

اثر برخی از کودهای بیولوژیکی بر بهبود قدرت بذرهای سویا تولید شده در شرایط تنش کم آبی

معصومه تاجیک^۱، ایرج الهدادی^۲، جهانفر دانشیان^۳، حمید ایران نژاد^۴، آیدین حمیدی^۵ و حمید جباری^۱

چکیده

برای بررسی پیامد کاربرد برخی از کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های کیفی بذرهای سویا به دست آمده تحت تنش کم آبی، آزمایشی در دو بخش مزرعه و آزمایشگاه انجام شد. آزمایش مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمون آزمایشگاهی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. بذرها در آزمایشگاه تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل کودهای بیولوژیکی (مایه-زنی بذر با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، مایه‌زنی همزمان با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و سودوموناس فلورسنس و مایه‌زنی همزمان با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و گلوموس موسه)، رقم‌ها (زالتالها و لاین کلارک × هابیت) و سطوح مختلف تنش کم آبی (آبیاری پس از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه گیاه مادری) بودند. نتایج نشان داد که تنش کم آبی پیامد منفی بر کیفیت بذر داشت. مایه‌زنی همزمان بذر ارقام با برادی ریزوبیوم و سودوموناس باعث بهبود قابلیت جوانه‌زنی، ظهور اولیه گیاهچه، ظهور نهایی گیاهچه و شاخص ظهور گیاهچه در سطوح مختلف تنش شد. شاخص‌های بنیه گیاهچه، قابلیت جوانه‌زنی و تعداد گیاهچه عادی با ظهور اولیه و نهایی گیاهچه در مزرعه دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بودند.

کلمات کلیدی: سویا، تنش کم آبی، کیفیت بذر، آزمون جوانه‌زنی استاندارد، برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، سودوموناس فلورسنس، گلوموس موسه

۱، ۲ و ۴ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران

۳. استادیار پژوهش موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۵. استادیار پژوهش موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی به شمار می‌آید و از لحاظ سطح زیر کشت و تامین روغن مصرفی در جهان دارای رتبه نخست می‌باشد (بی‌نام، ۲۰۰۱). ارزیابی کیفیت بذر به عنوان اندام تکثیر گیاهان زراعی و مهم‌ترین نهاده برای تولید محصولات کشاورزی از جایگاه ویژه‌ای در تولید، کنترل و گواهی بذر برخوردار است (آگراوال و دادلانی، ۱۹۹۲). دستیابی به عملکرد مطلوب در سویا و دیگر گیاهان زراعی بستگی به کیفیت بذر کاشته شده در مزرعه دارد (سها و همکاران، ۱۹۹۰) و به دلیل کیفیت پائین بذرهای سویا، یک‌نواختی سبز شدن کاهش می‌یابد (باتزن، ۲۰۰۱). قوه نامیه، جوانه‌زنی و بنیه از جمله مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌گردند که دستیابی به حد مطلوبی از آن‌ها هدف اصلی یک برنامه موفق تولید بذر می‌باشد (گالانوپولو و همکاران، ۱۹۹۶). یکی از آزمایش‌های عمومی برای تعیین کیفیت بذر، آزمون جوانه‌زنی استاندارد می‌باشد که حداکثر پتانسیل بذر را تحت شرایط ایده‌آل نشان می‌دهد (آ ا ا س آ، ۱۹۸۳). ایگلی و تکرونی (۱۹۹۵) نشان دادند چنانچه بذرهای سویا دارای جوانه‌زنی استاندارد بیش از ۹۵ درصد باشند قادر خواهند بود تحت شرایط محیطی مختلف، گیاهچه‌های کافی تولید کنند. کیفیت و کمیت بذر به عوامل گوناگونی مانند خاک، اقلیم و اجرای عملیات زراعی در دوره رشد و نمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت بستگی دارد (مک دونالد و کولپند، ۱۹۹۷). در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک که کشور ما را نیز در بر می‌گیرد، تنش خشکی عامل اصلی کاهش کیفیت و کمیت بذر گیاهان می‌باشد. ویرا و همکاران (۱۹۹۱) در آزمایش‌های خود مشخص نمودند که تنش خشکی موجب کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر می‌شود. اسمیسی-کلاس و همکاران (۱۹۸۹) در آزمایش‌های خود نشان دادند که اگر تنش خشکی در مرحله نمو بذر سویا رخ دهد بنیه بذر کاهش خواهد یافت. بنابراین دستیابی به راهبردهایی برای کاهش اثر منفی تنش خشکی بر روی کیفیت بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بر این اساس، مایه‌زنی گیاهان با میکروارگانیسم‌های همزیست

با آن‌ها هم‌چون قارچ میکوریز و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های آزادزی که باعث تحریک رشد گیاه می‌شوند، می‌تواند سودمند باشد (خان، ۲۰۰۲). برادی‌ریزوبیوم از باکتری‌های هم‌زیست با گیاه سویا است که از راه هم‌زیستی باعث تثبیت نیتروژن می‌شود. هم‌چنین باکتری‌های جنس *Sodomonas* جزو باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که باعث بهبود رشد می‌شوند. آلبرت و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که بین گونه‌های ریزوبیوم و قارچ میکوریز رابطه سینرژیستی وجود دارد. قارچ میکوریز باعث افزایش جذب فسفر توسط گیاه و تامین عناصر کم مصرف و هورمون‌های گیاهی که نقش مهمی در گره‌بندی و تثبیت نیتروژن دارند، می‌شود. اسرینیواسا و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند در سویا قارچ‌های میکوریزی و زیکولار آربوسکولار در پیدایش گره به باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم^۱ کمک می‌کند. هم‌چنین گزارش گردید که مایه‌زنی هم‌زمان باکتری‌های *Sodomonas* و برادی‌ریزوبیوم، گره‌زایی را افزایش داد و دلیل آن ساخت سیدروفور توسط باکتری‌های *Sodomonas* بود (هالت و همکاران، ۱۹۹۴). *Sodomonas فلورسنس*^۲ با تولید ترکیبات ضد میکروبی در کنترل بیولوژیکی عوامل بیماری‌زای خاک‌زاد نقش دارد و باعث تولید پیولوتورین (نواک-تامسون و همکاران، ۱۹۹۹) و ۴و۲ دی استیل فلوروگلوکوسینول می‌شود (دلانی و همکاران، ۲۰۰۰). زایدی (۲۰۰۳) گزارش کرد مایه‌زنی بذرهای سویا با *Sodomonas* و برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم، جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه را بهبود بخشید و باعث افزایش طول و ماده خشک اندام‌های هوایی و ریشه، تعداد گره و جذب عناصر غذایی نسبت به شرایط بدون مایه‌زنی گردید.

اگرچه بررسی‌های انجام شده درباره پیامد مایه‌زنی باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم، *Sodomonas* و قارچ میکوریز بر گیاهان زراعی زیاد است ولی این پژوهش‌ها عمدتاً شامل اثرات مایه‌زنی این میکروارگانیسم‌ها بر عملکرد و اجزای آن می‌باشد و به ندرت به نقش این میکروارگانیسم‌ها در بهبود ویژگی‌های کیفی بذر

1. *Bradyrhizobium japonicum*
2. *Pseudomonas fluorescens*

تهیه گردید. این باکتری که از باکتری‌های بومی کشور بود توسط مؤسسه مذکور جدا و خالص‌سازی شده بود و برای تلقیح بذره‌های هر تیمار، میزان هفت گرم مایه که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود، مورد استفاده قرار گرفت. قارچ میکوریز به کار رفته در این پژوهش گلوموس موسه بود که مایه پودری آن آمیزه‌ای از اسپورها و ریشه (هیف)ها بود که ماسه (محیط کشت) و قطعات ریشه گیاه میزبان را به همراه داشت. این مایه در هم‌زیستی با ریشه گیاه بارهنگ کاردی به‌وسیله پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی تهیه شده بود و از توانایی تلقیح بیش از ۹۵ درصد ریشه میزبان برخوردار بود. بذره‌های تنش دیده پس از مایه‌زنی با کودهای بیولوژیک، روی خطوط کاشت به طول ۵ متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۵ سانتی‌متر، معادل تراکم بوته ۴۰۰ هزار بوته در هکتار کاشته شدند. در هر کرت ۶۰۰ بذر به صورت ۲۰۰ بذر در هر خط کاشته و همه عملیات داشت نیز به روش متداول اجرا گردید. برای تعیین میزان ظهور گیاهچه در مزرعه و ویژگی‌های مرتبط، تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در سطح خاک تا چهارده روز پس از کاشت یادداشت‌برداری شد. سپس درصد ظهور اولیه گیاهچه (۷ روز پس از کاشت) و درصد ظهور نهایی گیاهچه (۱۴ روز پس از کاشت) تعیین شد و شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه^۴ (FEI) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (رام و همکاران، ۱۹۸۹):

$$FEI = \frac{MFE}{FGP} \times 100$$

که در این رابطه MFE^۵ میانگین ظهور گیاهچه در مزرعه و FGP^۶ قابلیت جوانه‌زنی می‌باشد. در آزمایشگاه برای بررسی تعیین قوه نامیه بذرها پس از مایه‌زنی با کودهای بیولوژیک، آزمون جوانه‌زنی استاندارد (آزمون رایج تعیین قوه نامیه) به اجرا درآمد. برای انجام این آزمون از هر تیمار، ۴ تکرار ۱۰۰ بذری به صورت تصادفی از هر یک از سطوح تنش کم آبی انتخاب و پس از مایه‌زنی با کودهای بیولوژیک، در لابه‌لای کاغذ

پرداخته شده است. این پژوهش با هدف شناسایی بهترین نوع کود بیولوژیک برای بهبود بنیه از دست رفته بذر در اثر تنش کم آبی انجام یافته است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی پیامد کاربرد باکتری‌های برادی-ریزوبیوم ژاپونیکوم، سودوموناس فلورسنس و قارچ گلوموس موسه^۱ بر ویژگی‌های کیفی بذره‌های به‌دست آمده از تنش کم آبی یک رقم و یک لاین سویا، پژوهشی در دو بخش آزمایشگاه و مزرعه در سال ۸۵ در مزرعه‌ای واقع در شهریار و آزمایشگاه مرکزی ثبت و گواهی بذر موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. عملیات مزرعه‌ای به صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمون آزمایشگاهی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. برای این کار از بذره‌های به‌دست آمده از گیاهانی که در سال ۱۳۸۴ تحت تاثیر سه سطح تنش کم آبی قرار گرفته بودند، بهره‌گیری شد. بنابراین فاکتورهای این پژوهش عبارت از عامل کود بیولوژیک در سه سطح شامل مایه-زنی بذر با باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم، مایه‌زنی هم‌زمان بذر با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم و سودوموناس فلورسنس و مایه‌زنی هم‌زمان بذر با باکتری برادی‌ریزوبیوم ژاپونیکوم و قارچ گلوموس موسه، عامل رقم شامل لاین کلارک×هابیت^۲ و رقم زالتازالها^۳ و عامل تنش کم آبی به کار رفته در گیاه مادری در سه سطح شامل آبیاری پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بودند. مایه باکتری برادی‌ریزوبیوم توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. این مایه به‌صورت پودری بود که یک پاکت ۳۰۰ گرمی به اوزن ۶۰ کیلوگرم بذر طبق دستور روی بسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. هم‌چنین مایه پودری سویه P21 سودوموناس فلورسنس توسط بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب

4. Field Emergence Index
5. Mean Field Emergence
6. Final Germination Percent

1. *Glomus mosseae*
2. Clark×Hobbit
3. Zalta Zalha

بود. اسمیسی کلاس و همکاران (۱۹۸۹) و تاتیس و همکاران (۲۰۰۴) نیز به کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای سویا با وقوع تنش خشکی اشاره کردند. اثر کود بیولوژیک بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۱) و بالاترین قابلیت جوانه‌زنی از مایه‌زنی هم‌زمان بذر با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* به‌دست آمد که می‌تواند وابسته به وجود اثرات آنتاگونیستی این باکتری‌ها بر قارچ‌های عامل پوسیدگی بذر باشد. احمدزاده و همکاران (۱۳۸۳) نیز با بررسی تاثیر *سودوموناس*‌های فلورسنت روی قارچ عامل پوسیدگی بذر لوبیا (*پیتیوم/تیموم*) دریافتند که ۳۱ جدایه از ۴۱ جدایه باکتری *سودوموناس* بررسی شده، توان جلوگیری از رشد قارچ بیمارگر و حفاظت از بذر را داشته و از این راه موجب کاهش پوسیدگی و افزایش جوانه‌زنی بذر شدند. دورنباس و همکاران (۱۹۸۹) نیز افزایش میزان ظهور گیاهچه ژنوتیپ‌های مختلف ذرت شیرین را در مایه‌زنی با سویه‌ای از باکتری *سودوموناس فلورسنتس* گزارش کردند. اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری مطلوب تفاوتی بین ارقام از نظر این صفت وجود نداشت اما در سطوح تنش، پاسخ ارقام گوناگون بود. واکنش‌های متفاوت جوانه‌زنی ارقام نسبت به سطوح تنش کم آبی را می‌توان به عوامل گوناگونی مانند کاهش بیشتر جذب آب و افزایش میزان بذرهایی با پوسته سخت طی خشکی در رقم حساس و در نتیجه کاهش جوانه‌زنی نسبت داد. اثر متقابل تنش و کود بیولوژیک بر قابلیت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). بذرهای به دست آمده از آبیاری مطلوب در مایه‌زنی با سطوح مختلف کود بیولوژیک با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی مایه‌زنی هم‌زمان بذرهای به دست آمده از تنش متوسط با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* و همچنین مایه‌زنی هم‌زمان بذرهای به دست آمده از تنش شدید با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* و قارچ *گلموس*، قابلیت جوانه‌زنی و کیفیت بذر را افزایش داد. دلانی و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش کردند *سودوموناس فلورسنتس* با تولید ۴۲-دی‌استیل فلوروگلوکوسینول سبب کاهش پوسیدگی و افزایش جوانه‌زنی بذر شدند. هرناندز و همکاران (۱۹۹۵)

جوانه‌زنی لوله شده کشت شد. بذرهای کشت شده به اتافک رشد منتقل و به مدت ۷ روز در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (آ ا ا س آ، ۱۹۸۳). در پایان اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد، قابلیت جوانه‌زنی محاسبه شد. همچنین تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی مورد شمارش قرار گرفت و تعداد گیاهچه‌های عادی به عنوان قوه نامیه محسوب گردید و از بین آن‌ها تعداد ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب شد و طول ریشه و ساقه اولیه با استفاده از خط‌کش (بر حسب سانتی‌متر) تعیین گردید. به منظور ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه تحت تیمارهای مورد بررسی، داده‌های به دست آمده جهت محاسبه شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفتند:

۱- قابلیت جوانه‌زنی:

$$FGP = \frac{G}{n} \times 100$$

که در این رابطه G تعداد بذرهای جوانه زده در طی انجام آزمون و n تعداد بذرهای کشت شده می‌باشد.

۲- شاخص بنیه گیاهچه^۱ (SVI) بر اساس رابطه زیر تعیین گردید (عبدالباقی و اندرسون، ۱۹۷۳):

$$SVI = (MPSL + MPRL) \times FGP$$

که در این رابطه MPSL^۲ میانگین طول ساقه اولیه و MPRL^۳ میانگین طول ریشه اولیه است. داده‌های حاصل به وسیله نرم افزار آماری SAS تجزیه گردیدند و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی‌های آزمایشگاهی

قابلیت جوانه‌زنی

اثر تنش و رقم بر قابلیت جوانه‌زنی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه سطوح تنش با آزمون دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که با افزایش شدت تنش از قابلیت جوانه‌زنی به میزان قابل توجهی کاسته شد و در مقایسه ارقام، رقم زالتالها از قابلیت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار

1. Seedling Vigour Index
2. Mean Primary Shoot Length
3. Mean Primary Root Length

صفت یاد شده معنی‌دار بود (جدول ۱) و بیشترین میزان شاخص بنیه گیاهچه در مایه‌زنی همزمان بذر با باکتری-های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* به دست آمد. گروهی از پژوهشگران گزارش کردند که همکاری سه جانبه بین لگوم، ریزوبیا و گونه‌های *سودوموناس* باعث افزایش بنیه گیاه و تثبیت نیتروژن گردید (دشتی و همکاران، ۱۹۹۸). اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل تنش و رقم از لحاظ این صفت نشان داد که رقم زالتازالها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط و لاین کلارک×هابیت در شرایط تنش شدید از لحاظ صفت یاد شده برتر بودند. حد بردباری به خشکی هر رقم متمایز از رقم دیگر است. ممکن است در یک سطح از تنش، یک رقم بتواند بسیار بهتر از رقم دیگر عمل کند اما به محض افزایش تنش، سطح بردباری آن رقم کاهش یابد و همان رقم به عنوان رقم حساس عمل کند. راثو و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی روی ۱۹ ژنوتیپ مختلف سویا به یافته‌های مشابهی رسیدند. اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر شاخص بنیه گیاهچه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه فوق بر صفت یاد شده نشان داد در شرایطی که بذر رقم زالتازالها در مایه-زنی همزمان با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* قرار گرفت، بیشترین شاخص بنیه گیاهچه به دست آمد، درحالی که در لاین کلارک×هابیت، تفاوتی بین سطوح مختلف کود بیولوژیک دیده نشد. خان (۲۰۰۶) گزارش کرد که بسیاری از سویه‌های *سودوموناس فلورسنس* از راه تحریک رشد گیاه به وسیله تولید هورمون‌های محرک رشد، تثبیت نیتروژن اتمسفری و حفاظت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زای گیاهی باعث افزایش رشد گیاه شدند.

بررسی‌های مزرعه‌ای

ظهور اولیه گیاهچه

ظهور اولیه گیاهچه تحت تاثیر کود بیولوژیک و تنش تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). مایه-زنی همزمان بذر با *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* صفت یاد شده را افزایش داد، همچنین با افزایش تنش، ظهور

دریافتند که مایه‌زنی بذر با باکتری *سودوموناس فلورسنس*، درصد جوانه‌زنی بذر را افزایش داد. همچنین نوک-تامسون و همکاران (۱۹۹۹)، افزایش جوانه‌زنی و کاهش پوسیدگی بذرهای مایه‌زنی شده با *سودوموناس فلورسنس* را در پی ساخت ترکیبات ضد میکروبی مانند پیولوتورین گزارش کردند. اثر متقابل تنش، رقم و کودبیولوژیک بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری مطلوب تفاوتی بین ارقام در مایه‌زنی با کود بیولوژیک دیده نشد اما در شرایط تنش متوسط و شدید، پاسخ ارقام نسبت به مایه‌زنی با کود بیولوژیک متفاوت بود (جدول ۲).

تعداد گیاهچه عادی و غیرعادی

همه تیمارهای بررسی شده پیامد معنی‌داری بر تعداد گیاهچه غیرعادی نداشتند ولی اثر تنش و رقم بر تعداد گیاهچه عادی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱)، به طوری که با افزایش شدت تنش از تعداد گیاهچه عادی کاسته شد و در مقایسه ارقام، رقم زالتازالها گیاهچه عادی بیشتری تولید نمود. گوروسامی (۱۹۹۹) تأثیر عوامل اقلیمی در دوره رشد و نمو بر کیفیت بذر را به صورت کاهش قوه نامیه و بنیه بذر در اثر اضمحلال ساختار غشاء سیتوپلاسمی سلول‌های بذر گزارش نمود. اثر متقابل تنش و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری مطلوب و تنش شدید تفاوتی بین ارقام از نظر این صفت وجود نداشت اما در تنش متوسط، رقم زالتازالها از تعداد گیاهچه عادی بسیار بالاتری برخوردار بود، بنابراین بذرهای رقم زالتازالها دارای قوه نامیه و بنیه بیشتری بودند.

شاخص بنیه گیاهچه

شاخص بنیه گیاهچه تحت تأثیر تنش و رقم تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). با افزایش شدت تنش، شاخص بنیه گیاهچه کاهش یافت. در شرایط تنش کم آبی، میزان انتقال مواد فتوسنتزی به بذر کاهش می‌یابد، در نتیجه از بنیه بذر و به دنبال آن از بنیه گیاهچه کاسته می‌شود که این یافته با گزارش بودر (۱۹۸۴) همخوانی داشت. در مقایسه ارقام، رقم زالتازالها از نظر این صفت برتر بود، همچنین اثر کود بیولوژیک بر

اثر برخی از کودهای بیولوژیکی بر بهبود قدرت بذرهای سویا تولید شده در شرایط تنش کم آبی

($T=0/53$) همبستگی معنی‌داری داشت (جدول ۵). توانایی ظهور گیاهچه، جنبه مهمی از کیفیت بذر می‌باشد که بستگی به جوانه‌زنی بالا دارد (پیتا-فیلهو و ایس، ۱۹۹۱).

ظهور نهایی گیاهچه

اثر رقم و تنش بر ظهور نهایی گیاهچه بسیار معنی‌داری بود (جدول ۳). در مقایسه ارقام، رقم زالتازالها صفت یاد شده را افزایش داد، همچنین در شرایط آبیاری مطلوب، بالاترین میزان ظهور نهایی گیاهچه به دست آمد در صورتی که سطوح تنش از لحاظ این صفت تفاوتی با هم نداشتند. اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم از لحاظ این صفت نشان داد در شرایطی که بذر ارقام در مایه‌زنی همزمان با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* قرار گرفت، ظهور اولیه گیاهچه افزایش یافت. سلامون (۲۰۰۰) گزارش کرد که تأثیر *سودوموناس فلورسنس* بر تحریک رشد گیاه به دلیل تولید فیتوهورمون‌های سیتوکنین بود. با توجه به این که تقسیم سلولی گیاهان در حضور سیتوکنین افزایش می‌یابد (فرانکن برگر و ارشد، ۱۹۹۵)، می‌توان افزایش ظهور اولیه گیاهچه را به این علت دانست. اثر متقابل رقم و تنش بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳)، به طوری که در رقم زالتازالها با افزایش شدت تنش میزان ظهور اولیه گیاهچه کاهش یافت در حالی که در لاین کلارک×هابیت، بیشترین میزان ظهور اولیه گیاهچه در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن در شرایط تنش متوسط حاصل شد. جانسون و واکس (۱۹۸۱) گزارش کردند بذرهای دارای بنیه بیشتر ذرت از تعداد بوته استقرار یافته بیشتری نسبت به بذرهای دارای بنیه کمتر برخوردار می‌باشند. اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به ترتیب مربوط به مایه‌زنی همزمان بذرهای به دست آمده از آبیاری مطلوب رقم زالتازالها با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* و مایه‌زنی بذرهای حاصل از تنش شدید با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* بود (جدول ۴). ظهور اولیه گیاهچه با قابلیت جوانه‌زنی ($T=0/62$) و شاخص بنیه گیاهچه ($T=0/65$) همبستگی مثبت بسیار معنی‌دار و با تعداد گیاهچه عادی ($T=0/51$) و غیرعادی

اولیه گیاهچه کاهش یافت. اسمیسی‌کلاس و همکاران (۱۹۸۹) در آزمایشی که بر روی سویا انجام دادند گزارش کردند که میزان کلسیم در بذرهای به دست آمده از آبیاری مطلوب سه برابر میزان کلسیم در بذرهایی است که تحت تنش خشکی بودند و با استناد به گزارش تایز و زایگر (۱۹۸۸) مبنی بر نقش مهم کلسیم در سنتز دیواره‌های جدید و نمو سلول‌های تقسیم شده، می‌توان علت کاهش ظهور اولیه گیاهچه‌های سویا را همین مسئله دانست. اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم از لحاظ این صفت نشان داد در شرایطی که بذر ارقام در مایه‌زنی همزمان با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* قرار گرفت، ظهور اولیه گیاهچه افزایش یافت. سلامون (۲۰۰۰) گزارش کرد که تأثیر *سودوموناس فلورسنس* بر تحریک رشد گیاه به دلیل تولید فیتوهورمون‌های سیتوکنین بود. با توجه به این که تقسیم سلولی گیاهان در حضور سیتوکنین افزایش می‌یابد (فرانکن برگر و ارشد، ۱۹۹۵)، می‌توان افزایش ظهور اولیه گیاهچه را به این علت دانست. اثر متقابل رقم و تنش بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳)، به طوری که در رقم زالتازالها با افزایش شدت تنش میزان ظهور اولیه گیاهچه کاهش یافت در حالی که در لاین کلارک×هابیت، بیشترین میزان ظهور اولیه گیاهچه در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن در شرایط تنش متوسط حاصل شد. جانسون و واکس (۱۹۸۱) گزارش کردند بذرهای دارای بنیه بیشتر ذرت از تعداد بوته استقرار یافته بیشتری نسبت به بذرهای دارای بنیه کمتر برخوردار می‌باشند. اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به ترتیب مربوط به مایه‌زنی همزمان بذرهای به دست آمده از آبیاری مطلوب رقم زالتازالها با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* و مایه‌زنی بذرهای حاصل از تنش شدید با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* بود (جدول ۴). ظهور اولیه گیاهچه با قابلیت جوانه‌زنی ($T=0/62$) و شاخص بنیه گیاهچه ($T=0/65$) همبستگی مثبت بسیار معنی‌دار و با تعداد گیاهچه عادی ($T=0/51$) و غیرعادی

رقم زالتازالها و بذره‌های حاصل از تنش متوسط لاین کلارک×هابیت بود (جدول ۴). ظهور نهایی گیاهچه با قابلیت جوانه‌زنی ($I=0/74$)، تعداد گیاهچه عادی ($I=0/67$) و شاخص بنیه گیاهچه ($I=0/65$) همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۵). مک‌کاو و همکاران (۱۹۹۹) نیز همبستگی بالای درصد جوانه‌زنی نهایی عدس با میزان ظهور گیاهچه در مزرعه را گزارش کردند.

میزان ظهور اولیه گیاهچه در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن در شرایط تنش متوسط حاصل شد. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می‌تواند استقرار نهایی گیاهچه در مزرعه را تحت تأثیر قرار دهد (چینگ و همکاران، ۱۹۷۷). اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به ترتیب مربوط به مایه‌زنی برادی‌ریزوبیوم با بذره‌های به دست آمده از آبیاری مطلوب

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سویا تحت تاثیر تنش کم آبی، رقم و کود بیولوژیک در آزمایشگاه

منبع تغییرات	درجه آزادی	قابلیت جوانه‌زنی	تعداد گیاهچه عادی	تعداد گیاهچه غیرعادی	شاخص بنیه گیاهچه
تنش کم آبی	۲	۱۵۴۳ **	۱۱۵۶ **	۶۸/۳۸	۴۸۹۸۵۲۲ **
رقم	۱	۷۷۰ **	۶۵۷ **	۴/۵۰	۲۰۶۶۸۲۲ **
تنش×رقم	۲	۱۰۹۰ **	۱۲۲۹ **	۶۳/۵۴	۱۸۳۳۷۹۳ **
کود بیولوژیک	۲	۱۱۰ *	۳۵/۵۲	۶۱/۸۹	۱۱۴۹۸۲ *
تنش×کود بیولوژیک	۴	۷۳/۹۷ *	۵۸/۹۲	۳/۹۷۹	۶۵۳۰۹
رقم×کود بیولوژیک	۲	۱۸/۶۴	۴۴/۷۶	۶/۸۸۵	۱۴۴۰۱۹ *
تنش×رقم×کود بیولوژیک	۴	۷۵/۳۵ *	۷۴/۴۹	۹/۴۵۸	۲۲۱۵۳
خطا	۵۴	۲۶/۱۲	۴۴/۰۹	۲۴/۱۹	۳۳۴۴۰
ضریب تغییرات		۶/۹۰	۱۴/۰۱	۱۸/۴۴	۱۰/۳۹

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

شاخص ظهور گیاهچه

اثر کود بیولوژیک، رقم و تنش بر شاخص ظهور گیاهچه بسیار معنی‌داری بود (جدول ۳). مایه‌زنی همزمان برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس صفت یاد شده را افزایش داد و لاین کلارک×هابیت از شاخص ظهور گیاهچه بالاتری برخوردار بود، همچنین با افزایش شدت تنش از شاخص ظهور گیاهچه کاسته شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بذره‌های به دست آمده تحت تنش کم آبی از بنیه کمتری برخوردار هستند. تأثیر بنیه بذر بر میزان ظهور و استقرار گیاهچه در مزرعه به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (هیدیکر، ۱۹۷۷؛ پولوک و روز، ۱۹۷۷) و آشکار گردیده که بنیه بذر، میزان ظهور گیاهچه در مزرعه و یکنواختی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد که کلیه این عوامل به طور بالقوه می‌توانند بر میزان تجمع ماده خشک و در نتیجه عملکرد مؤثر واقع گردند. میزان ظهور گیاهچه در مزرعه تراکم بوته را تعیین می‌کند و

رابطه‌ای قوی بین تراکم بوته و عملکرد وجود دارد (ویلی و هیت، ۱۹۶۹).

اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل کود بیولوژیک و رقم از لحاظ این صفت نشان داد در شرایطی که بذره‌های ارقام در مایه‌زنی همزمان با باکتری‌های برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس قرار گرفت، شاخص ظهور گیاهچه افزایش یافت. زایدی (۲۰۰۳) گزارش کرد مایه‌زنی بذره‌های سویا با سودوموناس و برادی‌ریزوبیوم باعث بهبود ظهور و استقرار گیاهچه گردید. اثر متقابل کود بیولوژیک و تنش روی این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳).

مایه‌زنی همزمان بذره‌های حاصل از تنش شدید با برادی‌ریزوبیوم و سودوموناس باعث جبران بنیه از دست رفته بذر در اثر تنش و افزایش ظهور گیاهچه شد. پترن و گلیک (۱۹۹۶) گزارش کردند که باکتری‌های جنس

حاصل از آبیاری مطلوب رقم زالتزالها با باکتری‌های *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* و مایه‌زنی همزمان بذرهای حاصل از تنش شدید با باکتری *برادی‌ریزوبیوم* و *گلموس* بود (جدول ۴). ال-ملیگی (۱۹۸۹) نیز بهبود میزان شاخص ظهور گیاهچه‌های ذرت در مزرعه را در نتیجه پوشش‌دار کردن بذرها با برخی از جدایه‌های باکتری *سودوموناس فلورسنس* گزارش نمود. وی علت این امر را ترشح مواد تنظیم کننده رشد گیاهی به ویژه اکسین و مهار عوامل بیماری‌زای گیاهچه توسط باکتری *سودوموناس فلورسنس* دانست.

سودوموناس قادر به تولید اکسین و تحریک رشد گیاه هستند. اثر متقابل رقم و تنش بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). در رقم زالتزالها با افزایش شدت تنش از شاخص ظهور گیاهچه کاسته شد، درحالی که در لاین کلارک×هابیت، تنش شدید شاخص ظهور گیاهچه را افزایش داد و در شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط از نظر این صفت تفاوتی وجود نداشت. اثر متقابل کود بیولوژیک، رقم و تنش بر این صفت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین میزان ظهور اولیه گیاهچه به ترتیب مربوط به مایه‌زنی همزمان بذرهای

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی سویا تحت تاثیر تنش کم آبی، رقم و کود بیولوژیک در آزمایشگاه

شاخص بنیه گیاهچه	تعداد گیاهچه غیرعادی (%)	تعداد گیاهچه عادی (%)	قابلیت جوانه‌زنی (%)	تیمار
۲۴۳۰ ab	۳۰/۲۵ a	۵۷ a	۸۷/۲۵ a	<i>B. japonicum</i>
۲۴۸۲ a	۳۰/۵ a	۵۴/۵ abc	۸۵ a	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۲۲۶۶ abc	۳۰/۷۵ a	۵۰/۷۵ abc	۸۱/۵ a	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>
۲۰۴۳ cd	۲۳/۷۵ a	۵۸ a	۸۱/۷۵ a	<i>B. japonicum</i>
۱۸۶۱ d	۲۸/۵ a	۵۳/۲۵ abc	۸۱/۷۵ a	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۲۱۵۴ bc	۲۶/۵ a	۵۳/۷۵ abc	۸۰/۲۵ a	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>
۲۱۷۸ bc	۲۳ a	۵۹/۷۵ a	۸۲/۷۵ a	<i>B. japonicum</i>
۲۳۸۱ ab	۲۶/۲۵ a	۵۹/۲۵ a	۸۵/۵ a	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۲۰۶۴ cd	۲۴ a	۵۵/۵ ab	۷۹/۵ a	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>
۱۳۳۱ ef	۲۲/۷۵ a	۳۶ de	۵۸/۷۵ c	<i>B. japonicum</i>
۱۴۲۱ e	۲۸/۷۵ a	۳۸/۷۵ de	۶۷/۵ b	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۱۲۵۲ ef	۲۵/۲۵ a	۳۲/۲۵ e	۵۷/۵ c	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>
۱۰۵۳ f	۲۴/۳۸ a	۳۱/۸۸ e	۵۶/۲۵ c	<i>B. japonicum</i>
۱۴۱۴ e	۲۸/۱۳ a	۴۰ de	۶۸/۱۳ b	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۱۰۹۵ f	۲۵ a	۴۵ bcd	۷۰ b	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>
۱۳۸۳ e	۲۶ a	۴۴/۵ cd	۷۰/۵ b	<i>B. japonicum</i>
۱۴۶۹ e	۲۷/۲۵ a	۴۴ cd	۷۱/۲۵ b	<i>B. japonicum + P. fluorescens</i>
۱۴۰۲ e	۲۹ a	۳۸/۷۵ de	۶۷/۷۵ b	<i>B. japonicum + G. mosseae</i>

اعداد دارای حداقل یک حرف یکسان در هر ستون، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتیجه‌گیری نهایی

نیز کاربرد همزمان *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* برای افزایش قابلیت جوانه‌زنی و شاخص ظهور گیاهچه قابل توصیه می‌باشد. کاربرد همزمان *برادی‌ریزوبیوم* و *سودوموناس* باعث بهبود قابلیت جوانه‌زنی، ظهور اولیه گیاهچه، ظهور نهایی گیاهچه و شاخص ظهور گیاهچه ارقام در سطوح مختلف تنش می‌گردد ولی در شرایط تنش شدید، رقم زالتزالها در مایه‌زنی همزمان با *برادی*-

با توجه به تحلیل آماری و تفسیر نتایج به دست آمده از انجام این پژوهش آشکار می‌گردد که تنش کم آبی تأثیر منفی بر کیفیت بذر می‌گذارد. قابلیت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، ظهور اولیه گیاهچه و شاخص ظهور گیاهچه در اثر مایه‌زنی همزمان بذر با *برادی*-*ریزوبیوم* و *سودوموناس* افزایش می‌یابد. در سطوح تنش

ریزوبیوم و گلوموس و در شرایط تنش متوسط، لاین کلارک×هاییت در مایه‌زنی با بردی‌ریزوبیوم به ترتیب باعث افزایش ظهور نهایی گیاهچه و شاخص ظهور گیاهچه می‌شوند. از شاخص‌های قابلیت جوانه‌زنی، تعداد

گیاهچه عادی و بنیه گیاهچه نیز می‌توان به طور مؤثری در پیش‌بینی ظهور اولیه و نهایی گیاهچه در مزرعه استفاده نمود.

جدول ۳: میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سویا تحت تاثیر کود بیولوژیک، رقم و تنش کم آبی در

مزرعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	ظهور اولیه گیاهچه	ظهور نهایی گیاهچه	شاخص ظهور گیاهچه
تکرار	۳	۰/۶۸۹	۱۴/۲۱	۱۱/۰۳
کود بیولوژیک	۲	۱۹۶/۳ **	۳۰/۰۶	۱۰۹۷ **
خطا	۶	۰/۵۲۲	۱۳/۵۲	۲۹/۹۴
رقم	۱	۰/۰۳۱	۴۴۰/۱ **	۱۳۸۸ **
تنش کم آبی	۲	۳۷۵/۵ **	۲۸۱/۸ **	۹۳۸ **
کود بیولوژیک×رقم	۲	۹۶/۲۸ **	۸۷/۳۹ **	۳۲۲/۸ **
کود بیولوژیک×تنش	۴	۶/۴۸۳	۶۶/۷۶ **	۱۶۶/۹ **
رقم×تنش	۲	۱۴۸/۶ **	۵۱/۱۰ **	۱۷۰۲ **
کود بیولوژیک×رقم×تنش	۴	۵۸/۱۴ **	۷۹/۹۳ **	۴۱۶/۹ **
خطا	۴۵	۳/۹۲۸	۷/۴۷۲	۲۲/۵۰
ضرب تغییرات		۱۲/۵۶	۸/۶۹	۳/۱۶

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی سویا تحت تاثیر تنش کم آبی، رقم و کود بیولوژیک در مزرعه

تیمار	ظهور اولیه گیاهچه (%)	ظهور نهایی گیاهچه (%)	شاخص ظهور گیاهچه
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۲۲/۳۸ b	۴۰/۷۵ a	۱۵۶/۱ cd
Zalta Zalha آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۱۲/۷۵ de	۳۵/۲۵ bcd	۱۳۷/۳ h
B. japonicum آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۸ g	۲۸ fgh	۱۲۹ i
Clark×Hobbit آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۴ de	۳۱ efg	۱۴۵/۲ fg
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۱۳/۵ de	۲۲ i	۱۶۱/۴ c
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۵ d	۲۷ gh	۱۵۵/۶ cd
Zalta Zalha آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۲۹/۵ a	۳۷ ab	۱۷۹/۷ a
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۲۰/۵ bc	۳۸ ab	۱۵۳/۹ cde
B. japonicum + P. fluorescens آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۳ de	۳۲/۵ cde	۱۳۹/۹ gh
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۲۰ bc	۳۶ bc	۱۵۵/۶ cd
Clark×Hobbit آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۱۳ de	۲۶/۵ h	۱۴۹/۱ def
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۸/۵ c	۲۶/۵ h	۱۶۹/۸ b
Zalta Zalha آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۴/۷۵ de	۳۱/۵ def	۱۴۶/۴ fg
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۱۱/۵ ef	۲۵/۵ hi	۱۴۵/۱ fg
B. japonicum + G. mosseae آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۹/۵ fg	۳۷ ab	۱۲۵/۷ i
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	۲۱/۲۵ bc	۳۶ bc	۱۵۸/۸ c
Clark×Hobbit آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	۱۳ de	۲۶/۵ h	۱۴۹/۱ def
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	۱۴ de	۲۹/۵ efg	۱۴۷/۵ ef

اعداد دارای حداقل یک حرف یکسان در هر ستون، بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

اثر برخی از کودهای بیولوژیکی بر بهبود قدرت بذرهای سویا تولید شده در شرایط تنش کم آبی

جدول ۵: ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی سویا تحت تاثیر تنش، رقم و کود بیولوژیک

قابلیت جوانه زنی	تعداد گیاهچه عادی	تعداد گیاهچه غیرعادی	شاخص بنیه گیاهچه	ظهور اولیه گیاهچه	ظهور نهایی گیاهچه	شاخص ظهور گیاهچه
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱						
۰/۹۷ **						
۰/۳۵	۰/۰۹					
۰/۹۲ **	۰/۸۹ **	۰/۳۳				
۰/۶۲ **	۰/۵۱ *	۰/۵۳ *	۰/۶۵ **			
۰/۷۴ **	۰/۶۷ **	۰/۴۲	۰/۶۵ **	۰/۵۴ *		
۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۸۳ **	۰/۰۱	

* و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

منابع

- احمدزاده، م.، ع. شریفی تهرانی و خ. طالبی جهرمی. ۱۳۸۳. مطالعه تولید برخی از متابولیت‌های ضد میکروبی به وسیله تعدادی از سودوموناس‌های فلورسنت. مجله علوم کشاورزی ایران، ج ۳۵، ش ۳، ص ۷۳۹-۷۳۱.
- Abdul-Baki, A. A., and Anderson, J. 1973. Vigour determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630-633.
- Agrawal, P. K., and Dadlany, M. 1992. *Techniques in seed science and technology*. South Asian Publishers. New Dehli.
- Albrecht, C., Geurts, R., and Bisseling, T. 1999. Legume nodulation and mycorrhizae formation, two extremes in host specificity meet. *The EMBO Journal* 18(2): 281-288.
- Anonymous. 2001. Year Book, Production. Vol. 54, F.A.O. Rome, Italy.
- AOSA. 1983. Seed vigour testing, association of official seed analysis, Lincoln, NE, USA, 88 pp.
- Barea, J. M., and Azcon-Aguilar, C. 1982. Effects of plant hormones present in bacterial cultures on the formation and responses to VA endomycorrhizae. *New Phytology* 80: 359-364.
- Bauder, H. M. 1984. Influence of Phosphorus Application on Water Relations, Biochemical Parameters and Gum Content in Cluster Bean Under Water Deficit. *Journal of Biologia Plantarum* 48(3): 445-448.
- Butzen, S. 2001. Soybean seed quality effected by growing condition. Site map publications journal news bulletin committees seed Links WEB. ISTA, Zurich.
- Callan, N. W., Mathre, D.E. and Miller, J.B. 1991. Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with *Pseudomonas fluorescens* AB254. *Hort Science* 26: 1163-1165.
- Ching, T. M., Hedthe, S., Bulger, M. C., and Kronstad, W. E. 1977. Correlation of field emergence and seed vigour criteria in barley cultivars. *Crop Science* 17: 312-314.
- Dashti, N., Zhang, F., Hynes, R., and Smith, D. L. 1998. Plant growth-promoting rhizobacteria accelerate nodulation and increase nitrogen fixation activity by field grown soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] under short season conditions. *Plant Soil* 200: 205-213.
- Delany, I., Sheehan, M. M., Fenton, A., Bardin, S., Aarons, S., and O'Gara, F. 2000. Regulation of production of the antifungal metabolite 2, 4-diacetylphloroglucinol in *Pseudomonas fluorescens* F113: genetic analysis of *phlF* as a transcriptional repressor. *Microbiology* 146: 537-546.
- Dorenbos, D. L., Mullen, R. E., and Shibles, R. M. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigour. *Crop Science* 29: 476-480.
- Egli, D. B., and Tekrony, D. M. 1995. Soybean seed germination, vigor and field emergence. *Seed Science and Technology* 23: 595-607.
- El-Meleigi, M. A. 1989. Effect of *Pseudomonas* isolates applied to corn, sorghum and wheat seeds on seedling growth and corn yield. *Canadian Journal of Plant Science* 69: 101-108.
- Frankenberger, W. T. J., and Arshad, M. 1995. *Phytohormones in soils: Microbial production and function*. Marcel Dekker, Inc. NewYork, NY, 503 pp.
- Galanoppoulou, S., Fallcinelli, M., and Lorenzetti, F. 1996. General agronomic aspects of seed production. In: Van Gastel, A. J. G, Pagnotta, M. A., and Proccedu, E. (ed.). *Seed Science and Technology*. ICARDA, Aleppo, Syria, pp: 175-187.
- Gurusamy, C. 1999. Effect of stage of harvesting on seed yield and quality of cauliflower. *Seed Science and Technology* 27: 927-936.
- Hernandez, A. N., Hernandez, A., and Heydrich, M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. *Cultivos Tropicales* 6: 5-8.
- Heydecker, V. W. 1977. Stress and seed germination: agronomic view. In: Khan, A. A. (ed). *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*. North Holland. Amsterdam, pp: 237-276.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., and Williams, S. T. 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 9th ed Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Johnson, R. R., and Wax, L. M. 1981. Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigour. *Agronomy Journal* 75: 859-863.

- Khan, A. G. 2006. Mycorrhizoremediation-an enhanced form of phytoremediation. *Journal Zhejiang Univecity Science* 7(7): 503-514.
- Makkawi, M., Elballa, M., Bishaw, Z., and Vangastel, A. J. G. 1999. The relationship between seed vigour tests and field emergence in lentile (*Lens culinaris Medicus*). *Seed Science and technology* 27: 657-668.
- McDonald, M. B., and Copeland, L. O. 1997. *Seed production, principles and practices*. Chapman and Hall, U.S.A.
- Nowak-Thompson, B., Chaney, N., Wing, J. S., Gould, S. J and Loper, J. E. 1999. Characterization of the pyoluteorin biosynthetic gene cluster of *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. *Journal Bacteriology* 181: 2166-2174.
- Patten, C., and Glick, B. R. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology* 42: 207-220.
- Pieta Filho, C., and R.H. Ellis. 1991. The development of seed quality in spring barley in four environments: A. Germination and longevity. *Seed Science Research* 1: 163-177.
- Pollock, B. M., and Roos, E. E. 1977. Seed and seedling vigor. In: Kozlowski, T. (ed). *Seed biology*. Academic Press. New York, pp: 313-387
- Ram, C., Kumari, P., Singh, O. and Sardana, R.K. 1989. Relationship between seed vigour tests and field emergence chickpea. *Seed Science and Technology* 17: 169-177.
- Rao, S., Shrivastva, R., Sharma, S., and Sheivastacata, A. N. 2001. Genotype \times environmental interaction for seed germination and vigor index various stress conditions in soybean. *Legume Research* 24(12): 112-114.
- Saha, R., mandal, A. K., and Basu, R. N. 1990. *Seed Science and Technology* 18: 269-276.
- Salamone, I. E. G. 2000. Direct beneficial effects of cytokinin producing rhizobacteria on plant growth. Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.
- Smiciklas, K. D., Mullen, R. E., Carlson, R. E., and Knapp, A. D. 1989. Drought-induced stress effects on soybean seed calcium and quality. *Crop Science* 29: 1519-1522.
- Sreenivasa, M.N., G.T.Basavarga and J.M. Kulkarni. 1995. vesicular-arbuscular mycorrhiza assist in nodulation and N₂ fixation in soybean. *Journal of Maharashtra Agricultural University* 20: 292-293.
- Taiz, L., and Zigger, E. 1998. *Plant physiology*. 2nd edition. The Iowa State University press. Ames, 560 pp.
- Tatic, M., Mladen, J., Balesevic-Tubic, S., Svetlana, D., Miladinovic, M., Jegor, L. and Dordevic, V. 2004. Effect of drought caused stress on the quality and yield of soybean seed. Abstracts 27th ISTA Congress Seed Symposium, pp: 149.
- Vieira, R. D., Tekrony, D. M., and Egli, D. B. 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. *Journal seed technology* 16: 12-21.
- Willey, R. W., and Heath. S. B. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop yield. *Advances in Agronomy* 21: 281-321.
- Zaidi, S. F. A. 2003. Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and fluorescent *Pseudomonas* to control *Rhizoctonia solani* in soybean [*Glycine max* (L) Merr]. *Annals-of-Agricultural-Research* 24: 151-153.

Consequence of Application Some of Biofertilizers on Improvement of the soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Seeds Vigour Produced under Water Deficit Condition

Tajik¹, M., Alahdadi,² I., Daneshian,³ J., Iran nezhad,⁴ H., Hamidi,⁵ I. and Jabbari,¹ H.

Abstract

In order to evaluate of consequence of application some of biofertilizers on qualitative characteristics of soybean seed cultivars produced under water deficit stress conditions, two experiments were conducted in laboratory and field. Filed study was conducted as split factorial based of RCBD and laboratory experiment was done as factorial on the based of CRD with four replications. Seeds were evaluated in laboratory conditions by standard germination test. Treatments were include biofertilazer (*Bradyrhizobium japonicum* inoculation, *B. japonicum* + *Pseudomonas fluorescens* coinoculation, *B. japonicum* + *Glomus mosseae* coinoculation), cultivar (Zalta Zalha and Clark×Hobbit line) and water deficit stress (Irrigation after 50, 100 and 150 mm evaporation from pan class A, in parents field). Results showed that water deficit stress had negative consequence on seed quality. Co-inoculation of seed cultivars with *B. japonicum* and *P. fluorescens* improved final germination percentage, primary and finally field emergence and field emergence index in water deficit stress levels. Seedling vigour index, final germination percentage and normal seedling had significant and positive correlation with primary and finally field emergence.

Keywords: Standard germination test, *Bradyrhizobium japonicum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Glomus mosseae*, Seed quality, Soybean, Water deficit stress

1, 2 and 4 MSc. Student, Assistant Professor and Associated Professor, Faculty of Abouryhan Agriculture, University of Tehran

3. Seeds Research Department, Seed and Plant Improvement Institute Oil

5. Seed and Plant Certification and Registration Research Institute