تاثیر پیش تیمار هورمونی بذر و کاربرد باکتری های آزاد کننده فسفر بر رشد ذرت در شرایط تنش فسفر و تنش خشکی

زهرا خالقی*
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحدعلوم و تحقیقات؛ گروه زراعت؛ تهران؛ ایران
زینب یارمحمودی
دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحدعلوم و تحقیقات؛ گروه زراعت؛ تهران؛ ایران
قربان نورمحمدی
استاد دانشگاه آزاد اسلامی؛ گروه زراعت؛ تهران؛ ایران
حمید مدنی
دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی؛ گروه زراعت؛ اراک؛ ایران
محمدرضا اردکانی
استاد دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد کرج؛ گروه زراعت؛ کرج؛ ایران

تاریخ دریافت ۹۰/۷/۲۱ تاریخ پذیرش ۹۰/۱۰/۲۶

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر پیش تیمار بذر و کاربرد باکترهای حل کننده فسفات بر خصوصیات جوانه زنی و عملکرد واجزاء عملکرد ذرت در شرایط تنش خشکی در شرایط خاک فقیر از نظر فسفر قابل جذب (فسفر ۷ ppm)، دو آزمایش یکی در آزمایشگاه به صورت طرح کاملا تصادفی و دیگری در مزرعه به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی در مزرعه عبارت بودند از اعمال تنش خشکی در کرت های اصلی، در سه سطح شاهد (عدم تنش)، قطع آبیاری در پایان رشد رویشی یا ظهور سیلک‌ها و قطع آبیاری در اواسط رشد زایشی یا مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها، کاربرد باکتری های حل کننده فسفات در کرت های فرعی، در سه سطح شاهد (عدم مصرف باکتری)، مصرف باکتری و مصرف باکتری+ نصف مقدار توصیه کود شیمیایی فسفر بر اساس آزمون خاک و اعمال پیش تیمار روی بذرها در کرت های فرعی فرعی، در چهار سطح شاهد (بذر خشک)، پیش تیمار با آب به مدت ۱۲ ساعت، پیش تیمار با هورمون جیبرلین به مقدار ۲۰ppm به مدت ۱۲ ساعت و پیش تیمار با هورمون اکسین به مقدار ۵ppm به مدت ۱۲ ساعت نتایج آزمایش اول نشان داد بین تیمارهای پیش تیمار بذر با تنظیم کننده ی رشد از نظر درصد جوانه زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. به طوری که پیش تیمار بذر با آب و هورمون جیبرلین ۲۷/۵٪ جوانه-زنی را نسبت به شاهد بهبود بخشیدند. در حالی که پیش تیمار با اکسین فقط ۱۸/۳٪ جوانه‌زنی را افزایش داد. شاخص بنیه گیاهچه بین تیمارهای پیش تیمار آب و جیبرلین تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲/۰۷ و ۱/۳۸۵ برابر شاخص بنیه گیاهچه را افزایش دادند در حالیکه پیش تیمار با اکسین تا ۷۰ درصد شاخص بنیه گیاهچه را افزایش داد. نتایج آزمایش دوم نشان داد در تیمار اثر متقابل قطع آبیاری و اثر پیش تیمار بذور معنی دار بود. در این بررسی هر سه نوع پیش تیمار نسبت به شاهد از نظر وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، RWC، درصد فسفر برگ در ابتدای مرحله خمیری، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری افزایش داشتند و بیشترین افزایش مربوط به تیمار پیش تیمار بذر با هورمون جیبرلین بود. اثر متقابل قطع آبیاری و مصرف باکتری نیز نشان داد در تمامی صفات بیشترین مقدار در تیمار عدم قطع آبیاری و مصرف باکتری و نصف مقدار کود توصیه شده فسفر حاصل شد و در تمامی تیمارها مصرف باکتری اثر منفی قطع آبیاری را تعدیل بخشید.

واژه‌های کلیدی: پیش تیمار، باکتری، قطع آبیاری،جوانه‌زنی، عملکرد و اجزاء عملکرد

* نویسنده مسئول مکاتبات: elnazkhaleghy@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزنده است که گاهی عملکرد محصولات را تا ۵۰٪ کاهش می‌دهد (ماهاجان و توتجا، ۲۰۰۵). تنش کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات تشدید شده و برخی دیگر از فرآیندها تحت تاثیر قرار می‌گیرند (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷٤). کم آبی امروزه یکی از عوامل محدود کننده محصول در نواحی خشک و نیمه خشک می باشد (رودریگویز، ۲۰۰٦). اولین پاسخ بیولوژیکی که گیاهان در مقابل تنش خشکی از خود نشان می‌دهند، کاهش رشد است. تنظیم اسمزی و حفظ آماس موجب تداوم رشد ریشه و استخراج کامل رطوبت خاک را فراهم می‌کند و همچنین تعادل مثبت کربن را ممکن می‌سازد. در شرایط تنش خشکی محتوای پرولین و بعضی از متابولیت‌های ثانویه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، که این خود یکی از عوامل مهم برای تحمل تنش می‌باشد (میری، ۱۳۸٤).

استقرار گیاهچه یک مرحله حساس در فرآیند تولید محصولات گیاهی است. یکنواختی و میزان درصد سبز شدن بذور در کشت مستقیم می‌تواند تاثیر زیادی روی میزان عملکرد و کیفیت تولید داشته باشد. سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه برای کاشت در محیط‌های ویژه انجام شده است. یکی از روشهای پیشرفته استفاده از تکنولوژی آبگیری بذر است. با این روش می‌توان قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور را افزایش داد (فوتی و همکاران، ۲۰۰۲). سرعت و یکنواختی سبز شدن مزرعه برای رسیدن به عملکرد و کیفیت بالا در گیاهان یکساله از عوامل ضروری به حساب می‌آیند (سوبدی و ما، ۲۰۰۵).

پرایمینگ بذور یک روش برای افزایش سرعت و یکنواختی سبز شدن در بعضی از محصولات می‌باشد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین بیان شده که پرایمینگ گیاهچه‌های جوان بذور را در مقابل تنش‌های محیطی همچون خشکی، شوری و دماهای بالا مقاوم می‌کند (ام ویل و همکاران، ۲۰۰۳). اثر پیش تیمار هورمون‌های جیبرلین و اکسین بر روی بذور *Bromus inermis* نشان داد که درصد سبز شدن، ویگور و وزن خشک گیاهچه همچنین طول ریشه‌چه همگی افزایش داشت (ایسوند، ۲۰۱۰). در ذرت مشاهده گردید که بیشترین شاخص ویگور گیاهچه، طول ریشه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۳٦ ساعت هیدروپرایمینگ بیشتر از شاهد بود (مرادی دزفولی و همکاران، ۲۰۰۸). از طرف دیگر فسفر یکی از عناصر پر مصرف و مهم در گیاه به شمار می رود که نقش کلیدی را در گیاه ایفا می کند، شامل شرکت در واکنش های نقل و انتقال انرژی در فرآیندهای متابولیسمی گیاه، فتوسنتز، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلول‌های گیاهی، تبدیل قند به نشاسته، انتقال خصوصیات ژنتیکی و توسعه قسمت های زایشی گیاه می باشد (مارشنر، ۱۹۹٤). باکتری‌های آزادزی ریزوسفر که به طور مستقیم و غیر مستقیم باعث بهبود رشد و سلامت گیاه می‌شوند، باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد می‌نامند (مایاک و همکاران، ۲۰۰٤). این باکتری‌ها در روش مستقیم باتثبیت نیتروژن، تولید متابولیت‌های موثر در رشد گیاه همانند

Archive of SID

www.SID.ir

هورمون‌های گیاهی، افزایش حلالیت ترکیبات نامحلول مثل فسفر و پتاسیم از طریق اسیدهای معدنی و آلی، تولید سیدروفورها، افزایش فراهمی عناصر کم مصرف به خصوص آهن و تولید آنزیم-های موثر در کاهش اثرات سوء تنش به رشد بهتر گیاه کمک می‌کنند (نبیلا و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایشی با استفاده از سنگ فسفات و تلقیح آن با باکتریهای حل کننده فسفر در مقایسه با روش معمول استفاده از کود شیمیایی به این نتیجه این آزمایش در مزرعه به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان مرودشت در بهار سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی در مزرعه عبارت بودند از: رسیدند که دسترسی به فسفر از ۱۲٪ به ۲۱٪ افزایش، فتوسنتز ۱٦٪ و سطح برگ ۳۵٪ افزایش یافت. همچنین بیوماس و عملکرد کل به ترتیب ۲۳و ۳۰ درصد افزایش یافتند (افضل و اصغری، ۲۰۰۸). این تحقیق مطالعه امکان بهبود رشد ذرت را به کمک مواد تنظیم کننده رشد و باکتری های PSB[1] و بررسی اثرات کم آبیاری بر خصوصیات مختلف در امر زراعت ذرت را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

۱-آزمایش اول: اثر پیش تیمار بذر بر جوانه‌زنی ذرت در آزمایشگاه:

این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی جهت ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی ذرت انجام شد و به این منظور از بذرهای ذرت رقم ۷۰٤ با وزن هزار دانه ۳٤۰ گرم استفاده گردید. بعد از اعمال پیش تیمارهای مورد نظر پیش تیمار با آب به مدت ۱۲ ساعت، پیش تیمار با هورمون جیبرلین به مقدار ۲۰ppm به مدت ۱۲ ساعت و پیش تیمار با هورمون ایندول استیک اسید به مقدار ۵ppm به مدت ۱۲ ساعت) و شاهد به این ترتیب عمل شد که تعداد ٤ تکرار ۲۰ عددی از بذور ذرت برای آزمایش انتخاب، و برای این منظور بذرها در پتری دیش هایی با قطر۱۰ سانتی متر که بوسیله ۲ لایه کاغذ صافی و با ۵ میلی لیتر آب مرطوب شده بودند درون ژرمیناتور با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی برای آزمون جوانه زنی قرار داده شدند. خروج ریشه‌چه از پوسته بذر بعنوان زمان شروع جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Shakirova, 2003). صفات مورد بررسی عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی (کاپلند، ۱۳۷۵)

اعمال تنش خشکی به عنوان عامل اصلی، در سه سطح شامل شاهد (عدم قطع آبیاری)، قطع آبیاری در پایان رشد رویشی (ظهور سیلک‌ها) و قطع آبیاری در اواسط رشد زایشی (قهوه‌ای شدن سیلک‌ها). کاربرد باکتری های حل کننده فسفات به عنوان عامل فرعی، در سه سطح شامل شاهد (عدم مصرف بیوفسفر)، مصرف بیوفسفر بارور۲ (۱۰۰ گرم در یک هکتار) و مصرف بیوفسفر + نصف مقدار توصیه کود شیمیایی فسفر بر اساس آزمون خاک یا (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل).

کاربرد پیش تیمار بذر به عنوان عامل فرعی فرعی، در چهار سطح شامل شاهد (بذر خشک)، خیساندن بذر با آب به مدت ۱۲ ساعت، پیش تیمار با هورمون جیبرلین به مقدار ۲۰ppm به مدت ۱۲

[1]-Phosphorus Solublizing bacteria

Archive of SID

www.SID.ir

ساعت و پیش تیمار با هورمون ایندول استیک اسید به مقدار ۵ppm به مدت ۱۲ ساعت.صفات مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، محتوی رطوبت نسبی برگ، اندازه‌گیری درصد فسفر برگ در مرحله ابتدای خمیری شدن دانه‌ها و عملکرد بیولوژیک.

در پایان داده‌های حاصل از هر دو آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

آزمایش اول

نتایج نشان داد بین تیمارهای کاربرد تنظیم کننده های رشد از نظر درصد جوانه زنی تفاوت معنی-داری مشاهده شد. به طوری که پیش تیمار بذر با آب و هورمون جیبرلین ۲۷/۵ درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد بهبود بخشیدند. در حالی که پیش تیمار بذر با ایندول استیک اسید فقط ۱۸/۳٪ جوانه‌زنی را افزایش داد (جدول ۱). یکی از مهمترین عوامل موثر در جوانه زنی آزاد سازی ذخایر غذایی از جمله نشاسته می‌باشد که این فرآیند توسط جیبرلین صورت می‌گیرد (نانجو و همکاران، ۲۰۰٤).

اثر تیمارهای تنظیم کننده رشد گیاه بر شاخص بنیه گیاهچه معنی‌دار بود. پیش تیمار با آب و هورمون جیبرلین تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲/۰۷ و ۱/۳۸۵ برابر شاخص بنیه گیاهچه را افزایش دادند در حالیکه پیش تیمار با ایندول استیک اسید ۷۰٪ شاخص بنیه گیاهچه را افزایش داد (جدول ۱). سایر بررسی ها نشان داد اثر پیش تیمار با هورمون‌های جیبرلین و ایندول استیک اسید بر روی بذور دم روباهی نشان داد درصد سبز شدن، ویگور و وزن خشک گیاهچه ریشه‌چه همگی افزایش داشتند (ایسوند و همکاران، ۲۰۱۰)

جدول ۱: مقایسه میانگین های درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه

تیمار پیش تیمار		درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه گیاهچه
تنظیم کننده ی رشد گیاه	آب خالص	۱۰۰.۰۰ a	۰.۴۰ a
	GA_3	۱۰۰.۰۰ a	۰.۳۱ ab
	Auxin	۶۲.۹۲ b	۰.۲۴ bc
	شاهد	۷۸.۳۰ c	۰.۱۳ c

***حروف مشترک در هر ستون نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.**

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش دوم

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار قطع آبیاری و پیش تیمار بذور در همه صفات به جز درصد فسفر برگ و محتوای رطوبت نسبی برگ‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۳) نشان داد هر سه تیمار پیش تیمار بذور نسبت به شاهد (بذر خشک) وزن هزار دانه بیشتری داشتند به طوری که پرایمینگ با آب ۱۳/۷ و پیش تیمار با هورمون جیبرلین ۱۹/٤ و پیش تیمار با ایندول استیک اسید ۳/۷٪ وزن هزار دانه بیشتری نسبت به شاهد تولید کردند. تیمارهای قطع آبیاری نیز نشان دادند قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها بجز در تیمار پیش تیمار با ایندول استیک اسید در بقیه تیمارها تفاوت معنی-داری با عدم قطع آبیاری ایجاد نکرد (جدول ۳) ولی قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک‌ها وزن هزار دانه را در تمام تیمارهای پیش تیمار کاهش داد بطوری که بیشترین کاهش مربوط به تیمار پیش تیمار با جیبرلین و کمترین کاهش مربوط به ایندول استیک اسید بود (جدول ۳). سعید و همکاران (۱۹۹۸) نیز عنوان کردند تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود.

تعداد دانه در بلال

اثر قطع آبیاری و پیش تیمار بر روی تعداد دانه نیز نشان داد بیشترین تعداد دانه در تیمار پیش تیمار با جیبرلین و عدم قطع آبیاری با میانگین ٦۲۳/۱ عدد (افزایش ۳۱/۸٪ نسبت به شاهد) حاصل شد (جدول ۱) و تیمار پیش تیمار با آب و ایندول استیک اسید به ترتیب ۲۱/۲ و ۱۲/۹٪ نسبت به شاهد (بذر خشک) تعداد دانه را افزایش دادند. قطع آبیاری هم در مرحله ظهور سیلک و هم در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها تعداد دانه را در همه تیمارهای پیش تیمار بجز تیمار ایندول استیک اسید بطور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۳) و در پیش تیمار با ایندول استیک اسید مشاهده گردید که تعداد دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک ها با عدم قطع آبیاری تفاوت معنی-داری نداشت (جدول ۳).

عملکرد دانه

عملکرد دانه در هر سه تیمار آبیاری و انواع پیش تیمار بذر عملکرد بیشتری نسبت به شاهد (بذر خشک) حاصل نمودند (جدول ۳). سرعت و یکنواختی سبز شدن مزرعه برای رسیدن به عملکرد و کیفیت بالا در گیاهان یکساله از عوامل ضروری به حساب می‌آیند (Subedi and Ma, 2005) که این خود از طریق پیش تیمار حاصل می‌گردد زیرا پیش تیمار با تولید گیاهچه‌های قوی موجب استقرار بهتر گیاهچه و در نتیجه رشد و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. بیشترین عملکرد دانه در تیمار پیش تیمار با جیبرلین و عدم قطع آبیاری (با میانگین ۱۱/٤ تن در هکتار) و ۵۸/۳٪ افزایش عملکرد نسبت به شاهد (بذر خشک و عدم قطع آبیاری) و کمترین عملکرد دانه مربوط به بذر خشک و قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک (با میانگین۵/۲ تن در هکتار) بدست آمد (جدول ۳). اعمال قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک عملکرد را به طور معنی‌داری کاهش داد در حالی که قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها و در تیمار پیش تیمار با ایندول استیک اسید کاهش معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

روی عملکرد دانه ایجاد نکرد (جدول ۳).

درصد فسفر برگ

در بین سه تیمار انواع پیش تیمار بیشترین درصد فسفر برگ در شرایط عدم قطع آبیاری مربوط به تیمار جیبرلین بود ولی بین پیش تیمار با آب و ایندول استیک اسید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). قطع آبیاری در مرحله ظهور و قهوه‌ای شدن سیلکها درصد فسفر برگ را در تیمارهای پیش تیمار با جیبرلین و ایندول استیک اسید به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۳).

محتوی نسبی آب برگ

بین تیمارهای پیش تیمار در شرایط عدم قطع آبیاری بیشترین محتوی رطوبت نسبی برگ مربوط به تیمار پیش تیمار با آب (با میانگین ٦٩/٤٪) بود که با تیمار جیبرلین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر قطع آبیاری در مرحله ظهور و قهوه‌ای شدن سیلک‌ها معنی‌دار بود و محتوی رطوبت نسبی برگ را در تمامی تیمارهای پیش تیمار نسبت به عدم قطع آبیاری کاهش داد (جدول ۳) ولی نکته قابل توجه این بود که در شرایط قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای پیش تیمار مشاهده نگردید (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمارهای پیش تیمار با جیبرلین و عدم قطع آبیاری (با میانگین ۲۳/۹ تن در هکتار) مشاهده شد که با تیمار پیش تیمار با آب تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اعمال قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک‌ها عملکرد بیولوژیک را به طور معنی‌داری کاهش داد، در حالی که قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک‌ها تفاوت معنی‌داری نسبت به عدم قطع آبیاری در هیچ یک از تیمارهای پیش تیمار ایجاد کرد (جدول ۳).

اثر متقابل قطع آبیاری و مصرف باکتری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار قطع آبیاری و مصرف باکتری فقط در صفات وزن هزار دانه، عملکرد و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگینها نشان داد که در وزن هزار دانه در شرایط عدم قطع آبیاری بین تیمار مصرف باکتری تنها و تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر تفاوت معنی‌دار وجود داشت، در حالیکه در شرایط قطع آبیاری در مرحله ظهور و قهوه‌ای شدن سیلکها بین تیمارهای تیمار مصرف باکتری تنها و تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ٤). همچنین مشاهده شد در شرایط عدم قطع آبیاری و مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر، وزن هزار دانه دارای بیشترین مقدار با میانگین ۲۰۲/٤ گرم بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم قطع آبیاری و عدم مصرف باکتری) ١٦/٣٪ افزایش نشان داد (جدول ٤) و قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک ۱۵/۸ و در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک ۷/۳٪ وزن هزار دانه را در این تیمار کاهش داد (جدول ٤). بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر در شرایط عدم قطع آبیاری با میانگین ۵۹۵ عدد بود که نسبت به تیمار شاهد

Archive of SID

www.SID.ir

(عدم قطع آبیاری و عدم مصرف باکتری)، ۱۵/۲٪ افزایش داشت (جدول ٤). همانطور که می‌دانیم یکی از اثرات اولیه تنش خشکی در گیاهان در مرحله زایشی کاهش تعدا دانه می‌باشد، در این تحقیق نیز مشاهده گردید که قطع آبیاری در هر سه تیمار مصرف باکتری در مرحله ظهور سیلک تعداد دانه را بطور معنی‌داری نسبت به عدم قطع آبیاری کاهش داد (جدول ٤) این در حالی بود که در شرایط مصرف باکتری به تنهایی، قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک با عدم قطع آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ٤). همانطور که در تعداد دانه در بلال مشاهده گردید در عملکرد دانه نیز بیشترین مقدار مربوط به تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر در شرایط عدم قطع آبیاری با میانگین ۱۰/۹۸ تن درهکتار بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم قطع آبیاری و عدم مصرف باکتری)، ۳۳/۹٪ افزایش داشت (جدول ٤). در یک آزمایش مزرعه‌ای نیز دریافتند که بدون کاربرد فسفر، این باکتری می‌تواند عملکرد نیشکر را ۱۲/٦٪ افزایش دهد ولی مصرف باکتری و کود فسفر با همدیگر نیاز به فسفر را ۲۵٪ کاهش دادند (Sundara *et al*., 2002). در شرایط مصرف باکتری به تنهایی، قطع آبیاری در مراحل ظهور و قهوه‌ای شدن سیلک با عدم قطع آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ٤) ولی در تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر، قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک ٤۸/٦٪ و در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک ۲۲٪ عملکرد دانه را در این تیمار کاهش داد (جدول ٤).

عناصر غذایی اثر مستقیم بر روی عملکرد دارند و تغییرات آنها منجر به تغییر در عملکرد می‌گردد. همانطور که در عملکرد مشاهده گردید، در درصد فسفر برگ نیز مشاهده شد که بیشترین مقدار مربوط به تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر در شرایط عدم قطع آبیاری با میانگین ۰/۱٤٪ بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم قطع آبیاری و عدم مصرف باکتری)، ۱۰۰٪ افزایش داشت (جدول ٤). میکروارگانیسم های حل کننده فسفات می توانند فسفر غیر قابل حل را با به وجود آوردن یکسری اسیدهای ارگانیک قابل حل کنند که گیاه از این فسفر در دسترس قرار گرفته استفاده می کند (Sujatha *et al*., 2004.). در تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر، قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک ٤۰٪ و در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک ۱٦/۷٪ ، فسفر برگ را در این تیمار کاهش داد (جدول ٤). با توجه به جدول (٤) مشاهده گردید که قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک در هر سه تیمار مصرف باکتری محتوی رطوبت نسبی برگ را به طور معنی‌داری کاهش داد ولی تیمار قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلکها با تیمار عدم قطع آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشت. محتوی رطوبت نسبی برگ در تیمار مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر در شرایط عدم قطع آبیاری با میانگین ۷۱/۸٪ دارای بیشترین مقدار بود که نسبت به تیمار شاهد (عدم قطع آبیاری و عدم مصرف باکتری)، ۱۹/۹٪ افزایش داشت (جدول ٤).

بیشترین عملکرد بیولوژیک و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمارهای مصرف باکتری به اضافه نصف توصیه کودی فسفر در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط عدم قطع آبیاری با میانگین ۲۳/۲ تن در هکتار و تیمار عدم مصرف باکتری و قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک با میانگین ۱٤/۲ تن در هکتار بود (جدول ٤). بین بقیه تیمارها اثر معنی-داری مشاهده نشد. در شرایط مصرف باکتری‌های حل کننده فسفات وزن خشک اندامهای هوایی و ریشه را به ترتیب ۲۲ تا ۳۳٪ و ٦ تا ۲۱٪ افزایش داشت (Hosseinzadeh,2005).

جدول ۲: میانگین مربعات صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه، درصد فسفر برگ در ابتدای مرحله خمیری دانه، RWC و عملکرد بیولوژیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	درصد فسفر برگ	RWC	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۱۷۵۹۱.۲*	۷۳٤۸۱.٤*	۹۸.٦**	۰.۰۰۲n.s	٤٤۲٤.۱ *	۲۷۹.۷*
فاکتور قطع آبیاری	۲	۳۱۲۳.۷ n.s	۱۱۰۹۳۸.۹ **	۵۲.۹*	۰.۰۰۵n.s	٤۵۰۰.۱ *	۱۲۰.٤*
خطا	٤	–	–	–	–	–	–
فاکتور مصرف باکتری	۲	۱۷۱۰.۸ *	۳۵۰۷۵.۷**	۲٤.٤ **	۰.۰۲۳*	۳۷٤.۵*	۷۳.۲ **
فاکتور قطع آبیاری × مصرف باکتری	٤	۱۲۹۱.٤*	٤۹٤۱.۵ n.s	۸.۱*	۰.۰۰۱n.s	۱۲۰.٦ n.s	۳٤.۸ *
خطا	۱۲	–	–	–	–	–	–
فاکتور پیش تیمار	۳	٤٤۹۳.۸**	۹۳٤۷۵.۷**	٦۲.۹**	۰.۰۲ **	۱۳۹.٤**	۱۳۹.۵ **
فاکتور قطع آبیاری × پیش تیمار	٦	۲۳۰.۷ *	۵۷۳۸.٤ **	۳.۲ **	۰.۰۰۰ n.s	۱۸.٤n.s	۹.٤ *
فاکتور مصرف باکتری × پیش تیمار	٦	۱۳۷.۹n.s	۳۰۱۳.۸n.s	۱۰۳n.s	۰.۰۰۰n.s	٤.۵ n.s	۲.٤n.s
فاکتور قطع آبیاری × مصرف باکتری× پیش تیمار	۱۲	۱٤۳.۳ n.s	٤۵٦٦.۷*	۳**	۰.۰۰۰n.s	۲٦.٦*	۷ n.s
خطا	۵٤	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)	–	۸.۵۷	۵.۹٤	۱۱.۱۵	۱٦.۵۲	٦.۵۱	۱۱.۵۹

** و * به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، n.s عدم وجود اختلاف معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ : اثر متقابل قطع آبیاری و پیش تیمار بر روی صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه، درصد فسفر برگ در ابتدای مرحله خمیری دانه، RWC و عملکرد بیولوژیک

آبیاری	پیش تیمار	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	درصد فسفر برگ	RWC	عملکرد بیولوژیک
عدم قطع آبیاری	بذر خشک (شاهد)	۱٦۸.۲ e	٤۷۲.۷ de	۷.۲ ef	۰.۰٦۹ f	٦٤.۲ b	۱٦.۹ de
	پیش تیمار با آب	۱۹۱.۳ ab	۵۷۲.۹ b	۹.۹ b	۰.۱۱ c	٦۹.۲ a	۲۱.۰۳ ab
	پیش تیمار با جیبرلین	۲۰۰.۸ a	٦۲۳.۱ a	۱۱.٤ a	۰.۱٤ a	٦۹.۲ a	۲۳.۹ a
	پیش تیمار با اکسین	۱۷٤.٤ de	۵۳۳.۵ bc	۸.۵ d	۰.۱۱ c	٦٤ b	۱۸.۸ bcd
قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک	بذر خشک (شاهد)	۱۵۲.۲ f	۳۷۳.٦ g	۵.۲ h	۰.۰۵٤ g	٤۱.۵ f	۱٤.٤ f
	پیش تیمار با آب	۱۷۸.۵ cde	٤٦٤.٦ e	۷.۵ e	۰.۰۸۸ e	٤۵.٤ de	۱۷.۳ Cde
	پیش تیمار با جیبرلین	۱۸۳.٦ bcd	۵۲۵.۲ c	۸.۸ cd	۰.۱ cd	٤۸.٦ d	۱۹.۰۱ bcd
	پیش تیمار با اکسین	۱٦۷.٦ e	۳۹٤.۹ fg	٦.۱ g	۰.۰۸۸ e	٤۳.۱ ef	۱۵.۸ ef
قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک	بذر خشک (شاهد)	۱۷۳.۱ de	٤۲۰.٤ f	٦.۵ fg	۰.۰٦۲ fg	۵۸.۲ c	۱٦.۳ ef
	پیش تیمار با آب	۱۸۷.۹ bc	۵۰۷.۳ cd	۸.۷ cd	۰.۱۱ c	۵۸.۹ c	۱۹.٤ bc
	پیش تیمار با جیبرلین	۲۰۰.٤ a	۵۳۹.۸ bc	۹.۷ bc	۰.۱۲ b	٦۰.۲ c	۲۱.۱ ab
	پیش تیمار با اکسین	۱۹۲.٤ ab	۵۲٤.٦ C	۹.۲ bcd	۰.۰۹۸ d	۵۷.۹ c	۲۰.۳ b

*حروف مشترک در هر ستون نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤: اثر متقابل قطع آبیاری و مصرف باکتری بر روی صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه، درصد فسفر برگ در ابتدای مرحله خمیری دانه، RWC و عملکرد بیولوژیک

آبیاری	باکتری	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	درصد فسفر برگ	RWC	عملکرد بیولوژیک
عدم قطع آبیاری	عدم مصرف باکتری	۱۷٤.۱ bc	٥۱٦.٥ bc	۸.۲ ab	۰.۰۷ c	٥۹.۹ c	۱۸.۲ b
	مصرف باکتری	۱۷٤.٦bc	٥٤۰.۱ ab	۸.٦ ab	۰.۱۱ bc	٦۸.۳ab	۱۹.۱ b
	مصرف باکتری + نصف توصیه کودی فسفر	۲۰۲.٤ a	٥۹٥ a	۱۰.۹۸ a	۰.۱٤ a	۷۱.۸ a	۲۳.۲ a
قطع آبیاری در مرحله ظهور سیلک	عدم مصرف باکتری	۱٦۰.۱ c	۳۹۲.۸ d	٥.۸۱ b	۰.۰٦۳ e	٤۲.۷ d	۱٤.۲ c
	مصرف باکتری	۱۷٦.٤ bc	٤٦۲.٦ c	۷.٤٤ ab	۰.۰۸ cde	٤۲.۸ d	۱۷.۹۸ b
	مصرف باکتری + نصف توصیه کودی فسفر	۱۷٤.۹ bc	٤٦۳.٤ c	۷.۳۹ ab	۰.۱ bc	٤۸.٤ d	۱۷.۸ b
قطع آبیاری در مرحله قهوه‌ای شدن سیلک	عدم مصرف باکتری	۱۹۲.۲ ab	٤۸٥.۲ bc	۸.٥٤ ab	۰.۰۸ cde	٥۱.۷ c	۱۹.٤ b
	مصرف باکتری	۱۸٤.٦ ab	٤۸٥.٥ bc	۸ ab	۰.۰۹٤ bcd	٦۰.۷ bc	۱۹.۱ b
	مصرف باکتری + نصف توصیه کودی فسفر	۱۸۸.٦ ab	٥۲۳.٤ bc	۹ ab	۰.۱۲ ab	٥۸.٦ c	۱۹.۳ b

*حروف مشترک در هر ستون نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

Archive of SID

www.SID.ir

Biochemistry and Biophysics. *Annals of Botany*. 444: 139-458.
Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil* 159:89-102.
Mayak S., Tirosh T. and Glick B.R. 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiol. Biochem.* 42:565–572.
Miri, H. R.2005. crop physiology and yield under drought stress.Islamic Azad Arsenjan university publication.
Moradi Dezfuli P., Sharif-zadeh F. and Janmohammadi M. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.*). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science.* 3(3): 22-25.
Mwale S.S., Hamusimbi C., Mwansa, K. 2003. Germination, emergence to osmotic seed priming. *Seed Sci and Technol.* 31:199-206.
Nabila Zaki M., Hassanein M.S., Karima M. and Gamal EL-Din. 2007. Growth and yield of wheat cultivars irrigated with saline water in newly cultivated land as affected by biofertilization*. Journal of Applied Sciences Research*. 3(10): 1121-1126.
Nanjo, N., Asatsuma, S., Itoh, K., Hori,H.,Mitsui,T ., Fujisawa,Y. 2004. Posttranscriptional regulation of α-amylase II- 4 expression by gibberellin in germinating rice seed. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42 :477–484.
Rajjou, L., Belghazi, M., Huguet, R., Robin, C. and Moreau, A. 2006. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on Arabidopsis seed germination and establishment of early defense mechanism. *Plant Physiol.* 141:910–923.
Rodriguez, D., Zubillaga, M.M., Ploschuk, E.L., Keltiens, W.G., Goudriaan, J., Lavado, R.S. 2006 Leaf area expansion and assimilate production in sunflower (*Helianthus annus L.*) growing under phosphorus conditions. *Plant Soil.* 202: 133-147.
Saeed, M., M. Y. Saifi, M. Akhtar and S. Mohsan. 1998. Differential genotypic response to drought stress in maize*. Sarhad Journal of Agri*. 1: 49-55.

References:

Abdul-Baki, A.S. and Anderson, J. D. 1973. Vigour determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci.*, 13*:* 630-633.
Afzal A and Asghari B, 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal Agriculture Biology* 10:85-88.
Capland-Mac Donald.1996.seed technology.GHolamhosain Sarmadniya. publication of mashhad versity jahad.290.
Cheng Z., Park E. and Glick B.R. 2007. 1-Aminocyclopropane-1- carboxylate deaminase from Pseudomonas putida UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. *Canadian Journal of Microbiology* 53:912-918.
Eisvand, H.R., M. A., Alizadeh and A. Fekri. 2010. How hormonal priming of aged and nonaged seeds of Bromgrass affects seedling physiological characters. *Journal of New seed*. 11: 52-64.
Farooq M., S. M. A., Basra and Ahmad N. 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. *Plant Growth Regul*. 51: 129-137.
Foti. S., S.L. Cosentiono, C. Patane and D. Agosta. 2002; Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperature. *Seed Sci and Technol*. 30: 521-531.
Hashemi dezfoli, a, kochaki, a, and benayan aval, m.1995. increased crop physiology(translate). publication of mashhad versity jahad ,284 page.
Hosseinzadeh, H. 2005. Report of effect Barvar 2 biofertilizer on yield grain legume*. Tehran Daneshgahi Jehad and Fannavari Sabz Publication. Tehran* pp. 25.
Kaur S., Gupta A. K. and Kaur N. 2005. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *J. Agron. and Crop Sci*. 191: 81-87.
Lin H.M., Zhang Y.F., Jia H.X. 2007. Physiological and biochemical characteristics of leaf blade on different age branches of Lycium barbarum L. under salt stress. *Chin J Eco Agric*. 15:112–114
Mahajan, S., N. Tuteja. 2005. Cold, Salinity and drought stress: An overview Archives in

Archive of SID

www.SID.ir

Shakirova, F.M. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by SA and salinity.*Plant science*.164:317-322

Subedi K. D. and Ma B. L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agron. J*. 97: 211-218.

Sujatha, E., Grisham, S. and Reddy, S.M. 2004. Phosphate solubilization by thermophilic microorganisms. *Indian J. Mirobiol*. 44: 101-104.

Sundara, B., V., Natarajan, and K. Hari. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and suger cane and suger yields. *Field Crop Research*. 11: 43-49.

Archive of SID

www.SID.ir