک‌دهی
۴۹۶۳a	۴۵/۲۱a	۳/۲۷a	۱۳/۵۷a	۳۳/۶۶a	۳/۱۳ a	فاورئی با یک بار خاک‌دهی
۴۳۷۲ab	۴۰/۹۷ab	۳/۲۷a	۱۲/۲۴a	۳۱/۷۳b	۳/۲۷ a	فاورئی با دو بار خاک‌دهی
ارقام						
۳۶۶۳b	۲۴/۷۴b	۲/۹۹b	۸/۳۳b	۳۵/۸۳a	۳/۳۹ a	رقم افق
۵۳۵۸a	۵۷/۹۶a	۳/۲۶a	۱۷/۲۹a	۲۹/۰۱b	۳/۳۰ b	رقم یاقوت
تراکم‌های کاشت						
۴۲۲۱b	۴۸/۷۷a	۳/۰۷a	۱۵/۳۸a	۳۲/۴۷a	۳/۱۵ b	۲۰ بوته در مترمربع
۴۹۱۸a	۳۷/۵۹b	۳/۱۱a	۱۱/۶۹b	۳۲/۱۲a	۳/۲۳ ab	۳۰ بوته در مترمربع
۴۳۹۴b	۳۷/۷۰b	۳/۱۹a	۱۱/۳۸b	۳۲/۶۹a	۳/۳۶ a	۴۰ بوته در مترمربع

در هر ستون و در هر تیمار اصلی میانگین‌های با حروف مشابه، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

و پشته‌ای همراه با یک مرحله خاک‌دهی پای بوته لوبیا و روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با دو مرحله خاک‌دهی پای بوته لوبیا حاصل شد. اما اختلاف آن با روش کاشت جوی و پشته‌ای بدون خاک‌دهی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). هم‌چنین در بین ارقام لوبیا قرمز، لوبیا قرمز یاقوت با میانگین ۳/۲۶ دانه در هر غلاف نسبت به رقم افق برتری معنی‌داری داشت. *Snapp et al.* (2003) در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی اثر روش‌های مختلف کاشت بر شدت بیماری پوسیدگی ریشه، عملکرد دانه و اجزای آن در لوبیا بیان نمودند که حجم توسعه ریشه در روش کاشت جوی و پشته‌ای حدود ۳۰ درصد بیش‌تر از روش کاشت مسطح بود. ایشان افزایش در عملکرد دانه و اجزای آن را در روش کاشت جوی و پشته‌ای، به حجم بیش‌تر ریشه‌ها نسبت دادند.

به‌نظر می‌رسد که بین تعداد غلاف در بوته و شدت بیماری ارتباط نزدیکی وجود دارد، زیرا همان‌طور که با افزایش تراکم بوته بر شدت بیماری افزوده شده است، به همان نسبت باعث کاهش تعداد غلاف در بوته شده است. در بررسی *Nasari & Marefat* (2011) نیز مشخص شد که با افزایش شدت بیماری از ۴/۷ درصد به ۹۵ درصد، تعداد غلاف در بوته از ۳/۳ درصد به ۶۷ درصد کاهش یافت.

۳.۴. تعداد دانه در غلاف

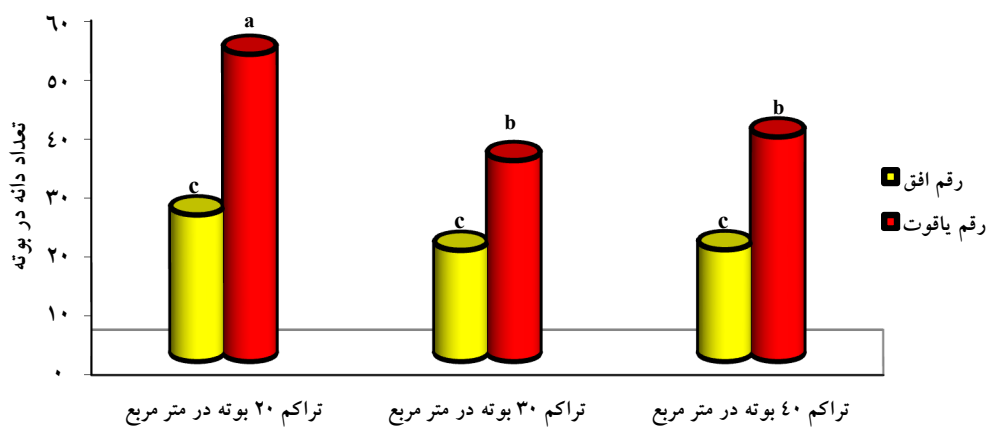
اختلاف بین روش‌های مختلف کاشت و ارقام مورد آزمون از نظر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اختلاف بین تراکم‌های بوته اعمال شده معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۳/۲۷ دانه، به‌صورت مشترک از روش کاشت جوی

۳.۵. تعداد دانه در بوته

تفاوت بین ارقام مورد آزمون و تراکم‌های بوته مختلف از نظر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی این اختلاف بین روش‌های کاشت اعمال شده معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد دانه در بوته در بین ارقام لوبیا قرمز، از رقم یاقوت با میانگین ۵۷/۹۶ دانه در هر بوته حاصل شد که برتری بسیار محسوسی را نسبت به رقم افق دارا بود. هم‌چنین تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۴۸/۷۷ دانه در هر بوته، بیش‌ترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد و اختلاف بین تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع از نظر تعداد دانه در هر بوته، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. Naseri & Marefat (2011) با بررسی ۱۲۲ مزرعه زیر کشت لوبیا در استان زنجان بیان نمودند که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد این محصول داشت. ایشان بیان نمودند که میانگین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در مزارع با تراکم بوته حداکثری (تا ۱۷ بوته در مترمربع)، تقریباً نصف مقادیر این صفات در مزارع با تراکم بوته کم‌تر بود. براساس نتایج بسیاری از پژوهش‌گران عوامل ایجادکننده رقابت بین بوته‌ها و به‌دنبال آن تنش در لوبیا موجب افزایش شدت بیماری و

کاهش اجزای عملکرد می‌شود (Cichy et al., 2007). در بین روش‌های کاشت اعمال‌شده نیز روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک‌بار خاک‌دهی پای بوته با میانگین ۴۵/۲۱ دانه در هر بوته، بیش‌ترین مقدار این صفت را داشت. اما اختلاف بین روش‌های کاشت از نظر این صفت معنی‌دار نبود. اثر متقابل تراکم بوته و ارقام لوبیا قرمز نیز از نظر این صفت، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

همان‌طورکه در شکل (۲) نیز مشاهده می‌شود، با افزایش تراکم بوته در هر دو رقم لوبیا قرمز از تعداد دانه در بوته کاسته شده است، اما بین تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع تغییرات این صفت معنی‌دار نبود. با توجه به این‌که تیپ بوته در لوبیا قرمز رقم یاقوت، رونده رشد نامحدود (تیپ III) و در رقم افق، ایستاده رشد محدود (تیپ I) می‌باشد، لذا عکس‌العمل متفاوت آن‌ها به تغییرات تراکم بوته، دور از انتظار نبود. رقم افق به‌دلیل حجم کم‌تر تاج‌پوش و ریشه، حساسیت کم‌تری به افزایش تراکم گیاهی از خود نشان داده و به‌عبارت دیگر، قابلیت تراکم‌پذیری بالاتری دارد؛ لذا مشاهده می‌شود که شیب کاهش تعداد دانه در بوته در مقایسه با رقم یاقوت در شرایط افزایش تراکم گیاهی، بسیار ملایم‌تر از رقم یاقوت بود.



شکل ۲. اثرات متقابل تراکم بوته و ارقام لوبیا قرمز از نظر تعداد دانه در بوته

۶.۳. عملکرد دانه

تفاوت بین ارقام مورد آزمون و تراکم‌های بوته از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و اختلاف بین روش‌های مختلف کاشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. لوبیا قرمز رقم یاقوت با میانگین عملکرد دانه ۵۳۵۸ کیلوگرم در هکتار، نسبت به رقم افق از خود برتری محسوسی نشان داد. با توجه به برتری معنی‌دار رقم یاقوت در صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته، نتیجه مذکور دور از انتظار نبود. هم‌چنین تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین عملکرد ۴۹۱۸ کیلوگرم در هکتار، نسبت به سایر تراکم‌های بوته اعمال‌شده از نظر این صفت برتری داشت. با توجه به افزایش معنی‌دار شدت بیماری پوسیدگی ریشه در اثر افزایش تراکم بوته، این احتمال وجود دارد که کاهش حدود ۵۰۰ کیلوگرمی عملکرد دانه در هکتار، در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع نیز به همین علت باشد. در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع نیز با توجه به این‌که پوشش کامل تاج‌پوش در سطح مزرعه تشکیل نشده و در نتیجه حداکثر استفاده از نهاده‌های تولید صورت نپذیرفت، لذا پایین‌بودن عملکرد دانه در این تراکم بوته دور از انتظار نبود. در پژوهشی مشابه Parvizi *et al.* (2008) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف بوته در ارقام لوبیا چیتی بیان نمودند که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و تعداد روز تا رسیدگی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما افزایش تراکم بوته در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شد.

در بین روش‌های مختلف کاشت نیز روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک‌بار خاک‌دهی پای بوته با میانگین عملکرد ۴۹۶۳ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین مقدار این صفت را داشت. اما تفاوت آن با سایر روش‌های کاشت جوی و پشته‌ای از نظر عملکرد دانه

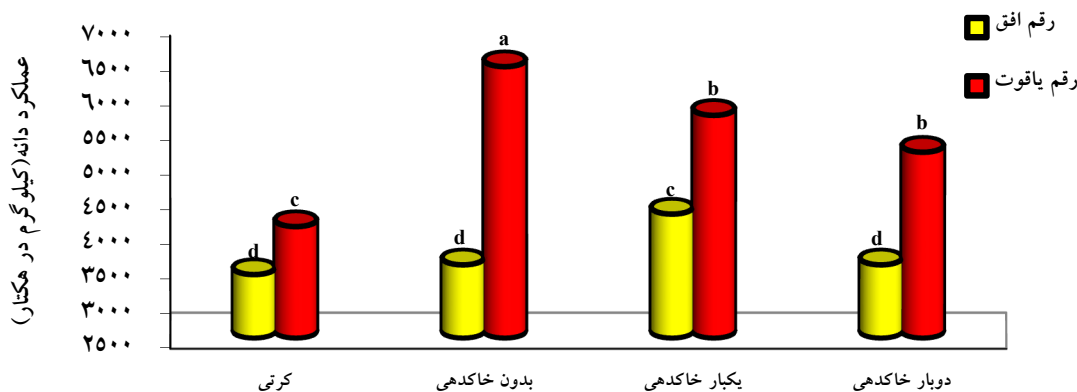
معنی‌دار نبود. بالاتر بودن عملکرد دانه در روش‌های کاشت جوی و پشته‌ای، به‌ویژه روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک‌بار خاک‌دهی پای بوته می‌تواند به دلایلی هم‌چون کاهش تراکم خاک و توسعه بیش‌تر ریشه‌ها، بهبود تهویه در خاک، تشکیل ریشه‌های نابه‌جا و نفوذ بهتر آب به منطقه فعال ریشه‌ها باشد. هم‌چنین کاهش شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در روش کاشت جوی و پشته‌ای همراه با یک بار خاک‌دهی، از دلایل دیگر افزایش عملکرد در واحد سطح می‌تواند باشد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد مرحله دوم خاک‌دهی به دلیل صدمات مکانیکی که به بوته‌ها وارد کرد باعث کاهش عملکرد در مقایسه با تیمار کشت جوی و پشته با یک‌بار خاک‌دهی شد. در پژوهش‌های دیگر نیز به مزایای کشت جوی و پشته اشاره شده است. از آن جمله Kalaei *et al.* (2010) در بررسی فنی-اقتصادی اثر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد لوبیا چیتی در دو منطقه خمین و زنجان بیان نمودند که روش کاشت جوی و پشته‌ای در لوبیا چیتی محلی خمین به‌عنوان مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روش تولید این لوبیا می‌باشد. هم‌چنین Estevez de Jensen *et al.* (2004) در بررسی اثرات مدیریت خاک‌ورزی بر عملکرد دانه لوبیا و سویا (*Glycine max F.*) بیان نمودند که شخم کاهشی در مقایسه با شخم برگردان (رایج)، موجب کاهش عملکرد دانه در هر دو محصول گردید. آن‌ها هم‌چنین بیان کردند که این موضوع در مورد گیاه لوبیا به مراتب شدیدتر از سویا بود. ایشان معتقدند که ریشه لوبیا در مقایسه با ریشه سویا، قادر به رشد در خاک فشرده نیست. لذا در شرایطی که خاک دارای نفوذپذیری بیش‌تری باشد، عملکرد دانه لوبیا نیز افزایش پیدا می‌کند. اثر متقابل روش کاشت و ارقام مورد آزمون بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل ارقام لوبیا قرمز و تراکم بوته و هم‌چنین روش‌های

بوته در رقم افق ایستاده رشد محدود (تیپ I) می‌باشد، لذا حجم توسعه بوته و همچنین ریشه‌ها در مقایسه با رقم یاقوت کم‌تر بوده و احتمال خسارت دیدن اندام‌های گیاهی در حین عملیات خاک‌دهی نیز کم‌تر بوده است.

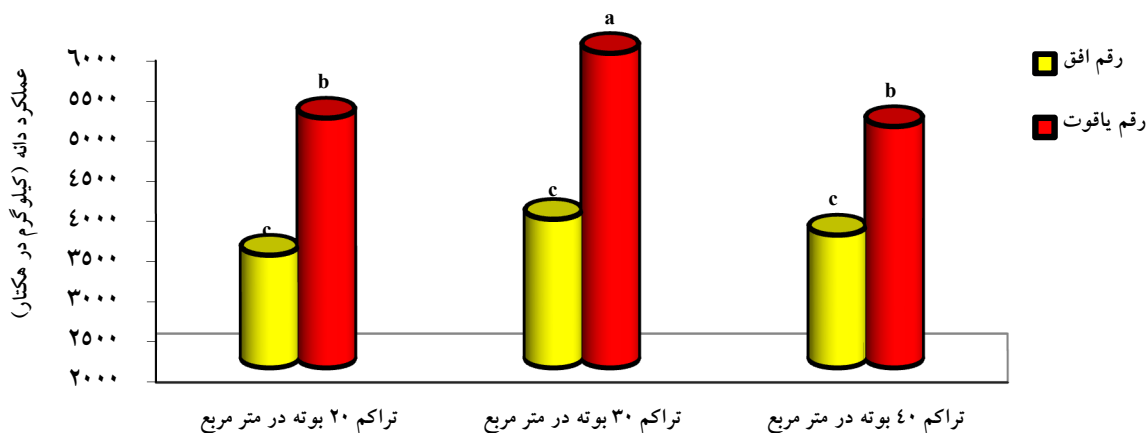
هم‌چنین لوبیا قرمز رقم یاقوت در شرایط طبیعی پتانسیل تولید ریشه‌های نابه‌جای بیش‌تری را نسبت به لوبیا قرمز رقم افق نشان داد (مشاهدات مزرعه‌ای) و در نتیجه تأثیر خاک‌دهی پای بوته به‌منظور تحریک گیاه به تولید ریشه‌های نابه‌جا و در نهایت تولید عملکرد دانه بیش‌تر، در رقم افق بیش‌تر بود.

کاشت و تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

همان‌طور که در شکل (۳) نیز مشاهده می‌شود، به‌طورکلی عملکرد دانه ارقام مورد آزمون در روش‌های کاشت جوی و پشته‌ای نسبت به روش کاشت کرتی بیش‌تر بود، اما حداکثر عملکرد در رقم یاقوت از کشت جوی و پشته‌ای بدون انجام خاک‌دهی و در رقم افق از کشت جوی و پشته‌ای همراه با یک‌بار خاک‌دهی پای بوته به‌دست آمد. علت این امر نیز می‌تواند از تفاوت این دو رقم در تیپ بوته ناشی شده باشد. با توجه به این‌که تیپ



شکل ۳. اثرات متقابل روش کاشت و ارقام لوبیا قرمز از نظر عملکرد دانه

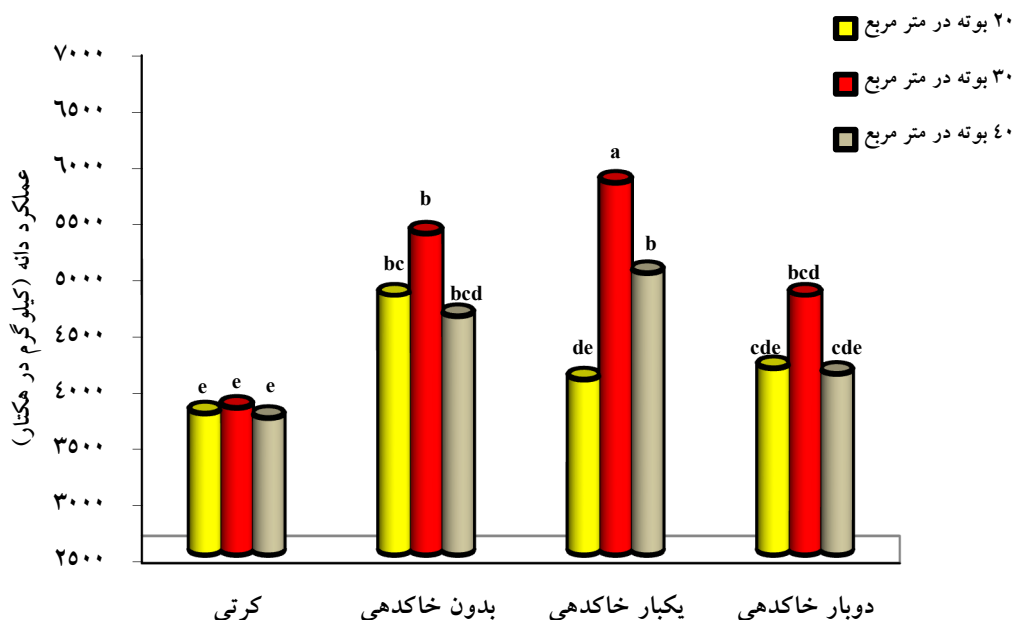


شکل ۴. اثرات متقابل تراکم بوته و ارقام لوبیا قرمز از نظر عملکرد دانه

اختلاف با اعمال تیمار یکبار خاک‌دهی پای بوته شدت می‌گیرد. با توجه به این‌که تغییرات عملکرد دانه در این پژوهش تا حدود زیادی از تغییرات شدت بیماری تبعیت می‌کند، لذا به‌نظر می‌رسد در روش کاشت کرتی، کاهش تهویه خاک، کاهش رشد و توسعه ریشه‌ها و به دنبال آن‌ها افزایش اثرات منفی قارچ عامل بیماری، مانع از بروز تفاوت‌های ناشی از اعمال تراکم‌های مختلف بوته شده است. اما در روش کاشت جوی و پشته‌ای و به‌ویژه در شرایط خاک‌دهی پای بوته‌ها و رفع موانع اشاره‌شده تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد دانه نمایان شده است. *Snapp et al.* (2003) معتقدند که ایجاد شرایط اشباع در خاک و تنش متناوب اکسیژن به هنگام آبیاری، هم‌چنین دمای پایین خاک در روش کاشت کرتی، موجب افزایش شدت بیماری و به‌دنبال آن کاهش عملکرد دانه می‌شود. آن‌ها این کاهش عملکرد را بین ۴۰ تا ۹۰ درصد، در مقایسه با روش کاشت جوی و پشته‌ای بیان نمودند.

همان‌طورکه در شکل (۴) نیز مشاهده می‌شود، افزایش تراکم بوته در هر دو رقم لوبیا قرمز از ۲۰ به ۳۰ بوته در مترمربع موجب افزایش عملکرد دانه شد، اما با افزایش تراکم بوته از ۳۰ به ۴۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه در ارقام مورد آزمون کاهش یافت، اما سرعت این کاهش در رقم یاقوت به مراتب شدیدتر از رقم افق بود. با توجه به این‌که افزایش تراکم بوته موجب افزایش معنی‌دار شدت بیماری پوسیدگی ریشه در این آزمایش گردید، لذا کاهش عملکرد دانه در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع می‌تواند از این موضوع منشأ گرفته باشد.

در ارتباط با اثر متقابل روش‌های کاشت و تراکم بوته نیز همان‌طور که در شکل (۵) نمایان است، تفاوت بین تراکم‌های مختلف بوته از نظر عملکرد دانه در روش کاشت کرتی چندان محسوس نیست، اما اختلاف بین تراکم‌های مختلف بوته از نظر این صفت در روش‌های کاشت جوی و پشته‌ای محسوس‌تر گشته و اوج این



شکل ۵. اثرات متقابل تراکم بوته و روش کاشت از نظر عملکرد دانه

۴. نتیجه گیری

براساس نتایج حاصل از پژوهش، کشت با تراکم بوته زیاد در مناطق آلوده به قارچ‌های مولد بیماری می‌تواند منجر به کاهش تولید محصول از طریق توسعه بیماری در مزرعه شود. لذا در چنین شرایطی کاهش تراکم بوته از ۴۰ به ۳۰ بوته در مترمربع، می‌تواند یک تکنیک زراعی مناسب در کاهش خسارت بیماری پوسیدگی ریشه محسوب گردد. هم‌چنین روش کاشت جوی و پشته‌ای فارغ از این‌که توام با عملیات خاک‌دهی پای بوته باشد یا نباشد، منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به روش کاشت کرتی به میزان ۲۷/۲ درصد گردید. این روش کاشت با وجود این‌که منجر به کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه در لوبیا می‌شود، چنان‌چه با عملیات خاک‌دهی پای بوته‌ها نیز همراه گردد، دارای اثرات مطلوب‌تری در کنترل بیماری است. لذا با توجه به برتری روش کاشت جوی و پشته‌ای نسبت به روش کاشت کرتی در زراعت لوبیا در این پژوهش و آزمایش‌های قبلی، توصیه می‌شود نسبت به ترویج این روش کاشت اقدام لازم صورت پذیرد. در این شرایط امکان انجام عملیات داشت مفیدی مثل خاک‌دهی پای بوته، وجین مکانیکی علف‌های هرز و سله شکنی مقدور می‌باشد. در صورتی‌که در مزرعه سابقه آلودگی به بیماری پوسیدگی ریشه وجود داشته باشد، توصیه می‌شود که کشت به روش جوی و پشته با یک‌بار عملیات خاک‌دهی پای بوته در مرحله سه برگ‌چه سوم لوبیا (V4) انجام شود. در ضمن مشخص شد که عکس‌العمل ارقام مختلف لوبیا به بیماری پوسیدگی ریشه متفاوت می‌باشد. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که در مزارع آلوده به عوامل بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا، کشت لوبیا قرمز رقم یاقوت بر رقم افق ارجحیت دارد.

۵. تشکر و قدردانی

از زحمات ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش

کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی و همکاران بخش تحقیقات گیاه پزشکی آن مرکز و پردیس تحقیقات و آموزش لوبیای خمین تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Abawi, G.S. (1989). *Root Rots*. PP 105-157. In: *Bean Problems in the tropics*. H.F. Schwartz, and M.A. Pastor-Corrales (eds), CIAT, Cali, Colombia.
- Abawi, G. S., Ludwig, J. W., & Gugino, B. K. (2006). Bean root rot evaluation protocols currently used in New York. *Annual Report of Bean Improvement. Cooperative*, 49, 83-84.
- Ahari Mostafavi, H., Safaie, N., Naserian, B., Fathollahi, H., Dorri, H., Lak, M., & Babaie, M. (2009). Possibility of biological control of bean root rot disease, using of avirulent mutants of *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* isolate. *Journal of Plant Production*, 16, 135-149. (In Persian)
- Belete, E., Ayalew, A., & Ahmed, S. (2013). Associations of biophysical factors with faba bean root rot (*Fusarium solani*) epidemics in the northeastern highlands of Ethiopia. *Crop Production*, 52, 39-46.
- Cichy, K. A., Snapp, S. S., & Kirk, W. W. (2007). *Fusarium* root rot incidence and root system architecture in garfed common bean lines. *Plant Soil*, 300, 233-244.
- Etebarian, H. R. (2002). *Vegetable Diseases and their Control*. Tehran University Publications. Tehran, Iran. (In Persian)
- Estevez de Jensen, C., Kurle, J. E., & Percich, J.A. (2004). Integrated management of edaphic and biotic factors limiting yield of irrigated soybean and dry bean in Minnesota. *Field Crops Research*, 86, 211-224.
- Ghadiri, A. A. (2012). Determination of the best planting date and plant density in promising chiti bean lines. Sees and Plant Improvement Institute. Registration number: 40989. (In Persian)
- Ghanbari, A.A., Hassani Mehraban, A., Taheri Mazandarani, M., & Dorri, H.R. (2002). Effect of different methods of cultivation on yield of different varieties of spotted bean. *Iranian Journal of Crops Sciences*, 4, 59-66. (In Persian)

- Kalaei, A., Ghadiri, A., Einollahi, M., & Kamel, M. (2010). Techno-economic study of the effect of different planting methods on yield of Pinto bean in Khomein and Zanjan regions. Final report of research project. Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Registration Number: 89/24. (In Persian)
- Lak, M.R., Ghanbari, A.A., Dorri, H.R., & Ghadiri, A. (2009). Effect of Planting Date on Seed Yield and Fusarium Root Rot Diseases Severity in Chitti Bean in Khomein. *Seed and plant production*, 25(3), 273-284. (In Persian)
- Lak, M. R., & Ghadiri, A. (2018). Effect of Super Nitroplast and Biosubtile (produced by Mehr e Asia Biotechnology Co.) on severity of Fusarium root rot and hypocotyl disease, yield and yield Components of common bean. Iranian Institute of Plant Protection. Registration number: 54401. (In Persian)
- Mehrpouyan, M., Faramarzi, A., Jaefari, A., & Siyami, K. (2010). The effect of different methods and different dates of sowing on yield and yield components in two cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 1(1), 9-17.
- Naseri, B., & Marefat, A. (2011). Large-scale assessment of agricultural practices affecting Fusarium root rot and common bean yield. *European Journal of Plant Pathology*, 131, 179-195.
- Naseri, B., & Ansari Hamadani, S. (2017). Characteristic agro-ecological features of soil populations of bean root rot pathogens. *Rhizosphere*, 3(1), 203-208.
- Nzungize, J.R., Lyumugabe, F., Busogoro, J.P., & Baudoin, J.P. (2012). *Pythium* root rot of common bean: biology and control methods: A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16(3), 405-413.
- Otsyula, R. M., Buruchara, R. A., Mahuku, G., & Rubaihayo, P. (2003). Inheritance and transfer of root rots (*Pythium*) resistance to bean genotypes. *African Crop Science Society*, 6, 295-298.
- Parvizi, S., Amirnia, R., & Brandasi, E. (2008). Evaluation of seed filling rate and length of G14088 Pinto cultivar at different plant densities. Proceedings of the 10th Iranian Congress of Crop Sciences and Plant Breeding. Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj. P 466. (In Persian)
- Schwartz, H.F., Gent, D.H., Gary, D.F., & Harveson, R.M. (2007). Dry bean, *Pythium* wilt and root rots. High plains IPM Guide, a cooperative effort of the University of Wyoming, University of Nebraska, Colorado State University and Montana State University. Sippell, D. W., & Hall, R. (1982). Effects of pathogen species, inoculum concentration, temperature, and soil moisture on bean root rot and plant growth. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4, 1-7.
- Snapp, S., Kirk, W., Roman-Aviles, B., & Kelly, J. (2003). Root traits play a role in integrated management of Fusarium root rot in snap beans. *American Society for Horticultural Science*, 38, 187-191.