

تأثیر باکتری‌های محرک رشد و پیری بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.)

حمیدرضا عیسوند^{۱*}، اکرم دوستی^۲، ناصر مجنون حسینی^۳ و احمدعلی پوربابایی^۴

۱. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه لرستان

۳ و ۴. استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

(تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۸ - تاریخ تصویب: ۹۳/۳/۱۱)

چکیده

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. تیمارها شامل سطوح پیری بذر (شاهد، ۳، ۶ و ۹ روز پیری در دمای ۴۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۱۰۰ درصد) و کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه (شاهد، ریزوبیوم الیگومینوساروم، سودوموناس پوتیدا و تلقیح توأم دو باکتری) بود. تیمار پیری بذر، وزن صدانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به طور معناداری کاهش داد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای شاهد و پیری بذر ۹ روزه مشاهده شد. اگرچه کاربرد هر یک از باکتری‌ها به تنهایی به طور معناداری موجب بهبود عملکرد دانه لوبیا چیتی شد، بیشترین عملکرد دانه از تیمارهایی به دست آمد که با هر دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا تلقیح شده بودند. همچنین برهمکنش پیری و باکتری بر وزن صدانه که یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه لوبیا چیتی محسوب می‌شود معنادار بود. به طور کلی نتایج نشان داد که پیری بذر موجب کاهش عملکرد دانه لوبیا چیتی شد، اما استفاده از باکتری‌های محرک رشد نظیر ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا توانست در افزایش عملکرد مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، پیری بذر، تلقیح باکتری، وزن صدانه.

مقدمه

حبوبات از منابع مهم غذایی و سرشار از پروتئین (۲۳-۱۸ درصد) هستند که در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم، به ویژه اقشار کم‌درآمد اهمیت بسیار دارند (Majnoon Hoseini, 2008). این گیاهان با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، به صورت گیاهان پوششی یا در تناوب با بسیاری از گیاهان زراعی در جلوگیری از فرسایش خاک مؤثرند، در پایداری نظام‌های کشاورزی اهمیت دارند و در تنوع‌بخشی به نظام‌های کشت مبتنی بر غلات، محصولاتی ممتاز در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر آن، حبوبات گیاهانی کم‌توقع و مناسب کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاد به‌شمار می‌روند و در نتیجه از

نظر اکولوژیکی و زیست‌محیطی، در جلوگیری از افزایش آلودگی اراضی ارزشمندند (Parsa & Bagheri, 2008). کیفیت نامناسب، جوانه‌زنی و استقرار ناکافی از معضله‌هایی است که حبوبات در مناطق مختلف با آن مواجهند. عواملی مانند ساختار ژنتیکی، محیط، مراحل رسیدگی در زمان برداشت، صدمات مکانیکی، ذخایر بذر، سن و فرسودگی بذر و پاتوژن‌ها بر مقدار جوانه‌زنی، قدرت بذر و عملکرد تأثیرگذارند (Soltani et al., 2010). لوبیا چیتی از مهم‌ترین حبوبات است که در ایران جایگاه ویژه‌ای دارد و سطح زیر کشت آن رو به افزایش است و به دلیل دارا بودن پروتئین، فیبر و مواد معدنی فراوان، غذایی کامل محسوب می‌شود. به علاوه به دلیل ترد بودن ساقه و برگ‌ها تا زمان برداشت، ارزش آن را در تغذیه

افزایش رشد گیاه نشان داده‌اند مانند ازتوباکتر، باکتری-های پتاسیمی، فسفو باکتری‌ها، باسیلوس، سودوموناس، ریزوبیوم، آگروباکتریوم و سراتیا نیز به کار می‌رود. این باکتری‌ها با توجه به تأثیر افزایش‌دهنده بر رشد و نمو گیاهان زراعی اصطلاحاً باکتری محرک عملکرد نیز نامیده می‌شوند (Vessy, 2003).

باکتری‌ها فراوان‌ترین ریزجانداران خاکند و عامل تعیین‌کننده‌ای در تغییر شرایط خاک، تجزیه مواد و گردش عناصر غذایی به‌شمار می‌روند که در بین آنها باکتری‌های جنس ازتوباکتر، آزسپریلیوم، ریزوبیوم و سودوموناس از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاهند. این باکتری‌ها از طریق تشکیل کلنی در ناحیه اطراف ریشه یا بخش‌های درونی گیاه، رشد گیاه میزبان را تحریک می‌کنند و موجب افزایش عملکرد می‌شوند (Singh & Kapoor, 1999). افزایش عملکرد حبوباتی مانند نخود (Valverde *et al.*, 2006) و ماش (Vigna *radiata* L. (Ahmad *et al.*, 2012) با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش شده است. به‌طور کلی این باکتری‌ها قادرند با افزایش سرعت جوانه‌زنی، افزایش طول و وزن ریشه‌چه (Khan *et al.*, 2003)، تسریع در تولید شدن ریشه و استقرار گیاه، و افزایش تعداد ریشه‌های جنینی و جانبی (Cakmakci *et al.*, 2007)، سبب افزایش کمی گیاهان مختلف شوند (Dobbelaere *et al.*, 2003). با توجه به اینکه حبوبات سهم بزرگی از رژیم غذایی بیش از ۳۰۰ میلیون نفر از مردم جهان را تشکیل می‌دهد و دسترسی به بذره‌های دارای کیفیت مطلوب عاملی مهم در توسعه پایدار کشاورزی است و اینکه تقویت زیستی بذر با افزودن باکتری‌های محرک رشد از جدیدترین روش‌های ارتقای کیفیت بذر به‌شمار می‌رود، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا (به‌صورت توأم و تنها)، بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد بذره‌های پیرشده لوبیا چیتی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

دام نباید نادیده گرفت. زیر خاک کردن بقایای آن نیز نقش مهمی در بهبود تدریجی حاصلخیزی خاک دارد. عوامل مختلفی در افزایش عملکرد لوبیا چیتی مؤثرند. این عوامل موجب تغییر در رشد و مقدار عملکرد می‌شوند که از آن جمله، می‌توان به قدرت بذر اشاره کرد. قدرت بذر از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی بذر است که از طریق تأثیرگذاری بر استقرار گیاهچه، عملکرد محصول زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2010). قدرت و کیفیت بذر تحت تأثیر زوال و پیری بذر قرار می‌گیرد و به‌دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و عملکرد نیز کاهش می‌یابد (McDonald *et al.*, 1999; Basra *et al.*, 2003; Defiguerriedo *et al.*, 2003). پیری و زوال بذر، در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک بذر (پیش از برداشت) رخ می‌دهد و در خلال برداشت، فراوری و انبار کردن با شدتی که متأثر از عوامل ژنتیکی، محیطی و شرایط تولید بذر است، ادامه می‌یابد. فرایند پیری و زوال بذر پیوسته و دائمی است. کاهش یکپارچگی غشای پلاسمایی، تغییر ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک و کاهش فعالیت آنزیم‌ها از مهم‌ترین تغییراتی است که در زمان زوال در بذر ایجاد می‌شود (Justic & Bass, 1979). گزارش‌های متعددی نشان می‌دهد که پیری بذر به کاهش عملکرد گیاهان مختلف نظیر سویا (*Glycin max* L. (Saha & Sultana, 2008; Mohammadi *et al.*, 2011) و نخود (*Cicer arietinum* L.) (Kapoor *et al.*, 2010) منجر شده است. بعضی از ریزجانداران موجود در ریزوسفر با سازوکارهای مختلفی سبب تغییرات مورفوفیزیولوژیک در گیاه می‌شوند. مجموعه این تغییرات در رشد، تغذیه و سلامت گیاه، اثر مثبت رشد گیاه نامیده می‌شود. اصطلاح (PGPR) Plant Growth Promoting Rhizobacter را ابتدا در سال ۱۹۸۶ کلپر و همکاران (Kloepper *et al.*, 1986) وضع کردند. این اصطلاح ابتدا برای باکتری‌های ریزوسفری متعلق به گروه سودوموناس فلورسنس (گونه‌های فلورسنس و پوتیدا) به‌کار رفت. محققان بعدی با احتساب تأثیرات مفید باکتری‌های ریزوسفری بر رشد گیاه، گستره PGPR را وسعت بخشیدند. امروزه اصطلاح PGPR در معنایی وسیع‌تر و برای برخی دیگر از باکتری‌های فعال ریزوسفری که تأثیر مشخصی در

در طی دوره رشد شامل آبیاری محصول به صورت بارانی و مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی صورت گرفت. در پایان دوره رشد به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های مذکور بر اجزای عملکرد و عملکرد بذرهای پیرشده لوبیا چیتی، صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صدانه و عملکرد دانه و بیولوژیک اندازه‌گیری شد.

تعداد غلاف در بوته: میانگین تعداد غلاف در پنج بوته انتخاب شده محاسبه شد.

تعداد دانه در غلاف: از هر کرت آزمایشی ۵۰ غلاف به صورت تصادفی انتخاب و میانگین تعداد دانه در غلاف محاسبه شد. در هر کرت دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و تمام یادداشت‌برداریه‌ها از روی گیاهان دو خط میانی انجام گرفت.

وزن صدانه: تعداد صدانه از هر کرت آزمایشی توسط دستگاه بذرشمار انتخاب شد و وزن نمونه با ترازوی دیجیتالی توزین شد (با دقت گرم).

عملکرد دانه و بیولوژیک: پس از رسیدگی فیزیولوژیک، مساحت دو متر مربع از داخل هر کرت برداشت شد و پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه بر اساس درصد رطوبت موجود در دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. تجزیه داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

وزن صدانه

تأثیر پیری بذر و باکتری و برهمکنش پیری بذر × باکتری بر وزن صدانه لوبیا چیتی معنادار شد (جدول ۱). نتایج برهمکنش پیری بذر × باکتری نشان داد که تیمار پیری بذر ۹ روز و بدون تلفیق با باکتری و تیمار بدون پیری بذر و تلفیق توأم با دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا به ترتیب دارای کمترین و بیشترین وزن صدانه بودند (شکل ۱). نتایج برهمکنش پیری بذر × باکتری نیز نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌تواند موجب افزایش وزن صدانه شود. وزن صدانه از مهم‌ترین اجزای

دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. تیمارها شامل: سطوح پیری تسریع‌شده بذر (شاهد)، ۳، ۶ و ۹ روز پیری در دمای ۴۱ درجه سلسیوس در رطوبت ۱۰۰-۹۰ درصد و کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه (عدم استفاده، ریزوبیوم الیگومینوساروم، سودوموناس پوتیدا و تلفیق توأم دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا) بودند. باکتری‌ها از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند (جمعیت باکتری‌ها: $10^8 \times 5$ CFU/gr). به ازای هر کیلوگرم بذر، ۳۰ میلی‌لیتر ماده چسباننده (محلول ۴۰ درصد صمغ عربی) اضافه و به خوبی تکان داده شد تا سطح تمام بذرها به این ماده آغشته شود. سپس به ازای هر کیلوگرم بذر، ۵۰ گرم از پودر حاوی باکتری محرک رشد روی بذرها اضافه شد و به منظور آغشته شدن یکنواخت و کامل سطح بذرها با ماده تلفیق، بذرها به خوبی تکان داده شدند (Somasegaran & Hoben, 1994). برای اعمال تیمارهای پیری، بذرهای لوبیا چیتی (رقم خمین) به مدت ۳، ۶ و ۹ روز در دمای 40 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۱۰۰ درصد در درون انکوباتور قرار گرفتند (Vishwanath *et al.*, 2001) و پس از اتمام دوره پیری برای هر تیمار، بذرها تا زمان کاشت در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قبل از کاشت نمونه‌برداری از خاک به منظور ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک صورت گرفت و سپس با مساعد شدن وضعیت آب‌وهوایی و فرا رسیدن تاریخ کاشت، بذرهای پیرشده پس از اعمال خاک‌ورزی اولیه (شخم عمیق در فصل پاییز) و عملیات خاک‌ورزی ثانویه (شامل شخم با عمق متوسط و دیسک زدن) و آماده‌سازی بستر و تراکم بوته توصیه شده (Majnoon, 2008)، در محیط سایه با باکتری‌های مذکور تلفیق شده و بلافاصله کشت شدند. تعداد بذر کشت شده برای هر کرت ۱۰۰ عدد به فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی خطوط کاشت و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود، به نحوی که هر کرت شامل ۴ ردیف و هر ردیف دارای ۲۵ بذر کاشته شده بود. عملیات کاشت با رعایت عمق کاشت یکنواخت بذرها انجام گرفت و عملیات داشت نیز

باکتری علی‌رغم بهبود تعداد غلاف در بوته توسط تلقیح همزمان دو باکتری که به آن اشاره شد، تفاوت معناداری بین کاربرد منفرد دو باکتری مذکور مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج تحقیقی نشان داد که پیری بذر به کاهش تعداد غلاف سویا منجر شده است (Edje & Burris, 1970). با وجود این، طی این تحقیق مشاهده شد که تلقیح نخود با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش معنادار تعداد غلاف در بوته در مقایسه با گیاهان بدون تلقیح با باکتری شد (Rokhzadi *et al.*, 2008).

تعداد دانه در غلاف

تأثیر پیری بذر و باکتری بر تعداد دانه در غلاف در سطح ۱ درصد معنادار شد (جدول ۱). با افزایش مدت زمان پیری بذر، تعداد دانه در غلاف کاهش یافت؛ با این حال تفاوت معناداری بین تیمار پیری بذر ۶ و ۹ روز مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان داد که خسارت پیری از سطح ۳ روز پیری بذر بر این صفت معنادار بود. به سخنی دیگر، آستانه پیری بذر ۳ روزه توانست به‌نحو مؤثری در بیان تفاوت‌ها بر این صفت عمل کند (جدول ۲). با این حال بین کاربرد منفرد باکتری تفاوت معنادار نبود، ولی تیمار تلفیق دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا نقش مؤثرتری در افزایش تعداد دانه در غلاف داشت (جدول ۳). حبوبات از ظرفیت زیادی برای تولید گل، میوه و بذر برخوردارند، اما بخش کمی از گل‌های تولیدشده به دانه تبدیل می‌شوند. یکی از دلایل اصلی عملکرد کم حبوبات، کمبود مخزن است که اغلب به ریزش گل و میوه‌ها مربوط می‌شود. یکی از علت‌های احتمالی که به این پدیده نسبت داده می‌شود این است که طی پیری بذر و به‌تبع آن استقرار ضعیف بوته در مزرعه، گیاه قادر به تأمین نیاز کربن و نیتروژن گل و میوه‌های تولیدشده نیست و از طرفی با گذشت زمان این نیازها بیشتر می‌شود و انتقال مواد فتوسنتزی از بخش‌های رویشی به زایشی تا دوام می‌یابد. این پدیده سبب پیری بافت‌های رویشی و متعاقب آن کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شود (Parsa & Bagheri, 2008). به‌طور کلی تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای مهم تعیین‌کننده افزایش عملکرد است که در این بین، آثار تنش به‌ویژه تنش فرسودگی سبب کاهش تعداد دانه در

عملکرد دانه و نشان‌دهنده محتوای مواد انتقال‌یافته و تجمع‌یافته در بخش‌های گوناگون دانه است (Parsa & Bagheri, 2008). همچنین زیاد بودن وزن صدانه موجب می‌شود درصد جوانه‌زنی و سبز کردن افزایش یابد و تعداد بوته‌های بیشتری تا زمان برداشت حفظ شوند که در نتیجه بر عملکرد نیز مؤثر است (Gharineh *et al.*, 2004). کم بودن وزن هزاردانه ممکن است به‌دلیل کیفیت ضعیف بذر باشد. این متغیر در مراحل اولیه رشد به مقدار مواد ساخته‌شده فتوسنتزی موجود و از سوی دیگر به ظرفیت دانه‌ها برای ذخیره‌سازی جنین بستگی دارد. بنابراین هر گونه افزایش در وزن هزاردانه بر عملکرد نیز تأثیرگذار است. طی بررسی‌های صورت‌گرفته درباره لویبای معمولی، افزایش وزن صدانه با کاربرد باکتری‌های محرک رشد مشاهده شد (Asad *et al.*, 2008; Yadegari *et al.*, 2008). با این حال تحقیق درباره نخود نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد تأثیر معناداری بر وزن هزاردانه نداشته است (Rokhzadi *et al.*, 2008).

تعداد غلاف در بوته

تأثیر پیری بذر و باکتری بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنادار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین پیری بذر نشان داد که تیمار شاهد و تیمار پیری بذر ۹ روز، به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را داشتند. با وجود این تفاوت معناداری بین تیمار پیری بذر ۶ روز با تیمار پیری بذر ۹ روز مشاهده نشد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد کیفیت بذرها در وضعیت پیری بذر ۹ روز در مقایسه با تیمار شاهد افت شدیدتری داشت و در نتیجه به‌دلیل کیفیت نامطلوب بذرها، رشد بوته ضعیف‌تر بود و در نتیجه تعداد غلاف در بوته آن کاهش معناداری نسبت به تیمار بدون پیری بذر (شاهد) داشت. ویژگی‌های تحریک رشدی در کاربرد توأم دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا بیشتر بود و در پی تلقیح همزمان این دو باکتری، استقرار گیاهچه بهبود یافت و رشد آن تقویت شد؛ در نتیجه گیاهان قوی تولید شد و توان تولیدی گیاه که یکی از اجزای آن تعداد غلاف در بوته است افزایش یافت. با وجود این، براساس نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین تیمار

سرعت جوانه‌زنی و در نتیجه درصد سبز گیاهچه و عملکرد دانه بیشتری نسبت به ارقام پیر شده داشتند (Copeland & McDonald, 2001). در بررسی ارتباط قدرت بذر با رشد و عملکرد نخود در مزرعه نیز مشاهده شده است که کاهش عملکرد به واسطه فرسودگی بذر ممکن است ناشی از سبز نشدن گیاهچه‌ها و کاهش تراکم و ارتباط بین تراکم و عملکرد باشد (Rouzrokh *et al.*, 2002). نتایج پژوهشی درباره سویا نیز نشان داد با اینکه عملکرد تک‌بوته به دلیل کاهش تراکم بوته در واحد سطح با افزایش سطح پیری بذر افزایش یافت، افزایش عملکرد به‌ازای هر بوته قادر به جبران کاهش عملکرد ناشی از استقرار نامناسب گیاهچه و تراکم نامطلوب نبود و عملکرد در بذر با بنیه اندک کمتر بود (Saha & Sultan, 2008). با این حال نتایج مطالعه‌ای نشان داده است که استفاده از برخی باکتری‌های محرک رشد می‌تواند رشد و عملکرد را در گیاهان مختلفی مثل حبوبات افزایش دهد (Tilak *et al.*, 2006). در بررسی تأثیر کودهای زیستی بر رشد و عملکرد ماش مشخص شد که عملکرد دانه با استفاده از کودهای زیستی افزایش معناداری یافت (Asad *et al.*, 2004). افزایش رشد ریشه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها، جلوگیری از آلودگی توسط عوامل بیماری‌زای قارچی و باکتریایی و تثبیت زیستی نیتروژن مولکولی را جزو سازوکارهایی دانسته‌اند که باکتری‌های محرک رشد از طریق آنها رشد و عملکرد دانه را بهبود می‌بخشند (Okon & Itzigsohn, 1995).

عملکرد بیولوژیک

اثر پیری بذر و باکتری بر عملکرد بیولوژیک به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنادار بود (جدول ۱). افزایش پیری بذر موجب کاهش چشمگیر عملکرد بیولوژیک شد، با وجود این تفاوت معناداری بین تیمارهای ۶ و ۹ روز پیری بذر مشاهده نشد (جدول ۲). بین تیمار شاهد (بدون باکتری) با کاربرد منفرد دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا تفاوت معنادار وجود نداشت؛ با این حال، تلفیق توأم این دو باکتری موجب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). نتایج تحقیقی نشان داد که فرسودگی

غلاف می‌شود. مشاهده شده است که تلقیح بذر نخود با هر یک از باکتری‌های ازتوباکتر کروکوکوم، آروسپیریلیوم، مزوریزوبیوم و سودوموناس فلورسنس سبب افزایش تعداد دانه در غلاف در شرایط مزرعه نسبت به تیمار بدون تلقیح باکتری می‌شود (Rokhzadi & Toashih, 2011).

عملکرد دانه

تأثیر پیری بذر و باکتری بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنادار شد (جدول ۱). بین سطوح مختلف پیری بذر بر عملکرد دانه تفاوت معنادار وجود دارد، به نحوی که تیمارهای شاهد و ۹ روز پیری بذر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد دانه بودند (جدول ۲). براساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین باکتری مشاهده شد که استفاده توأم از دو باکتری ریزوبیوم الیگومینوساروم و سودوموناس پوتیدا در مقایسه با تیمار شاهد (بدون باکتری) در افزایش عملکرد دانه مؤثرتر بود، با وجود این بین کاربرد منفرد دو باکتری یادشده تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳). عملکرد دانه در لوبیا تحت تأثیر اجزای عملکرد است، بنابراین عواملی که سبب تغییر اجزای عملکرد شوند، تغییر عملکرد دانه را نیز در پی خواهند داشت که از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار می‌توان به کیفیت بذر اشاره کرد. به‌طور کلی کیفیت بذر بر عملکرد گیاه به صورت مستقیم و غیرمستقیم اثر می‌گذارد. اثر غیرمستقیم شامل درصد و زمان از کاشت تا سبز است که از طریق کنترل تراکم گیاهی، آرایش فضایی و بقایای محصول بر عملکرد اثر می‌گذارد. به علاوه قدرت زیاد بذر در گیاهچه‌های قوی سبب افزایش عملکرد نهایی می‌شود (Dustenson, 1973). چنانچه فرسودگی یک توده بذر شدید باشد، بذرها قوه نامیه و بنیه خود را از دست می‌دهند که این وضعیت به کاهش ظهور و استقرار گیاهچه می‌انجامد و از آنجا که رابطه‌ای قوی بین تراکم گیاهی و عملکرد وجود دارد (Raey & Ghassemi-Golezani, 2009)، تراکم اندک جمعیت گیاهی در نتیجه کم بودن بنیه بذر به کاهش عملکرد منجر می‌شود (Tekrony & Egli, 1991). در بررسی بذرها فرسوده شده توده‌های بذر ارقام سویا گزارش شده است که بذرها سالم سویا

مشاهده کردند، ولی طی بررسی درباره گیاهان زراعی مختلف مشاهده شد که استفاده از مایه تلقیح باکتری-های محرک رشد تأثیری بر عملکرد بیولوژیک این گیاهان نداشته است (Dalla Santa *et al.*, 2004; Zhang, 2002).

بذر سبب کاهش رشد رویشی و عملکرد بیولوژیک در همه مراحل نمو لوبیا معمولی شد (Rodriguez, Hadi *et al.*, 1989). با وجود این، هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2009) در بررسی تأثیر مایه تلقیح سویا و ازتوباکتر بر بذرها سویا افزایش چشمگیر عملکرد بیولوژیک را

جدول ۱. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی تحت تأثیر سطوح مختلف پیری بذر و باکتری‌های محرک رشد

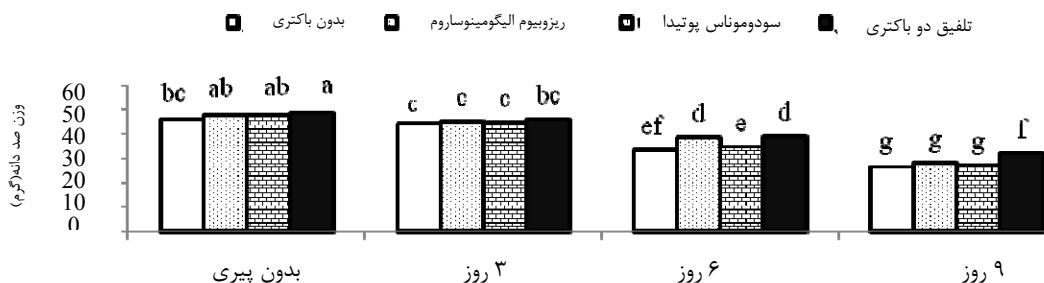
میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن صدانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۱/۴ ns	۱/۳ ns	۰/۱۶ ns	۲۱۶۲۲/۴ ns	۶۰۰۷۴۱/۵ ns
پیری	۳	۹۰۳/۴**	۳۶/۳**	۲/۵۷**	۶۰۸۸۵۸۶/۴**	۲۳۲۸۳۹۲۱/۱**
باکتری	۳	۳۳/۹**	۱۲/۱**	۱/۳۴**	۶۴۶۷۸۷/۴**	۲۷۷۱۰۲۸/۴*
پیری*باکتری	۹	۴/۵*	۰/۷۳ ns	۰/۰۴ ns	۸۷۶۴۵/۲ ns	۸۰۸۷۱۶/۴ ns
اشتباه آزمایش	۳۰	۱/۸	۱/۶۵	۰/۰۷	۹۲۸۵۵/۴۷	۹۹۹۳۶۹/۹
ضریب تغییرات	-	۳/۴	۸/۵	۸/۴	۱۲/۹۵	۲۰/۳

و ** به ترتیب معنی اداری در سطح ۵ و ۱ درصد؛ و ns غیر معنی اداری.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمار پیری بذر بر اجزای عملکرد و عملکرد لوبیا چیتی

پیری بذر (روز)	وزن صدانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
شاهد	۴۷/۵ a	۱۷/۴۵ a	۳/۷ a	۳۱۵۰ a	۶۸۹۷/۹ a
۳	۴۶/۹۳b	۱۵/۶۱ b	۳/۴ b	۲۶۴۷/۶ b	۵۰۷۰/۴ b
۶	۳۶/۴۶c	۱۴/۱ c	۲/۸ c	۲۱۰۲/۳ c	۳۹۴۷/۵ c
۹	۲۸/۴ d	۱۳/۶ c	۲/۷ c	۱۵۰۲/۸ d	۳۹۴۵/۹c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معناداری ندارند (دانکن ۵٪).



شکل ۱. اثر برهمکنش پیری بذر و باکتری بر وزن صدانه

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمار باکتری بر اجزای عملکرد و عملکرد لوبیا چیتی

باکتری	وزن صدانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
شاهد	۳۷/۴ d	۱۴/۱ c	۲/۷۴ c	۲۰۶۵/۴ c	۴۵۹۳/۳ b
ریزوبیوم الیگومینوساروم	۳۹/۹ b	۱۵/۵۶ ab	۳/۲۲ b	۲۴۱۸/۱ ab	۴۵۵۸/۱ b
سودوموناس پوتیدا	۳۸/۶۱ c	۱۴/۷ bc	۳/۱۸ b	۲۲۰۵/۸ bc	۵۱۴۴/۸ ab
ریزوبیوم الیگومینوساروم + سودوموناس پوتیدا	۴۱/۳۶ a	۱۶/۴ a	۳/۵ a	۲۶۲۲ a	۵۵۶۳/۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معناداری ندارند (دانکن ۵٪).

نتیجه‌گیری کلی

احتمالاً به دلیل تأثیر حرارت و رطوبت بر عوامل و آنزیم‌های مؤثر بر کیفیت بذر و به تبع آن اجزای عملکرد است. از این رو با توجه به اهمیت انبارداری بذرها توصیه

با توجه به نتایج مشخص شد که فرسودگی بذر بر اجزای عملکرد و عملکرد، تأثیر کاهنده‌ای داشت که این کاهش

کاربرد منفرد آنها مؤثرتر بود. در مجموع با توجه به اینکه استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌منظور جبران خسارات ناشی از پیری بذر یکی از دغدغه‌های اصلی کشاورزی امروز محسوب می‌شود، توصیه می‌شود که ۱. به‌منظور حفظ کیفیت بذر، در انبارداری آنها نهایت دقت مبذول شده و از آزمون‌های گوناگون بنیة بذر پیش از کاشت استفاده شود؛ ۲. در صورت کشت بذرهای پیرشده و کم‌کیفیت، به‌جای استفاده از سموم و کودهای شیمیایی به‌منظور جبران عملکرد تا حد امکان از کودهای زیستی که یک نوع آن، انواع باکتری‌های محرک رشد گیاه است استفاده شود که تحقق این امر نیازمند تحقیقات گسترده پژوهشگران مختلف درباره تأثیر این باکتری‌های محرک رشد بر بذرهای پیرشده گیاهان مختلف است.

می‌شود پیش از کشت بذر، به‌منظور تعیین کیفیت آنها از آزمون پیری تسریع‌شده استفاده شود. تأثیر باکتری‌های محرک رشد به‌کاررفته نیز نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه چشمگیر بود که این افزایش احتمالاً به‌دلیل تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه توسط این باکتری‌ها و اثر آنها بر رشد ریشه و بهبود جذب آب و عناصر غذایی است که این افزایش در مقدار جذب عناصر غذایی توسط گیاه، به افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در ساقه و برگ‌های گیاه منجر می‌شود. به این ترتیب در طول دوره زایشی مواد معدنی تجمع‌یافته می‌توانند به اندام‌های زایشی منتقل و در نهایت به افزایش عملکرد منجر شوند. همچنین مشخص شد که در تمام صفات اندازه‌گیری‌شده کاربرد توأم دو باکتری ریزوبیوم الیگو مینوساروم و سودوموناس پوتیدا نسبت به

REFERENCES

- Ahmad, M., Zahir, Z. A., Asghar, H. N. & Arshad, M. (2012). The combined application of rhizobial strains and plant growth promoting rhizobacteria improves growth and productivity of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salt-stressed conditions. *Annals of Microbiology*, 62, 1321-1330.
- Asad, S. A., Bano, A., Farooq, M., Aslam, M. & Afzal, A. (2004). Comparative study of the effects of biofertilizers on nodulation and yield characteristics of mung bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, 837-843.
- Basra, S. M. A., Ahmad, N., Khan, M. M., Iqbal, N. & Cheema, M. A. (2003). Assessment of cottonseed deterioration during accelerated ageing. *Seed Science and Technology*, 31, 531-540.
- Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U. G. & Donmez, M. F. (2007). The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 288-295.
- Copeland, L. O. & McDonald, M. B. (2001). *Principals of seed science and technology*. 4th ed. University Press of Kentucky.
- Dalla Santa, O. R., Fernandez Hernandez, R. & Michelena Alvarez, GL. (2004). Azospirillum SD. Inoculation in wheat, barley and oats seed greenhouse experiments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47, 843-850.
- De Figueiredo, E., Albuquerque, M. C. & De Carvalho, N. M. (2003). Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*, 31, 465-479.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. & Yacovokon, Y. (2003). Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Review Plant Science*, 22, 107-149.
- Dustenson, M. (1973). Analysis of interrelationships among seedling vigor fields emergence and yield in wheat. *Agronomy Journal*, 64, 417-422.
- Edje, C. T. & Burris, J. S. (1970). Seedling vigor in soybean. *Proceeding of Association Seed Analysts*, 60, 149-157.
- Gharineh M. H., Bakhshandeh, A. M. & Ghassemi-Golezani, K. (2004). Effects of viability and vigour of seed on establishment and grain yield of wheat cultivars in field conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 20, 383-400.
- Ghassemi-Golezani, K., Khomari, S., Dalil, B., Hosseinzadeh-Mahootchy, A. & Chadordooz-Jeddi, A. (2010). Effects of seed aging on field performance of winter oilseed rape. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8, 175-178.

13. Hadi, H., Daneshian, J., Asghar zadeh, A. & Hamidi, A. (2009). Effects of soybean inoculation and *Azotobacter* on soybean plants produce in water stress. *Soil Science Research (Water and Soil) Journal*, 24, 165-177, (In Farsi).
14. Hampton, J. G. (2003). *Methods of viability and vigour testing: a critical and appraisal*. In: pp. 81-118. Basra, A. S. (Ed.), *Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications*. CBS Publishers and Distributers, New Delhi, India.
15. Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M. A., Amir, A. & Kumar, H. (2010). Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9, 158-162.
16. Khan, M. R., Talukdar, N. C. & Thakuria, D. (2003). Detection of *Azospirillum* and PSB in rice rhizosphere soil by protein and antibiotic resistance profile and their effect on grain yield of rice. *Indian Journal of Biotechnology*, 2, 246-250.
17. Kloepper, J. W., Scher, F. M., Labiret, E. M. & Tipping, B. (1986). Emergence promoting rhizobacteria: *descriptions and implications for agriculture*, pp:155-164. in: Iron, siderophores and plant disease. Ed., Swinburne, T. R., Plenum., New York.
18. Majnoon Hoseini, N. (2008). *Grain Legume Production*. Jihad-Daneshghahi Pub. University of Tehran. 283 pages. (In Farsi).
19. Mc Donald, M. B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
20. Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H. R. & Zeinali, E. (2011). Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*, 5, 65-70.
21. Okon, Y. & Itzigsohn, R. (1995). The development of *Azospirillum* as a commercial inoculant for improving crop yields. *Biotechnol Adv*, 13, 415-424.
22. Parsa, M. & Bagheri, A. (2008). *Pulses*. Mashhad University. (In Farsi). 522 p.
23. Raey, Y. & Ghassemi-Golezani, K. (2009). Yield-density relationship for potato (*Solanum tuberosum*) and common bean (*Phaseolus vulgaris*) in intercropping. *New Zealand Journal of Crop Horticulture Science*, 37, 141-147.
24. Rodriguez, A. (1989). Seed quality influence on plant growth and nitrogen fixation of red field bean. *Crop Science*, 29, 1309-1314.
25. Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., Darvish, F., Nour-Mohammadi, Gh. & Majidi, E. (2008). Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3, 253-257.
26. Rokhzadi, A. & Toashih, V. (2011). Nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) inoculated with plant growth promoting rhizobacteria. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 44-48.
27. Rouzrokh, M., Ghasemi Golezani, K. & Javanshir, A. (2002). Relationship between seed vigour and field performance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Seed and Plant*, 18, 156-169.
28. Saha, R. R. & Sultana, W. (2008). Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. *Bangladesh Journal of Botany*, 37, 21-26.
29. Singh, S. & Kapoor, K. (1999). Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biology and Fertility of Soils*, 28, 139-144.
30. Soltani, E., kamkar, B., Galeshi S. & Akramghaderi, F. (2009). The effect of seed aging on soybean emergence on the response of environmental stress. *Electronic Journal of Crop Production*, 2, 43-58 (In Farsi).
31. Tekrony, D. M. & Egli, D. B. (1991). Relationship of seed vigor to crop yield: A review. *Crop Science*, 31, 816-822.
32. Somasegaran, P. & Hoben, H. J. (1994). *Hand book for rhizobia: Methods in legume-Rhizobium technology*. New York. Springer-Verlag, U.S.A.
33. Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N. & Manoharachari, C. (2006). Synergistic effects of plant-growth promoting rhizobacteria and *Rhizobium* on nodulation and nitrogen fixation by pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Eur. J. Soil. Sci*, 57, 67-71.
34. Valverde, A., Burgos, A., Fiscella, T., Rivas, R., Velázquez, E., Rodríguez-Barrueco, C., Cervantes, E., Chamber, M. & Igual, J. M. (2006). Differential effects of coinoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. *Plant and Soil*, 287, 43-50.
35. Vessy, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*, 3, 255-258.

36. Vishwanath, K., Pallavi, H. M., Devraju, P. J. & Prashanth, Y. (2011). Prediction of storability of different seed size grades of French bean varieties through accelerated ageing response. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2, 213-216.
37. Yadegari, M., Rahmani, H., A., Noormohammadi, G. & Ayneband, A. (2008). Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds inoculation with *Rhizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 1935-1939.
38. Zhang, H., Daoust, F., Charles, T. C., Driscoll, B. T. & Prithiviraj, B. (2002). *Bradyrhizobium japonicum* mutants allowing improved nodulation and yield of field grown soybean in short season area. *Journal of Agriculture Science*, 138, 293-300.