Archive of SID

تاثیر ازتوباکتر کروکوکوم و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر ویژگی‌های بذر سویا حاصل از شرایط کم آبی

حامد هادی[*۱]، جهانفر دانشیان[۲]، رضا ضرغامی[۳]، آیدین حمیدی[۴]، احمد اصغرزاده[۵]

۱. کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، ورامین
۲. استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین
۴. استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
۵. استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب

***آدرس مسئول مکاتبات:** تهران، صندوق پستی: ۱۹۸-۱۷۱۸۵، تلفن: ۰۹۱۲۵۳۷۳۰۹۴، تلفکس: ۰۲۱-۳۳۷۹۵۹۹۹ ، پست الکترونیکی: hadi670@gmail.com

محل انجام تحقیق: کرج، بلوار نبوت، نبش سهروردی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر ازتوباکتر کروکوکوم و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر بذر سویا حاصل از شرایط کم آبی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها عبارت بودند از: عامل تنش کم آبی (آبیاری گیاهان مادری پس از مقادیر ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط)، ۱۵۰ (تنش شدید) میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، عامل رقم (ارقام منوکین، ویلیامز و لاین اس.آر.اف× تی۳) و عامل باکتری (برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، تلقیح توام برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم با ازتوباکتر کروکوکوم و عدم تلقیح). نتایج نشان داد که کم آبیاری گیاهان مادری، مدت، سرعت و میزان سبز شدن بذرهای تولید شده را کاهش داد. گیاهچه بذرهای تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم از طول بیشتری نسبت به عدم تلقیح برخوردار بود. گیاهچه رشد یافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، ۱۰ درصد نسبت به آبیاری مطلوب، وزن خشک بیشتری داشت. تلقیح توام برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و ازتوباکتر کروکوکوم، متوسط زمان لازم برای سبز شدن و وزن خشک ریشه چه را افزایش داد. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، طول گیاهچه و ساقه‌چه بیشتری نسبت به آبیاری مطلوب داشتند. بنابراین، باکتری باعث افزایش ویژگی‌های بذر حاصل از شرایط تنش متوسط گردید و قادر به جبران اثرات تنش شدید نبود.

واژه های کلیدی: وزن خشک گیاهچه، متوسط میزان سبز شدن روزانه، توانایی گیاهچه

مقدمه

کیفیت بذر سویا علاوه بر ژنتیکی بودن این صفت، تحت تاثیر عواملی مانند خشکی و درجه حرارت بالا است که در طی تولید بذر در مزرعه اتفاق می‌افتد که از جمله این نوسانات می‌باشد (۱). کیفیت بذر نشات گرفته از عوامل متعددی است. با این وجود، ارزیابی معیارهای قابلیت سبزشدن، توانایی، قابلیت ماندگاری و سلامت بذر که از جمله مهمترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌گردند، نقش مهمی در تعیین کیفیت بذر دارند (۲). بررسی و ارزیابی کیفیت بذر از جایگاه ویژه‌ای در تولید و کنترل و گواهی بذر برخوردار است (۳). با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

و ارزیابی کیفیت بذر از جایگاه ویژه‌ای در تولید و کنترل و گواهی بذر برخوردار است (۳). با توجه به اهمیت کیفیت بذر، حفظ و ارتقای آن، نقش ویژه‌ای در برنامه تولید و فراوری موفق بذر دارد (۴). ارتقای کیفیت بذر از جمله مهمترین راه‌های دستیابی به نظام‌های کشاورزی پایدار محسوب شده و تقویت زیستی بذر با افزودن باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از جدیدترین روش‌های ارتقای کیفیت بذر به شمار می‌آیند (۵)، طوری که هم اکنون روش‌های مختلف عمل‌آوری فیزیولوژیکی و زیستی بذر به تدریج جای تیمارهای شیمیایی را می‌گیرند (۶). باکتری‌هایی که موجب افزایش رشد گیاه و عملکرد محصولات مهم زراعی می‌شوند اصطلاحا ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه نامیده می‌شوند که ریزوبیوم، ازتوباکتر، سودوموناس، آزوسپیریلوم، نمونه‌های از آن هستند. این باکتری‌ها قادرند تا از طریق مکانیسم‌های مختلف، اثرات مثبتی بر گیاهان اعمال نمایند. در میان باکتری‌های یاد شده برخی به طور مستقیم موجب تحریک رشد گیاه می‌شوند. آن‌ها این عمل را از طریق تولید و ترشح تنظیم کننده‌های رشد مثل اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، سیتوکنین‌ها و یا از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله فسفر یا نیتروژن انجام می‌دهند. محققینی همچون کاپولینک با محسوب‌کردن اثرات مفیدی که از سوی باکتری‌های ریزوسفری بر رشد گیاه اعمال می‌شوند، مانند هورمون‌های گیاهی، یونوفورها، اسیدهای آلی، آنزیم‌های موثر در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و ویتامین‌ها، گستره گروه ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه، را وسعت بخشیدند. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه از باکتری‌های آزاد زی-خاک هستند. این باکتری‌ها اغلب در نزدیکی یا در داخل ریشه گیاهان یافت می‌شوند. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه از طریق تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفورهای کمپلکس‌کننده آهن، انحلال ترکیبات معدنی فسفات، ایجاد رقابت با عوامل بیماری‌زای گیاهی به واسطه تولید آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ‌کش، رشد گیاهان را بهبود می‌بخشند. مصرف کودهای زیستی باکتریایی به صورت تلقیح بذر، مهمترین روش استفاده از این کودها است. در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ حاصل‌خیزی پایدار خاک برخوردار است (۷). اصطلاح کودهای زیستی به انبوه متراکم یک یا چند نوع موجود زنده مفید و یا به صورت فراورده متابولیکی این موجودات اطلاق می‌شود که به منظور تامین عناصر غذایی و نیازهای هورمونی گیاه تولید و عرضه می‌شوند و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از مهمترین کودهای زیستی هستند (۸). با توجه به این که با بروز تنش خشکی طی رویش گیاه، بذرهای ایجاد شده توان رویش کمتری دارند، کاربرد این باکتری‌ها بر بذرهای تولید شده در شرایط کم آبی از اهمیت خاصی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر ازتوباکترکروکوکوم و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم بر ویژگی‌های بذر سویا حاصل از شرایط کم‌آبی، پژوهشی در آزمایشگاه موسسه تحقیقات ثبت ارقام و گواهی بذر و نهال کرج اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها عبارت از عامل تنش کم آبی (آبیاری گیاهان مادری پس از مقادیر ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط)، ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A)، عامل رقم (ارقام منوکین، ویلیامز و لاین اس.آر.اف× تی۳) و عامل باکتری (برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، تلقیح توام برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و ازتوباکترکروکوکوم و عدم تلقیح) بودند. بذرها قبل از کاشت با مایه تلقیح مایع و خالص باکتری ازتوباکترکروکوکوم و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم (سویه تجارتی ایران) که توسط بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب، جدا و خالص سازی شده و حاوی 10^9 سلول زنده و فعال بود تلقیح شد. برای چسبندگی بهتر باکتری به بذر، از محلول چسباننده و محافظ تولیدی این موسسه استفاده شد. کشت بذرها لا به لای کاغذ جوانه‌زنی انجام گردید (۹). در طول دوره آزمایش، روزانه تعداد بذرهای سبز شده یادداشت گردید. در پایان دوره اجرای آزمون، تعداد بذر سخت، پوسیده،

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهچه‌های غیرعادی و عادی تعیین و از بین گیاهچه‌های عادی، تعداد ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه، با خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر و وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱± گرم توزین گردید. متوسط زمان لازم برای سبز شدن با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۱۰):

$$MTG=\frac{\sum(nd)}{\sum n} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در این رابطه: n تعداد بذر جوانه زده در طی d روز، d تعداد روزها و $\sum n$ کل تعداد بذر سبز شده است. متوسط سبز شدن روزانه از رابطه زیر تعیین گردید (۱۱):

$$MDG=\frac{FGP}{d} \qquad \text{رابطه ۲}$$

در این رابطه: FGP درصد سبزشدن نهایی و d تعداد روز تا رسیدن به حداکثر سبز نهایی است.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C (Ver 2.0) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبی× رقم× باکتری، تاثیر معنی‌داری بر متوسط زمان سبزشدن، متوسط سبزشدن روزانه، درصد سبز شدن، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص وزنی توانایی گیاهچه داشت. طول ریشه‌چه تحت تاثیر عامل رقم قرار گرفت. اثر متقابل رقم و باکتری و عامل تنش کم آبی، تاثیر معنی‌داری بر طول گیاهچه داشت. تنش کم آبی باعث افزایش زمان لازم برای سبزشدن بذر گردید، به طوری که بذر حاصل از شرایط تنش متوسط و شدید، به ترتیب ۱ و ۲ درصد از میزان سبزشدن بیشتری نسبت به آبیاری مطلوب داشت. بذر حاصل از شرایط تنش متوسط لاین اس.آر.اف× تی۳ در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکترکروکوکوم زمان بیشتری برای سبزشدن لازم داشت. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط و شدید، به ترتیب ۶ و ۱۶ درصد از سرعت سبزشدن روزانه کمتری نسبت به آبیاری مطلوب برخوردار بودند. بذر شرایط آبیاری مطلوب رقم ویلیامز در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکترکروکوکوم، بیشترین میزان سبزشدن روزانه را داشت (جدول ۱). با آبیاری محدود گیاهان مادری، زمان سبزشدن بذرها افزایش یافت، ولی در شرایط تنش متوسط، بذر به میزان کمتری تحت تاثیر قرار گرفت. با توجه به این که متوسط زمان سبزشدن، شاخصی از سرعت سبزشدن بذر بوده و معیاری از یکنواختی سبزشدن و توانایی گیاهچه محسوب می‌شود (۱۱) تنش کم آبی گیاهان در مزرعه باعث عدم یکنواختی سبزشدن و کاهش توانایی گیاهچه گردید. تنش کم‌آبی، میزان سبزشدن بذر در هر روز را کاهش داد. متوسط سبزشدن روزانه، شاخصی از سرعت سبزشدن بذر است (۱۲). آبیاری محدود، درصد و سرعت سبزشدن بذرها را کاهش داد. بذر شرایط آبیاری مطلوب رقم ویلیامز در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکترکروکوکوم سرعت سبزشدن بالاتری نسبت به عدم تلقیح داشت (جدول ۱). دورنباس و همکاران گزارش کردند که تنش کم آبی در طول دوره پر شدن دانه، ۶ درصد سرعت سبز شدن را نسبت به شرایط آبیاری مطلوب کاهش می‌دهد (۱۳). بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب رقم ویلیامز در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکترکروکوکوم، سرعت سبزشدن بیشتری نسبت به عدم تلقیح داشت. آپت و شند افزایش قابلیت جوانه‌زنی بذرهای ذرت تلقیح شده با ازتوباکترکروکوکوم را گزارش کردند (۱۴). لومیکروم و لیپوکیتوالیگوساکاریدهای آزاد شده توسط ریزوبیوم باعث تحریک رشد گیاهان می‌شود (۱۵). بنابراین با توجه به تاثیر باکتری‌ها بر سبز شدن، احتمالا ترکیب باکتری‌ها و موادی که توسط این باکتری‌ها تولید می‌شوند موثر بر سبزشدن بوده است. باکتری‌های جنس ازتوباکتر از مهمترین باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، فعال در محیط ریشه محسوب می‌شوند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل ملاحظه مواد و هورمون‌های تحریک‌کننده رشد به ویژه انواع اکسین،

www.SID.ir

Archive of SID

جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۱۶). همچنین تاثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر افزایش قابلیت سبزشدن و توانایی گیاهچه گیاهان مختلف، بررسی و مورد تایید قرار گرفته است (۱۷). گیاهچه رشد یافته از بذر شرایط تنش متوسط، ۴ درصد از طول گیاهچه بیشتری نسبت به آبیاری مطلوب برخوردار بود. گیاهچه بذرهای تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم ۴ درصد افزایش طول گیاهچه را نسبت به عدم تلقیح در پی داشت. گیاهچه‌های رشد یافته از بذرهای رقم منوکین تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، طول بیشتری داشت. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط از طول گیاهچه بیشتری نسبت به شرایط آبیاری مطلوب و تنش شدید برخوردار بودند. طول گیاهچه، معیاری از بنیه گیاهچه محسوب شده و به عنوان یکی از شاخص‌های ارزیابی توانایی بذر و گیاهچه گیاهان زراعی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۸) بنابراین، بذر شرایط تنش متوسط از توانایی بیشتری برخوردار بود. گیاهچه رشد یافته از بذرهای تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، طول بیشتری داشت. بررسی بیسواس و همکاران افزایش طول گیاهچه حاصل از بذرهای تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم را نشان داد (۱۷). ساقه‌چه رشدیافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، ۴ درصد از طول بیشتری نسبت به آبیاری مطلوب برخوردار بودند. بذرهای تلقیح شده با باکتری، دارای طول ساقه‌چه بیشتری بودند. بذرهای تلقیح‌شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم ۹ درصد از طول ساقه‌چه بیشتری نسبت به عدم تلقیح برخوردار بودند. بررسی میانگین‌های طول ساقه‌چه نشان داد، بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم منوکین در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، دارای طول بیشتری است و نسبت به عدم تلقیح ۱۷ درصد افزایش دارد. ساقه-چه رشدیافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، دارای طول بیشتری نسبت به شرایط آبیاری مطلوب بود. طول ساقه اولیه یکی از شاخص‌های توانایی گیاهچه محسوب می‌شود که از آن در آزمون تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه جهت ارزیابی توانایی گیاهچه استفاده می‌شود (۱۸). بدین ترتیب، بذرهای حاصل از تنش متوسط، از توانایی بذر بیشتری برخوردارند. همچنین بذرهای تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، دارای طول ساقه‌چه بیشتری نسبت به عدم تلقیح هستند. مطالعات بیسواس و همکاران، افزایش طول ساقه اولیه برنج در اثر تلقیح بذر با باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم از طریق ترشح هورمون‌های گیاهی تحریک‌کننده رشد توسط این باکتری‌ها را مشخص ساخت (۱۷). طول ساقه‌چه بیشتر، نشان‌دهنده توانایی بیشتر است. بنابراین، برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم باعث افزایش توانایی نسبت به عدم تلقیح می‌گردد. ریشه‌چه رشدیافته از بذرهای رقم منوکین، طول بیشتری داشت و در نتیجه نسبت به سایر ارقام، از توانایی بذر بالاتری برخوردار بود. وزن خشک گیاهچه رشدیافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، ۱۰ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب بیشتر بود. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم منوکین تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکترکروکوکوم، بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه را حاصل نمود که نسبت به عدم تلقیح، ۴ درصد و نسبت به آبیاری مطلوب، ۱۳ درصد وزن خشک گیاهچه بیشتری را نشان داد و با توجه به این که وزن خشک گیاهچه معیاری از توانایی بذر است، بذرهای شرایط تنش متوسط و تلقیح شده، توانایی بالاتری دارد (جدول ۱). بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم از وزن خشک ریشه‌چه بیشتری برخوردار بودند که نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب و تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم ۱۵ درصد افزایش داشت. وزن خشک گیاهچه رشدیافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، از میزان بیشتری نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب برخوردار بود. وزن خشک گیاهچه از جمله معیارهای ارزیابی توانایی بذر و گیاهچه است (۱۸). بنابراین، بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، از توانایی بیشتری برخوردار است. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم منوکین در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم توام با ازتوباکتر کروکوکوم، وزن خشک بیشتر و در نتیجه،

www.SID.ir

Archive of SID

توانایی بیشتری دارد. مواد تحریک کننده رشد، به ویژه هورمون‌های گیاهی که جیبرلین‌ها از مهمترین آنها محسوب می‌شوند، نقش موثری در افزایش سرعت سبز شدن بذر دارند (۱۹). بنابراین، احتمالا باکتری‌های افزاینده رشد مورد استفاده در این آزمایش سبب افزایش وزن خشک گیاهچه گردیده اند. ساقه‌چه رشدیافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید، نسبت به آبیاری مطلوب، ۴ درصد وزن خشک ساقه‌چه بالاتری داشت. رقم ویلیامز، بالاترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه را داشت (جدول ۴). بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، ۵ درصد توانایی بیشتری نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب داشت. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط رقم ویلیامز در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، شاخص وزنی توانایی گیاهچه بالاتری داشت (جدول ۱). آنتون نشان داد که تربچه تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، ۱۵ درصد از وزن خشک بیشتری نسبت به عدم تلقیح برخوردار بود (۲۰). بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم نسبت به بذرهای حاصل از شرایط آبیاری مطلوب در تلقیح با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، دارای وزن خشک ریشه‌چه بیشتری است (جدول ۲). وزن خشک ریشه‌چه از معیارهای ارزیابی توانایی بذر و گیاهچه می‌باشند (۱۸). بررسی بیسواس و همکاران مشخص ساخت که تلقیح بذر برنج با برادی ریزوبیوم سب افزایش وزن خشک ریشه اولیه می گردد (۱۷). بنابراین، با توجه به این که وزن خشک گیاهچه معیاری از توانایی بذر و گیاهچه است، برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم باعث بهبود توانایی بذرهای حاصل از شرایط تنش شدید نسبت به آبیاری مطلوب گردید. در نهایت مشخص شد که تنش کم آبی گیاهان مادری، مدت، سرعت و میزان سبز شدن بذرهای تولیدشده را کاهش داد. گیاهچه رویش یافته از بذر تلقیح شده با برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، طول بیشتری نسبت به عدم تلقیح داشت. گیاهچه رشد یافته از بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، نسبت به آبیاری مطلوب، وزن خشک بیشتری داشت. تلقیح توام برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم و ازتوباکترکروکوکوم، زمان لازم برای سبزشدن و وزن خشک ریشه‌چه را افزایش داد. بذرهای حاصل از شرایط تنش متوسط، طول گیاهچه و ساقه‌چه بیشتری نسبت به آبیاری مطلوب داشتند. بنابراین، باکتری باعث افزایش ویژگی‌های بذرهای حاصل از شرایط تنش کم آبی متوسط می‌شود.

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین اثر متقابل تنش× رقم × باکتری.

شاخص توانایی بنیه گیاهچه	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ساقه چه (سانتی متر)	سبز شدن (درصد)	متوسط سبز شدن روزانه (بذر/روز)	متوسط زمان سبز شدن (روز)	باکتری	رقم	تنش کم آبی (تبخیر به میلی متر)
۹/۵۳۵a-e	۰/۱۰۰d-g	۱۸/۰۸c-g	۹۵/۷۵۰a-d	۱۳/۶۸a-d	۴/۳۲۹mno	عدم تلقیح	منوکین	۵۰
۹/۶۱۱a-e	۰/۰۹۹d-g	۲۰/۵۴abc	۹۷/۵۰۰ab	۱۳/۹۳ab	۴/۴۱۵h-m	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم		
۹/۳۴۷cde	۰/۰۹۷efg	۲۰/۱۳a-d	۹۶/۲۵۰abc	۱۳/۷۵abc	۴/۳۱no	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۶/۷۹۷g	۰/۰۷۸jk	۱۵/۴۹gh	۸۷/۰۰۰efg	۱۲/۴۳efg	۴/۵۳efg	عدم تلقیح	اس.آر.اف×	
۵/۷۲۲h	۰/۰۷۵k	۱۵/۳۹gh	۷۵/۲۵۰i	۱۰/۷۵i	۴/۵۶۲def	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	تی۳	
۵/۶۲۵h	۰/۰۷۵k	۱۲/۲۳i	۷۵/۲۵۰i	۱۰/۷۵i	۴/۶۶۵abc	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۸/۹۴۱de	۰/۰۹۳gh	۱۸/۵۹c-f	۹۵/۷۵۰a-d	۱۳/۶۸a-d	۴/۳۵۷l-o	عدم تلقیح	ویلیامز	
۹/۳۶۴b-e	۰/۰۹۷efg	۱۸/۶۷c-f	۹۷/۰۰۰ab	۱۳/۸۶ab	۴/۳۴۵mno	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم		
۹/۲۴۳cde	۰/۰۹۵fgh	۱۷/۴۹d-g	۹۷/۷۵۰a	۱۳/۹۶a	۴/۴۳۸h-l	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۱۰/۱۳abc	۰/۱۰۷a-d	۱۸/۰۹c-g	۹۴/۷۵۰a-d	۱۳/۵۴a-d	۴/۳۹۴j-n	عدم تلقیح	منوکین	۱۰۰
۹/۴۷۳a-e	۰/۱۰۲c-g	۲۱/۹۱a	۹۳/۲۵۰a-e	۱۳/۳۲a-e	۴/۳۰۴o	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم		
۱۰/۳۲ab	۰/۱۱۲a	۱۸/۹۷b-e	۹۲/۲۵۰a-f	۱۳/۱۸a-f	۴/۳۹۸j-n	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۶/۶۷۷g	۰/۰۸۷hi	۱۶/۲۷e-h	۷۶/۷۵۰hi	۱۰/۹۶hi	۴/۶۱۸cd	عدم تلقیح	اس.آر.اف×	
۵/۶۳۷h	۰/۰۸۱ijk	۱۶/۱۳fgh	۶۹/۲۵۰j	۹/۸۹۳j	۴/۶۲۳bcd	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	تی۳	
۵/۷۱۳h	۰/۰۸۵ij	۱۲/۶۴i	۶۷/۷۵۰j	۹/۶۷۹j	۴/۶۹۴abc	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۱۰/۱۹abc	۰/۱۰۹abc	۱۸/۴c-f	۹۳/۷۵۰a-d	۱۳/۳۹a-d	۴/۴۰۶i-m	عدم تلقیح	ویلیامز	
۱۰/۳۵a	۰/۱۱۲ab	۲۰/۰۴a-d	۹۲/۷۵۰a-f	۱۳/۲۵a-f	۴/۳۷۴k-o	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم		
۹/۳۸۳b-e	۰/۱۰۵a-e	۲۱/۵۳ab	۸۹/۲۵۰def	۱۲/۷۵def	۴/۴۷۷f-j	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم		
۷/۹۹۳f	۰/۰۹۷efg	۱۶/۴۳efg	۸۲/۰۰۰gh	۱۱/۷۱gh	۴/۴۵۸g-k	عدم تلقیح	منوکین	۱۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۴/۴۰۵i-m	۱۲/۸۲c-f	۸۹/۷۵۰c-f	۲۱/۳۶ab	۰/۱۱۱ab	۹/۹۲۶abc
	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۴/۴۹f-i	۱۲/۳۶fg	۸۶/۵۰۰fg	۱۸/۶۶c-f	۰/۱۰۱c-g	۸/۷۵۴ef
اس.آر.اف× تی۳	عدم تلقیح	۴/۶۹۴abc	۹/۷۸۶j	۶۸/۵۰۰j	۱۳/۷hi	۰/۰۷۹ijk	۵/۳۶۱h
	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۴/۷۰۵ab	۷/۰۳۶k	۴۹/۲۵۰k	۱۶/۶۱efg	۰/۰۷۹ijk	۳/۸۲۱i
	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۴/۷۰۲a	۷/۵k	۵۲/۵۰۰k	۱۱/۴۷i	۰/۰۷۴k	۳/۸۷۶i
ویلیامز	عدم تلقیح	۴/۳۸۵k-o	۱۳b-f	۹۱/۰۰۰b-f	۱۸/۰۴c-g	۰/۱۰۹abc	۹/۸۷۴a-d
	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۴/۴۹۸e-h	۱۳/۲۵a-f	۹۲/۷۵۰a-f	۱۷/۱۵efg	۰/۱۰۳b-f	۹/۵۵۱a-e
	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۴/۵۷۶de	۱۲/۸۶c-f	۹۰/۰۰۰c-f	۲۰/۶۱abc	۰/۰۹۹d-g	۸/۹۶۸de

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین اثر متقابل تنش کم آبی× رقم و تنش کم آبی× باکتری

تنش کم آبی (تبخیر به میلی متر)	رقم	وزن خشک ریشه چه (گرم)	تنش کم آبی (تبخیر به میلی متر)	باکتری	وزن خشک ریشه چه (گرم)
	منوکین	۰/۰۲۰ab		عدم تلقیح	۰/۰۱۷b
۵۰	اس.آر.اف× تی۳	۰/۰۱۵d	۵۰	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۰/۰۱۷b
میلی متر	ویلیامز	۰/۰۱۶d	میلی متر	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۰/۰۱۹ab
	منوکین	۰/۰۲۰bc		عدم تلقیح	۰/۰۱۷b
۱۰۰	اس.آر.اف× تی۳	۰/۰۱۶d	۱۰۰	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۰/۰۱۷b
میلی متر	ویلیامز	۰/۰۱۸bcd	میلی متر	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۰/۰۲۰a
	منوکین	۰/۰۲۳a		عدم تلقیح	۰/۰۱۶b
۱۵۰	اس.آر.اف× تی۳	۰/۰۱۲e	۱۵۰	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	۰/۰۲۰a
میلی متر	ویلیامز	۰/۰۱۸cd	میلی متر	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	۰/۰۱۶b

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

جدول ۳ - میانگین اثر متقابل رقم× باکتری

وزن خشک ریشه چه (گرم)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طول گیاهچه (سانتی متر)	باکتری	رقم
b۰/۰۱۹	۱۷/۵۳۱d	۳۴/۰۷۰bc	عدم تلقیح	منوکین
a۰/۰۲۲	۲۱/۲۸۴a	۳۸/۶۳۵a	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	
a۰/۰۲۲	۱۹/۲۵۲bc	۳۵/۷۳۴b	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	
c۰/۰۱۶	۱۵/۱۵۵e	۳۱/۸۴۳d	عدم تلقیح	اس.آر.اف× تی۳
d۰/۰۱۲	۱۶/۰۴۲e	۳۲/۱۶۴cd	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	
c۰/۰۱۶	۱۲/۱۱۴f	۲۸/۴۹۱e	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	
c۰/۰۱۵	۱۸/۳۴۳cd	۳۴/۵۶۵b	عدم تلقیح	ویلیامز
b۰/۰۱۹	۱۸/۶۲۳bcd	۳۴/۳۷۰b	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	
bc۰/۰۱۷	۱۹/۸۷۴b	۳۵/۰۹۵b	برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- میانگین اثر ساده تنش کم آبی، رقم و باکتری.

تنش کم آبی (تبخیر به میلی متر)	رقم	باکتری	طول گیاهچه (سانتی متر)	طول ریشه چه (سانتی متر)	وزن خشک ساقه چه (گرم)	طول ساقه چه (سانتی متر)	شاخص توانایی گیاهچه
۵۰		- - -	۳۳/۵۵۲b	- - -	۰/۰۸۲b	- - -	- - -
۱۰۰		- - -	۳۵/۰۱۴a	- - -	۰/۰۶۴c	- - -	- - -
۱۵۰		- - -	۳۳/۱۰۰b	- - -	۰/۰۸۵a	- - -	- - -
	منوکین	- - -	- - -	۱۶/۷۹a	۰/۰۸۲b	- - -	- - -
	اس.آر.اف× تی۳	- - -	- - -	۱۶/۴a	۰/۰۶۴c	- - -	- - -
	ویلیامز	- - -	- - -	۱۵/۷۴b	۰/۰۸۵a	- - -	- - -
		عدم تلقیح	- - -	- - -	۰/۰۷۹a	۱۷/۰۱۰b	۸/۳۸۹a
		برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم	- - -	- - -	۰/۰۷۷a	۱۸/۶۵۰a	۸/۱۶۲ab
		برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم + ازتوباکتر کروکوکوم	- - -	- - -	۰/۰۷۵b	۱۷/۰۸۰b	۷/۹۱۴b

در هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشابه هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

منابع مورد استفاده

1. Vieira, R. D., Tekrony, D. M., Egli, D. B., 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. Journal of Seed Technology 16: 12-21.
2. Mc Donald, M. B., Copeland, L., 1977. Seed Production, principles and practices. Chapman and Hall, U.S.A.
3. Desai, B. B., 2004. Seeds Hand book, biology, production, processing and storage (2nd ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A.
4. Halmer, P., 2000. Commercial seed treatment technology. In: Seed Technology and its biological basis, Black, M., ed. Pp: 257-286.
5. Mc Quilken, M., P., Halmer, P., Rhodes, D., J., 1998. Application of microorganisms to seeds. In: Formulation of microbial biopesticdes: beneficial microorganisms, nematodes and seed treatment, Burges, H.D., ed. Pp: 255-285. Kulwer Academic Publisher. The Netherlands.
6. Callan, N. W., Mathre, D. E., Miller, J. B., 1991. Field performance of sweet corn seed bio-primed and coated with Pseudomonas Flurscence AB254. Hortscience 26: 1163-1165.
7. Sharma, A. K. 2003. Bio fertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.
8. Manafee, W. F., Klopper, J. W., 1994. Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: Soil biota management in sustainable farming system, Pankburst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V. S.R., and Grace, P.R., eds. Pp: 23-31. CSLRO, pub. East Melborne, Australia.
9. Anonymus, 2008. Hand book for Seedling evaluation (3rd ed). International Seed Testing Assosiation (ISTA), Zurich, Switzerland.
10. Elis, R. H., Roberts, E. H., 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In: Seed Production (ed. P.D. Hebblethwaite), 605-645, Butterworths, London.
11. Hunter, E. A., Glasbey, C. A., Naylor, R. E. L., 1984. The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science, Cambridge 102: 207-231.
12. Marguire, J. D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2: 176-177.
13. Dorenbos, D. L., Mullen, R. E., Shibles, R. M., 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. Crop Science 29: 476-480.
14. Apte, R., Shend, S. T., 1981. Studies on Azotobacter chroococcum. II. Effect of Azotobacter chroococcum on germination of seeds of agricultural crops. Zentralblatt fur Bakteriologr-Parasiten Kunde. Infektion Skrankheien und Hygiene 136: 555-559.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Dakora. F. D., 2003. Defining new roles for plant and rhizobial molecules in sole and mixed plant cultures involving symbiotic legumes. New Phytol 157: 39-49.
16. Zahir, A. Z., Arshad, M., Frankenberger, W. F., 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 1-97.
17. Biswas, J. C., Ladha, J. K., Dazzo, F. B., Yanni, Y. G., Rolfe, B. G., 2000. Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agronomy Journal 92: 880-886.
18. Hampton, J. G., TeKrony, D. M., 1995. Handbook of vigor test methods (3rd ed) International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.
19. Jacobsen, J. V., Chandler, M., 1990. Giberelin and absisic acid in germinating cereals. In: Plant hormones and their role in plant growth and development, Davies, P.J., ed. Pp: 164-193. Kulwer Academic Publishers. The Netherlands.
20. Antoun, H., Beauchamp, C. J., Goussard, N., Chabot, R., Lalande, R., 1998. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: effect on radish (Raphanus sativus L.). Plant and Soil 204: 57-67.

www.SID.ir