**علوم گیاهان زراعی ایران**
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۵۸۱-۵۶۹)

# ارزیابی عملکرد و کیفیت دانهٔ سویا متأثر از تلقیح مضاعف با کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم در شرایط هیدرو-اسمو پرایمینگ

**حمید عباس‌دخت[1*]، سلمان سلمان‌زاده[2] و احمد غلامی[3]**
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۵/۱۹)

## چکیده

**به منظور بررسی تأثیر هیدرو- اسمو پرایمینگ و زیست‌پرایمینگ (کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح با ریزوبیوم ژاپونیکوم) بر رشد و عملکرد سویا رقم DPX، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در دانشگاه صنعتی شاهرود در خرداد سال ۱۳۹۰ انجام شد. کود زیستی بارور۲ در دو سطح مصرف و بدون کاربرد، باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در دو سطح تلقیح و بدون تلقیح بذر و پرایمینگ در سه سطح شامل بدون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول۶۰۰۰ اعمال شد. نتایج نشان داد اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم بر صفات شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته و درصد روغن تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ تنها بر صفت شمار غلاف در بوته مثبت و معنی‌دار بود. مقایسهٔ عملکرد دانه در سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ عملکرد نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان عملکرد مربوط به سطح کاربرد کاربرد کود زیستی بارور۲ به میزان ۲۸۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار بود. تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم به‌طور معنی‌داری عملکرد را افزایش داد، به‌طوری‌که تیمار تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم با تولید ۲۹۶۷/۲ کیلوگرم در هکتار بهترین تیمار بود.**

**واژه‌های کلیدی:** **پرایمینگ، تلقیح بذر، ویژگی‌های رشد.**

## مقدمه

امروزه در جهان با آشکار شدن زیان‌های مرگبار سموم دفع آفات گیاهی و کودهای شیمیایی، مردم از کشاورزی متکی به مواد شیمیایی فاصله گرفته و به کشاورزی زیستی که بر پایهٔ کاربرد کودهای زیستی و دفاع طبیعی گیاهان در برابر آفت‌هاست روی آورده‌اند. امروزه ریزجانداران حل‌کنندهٔ فسفات در سطوح گسترده به عنوان کود زیستی به منظور افزایش تولید وحفظ سلامت خاک استفاده می‌شوند (Khan *et al.*, 2007). در کشورهای توسعه‌یافته، قابلیت کودهای ارگانیک به‌ویژه کودهای زیستی (بیولوژیک) به‌طور گسترده‌ای درک شده است. ارزش کودهای زیستی به دلیل سه خاصیت مهم آنها شامل نقش تغذیه‌ای و شیمیایی (از نظر ریزجانداران خاک)، ویژگی‌های فیزیکی و نیز بهبود ویژگی‌های زیستی است. کودهای زیستی متشکل از باکتری‌ها و همچنین قارچ‌های سودمندی هستند که هریک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و

* تلفن: ۰۹۱۲۵۷۳۱۶۷۷
E-mail: habbasdokht@yahoo.com

آهن از ترکیبات نامحلول، جذب دیگر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمّی و کیفی محصول می‌شوند. خاک‌های ایران به علت کشت و کار پی‌درپی، فقر مواد تغذیه‌ای و غیرقابل دسترس بودن عناصر غذایی، به کودهای زیستی پاسخ مثبت داده و تأثیر آنها در رشد و عملکرد گیاه مشاهده می‌شود (Sharifi & Haghnia, 2008). کود زیستی فسفاته بارور۲ دو نوع باکتری حل‌کنندهٔ فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس (سویهٔ P5) و سودوموناس پوتیدا (سویهٔ P13) دارد که به ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز موجب تجزیهٔ ترکیبات فسفرهٔ نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آنها برای گیاه می‌شود. یکی از هدف‌های اصلی در زراعت حبوبات، ایجاد شرایط مطلوب برای رشد ریزوبیوم و حفظ محیطی است که در آن تثبیت زیستی نیتروژن به بیشینه برسد. در برخی بررسی‌ها توانایی تثبیت زیستی در تأمین نیتروژن مورد نیاز سویا تا ۹۵ درصد نیز گزارش شده است (Keryser & Li, 1992). تلقیح پوششی بذر سویا با باکتری *Rhizobium japonicum* بر گره‌بندی و تثبیت نیتروژن و افزایش عملکرد مؤثر است (Lombardo, 1991). باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در گیاهان خانوادهٔ بقولات ارزش شایان ملاحظه‌ای در افزایش دانه و بعضی عامل‌های کمّی و کیفی دارند. سویا که جزو خانوادهٔ بقولات است از این قاعده مستثنا نبوده و بررسی در مورد باکتری‌های همزیست با سویا زمینهٔ مساعدی را برای دستیابی به افزایش محصول دانه ایجاد می‌کند. توانایی گیاه سویا در همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن موجب شده که این گیاه اتکای کمتری به منابع نیتروژن خاک داشته باشد به‌طوری‌که میزان پروتئین دانه در گیاهان همزیست با باکتری ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان بدون باکتری بوده است (Krishnan *et al*., 2000). به باور محققان درصورتی‌که همزیستی در این گیاه به کارایی بالا رسانده شود، سویا از جمله لگوم‌هایی است که به کود نیتروژنی پاسخ مثبت نشان نمی‌دهد (Keyser & Li, 1992). میزان نیتروژن تثبیت‌شده توسط سویا متغیر بوده و به عامل‌های خاکی و محیطی، سویهٔ باکتری مورد استفاده و رقم سویای کشت‌شده بستگی دارد (Keyser & Li, 1992). بیشینه میزان تثبیت نیتروژن را ۲۳۷ کیلوگرم در هکتار در سال عنوان کرده‌اند (Majnounhoseini, 1997). در برخی بررسی‌ها توانایی این همزیستی در تأمین نیتروژن مورد نیاز سویا تا ۹۵ درصد نیز گزارش شده است (Lambardo, 1991). Bambara & Ndakidemi (2010) در بررسی‌هایی که روی لوبیا انجام دادند، به این نتیجه رسیدند، تلقیح با باکتری ریزوبیوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه و شمار غلاف نسبت به تیمار شاهد شده است. تحقیقات چندی گویای تأثیر مثبت کودهای زیستی نیتروژن‌دار بر عملکرد دانهٔ سویا بوده است (Wandile *et al*., 2005; Wandhkar *et al*., 2005; Kanase *et al*., 2006). در کنار توجه به جذب عناصر غذایی، بهبودکیفیت بذر نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. ازجمله روش‌های افزایش کیفیت بذر، پرایمینگ آن است. پرایمینگ، قرار دادن بذر پیش از کاشت در یک محلول با قابلیت آبی مشخص برای جذب آب و انجام بعضی مراحل پیش از جوانه‌زنی است. در روش هیدروپرایمینگ به بذر اجازه داده می‌شود، که به اندازهٔ کافی آب جذب کرده بدون اینکه ریشه‌چه ظاهر شود. اسموپرایمینگ فرایندی است که موجب کنترل جذب آب به وسیلهٔ بذرهای تحت تأثیر محلول اسمزی که محتوای اسمزی متنوعی دارند، مانند پلی‌اتیلن گلیکول یا املاح مختلف دیگر می‌شود. قابلیت اسمزی محلول میزان جذب آب به‌وسیلهٔ بذرها را تنظیم می‌کند (Abbasdokht & Edalatpishe, 2013). گیاهچه‌های سبزشده از بذرهای پرایم‌شده با آب نسبت به گیاهچه‌های سبزشده از بذرهای بدون پرایم سرعت سبز شدن بیشتری داشته و رشد آنها با قوت بیشتری انجام می‌گیرد (Saglam *et al*., 2010). Abbasdokht & Edalatpishe (2013) نیز گزارش کردند که پرایم کردن بذر، زمان رسیدن به مرحلهٔ خودپروری (اتوتروفی) را کوتاه‌تر می‌کند و موجب افزایش رقابت گیاه ذرت نسبت به علف هرز شده و در نهایت موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زراعی می‌شود. علت تسریع جوانه‌زنی در بذرهای پرایم‌شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های

تجزیه‌کننده مانند آلفا- آمیلاز، افزایش سطح شدت جریان (شارژ) انرژی زیستی در قالب افزایش میزان ATP، افزایش ساخت (سنتز) RNA و DNA، افزایش شمار و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Afzal *et al.*, 2002). در بذرهای پرایم‌شده، عملکرد و ساختار غشاء یاخته‌ای در مقایسه با بذرهای شاهد در وضعیت مطلوب‌تری است. این موضوع با بررسی هدایت الکتریکی عصارهٔ بذری قابل بررسی است، به‌طوری‌که تراوش سوخت‌وسازگر (متابولیت)های درون‌یاخته‌ای از غشای بذرهای پرایم‌شده کمتر بوده و در نتیجهٔ آن هدایت الکتریکی عصارهٔ این بذرها نیز کمتر است (Harris & Mottram, 2004). در پی اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر روی ذرت شیرین، مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و میانگین زمان ظهور گیاهچه، به طور معنی‌داری بهبود یافت. افزون بر این، یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شده از زراعت این بذرها نیز در وضعیت مطلوب و شایان پذیرشی بود (Parera & Cantlife, 1991). در واقع گیاه حاصله از بذرهای پرایم‌شده در مقایسه با گیاهان به‌وجودآمده از بذرهای تیمارنشده در زمان کوتاه‌تری نظام ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز نورساخت (فتوسنتز)کننده به مرحلهٔ خودپروری می‌رسند. همچنین از آنجا که بین زیست‌توده و ذخایر غذایی موجود در پیکرهٔ گیاه با تخصیص و توان زایشی، ارتباطی تنگاتنگ برقرار است، بر این پایه به شرط محدودیت نداشتن مخزن، محصول دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش خواهد یافت (Finnerty *et al.*, 1992). بر پایهٔ گزارش Clark *et al.* (2001) اسموپرایمینگ بذر کلزا سبب افزایش شایان ملاحظهٔ شمار غلاف‌های حاوی دانه می‌شود. یکی از نتایج بسیار متداولی که از پرایمینگ بذر به‌دست می‌آید زودرسی و یا پیش‌اندازی دوره‌هایی خاص از چرخهٔ حیاتی گیاه، مانند آغاز گلدهی، دانه‌بندی، پرشدن دانه‌ها، پنجه‌زنی و غیره است که این موضوع به ویژه در اراضی مناطق خشک که با کمبود آب روبه‌رو هستند بسیار اهمیت می‌یابد (Parera & Cantlife, 1994). این تحقیق به منظور به‌دست آوردن ترکیب مناسب کود زیستی و پرایمینگ برای سویا در شرایط آب و هوایی شاهرود اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در خرداد ۱۳۹۰در محل مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا شد. عامل کود زیستی بارور۲ در دو سطح کاربرد و بدون کاربرد و تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم در دو سطح تلقیح بذر و بدون تلقیح به‌عنوان روش‌های مختلف زیست‌پرایمینگ و عامل هیدرو-اسمو پرایمینگ در سه سطح شامل هیدروپرایمینگ، اسمو پرایمینگ و عامل شاهد (بدون پرایمینگ) اعمال شد. پیش از عملیات آماده‌سازی و اجرای نقشهٔ آزمایش، به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در ده نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری صورت گرفت. به همین منظور ناحیهٔ کشت را به صورت مشبک فرض کرده و از هر نقطه معادل ۱ کیلوگرم خاک جدا شده، سپس نمونه‌های گردآوری‌شده روی هم ریخته شد و به صورت مخروطی درآمد و هر بار قسمتی از خاک جمع‌شدهٔ اطراف مخروط حذف شد. در نهایت یک نمونهٔ ۱ کیلوگرمی که در برگیرندهٔ کل نمونه‌ها بود به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیهٔ شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به تجزیهٔ مکانیکی و درصد هریک از اجزای خاک، بافت خاک از نوع لومی تعیین شد.

جدول ۱. نتایج آزمون خاک مزرعه

| عامل‌های مورد تجزیه | نتیجهٔ آزمون |
|---|---|
| قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر مترمربع) | ۰/۶۹ |
| اسیدیتهٔ خاک (pH) | ۷/۹۹ |
| درصد کربن آلی | ۰/۱۹ |
| درصد مواد آلی | ۰/۳۳ |
| کلسیم قابل جذب (meq/l) | ۳۳ |
| منیزیم قابل جذب (meq/l) | ۲۲ |
| نیتروژن قابل جذب (ppm) | ۰/۰۴ |
| فسفر قابل جذب (ppm) | ۱۰ |
| پتاسیم قابل جذب (ppm) | ۱۶۴ |

برای انجام هیدروپرایمینگ، بذرها به مدت ۸ ساعت درون ۱/۵ لیترآب مقطر قرار داده شدند. برای انجام اسموپرایمینگ در آغاز در آزمایشگاه با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ [1] محلول مورد نظر تهیه شد. به این منظور ۳۰۰ گرم از مادهٔ پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ را در ۱ لیتر آب مقطر ریخته و تا هنگامی‌که ذرات به کلی در محلول حل شوند هم زده شد، سپس یک سوم بذر سویا رقم DPX درون محلول ریخته شد و در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس به مدت ۱۸ ساعت نگهداری شد (Michel & Kaufman, 1973). بذرها پس از این مدت کشت شدند. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول ۶ متر، فاصلهٔ خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصلهٔ بوته‌ها روی خطوط کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود. بین هر کرت ۱ متر و بین هر بلوک ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. همهٔ عملیات داشت در طول دورهٔ رشد و نمو برابر معمول اجرا شد. کاربرد کود زیستی بارور۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) و عمل تلقیح بذرها با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم متناسب با تیمارهای مورد نظر یک ساعت پیش از کاشت به صورت بذرمال با توجه به شرایط خواسته‌شده در کاتالوگ‌های مربوطه در سایه انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته، شمار دانه در غلاف (شمار ۳۰ بوته از هر کرت)، وزن هزاردانه، عملکرد دانه (سطح ۲ مترمربع)، درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد زیست‌توده (سطح ۲ مترمربع) بود. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین و درصد روغن به ترتیب از روش کجدال و روش سوکسله استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و تیمار کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم با تولید ۴۳/۰۲ غلاف در بوته بهترین تیمار بود (شکل۲). در تلقیح بذر با ریزوبیوم، بین گیاهانی که برای آنها از کود زیستی بارور۲ استفاده شده بود و آنهایی که بدون این کود زیستی بودند اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد، ضمن اینکه بین این تیمارها با تیمار بدون تلقیح بذر با ریزوبیوم و کاربرد کود زیستی بارور۲ اختلاف شایان ملاحظه‌ای وجود نداشت. باکتری‌های جنس سودوموناس به دلیل تولید مواد مؤثر در رشد همانند ویتامین‌ها می‌توانند به‌طور غیرمستقیم بر رشد باکتری ریزوبیوم مؤثر باشند (Halt *et al.*, 1994). از آنجا که فسفر بیشترین تأثیر را بر گلدهی گیاه سویا دارد و رابطهٔ بین شمار غلاف‌های تولیدکنندهٔ بذر با شمار گل‌هایی که به غلاف تبدیل می‌شود ثابت شده است، بنابراین در تیمارهای که در آنها از باکتری‌های آزادکنندهٔ فسفر استفاده شد، بیشترین شمار غلاف در گیاه تشکیل شد (Wilcox, 1974). Zhang (2002) به این نتیجه رسید که باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم موجب افزایش معنی‌دار شمار غلاف در سویا می‌شود. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ بر صفت شمار غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین شمار غلاف در بوته (شکل۳) نشان داد که در کل، تیمارهای استفاده از کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ بذر بر صفت شمار غلاف در بوته اثر مثبتی داشت. هرچند بین این تیمار با تیمار اسموپرایمینگ و بدون کاربرد کود زیستی بارور۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. Abbasdokht & Edalatpisheh (2012) اظهار داشتند که پرایمینگ بذر به‌طور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بذر ذرت شد. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل کاربرد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت شمار غلاف در بوته معنی‌دار نبود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت شمار غلاف در بوته معنی‌دار نشد.

1. PEG (6000)

جدول ۲. نتایج جدول تجزیهٔ واریانس صفات مورد بررسی

| منابع تغییرات | درجهٔ آزادی | عملکرد دانه | عملکرد زیست‌توده | درصد پروتئین | درصد روغن |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۳ | ۶۷۹۸۸/۸$^{ns}$ | ۸۱۹۴۰۸/۵$^{ns}$ | ۱/۸۷$^{ns}$ | ۱/۱۴۰$^{ns}$ |
| بارور۲(A) | ۱ | ۱۳۷۹۲۲۱/۵** | ۱۴۳۶۲/۴$^{ns}$ | ۵/۶* | ۷/۲۰۷* |
| رایزوبیوم (B) | ۱ | ۲۷۴۳۷۶۸/۱** | ۷۶۲۲۷۴۷/۱* | ۶/۰۷* | ۷/۵۲۰* |
| پرایمینگ (C) | ۲ | ۴۴۶۴۳۱/۲* | ۴۹۴۴۶۶۰/۷* | ۸/۲** | ۰/۰۲۵$^{ns}$ |
| (AB) | ۱ | ۱۱۸۷۸/۶$^{ns}$ | ۱۸۶۸۷۰۷/۲$^{ns}$ | ۴/۰۳$^{ns}$ | ۳۴/۰** |
| (AC) | ۲ | ۳۹۷۷۲۹/۶$^{ns}$ | ۷۲۴۴۱۷/۲$^{ns}$ | ۳/۴$^{ns}$ | ۰/۲۲$^{ns}$ |
| (BC) | ۲ | ۱۷۲۱۳۱/۴$^{ns}$ | ۶۰۴۱۴۸/۳$^{ns}$ | ۴/۶* | ۶/۱۶۰* |
| (ABC) | ۲ | ۳۹۱۰۲۷/۷$^{ns}$ | ۵۸۹۸۴۶/۶$^{ns}$ | ۶/۶* | ۱۰/۷۰۰** |
| اشتباه آزمایشی (E) | ۳۳ | ۱۳۰۳۷۷/۵ | ۱۰۶۴۱۶۹ | ۱/۲ | ۱/۷ |
| Cv | | ۱۳/۲۳۵ | ۱۸/۰۰۸ | ۳/۵۵۸ | ۶/۶۲۷ |

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

ادامهٔ جدول ۲. نتایج جدول تجزیهٔ واریانس صفات مورد بررسی

| منابع تغییرات | درجهٔ آزادی | شمار غلاف در بوته | شمار دانه در بوته | شمار دانه در غلاف | وزن هزاردانه |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۳ | ۳۱/۹۳$^{ns}$ | ۱۶/۵۷$^{ns}$ | ۰/۰۴۶$^{ns}$ | ۸/۰۱$^{ns}$ |
| بارور۲ (A) | ۱ | ۱۳۱/۳* | ۴۷۶/۹* | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۱۷۷/۵** |
| رایزوبیوم (B) | ۱ | ۲۳۴/۰۳** | ۲۶۵۹/۶** | ۰/۲۱۷$^{ns}$ | ۵۱/۸* |
| پرایمینگ (C) | ۲ | ۱۸۶/۴** | ۸۴۵/۷** | ۰/۰۳۲$^{ns}$ | ۴۴/۷** |
| (AB) | ۱ | ۱۲۱/۶* | ۵۵۱/۴۸* | ۰/۰۰۵$^{ns}$ | ۳/۰۵$^{ns}$ |
| (AC) | ۲ | ۹۶/۳* | ۲۱۴/۱۹$^{ns}$ | ۰/۰۴۳$^{ns}$ | ۱۳/۳$^{ns}$ |
| (BC) | ۲ | ۵۶/۷$^{ns}$ | ۴۶۸/۶** | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۱۴/۲$^{ns}$ |
| (ABC) | ۲ | ۳۰/۶$^{ns}$ | ۵۲۶/۵** | ۰/۰۳۸$^{ns}$ | ۱۴/۰۷$^{ns}$ |
| اشتباه آزمایشی (E) | ۳۳ | ۱۹/۸ | ۸۲/۱۴ | ۰/۰۷ | ۷/۷۰ |
| Cv | | ۱۰/۹ | ۹/۲۴ | ۱۱/۰۴ | ۱/۸۸ |

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

بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) کاربرد کود زیستی بارور۲ بر صفت شمار دانه در بوته، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت. مقایسهٔ میانگین صفت شمار دانه در بوته در سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ شمار دانه در بوته افزایش یافت به‌طوری‌که بالاترین شمار دانه در بوته مربوط به کاربرد کود زیستی بارور۲ به میزان ۱۰۱/۱۵۴ دانه در بوته بود. Defreitas *et al.* (1997) در مورد کلزا، Defreitas (2000) در مورد گندم و Shahin *et al.* (2004) در مورد جو و چغندرقند آزمایش‌هایی انجام و به این نتیجه رسیدند که تلقیح گیاهان توسط این کودهای زیستی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد و جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر شد.

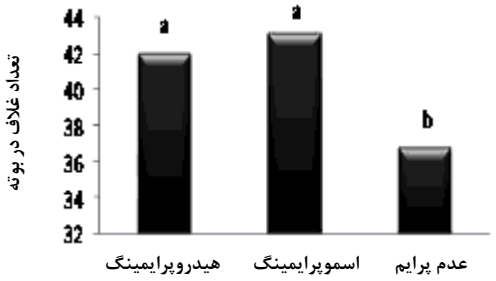
همچنین نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت شمار دانه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین شمار دانه در بوته نشان داد که تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم به‌طور معنی‌داری شمار دانه در بوته را افزایش داد به‌طوری‌که تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم با تولید ۱۰۵/۴۴۶ دانه در بوته بهترین تیمار بود.

Kazemi *et al.* (2007) در بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا، گزارش کردند که تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم سبب افزایش معنی‌دار شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته، وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد دانهٔ سویا شد. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان

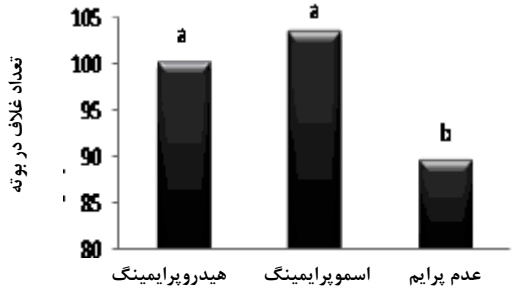
داد که تأثیر پرایمینگ بر صفت شمار دانه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین شمار دانه در بوته (شکل۴) نشان داد که تیمار پرایمینگ شمار دانه در بوته را افزایش داد.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثرگذاری‌های متقابل سطوح کاربرد کود زیستی بارور۲، تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بذر بر شمار دانه در بوتهٔ گیاه سویا

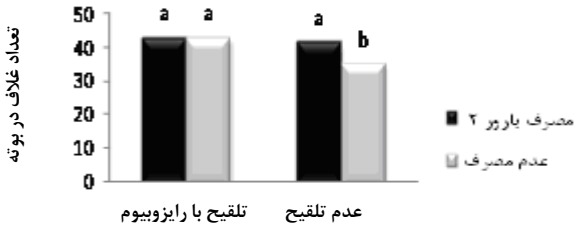
| بدون کاربرد بارور۲ | | | | | | کاربرد بارور۲ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | | بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | |
| بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ |
| ۶۰/۲۳ | ۹۵/۰۸ | ۹۶/۷۵ | ۱۰۵/۷ | ۱۱۳/۳ | ۹۸/۱۵ | ۹۲/۶۰ | ۱۰۰/۳ | ۹۸/۴۳ | ۱۰۰/۸ | ۱۰۶/۴ | ۱۰۸/۵ |
| e | cd | bcd | abc | a | bcd | d | abcd | bcd | abcd | abc | ab |



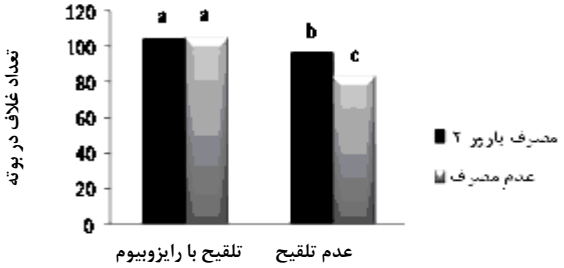

شکل ۱. تأثیر پرایمینگ بذر بر صفت شمار غلاف در بوتهٔ سویا



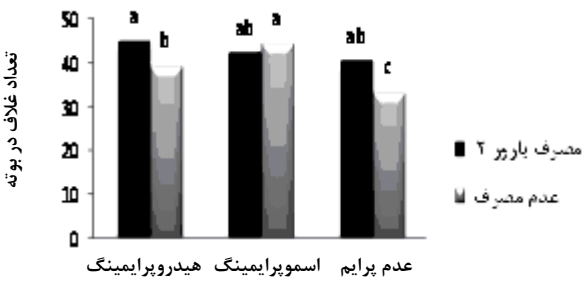

شکل ۴. تأثیر پرایمینگ بذر بر صفت شمار دانه در بوتهٔ سویا



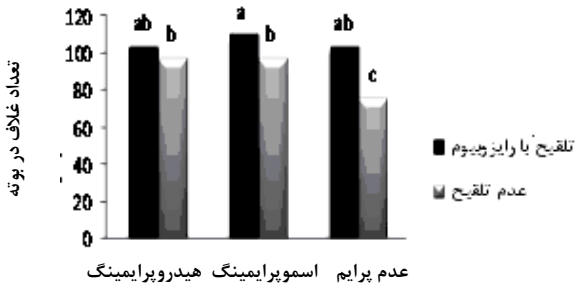

شکل ۲. تأثیر متقابل کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم بر صفت شمار غلاف در بوتهٔ سویا




شکل ۵. تأثیر متقابل کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم بر صفت شمار دانه در بوتهٔ سویا




شکل ۳. تأثیر متقابل کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ بذر بر صفت شمار غلاف در بوتهٔ سویا

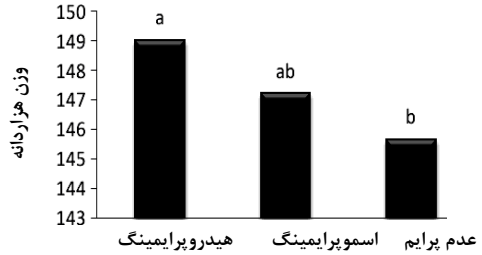



شکل ۶. تأثیر متقابل تلقیح بذر با ریزوبیوم و پرایمینگ بذر بر صفت شمار دانه در بوتهٔ سویا

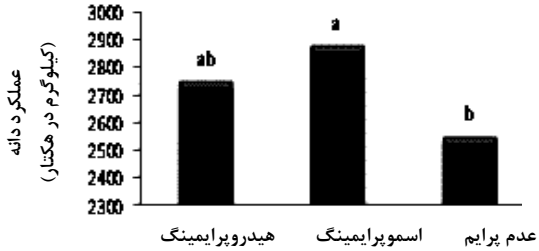
به‌طوری‌که بیشترین شمار دانه در بوته مربوط به اسموپرایمینگ با تولید ۱۰۳/۷۳۸ دانه در بوته بود. بین گیاهان اسموپرایم و هیدروپرایم به لحاظ صفت یادشده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. گزارش‌های چندی مبنی بر تأثیر مثبت پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهان مختلف موجود است (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت شمار دانه در بوته سطح ۵ درصد معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین شمار دانه در بوته نشان داد که تیمار کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم با تولید۱۰۵/۷دانه در بوته بهترین تیمار بود (شکل۵). البته بین این تیمار با تیمار بدون کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تحقیقات انجام‌شده در مورد اثرگذاری‌های متقابل بین باکتری‌های حل‌کنندگان فسفات و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بیانگر رابطهٔ هم‌افزایی (سینرژیستی) بین آنهاست (Rosas *et al*., 2002). نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ برصفت شمار دانه در بوته معنی‌دار نبود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و مقایسهٔ میانگین شمار دانه در بوته (شکل۶) نشان داد که تیمار تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم و اسموپرایمینگ با تولید ۱۰۹/۸ دانه در بوته برترین تیمار بود. البته بین این تیمار با تیمارهای تلقیح بذر با ریزوبیوم در شرایط هیدروپرایمینگ و همچنین تلقیح بذر با ریزوبیوم در شرایط بدون پرایمینگ اختلاف معنی‌داری دیده نشد. تجزیهٔ واریانس اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ (جدول ۲) بر صفت شمار دانه در بوته درسطح ۱ درصد معنی‌دار بود و مقایسهٔ میانگین سطوح تیمارها در جدول ۳ آمده است. صفت شمار دانه در غلاف تحت تأثیر هیچ‌یک از عامل‌های بررسی نشد (جدول ۲). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) کاربرد کود زیستی بارور۲ و بدون کاربرد آن بر صفت وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. مقایسهٔ وزن هزاردانه در سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ وزن هزاردانه نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان وزن هزاردانه به میزان ۱۴۹/۲۱۷گرم مربوط به سطح کاربرد کود زیستی بارور۲ بود. کاربرد باکتری‌های افزایندهٔ رشد در ذرت به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی افزایندهٔ رشد گیاه و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌زا (پاتوژن)ها سبب افزایش اجزای عملکرد، مانند شمار دانه در بلال، وزن هزاردانه و شمار ردیف در بلال شد. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت وزن هزاردانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین وزن هزاردانه نشان داد که تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم به‌طور معنی‌داری وزن هزاردانه را افزایش داد به‌طوری‌که تیمار تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم با تولید ۱۴۸/۳۳۳گرم دانه در بوته بهترین تیمار بود. Wiresma & ORF (1992) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که بر اثر تلقیح سویا با گونه‌های مختلف برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و درصد نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول۲) نشان داد که تأثیر پرایمینگ بر صفت وزن هزاردانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین وزن هزاردانه (شکل۷) نشان داد که تیمار پرایمینگ وزن هزاردانه را افزایش داد، به‌طوری‌که تیمار هیدروپرایمینگ به‌طور معنی‌داری با تولید ۱۴۹/۰۰۶ گرم بالاترین وزن هزاردانه را موجب شد Bastia *et al*. (1999) توانستند با به کارگیری تیمار هیدروپرایمینگ بذرهای گلرنگ به همراه تغییر تاریخ کاشت شمار بوته در مترمربع، شمار طبق در بوته، شمار دانه در طبق، وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد را بهبود دهند. هیچ‌یک از اثرگذاری‌های متقابل بین عامل‌ها بر صفت وزن هزاردانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) بین سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد وجود داشت. مقایسهٔ عملکرد دانه در سطوح

مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ عملکرد نیز افزایش یافت به‌طوری‌که بالاترین میزان عملکرد مربوط به سطح کاربرد کود زیستی بارور۲ به میزان ۲۸۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج به‌دست‌آمده از کاربرد کودهای زیستی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در مورد ذرت، سویا و گندم مؤید اثرگذاری‌های رضایت‌بخش این کود است به‌طوری‌که مشخص شد کود میکروبی فسفاته نه تنها بازدهٔ جذب کود را بالا می‌برد، بلکه موجب افزایش شایان ملاحظهٔ عملکرد نیز می‌شود (Saleh Rastin, 1999). با کاربرد کود میکروبی فسفاته به جای کودهای شیمیایی فسفاته در هفت استان گندم خیز کشور، مشخص شد که این کود به آسانی قابلیت رقابت با کودهای شیمیایی فسفاته را دارد و به‌طور میانگین موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۵۷۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل می‌شود. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف ریزوبیوم ژاپونیکوم نشان داد که تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم به‌طور معنی‌داری عملکرد را افزایش داد، به‌طوری‌که تیمار تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم با تولید ۲۹۶۷/۲ کیلوگرم در هکتار بهترین تیمار بود. افزایش عملکرد دانه در نتیجهٔ تلقیح گیاه با باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم می‌تواند به علت افزایش تولید هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی، آسانگری جذب عناصر غذایی و مقاومت در برابر بیماری‌ها باشد. همچنین به نظر می‌رسد استفاده از باکتری با قابلیت تثبیت و رهاسازی آهستهٔ نیتروژن، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک کند و موجب ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر در مراحل زایشی، به ویژه در مرحلهٔ پرشدن دانه شده و در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. نتایج تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر پرایمینگ بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین عملکرد (شکل ۸) نشان داد که تیمار پرایمینگ عملکرد دانه را افزایش می‌دهد، به‌طوری‌که تیمار اسموپرایمینگ با تولید۲۸۸۲/۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت. افزایش عملکرد در اثر پرایمینگ بذر در نخود (Musa *et al*., 2001) و گندم (Harris *et al*., 2000) نیز گزارش شد. عملکرد دانه تحت تأثیر هیچ‌یک از اثرگذاری‌های متقابل دوگانهٔ کاربرد کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم، کاربرد کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ، ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ و اثر متقابل سه‌گانهٔ کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ قرار نگرفت (جدول ۲). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) بین سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ درصد پروتئین نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح کاربرد کود زیستی بارور۲ به میزان ۳۲ درصد بود. در جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) بین سطوح مختلف باکتری ریزوبیوم از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم نشان داد که با کاربرد باکتری درصد پروتئین نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح کاربرد باکتری ریزوبیوم به میزان ۳۲/۰۱۹ درصد بود. در پژوهشی گزارش شد که گیاه سویا در شرایط تلقیح با باکتری، ۱۰ درصد پروتئین بیشتری نسبت به شرایط بدون تلقیح دارد و کاربرد کود نیتروژنی می‌تواند میزان پروتئین دانه را به تقریب به سطحی معادل گیاهان تلقیح‌شده برساند (Krishnan *et al*., 2000). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) بین سطوح پرایمینگ از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف پرایمینگ (شکل ۹) نشان داد که با کاربرد روش پرایمینگ درصد پروتئین نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد پروتئین مربوط به سطح هیدروپرایمینگ به میزان ۳۲/۲۳۶ درصد بود. Brocklehurst & Deaman (1983) گزارش کردند که پرایمینگ سبب افزایش غلظت ATP در بذر پیاز، کرفس و هویج می‌شود که علت آن را مربوط به افزایش ساخت پروتئین در بذر پیشنهاد کردند. صفت

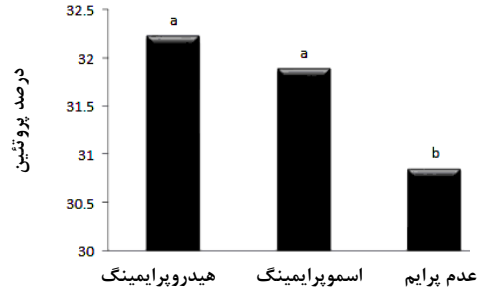
درصد پروتئین تحت تأثیر هیچ‌یک از اثرگذاری‌های متقابل دوگانهٔ کاربرد کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم، کاربرد کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین درصد پروتئین (شکل۱۰) نشان داد که تیمار تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم و هیدروپرایمینگ با ۳۲/۸۱ درصد پروتئین برترین تیمار بود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسهٔ میانگین درصد پروتئین (جدول۴) نشان داد که اثر متقابل سه جانبهٔ کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح ریزوبیوم ژاپونیکوم و اسمو پرایمینگ با ۳۳/۱۴ درصد پروتئین برترین تیمار بود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) بین سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف کاربرد کود زیستی بارور۲ نشان داد که با کاربرد کود زیستی بارور۲ درصد روغن نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد روغن مربوط به سطح کاربرد کود زیستی بارور۲ به میزان ۲۰/۱۰۴ درصد است. Shehata & EL-Khawas (2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد کود زیستی گزارش کردند. در جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) بین سطوح مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف کاربرد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم نشان داد که با کاربرد باکتری درصد روغن نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد روغن مربوط به سطح کاربرد باکتری به میزان ۲۰/۱۱۲ درصد بود. Yasdisamadi & Zali (1975) در آزمایشی با بررسی تأثیر ریزوبیوم ژاپونیکوم در سویا مشاهده کردند، کاربرد ریزوبیوم موجب افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و میزان روغن شد.



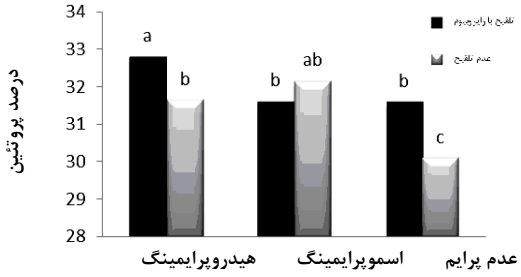
شکل ۷. اثر پرایمینگ بر صفت وزن هزاردانه



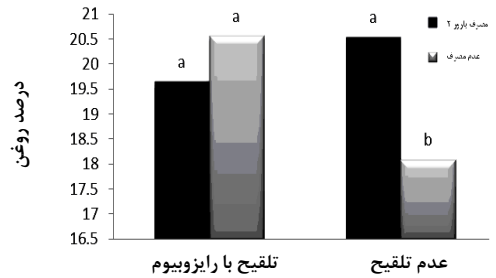
شکل ۸. اثر پرایمینگ بر صفت عملکرد دانه



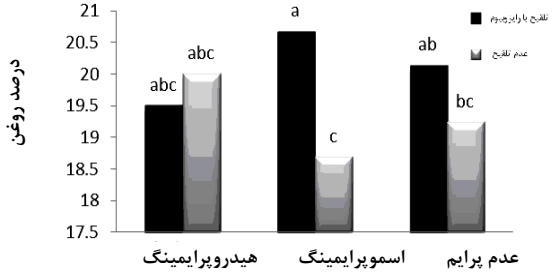
شکل ۹. اثر پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین دانه



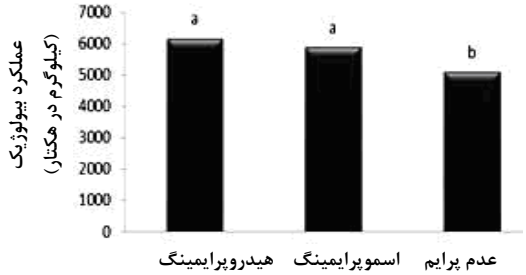
شکل ۱۰. تأثیر متقابل تلقیح ریزوبیوم و پرایمینگ بر صفت درصد پروتئین دانه



شکل ۱۱. تأثیر متقابل بارور ۲ و ریزوبیوم بر صفت درصد روغن دانه




شکل ۱۲. تأثیر متقابل تلقیح ریزوبیوم و پرایمینگ بر صفت درصد روغن دانه




شکل ۱۳. تأثیر پرایمینگ بر عملکرد زیست‌توده

جدول۴. مقایسهٔ میانگین اثرگذاری‌های متقابل سطوح بارور۲، ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر درصد پروتئین

| بدون کاربرد بارور۲ | | | | | | کاربرد بارور۲ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | | بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | |
| بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ |
| ۲۸/۲۱ | ۳۲/۰۳ | ۳۱/۷۹ | ۳۱/۷۵ | ۳۱/۶۷ | ۳۲/۴۹ | ۳۲ | ۳۲/۲۸ | ۳۱/۵۴ | ۳۱/۴۸ | ۳۱/۶۰ | ۳۳/۱۴ |
| c | ab | ab | ab | ab | ab | ab | ab | ab | b | ab | a |

بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم بر صفت درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین درصد روغن در اثر متقابل کاربرد کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم نشان داد که تیمار بدون کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم با تولید ۲۰/۵۷ درصد بالاترین میزان روغن را داشت (شکل۱۱). ولی اثر متقابل کود زیستی بارور۲ و پرایمینگ بر صفت درصد روغن معنی‌دار نبود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) اثر متقابل باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر صفت درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل باکتری ریزوبیوم و پرایمینگ (شکل۱۲) نشان داد که تیمار ریزوبیوم و اسموپرایمینگ با ۲۳/۶۸ درصد بهترین تیمار بود. همچنین بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول۲) اثر متقابل سه‌جانبهٔ کاربرد کود زیستی بارور۲ و ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ برای صفت درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. مقایسهٔ میانگین این تیمار (جدول۵) نشان داد که تیمار بدون کاربرد کود زیستی بارور۲ و تلقیح بذر با ریزوبیوم و بدون پرایمینگ با تولید ۲۱/۶۰ درصد بالاترین میزان روغن را داشت و تیمار بدون کاربرد کود زیستی بارور۲ و بدون تلقیح بذر با ریزوبیوم و بدون پرایمینگ با تولید ۱۷/۱۸ درصد روغن ضعیف‌ترین تیمار بود. بنابر جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) بین سطوح مختلف کود زیستی بارور۲ از نظر عملکرد زیست‌توده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ولی بین سطوح مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم از نظر عملکرد زیست‌توده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف باکتری ریزوبیوم نشان داد که با کاربرد این باکتری میزان عملکرد زیست‌توده افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد زیست‌توده مربوط به تیمار تلقیح بذر با ریزوبیوم ژاپونیکوم به میزان ۶۱۲۶/۹ کیلوگرم در هکتار بود. Zaied *et al.* (2003) گزارش کردند که افزایش در وزن کل گیاه با ریزوباکترها به واسطهٔ افزایش در جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه است.

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین اثرگذاری‌های متقابل سطوح بارور۲، ریزوبیوم ژاپونیکوم و پرایمینگ بر درصد روغن

| بدون کاربرد بارور۲ | | | | | | کاربرد بارور۲ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | | بدون تلقیح | | | تلقیح با رایزوبیوم | | |
| بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ | بدون پرایمینگ | اسموپرایمینگ | هیدروپرایمینگ |
| ۱۷/۱۸ | ۱۹/۹۸ | ۱۹/۱۳ | ۲۱/۶۰ | ۲۰/۳۵ | ۱۹/۷۵ | ۲۱/۳۳ | ۱۹/۴۳ | ۲۰/۹۰ | ۱۸/۷۰ | ۲۱ | ۱۹/۲۸ |
| e | de | bcd | a | abc | abcd | a | bcd | ab | cde | ab | bcd |

همچنین در جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظر عملکرد زیست‌توده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. مقایسهٔ میانگین در سطوح مختلف پرایمینگ (شکل۱۳) نشان داد که عملکرد زیست‌توده با اعمال تیمار پرایمینگ افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان عملکرد زیست‌توده مربوط به سطح هیدروپرایمینگ به میزان ۶۱۸۰/۸ کیلوگرم در هکتار بود. Peltonen-Sainio *et al.* (2006) نیز افزایش رشد اولیه و تجمع مادهٔ خشک را تا ۲۲ درصد در اثر پرایمینگ بذرهای یولاف گزارش کردند.

**نتیجه‌گیری کلی**

نتیجه‌گیری کلی از این آزمایش مؤید آن است که کاربرد عامل‌های کود زیستی بارور۲ و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم با به کارگیری روش مناسب پرایمینگ سبب افزایش رشد و عملکرد کمّی و کیفی دانه در سویا شد.

## REFERENCES


1. Abbasdokht, H. & Edalatpishe, M.R. (2013). The effect of priming and salinity on physiological and chemical characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Desert*, 17, 183-192.
2. Abbasdokht, H. & Edalatpisheh M.R. (2012). Effect of seed priming and different levels of urea on yield and yield component of two corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Iranian Crop Science Journal*, 3, 381-389. (in Farsi)
3. Afzal, I., Ahmad, N., Basra, S. M. A., Ahmad, R. & Iqbal, A. (2002). Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Agriculture Science*, 39, 109-112.
4. Bambara, S. & Ndakidemi, P.A. (2010). Phaseolus vulgaris response to rhizobium inoculation, lime and molybdenum in selected low pH soil in wastern cape. *Journal of Agricultural Reaserch*, 5, pp 1804.
5. Bastia, D.K., Rout, A.K., Mohanty, S.K. & Prusty, A.M. (1999). Effect of sowing date, sowing methods and seed soaking on yield and oil content of rainfed safflower grown in Kalahandi, Orissa. *Indian Journal of Agronomy*, 44, 621-623.
6. Brocklehurst, P. A. & Deaman, J. (1983). Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion: II. Seedling emergence and plant growth. *Annual Applied Biology*, 102, 585-593.
7. Clark, L.J., Whalley, W.R., Ellis-Jones, J., Dent, K., Rowse, H.R., Finch-Savage, W.E., Gatsai, T., Jasi, L., Kaseke, N.E., Murungu, F.S. & Riches, C.R. (2001). On-farm seed priming in maize: a physiological evaluation. *Seventh eastern and southern Africa regional maize conference*. Pp. 268-273.
8. Defreitas, J.R. (2000). Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Pedobiologia*, 44, 97-104.
9. Defreitas, J.R., Banerjee, M.R. & Germida, J.J. (1997). Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 24, 358-364.
10. Finnerty, T. L., Zajicek, J. M. & Hussey, M. A. (1992). Use of seed priming to bypass stratification requirements of three Aquilegia species. *Horticulture Science*, 27, 310-313.
11. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A., Valizadeh, M. & Moghaddam, M. (2008). Effect of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6, 222-226.

12. Halt, J.G., Krieg, N.R., Sneah, P.H.A., Staley, J.T. & Williams, S.T. (1994). Bergeys manual of determinative bacteriology. In: *Baltimore, M. D. (Eds.).Williams and Wilkins*.
13. Harris, D. & Mottram, A. (2004). Practical hydration of seed of tropical crops: 'on-farm' seed priming. In: *Seed science and technology: trends and advances*, ed. A. S. Basra. The Howarth Press.
14. Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. & Nyamudeze, P. (2001). On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agriculture Systems*, 69, 151-164.
15. Harris, D., Tripathi, R. S. & Joshi, A. (2000). On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice, in IRRI: International Workshop on Dry-seeded Rice Technology', held in Bangkok, 25-28 January 2000. *International Rice Research Institute*, Manila, Philippines, 164 pp.
16. Kanase, A.A., Mendne, S.N., Nawale, V.S., Jarande, V. & Mendhe, J. T. (2006). Effect of intergrated nutrient management and weed biomass addition on growth and yield of soybean. *Journal of Soil Crop*, 16, 236-239.
17. Kazemi, Sh., Galeshi, S., Ghanbar, A. & Kianoush, G. (2007). The effect of sowing date and bacterial inoculation on yield and yield components of two soybean cultivars. *Agriculture Science and Natural Resource Journal*, 12(4). (in Farsi)
18. Keryser, H.H. & Li, F. (1992). Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. *Plant and Soil*, 141, 119-35.
19. Khan, M.S., Zaidi, A. & Wani, P.A. (2007). Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 29-43.
20. Krishnan, H.R., Jiang, G.A., Krishnan, H. & Wiebold, W.J. (2000). Seed Storage protein Composition of nonnodulation soybean and its influence on protein quality. *Plant Science*, 2, 191-99.
21. Lombardo, D. R. (1991). Nitrogen fixation in legumes. *Journal of Production Agriculture*, 2, 281-230.
22. Majnounhoseini, N. (1997). Legumes in Iran. Mashad University Publication. Pp: 147-158.
23. Michel, B. & Kaufman, M. R. (1973). The osmotic potential of PEG 6000. *Plant Physiology*, 51, 914-916.
24. Musa, A.M., Harris, D. C. Johansen & Kumar. J. (2001). Short duration chickpea to replace fallow after Aman rice: the role of on-farm seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. *Experimental Agriculture*, 37, 509-521.
25. Parera, C. A. & Cantliffe, D. J. (1991). Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. *Journal of American Society and Horticulture Science*, 116, 942-944.
26. Parera, C. A. & Cantlife, D. J. (1994). Presowing seed priming. *University of Florida Journal*. Ser. No. R-032711109-1141.
27. Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M. & Peltonen, J. (2006). Phosphorus seed coating enhancement on early growth and yield components in oat. *Agronomy Journal*, 98, 206-211.
28. Rosas, S., Rovera, M., Andres, J. & Correa, N. (2002). Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobia legume symbiosis. In: Proceeding of *the 15th Internaional Meeting on Microbial phosphate Solubilization*. Salamanca Universty, 16-19 July, Salamanca, Spain.
29. Saglam, S., Day, S., Kaya, G. & Gurbuz, A. (2010). Hydropriming increases germination of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) under water stress. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(2), 103-106.
30. Saleh Rastin, N. (1999). Biological Fertilizer. *Soil and Water Journal*, 12(3). (in Farsi)
31. Shahin, F., Chakmakji, R. & Kantar, F. (2004). Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265, 123-129.
32. Sharifi, Z. & Haghnia, Gh.H. (2008). Effect of Nitroxin fertilizer on wheat varieties. www. civilica. com. (in Farsi)
33. Shehata, M.M. & EL-Khawas, S.A. (2003). Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 14, 1257-1268.
34. Wandhkar, N.V., Tambe, A.D. & Pawar, A.D. (2005)" Nutrient uptake by soybean as affected by sowing dates and fertilizer levels". *Annual Plant physiology*, 19, 61-63.
35. Wandile, R.M., Raut, M.M., Washimkar, S.V. & Bhaisare, B.S.( 2005). Residual effect of lon-term application of NPK and FYM on soil properties of vertical yield protein and oil content of soybean. *Journal of Soil Crop*, 15, 155-159.
36. Wilcox, J.R. (1974). Response of three soybean strains to equidistant and spacing. *Agronomy Journal*, 66, 409-412.
37. Wiresma, J.V. & ORF, J.H. (1992). Early maturing soybean nodulation and performance with selected *Bradyrhizobium japonicum* strains. Pp.348-349. In: *J.J landsberg*. *Environmental effect soybean physiology*.

38. Yasdi Samadi, B. & Zali, A. (1975). Effect of Rhizobium and nitrogen on soybean. *Present at Word Soybean Research Conferene*. University of Illinois.
39. Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Afify, Aida, H. & Nassef, M.A. (2003). Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6, 344-358.
40. Zhang, F. (2002). *Bradyrhizobiom japonicum* mutants allowing improved soybean yield in short season areas with cool spring soil temperature. *Crop Science*, 42, 1186-1190.

Iranian Journal of Filed Crop Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

# The comparison of qualitative and quantitative of soybean (*Glycine max* L.) affected by double inoculation with Barvar-2 and *Rhizobium japonicum* bacteria at hydro- osmo priming condition

**Hamid Abbasdokht[1*], Salman Salmanzadeh[2] and Ahmad Gholami[3]**
1, 2, 3. Associate Professor, Former M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University, Iran
(Received: May 17, 2014 - Accepted: Aug. 10, 2015)

## ABSTRACT

In order to study of the effects of hydro-osmo priming, bio-priming (biological fertilizer (Barvar-2) and inoculation with *Rhizobium japonicum* bacteria) on growth & yield of DPX cultivar of soybean (*Glycine max* L.), an experiment was carried out as factorial based on a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications in Agriculture Research Station of Shahrood University of Technology, Iran. Biological fertilizer including 2 levels (check and using of biological fertilizer) and *Rhizobium japonicum* including 2 levels (check and using of *Rhizobium japonicum*) and priming including 3 levels [(hydropriming, osmopriming induced by PEG 6000 and check (unpriming)] were used as treatments. The results showed that interaction between biological fertilizer and *Rhizobium japonicum* significantly affected number of pod per plant, number of seed per plant and oil percentage. Interaction between biological fertilizer and priming significantly affected number of pod per plant. Grain yield for biological fertilizer consumption was 2897.7 kg/ha and for inoculation with *Rhizobium japonicum* was 2967.2kg/ha. Generally, priming, biological fertilizer consumption and inoculation with *Rhizobium japonicum* increased grain yield.

**Keywords:** growth characteristic, priming, seed inoculation.

* Corresponding author E-mail: habbasdokht@yahoo.com Tel: +98 912 5731677