مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۸۶-۷۱

بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشاء سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل، و اجزاء عملکرد درگندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک

Effects of salinity stress on membrane stability, chlorophyll Content and yield components of wheat inoculated with plant growth promoting bacteria and humic acid

مهدی داودی فرد[1*]، داود حبیبی[2]، فرهاد داودی فرد[3]

چکیده

شوری یکی از مهمترین موانع تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که عملکرد گیاه زراعی را به روش‌های مختلف تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش سطح برگ بعنوان نخستین اثر شوری، توانایی بالقوه گیاه جهت فتوسنتز را کاهش می‌دهد. به همین ترتیب تخریب کلروفیل توسط یونهای سمی ازجمله سدیم، کاهش فتوسنتز را به دنبال خواهد داشت، و اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی و باکتری‌های محرک رشد از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی جهت بالا بردن عملکرد دانه در گندم به خصوص در شرایط تنش شوری می توانند موثر واقع شود. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی درسه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل اسیدهیومیک در دو سطح شامل: (A0): شاهد، (A1): مصرف اسیدهومیک، وسطوح شوری در سه سطح شامل: (B0): شاهد، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار، استفاده از میکروارگانیسم‌ها در پنج سطح شامل: (C0) شاهد، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، پسودوموناس پوتیدا) به‌صورت محلول بود. نتایج نشان داد اثر متقابل تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک در زمان اعمال تنش شوری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبلچه و کلروفیل a و bمعنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار بدست آمد، بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار حاصل گردید. بیشترین تعداد سنبلچه در بوته از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری بدست آمد، ضمن آنکه بیشترین میزان کلروفیل a و b نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: گندم، کلروفیل، شوری، باکتری‌های محرک رشد، اسید هیومیک

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، باشگاه پژوهشگران جوان، رودهن، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: Email: Mahdidavoodifard@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تاثیر گذار بر رشد گیاهان و محصولات تولیدی آنها است (Allakhverdiev et al.,2000). تخمین زده می‌شود که بیش از ۲۰ درصد از کل زمین‌های زراعی دنیا شامل زمین هایی با سطوح شوری مختلف می‌باشند که به نحوی باعث تاثیر تنش شوری روی گیاهان زراعی می‌شوند و تاثیر این تنش در مناطق خشک و نیمه خشک شدیدتر است (Maghsoudi mod and Maghsoudi, 2008). بیش ترین زمین‌های شور در آسیا پس از روسیه، چین، هند، پاکستان متعلق به ایران است (Shahsevand hassani, 2000).

کاهش بیوماس تولیدی، کم شدن کارایی فتوسنتز و تغییر در میزان تورگر برگ از اثرات اولیه تنش شوری در گیاهان است (Munns, 2002). رشد گیاهان در شرایط تنش شوری ممکن است از راه اسمزی و بر اثر پایین رفتن پتانسیل آب در محیط رشد ریشه، یا به دلیل تاثیرات ویژه یون‌ها در فرآیندهای متابولیسمی کاهش یابد (کاشانی، ۱۳۸۸). یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد کاهش سطح برگ است (Green way and Munns,1980). البته فتوسنتز به‌طور مستقیم نیز تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد، ولی اثرات شوری روی فتوسنتز بین گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است. به‌طوری که تنش شوری میزان فتوسنتز را در گندم کاهش می‌دهد (میر محمدی و قره یاضی، ۱۳۸۱)، در حالی که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (Asch and All,2000). گزارش‌های زیادی نیز در مورد واکنش‌های متفاوت میزان فتوسنتز نسبت به شوری وجود دارد. در ارزیابی ارقامی از سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری، کاهش محتوای کلروفیل کل، کلروفیل a و b در نمونه‌های مورد آزمایش گزارش شده است (یارنیا، ۱۳۸۶)، همچنین رضایی و همکاران (رضایی و همکاران، ۱۳۸۳) نیز در بررسی‌های پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک نشان دادند که مقادیر کلروفیل a و b تحت شرایط تنش کاهش بسیاری داشتند. کاهش درصد جوانه زنی در اثر تنش شوری به اثر اسمزی (Garg, 2010) و یا به علت اثر سمی یون‌ها (Al-taisan, 2010) ارتباط داده شده است.

حساسیت گندم به شوری در مرحله گلدهی نسبت به مراحل رویشی و اوایل مراحل زایشی کم تر و در مرحله پر شدن دانه حداقل است (El-Hendawy et al., 2005). شوری آب آبیاری نیز تاثیر منفی و معنی داری بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، سطح برگ و ماده خشک گندم دارد (Feizi, 2002). شوری عملکرد نهایی را از طریق کاهش در تعداد دانه و وزن هزار دانه، تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش آن می‌شود (Akram et al.,2002).

فرانکویز وگریو (Francois and Grieve, 1992) نیز تاثیر منفی و معنی دار شوری بر طول سنبله، تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبلچه را گزارش کردند. پاک نیت و گودرزی (Pakniyat and Goudarzi,2008) با مطالعه اثر تنش شوری بر طول سنبله، تعداد سنبلچه و تعداد پنجه در گندم نان نشان دادند که این صفات با افزایش میزان تنش تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش معنی داری را نشان دادند.

استفاده از میکروارگانیسم‌های خاکزی و مخصوصا باکتری‌های محرک رشد که با انجام فرآیندهای مختلف زیستی در رشد گیاه و چرخه عناصر غذایی خاک دخالت دارند به‌طور روز افزونی افزایش یافته است. باکتری‌های محرک رشد PGPR از طرق مختلفی تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن، تولید هورمون‌های گیاهی، سنتز آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ کش رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد. از میان این باکتری‌ها آزوسپیریلوم و ازتوباکتر به دلیل توانایی در برقراری ارتباط با گیاهان مهم زراعی نظیر گندم، ذرت و سورگوم توجه بیشتری را به خود جلب کرده اند (Mishra et al., 1998 Zaid et; al.,2003). باکتری‌های جنس ازوتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس از مهمترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل توجهی هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع

www.SID.ir

اکسین و جیبرلین و سیتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Zahir et al., 2004).

افزایش عملکرد محصولات زراعی یکی از اهداف مشترک محققین اصلاح نباتات و زراعت می‌باشد و افزایش عملکرد گندم به دلیل مصرف زیاد این ماده غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بنابرین استفاده از کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه در گندم به خصوص در شرایط متغییر محیطی می‌تواند موثر واقع شود. لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستار طبیعت نام برده می‌شود (Samavat and Malakuti,2005). ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک و جزء هومین هستند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت و لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و.... استخراج می‌شوند و در اندازه مولکولی و ساختار متفاوت هستند (Sebahattin and Necdet,2005). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat and Malakuti, 2005)، همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Delfine et al., 2005).

مواد و روش

این تحقیق در سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در ماهدشت کرج و با عرض جغرافیایی ۳۵درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و طول جغرایایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار به اجرا در آمد. بافت خاک لومی رسی، pH خاک در عمق ۶۰-۰ برابر با ۷/۴ و EC خاک در عمق ۶۰-۰ برابر ۱/۴۱ دسی زیمنس بود. در این آزمایش تیمارهای آزمایشی عبارتند ازاستفاده از اسید هیومیک در دو سطح شامل: (A0): عدم مصرف اسیدهیومیک (شاهد)، (A1): مصرف اسیدهومیک، که جهت کاربرد اسید هیومیک از گرانول‌های پرل هوموس استفاده شد، وسطوح شوری در سه سطح شامل: (B0): عدم شوری (شاهد)، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار که برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم خالص (NaCl) استفاده شد، استفاده از میکروارگانیسم‌ها در پنج سطح شامل: (C0) عدم تلقیح بذربا باکتری‌های محرک رشد (شاهد)، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به‌صورت محلول بودکه هر بومی خاک‌های کشور بوده و توسط بخش تحقیقات بیولوژیکی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب جدا و خالص-سازی شده بودند و جمعیت مایه تلقیح حدود 10^8 CFU در هر گرم مایه تلقیح (صمغ عربی) بود. به‌منظورانجام این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی ۷ کیلوگرمی به تعداد ۹۰ عدد استفاده شد. خاک گلدان‌ها از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج تهیه وبعد ازعبوراز الک ۵ میلی متری به مقدار مساوی در هر گلدان از خاک مورد نظر پر شد. عملیات کاشت بذر در تاریخ ۸۸/۸/۱۸ و به عمق ۲ تا ۳ سانتی متر انجام شد. رقم مورد استفاده شده دراین آزمایش رقم بهار بود که رقمی پاییزه و به گرما و خشکی آخر فصل مقاوم است. مقدار مصرف باکتری‌ها در زمان کاشت (ازتوباکترکروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) برای ۴۰ عدد بذر به وزن تقریبی ۴۴/۴ گرم، ۲/۲۵ گرم بود. این مقدار باکتری بعد از آغشته نمودن بذرها با مایه تلقیح (صمغ عربی) به بذرها اضافه شده تا کاملاً به سطح بذرها چسبیده و سطح بذرها کاملاً سفید رنگ شوند. همچنین در زمان کاشت اسید هیومیک به میزان ۵/۵ گرم برای تیمارهای مورد نظر برای هر گلدان‌های به کار برده شد. بلافاصله بعد ازکاشت اولین آبیاری انجام گرفت

Archive of SID

www.SID.ir

و پس از جوانه‌زنی بذرها و سبز و یکنواخت شدن تعداد بوته‌ها درهرگلدان تعداد جوانه‌های سبز شده به ۲۰ عدد در هر گلدان کاهش یافت.

عملیات داشت نیز شامل آبیاری و دادن شوری بعد از مرحله چهار برگی به تیمارهای مورد نظر بود. میزان نمک استفاده شده برای تهیه غلظت ۷۵ و ۱۵۰ میلی مولار به ترتیب برابر با ۱۹۷/۲ و ۳۹۴/۴ گرم بود که در ۴۵ لیتر آب حل گردید و به تیمارهای مورد نظر در۴ مرحله و هر مرحله به میزان ۲۵۰ ml برای هر گلدان لحاظ گردید.

جهت اندازه گیری کلروفیل a و b ابتدا ۰/۵ گرم برگ از بخش‌های مختلف بوته که از هر گلدان انتخاب شد را درون یک هاون چینی ریخته و به آن یک گرم سولفات منیزیم و ۱۰ میلی لیتر استون اضافه می‌کنیم و آن قدر در هاون می‌سائیم تا خمیری شل حاصل شود. هاون مربوطه را در داخل ظرف آب و یخ قرار داده و آزمایشگاه حتی‌الامکان تاریک شد تا فعل و انفعالات شیمیایی به حداقل برسد. سپس خمیر شل حاصله را برداشته و در داخل سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در ثانیه و به مدت ۵ دقیقه قرار می‌دهیم سپس مقدار ۱ میلی لیتر از این عصاره هموژن (سوپرنیتنت) را با ۹ میلی لیتر استون داخل سل‌های دستگاه اسپکتوفتومتر ریخته و در طول موج‌های ۶۴۷ نانومتری برای کلروفیل b و ۶۶۳ نانومتری برای کلروفیل a میزان جذب نور قرائت شده و از فرمول‌های زیر کلروفیل a و b محاسبه گردید (Sestak and Catasky,1996;Chdolvadova et al.,1999) دستگاه قبل از آزمایش بااستون خالص کالیبره گردید.

$$\text{Cal a (mg/l)} = (12.25 \times A663 - 2.76 \times A647) \times D$$

$$\text{Cal b (mg/l)} = (21.5 \times A647 - 5.1 \times A663) \times D$$

D= ضخامت سل‌های دستگاه اسپکتوفوتومتر

برای اندازه گیری پایداری غشا سلول بالاترین برگ‌های کاملاً توسعه یافته مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. قطعات برگی در ظروف کوچکی حاوی ۲۵ میلی لیتر محلول ۴۰مانیتول با پتانسیل منفی ۲ بار قرار داده شدند. سپس تمام نمونه‌ها در انکوباتور ۱ ± ۱۰ درجه سانتی‌گراد برای ۲۵ ساعت قرار داده شد. بعد از زمان ذکر شده ظروف از انکوباکتور خارج و سپس هدایت الکتریکی این محیط با قرائت مستقیم هدایت سنج اندازه‌گیری شد.

به منظور تعیین نمودن عملکرد نهایی محصول، عملیات برداشت در تاریخ ۸۹/۲/۳۰ صورت گرفت. برداشت گندم زمانی که اندام هوایی کاملاً زرد و دانه رسیده بودند انجام گرفت، در این مرحله کلیه ۲۰ بوته به‌صورت کف بر، برداشت شد و در داخل پاکت‌هایی که از قبل بیانگر تیمار مربوطه بودند قرار گرفتند، وبعد از بوجاری محصول عملکرد دانه بر حسب گرم تعیین گردید.

برای آنالیز واریانس داده‌ها از نرم افزار SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a و b

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان کلروفیل a و b تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال ($P < ۰/۰۱$) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) مشاهده می‌شود تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به‌طوری که کاربرد اسیدهیومیک (A1) نسبت به عدم کاربرد آن (A0) ۱۰/۳ درصد کلروفیلa و۱۱/۱درصد کلروفیل b را افزایش داده است که دلیل آن افزایش توانایی گیاه در جذب بیشتر عناصر مختلف می‌باشد.

ابو علی و مدی (Abou-Aly and Mady, 2009) افزایش ۳۳ – ۳۸/۶ درصدی کلروفیل a و ۱۰/۵۳ – ۲۷/۸درصدی کلروفیل b رادر اثر کاربرد اسید هیومیک در گیاه گندم گزارش کردند.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری بر میزان کلروفیل a و b تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال

Archive of SID

www.SID.ir

(P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به نحوی که کلروفیل a در تیمار اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (B1) بیشترین اثر نشان داده و نسبت به تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) و B0 (عدم اعمال تنش شوری) به ترتیب به میزان ۱/۳ و ۷/۴ در صد کلروفیل a و ۹/۲ و ۳/۵ درصد کلروفیل b افزایش نشان داده است تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) کمترین اثر را بر میزان کلروفیل a و b نشان داده است.

شوری سبب کاهش میزان کلروفیل برگ در گیاه یولاف می‌شود (Zhao et al., 2007). هان و لی (Han and Lee, 2005) نیز افزایش معنی دار کلروفیل کل را در گیاه با افزایش شوری گزارش کردند. به نظر می‌رسد که دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش شوری، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آنها و نیز اختلال در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد. به نظر می‌رسد کاهش در پروتئین‌های غشایی خاص در شرایط تنش شوری، افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز را از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری باشد و همچنین کاهش سبزینه گی برگ ممکن است تا حدودی به خاطر کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌هایی مثل نیترات ریداکتاز باشد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر میزان کلروفیل a و b اثر معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان کلروفیل a و b به ترتیب با میزان فعالیت ۰/۹۲۵ و ۱/۸۶۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا (C3) بدست آمد ضمن آنکه کمترین میزان آنها نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (C0) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت (mg / g fw) ۰/۷ و۱/۳۹ به دست آمد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که با کاربرد همزمان اسید هیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان کلروفیل a و b تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان کلروفیل a و b به ترتیب با میانگین فعالیت (mg / g fw) ۰/۸۰۶ و ۱/۶۱۳ از تیمار مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (A1B1) بدست آمد، ضمن آنکه کمترین میزان آنها نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت (mg / g fw) ۰/۶۶۱ و ۱/۳۳۰ بدست آمد. که افزایشی ۲۱/۸و ۲۱/۲ درصدی را بین دو تیمار A1B1 و A0B2 برای کلروفیل a و b شامل گردید.

نتیجه نشان می‌دهد که اسید هیومیک اثرات تنش شوری را کاهش داده و سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی می‌شود و در نتیجه باعث افزایش میزان کلروفیل a و b می شود. اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسبتر در اختیار گیاه توانسته است، میزان ساخت رنگیزه‌ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر نماید.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان کلروفیل a و b تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین میزان کلروفیل a و b از تیمار مصرف اسید هیومیک و تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم (A1C1) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت ۰/۸۴۲ و ۱/۶۸۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بدست آمد که البته همراه با تیمار A1C2 در یک گروه آماری قرار گرفتند، همچنین کمترین میزان آنها نیز از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (A1C0) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت (mg / g fw) ۰/۵۷۵ و ۱/۱۶ حاصل گردید. ابو علی و مدی (Abou-Aly and Mady, 2009) در نتایج خود افزایش ۳۸/۶ – ۳۸/۳ درصدی کلروفیل a و ۳۶/۸۲ – ۵۰ درصدی کلروفیل b را نسبت به شاهد با کاربرد اسید هیومیک + باکتری

Archive of SID

www.SID.ir

طی دو فصل رشدی در گیاه گندم گزارش کردند.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان کلروفیل a و b تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۴) نیزمشاهده میشود بیشترین میزان کلروفیل a و b از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و عدم اعمال تنش شوری (B0C1) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت (mg / g fw) ۰/۹۲۰ و ۱/۸۴۴ حاصل گردید، همچنین کمترین میزان آنها نیز با میزان فعالیت (mg / g fw) ۰/۵۴۴ و ۱/۰۹۶ از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (B2C0) بدست آمدکه افزایش ۶۹ درصدی برای کلروفیلa و ۶۸ درصدی را برای کلروفیل b بین دو تیمار B0C1 و B2C0 شاهد می‌باشیم. نتایج هان و لی (Han and Lee, 2005) نشان دهنده این است که کاربرد باکتری‌ها نسبت به عدم کاربرد آن در شرایط تنش شوری موجب افزایش میزان کلروفیل کل شده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان کلروفیل b و a تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان کلروفیل a و b از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (A1B1C1) به ترتیب با میانگین میزان فعالیت ۰/۹۶۰ و ۱/۹۲۲ میلی گرم به گرم وزن تر برگ حاصل گردید، که البته همراه با تیمار A1B0C1 در یک گروه آماری قرار گرفتند، ضمن آنکه کمترین میزان آنها نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A1B2C0) به ترتیب با میانگین فعالیت (mg / g fw) ۰/۵۱۱ و ۱/۰۲۵ بدست آمد.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۵) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند و عملکرد دانه در تیمارعدم اعمال تنش شوری B0 (شاهد) نسبت به تیمار B1 (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و B2 (اعمال تنش شوری۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۹/۵ و ۹/۴ درصد افزایش عملکرد دانه را نشان داده است که هردو در یک گروه آماری قرار گرفته اند. کاهش عملکرد گندم به دلیل افزایش شوری توسط محققین زیادی گزارش گردیده است (Ma et al., 2004)، آنها علت این کاهش را نتیجه کاهش جذب آب و عناصر غذایی به دلیل به هم خوردن تعادل عناصر غذایی عنوان نموده‌اند. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش شوری توسط گودینگ و همکاران (Gooding et al., 2003) نیز گزارش شده است که با این نتایج همخوانی دارد.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت ۲۶/۲۱ گرم از تیمارمصرف اسید هیومیک بدون اعمال تنش شوری (A1B0) بدست آمد که البته همراه با تیمارهای A1B2,A0B1,A0B0 در یک گروه آماری قرار گرفتند، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک واعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2) با میزان فعالیت ۲۰/۸۲ گرم مشاهده شد که افزایشی ۲۵/۹ درصدی را بین دو تیمار A1B0 و A0B2 شاهد می‌باشیم. بنابر نظر بالکونباهان و راجمانی (Balakunbahan and Rajamani, 2010) اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک

Archive of SID

www.SID.ir

تغییر می‌دهد. با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک عملکرد ذرت و گیاهچه‌های یولاف افزایش معنی داری یافت (Shariff, 2002). بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسیدهیومیک در سطح آماری (P <۰/۰۵) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. به‌طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود که بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت۲۷/۷۵ گرم ازتیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک (A1C3) به دست آمد که البته با تیمارهای A1C1,A0C4 A1C2,A0C2 در یک گروه آماری قرار گرفتند، و کمترین آن نیز از تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک (A0C0) با میانگین میزان فعالیت۱۷/۴۶ گرم بدست آمد که افزایشی ۵۸/۹ درصدی را بین دو تیمارA1C3 و A0C0 شاهد می‌باشیم.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که باکاربرد همزمان باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، به‌طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد دانه از تیمارتلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار (A0B1C2) با میانگین میزان فعالیت ۳۲/۲۵ گرم بدست آمد. همچنین کمترین میزان آن نیزاز تیمارعدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد وعدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A۰B۲C۰) با میانگین میزان فعالیت ۱۴/۷۹ گرم حاصل گردید. میشرا و همکاران (Mishra et al., 2010) در نتایج خود بیان می‌کند که تحت شرایط تنش شوری، PGPRها می‌تواند اثرات مثبتی در گیاهان روی پارامترهایی از قبیل سرعت جوانه زنی، تحمل به تنش خشکی، عملکرد و رشد گیاه داشته باشد. ساتوویچ (Satovich, 2006) با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در افزایش مقاومت گندم به شوری و عملکرد گیاه را تا ۶۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. محققین افزایش عملکرد دانه در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم را به دلایلی همچون ترشح انواع هورمون‌ها که سبب افزایش رشد ریشه و جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شود مربوط می‌دانند.

(Egamberdiyevaa and Hoflich,2003)

افزایش عملکرد دانه گندم در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس) توسط داودی فرد (داودی فرد، ۱۳۹۰) نیز گزارش شد.

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند، به‌طوری که کاربرد اسید هیومیک (A۱) نسبت به عدم کاربرد (A۰) آن ۱۴/۴ درصد عملکرد بیولوژیک را افزایش داده است.

ابو علی و مدی (Abou-Aly and Mady, 2009) نیز افزایش ۲۴/۸-۲۶/۴ درصدی عملکرد بیولوژیک گندم را طی دو فصل رویشی و همچنین، آسیک و همکاران (Asik et al., 2009) افزایش عملکرد بیولوژیک گندم را در اثر کاربرد اسیدهیومیک گزارش کردند که البته این افزایش معنی دار نبود. این نتایج نشان می‌دهد اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و جذب بهتر آب و مواد غذایی موجب عملکرد بیولوژیک می‌شوند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) بااعمال تنش شوری بر میزان عملکرد بیولوژیک تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به نحوی که عملکرد بیولوژیک

Archive of SID

www.SID.ir

در تیمارعدم اعمال تنش شوری B0 (شاهد) نسبت به تیمار B1 (اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار) و B2 (اعمال تنش شوری۱۵۰ میلی مولار) به ترتیب به میزان ۹ و ۱۴/۵ در صد افزایش عملکرد بیولوژیک رانشان داده است. آسیک و همکاران (Asik et al., 2009) شوری تاثیر منفی بر رشد گندم و همچنین کاهش وزن خشک و جذب عناصر غذایی داشت. هان و لی (Han and Lee, 2005) نیز کاهش رشد گیاه را با اعمال تنش شوری در گیاه کاهو گزارش کردند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۵) داشته است. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول (C4) با میانگین میزان فعالیت ۷۸/۷ گرم بیشترین اثر را بر عملکرد بیولوژیک نشان داده است که همراه با تیمارتلقیح بذر با ازتوباکتر کروکوم (C2) در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند، ضمن آنکه کمترین میزان عملکرد بیولوژیک با میانگین میزان فعالیت ۶۳/۱۹ گرم از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (C0) بدست آمد. عرب و همکاران (عرب و همکاران، ۱۳۸۷) افزایش معنی دار وزن کل بوته گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریلوم در مقایسه با شاهد را گزارش کردند. شاهارونا و همکاران (Shaharoona et al., 2006) و رضوان بیدختی و همکاران (رضوان بیدختی و همکاران، ۱۳۸۸) نیز افزایش عملکرد ماده خشک را در اثر کاربرد سودوموناس گزارش کردند.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که باکاربرد اسید هیومیک واعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر میزان عملکرد بیولوژیک تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد، همان طور که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۳) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0) با میانگین میزان تولید ۷۰/۵۸ گرم حاصل گردید، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز با میانگین میزان ۵۱/۱۳ گرم از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2) بدست آمد که افزایشی ۳۷/۸ درصدی را بین دو تیمار A1B0 و A0B2 شاهد می‌باشیم.

مواد هیومیکی ممکن است اثرات ضد تنشی تحت شرایط تنش غیر زنده نشان دهند (Kulikova et al.,2005). مواد هیومیکی ممکن است موجب افزایش جذب عناصر غذایی و کاهش سمیت برخی عناصر جذب شده شوند. بنابراین می‌توان گفت که کاربرد مواد هیومیکی می‌توند موجب بهبود رشد گیاه تحت شرایط شوری شود. با این حال تحقیقات کمی درباره کاربرد اسید هیومیک و اثرات آن در شرایط شوری انجام شده است (Masciandaro et al., 2002).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۱) بر عملکرد بیولوژیک تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0C3) با میانگین میزان فعالیت ۷۷/۷۰ گرم بدست آمد که البته همراه با تیمار A1B0C2 در یک گروه آماری قرار گرفتند ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2C0) با میزان فعالیت ۳۷/۲۹ گرم حاصل گردید.

ساراواناکومار و سامیاپان (Saravanakumar and Samiyappan, 2007) (هر چهار سویه سودوموناس مورد مطالعه، باعث افزایش درصد جوانه زنی و شاخص‌های رشد از قبیل وزن تازه و خشک، طول ریشه و طول اندام هوایی بادام زمینی در شرایط تنش شوری شدند.

نشت غشای سیتوپلاسمی (EC)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری

www.SID.ir

بر میزان EC تفاوت آماری معنی دار در سطح (P<۰/۰۵) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌گردد، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به نحوی که بیشترین میزان پایداری غشا از تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) با میزان فعالیت (µs/cm) ۵۶۸/۴ بدست آمد که البته همراه با تیمار B1 (اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار) در یک گروه آماری قرار گرفتند، وتیمار B0 (عدم اعمال تنش شوری) با میزان فعالیت (µs/cm) ۴۶۸/۶ کمترین میزان EC رانشان داده است. تیمار B2 نسبت به تیمار B1 و B0 به ترتیب به میزان ۲۱/۲ و ۱۵/۲ در صد افزایش پایداری غشا رانشان داده است که بیان کننده این مطلب است که با افزایش شوری، میزان تخریب غشاء سیتوپلاسمی افزایش یافته که نتیجه آن افزایش EC با افزایش سطح شوری است.

طول سنبله

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) باکاربرد اسیدهیومیک بر طول سنبله تفاوت آماری معنی دار در سطح (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به‌طوری که کاربرد اسید هیومیک (A1) موجب افزایش ۵/۷ درصد طول سنبله شده است.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال سطوح مختلف شوری بر میزان طول سنبله تفاوت معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به نحوی که طول سنبله در تیمار عدم اعمال تنش شوری B0 (شاهد) نسبت به تیمار B1 (اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار) و B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۶/۵ و ۹ درصد افزایش طول سنبله را نشان داده است تیمار B2 (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) بیشترین کاهش در طول سنبله را نشان داده است. علت کاهش طول سنبله بر طبق گزارش بنده حق و همکاران (بنده حق و همکاران، ۲۰۰۴) تاثیر سمیت یون‌های Na و Cl بر روی کلیه ویژگی‌های عملکردی می‌باشد زیرا افزایش جذب سدیم باعث کاهش فتوسنتز و تقسیمات سلولی شده و تاثیر آن بر روی ویژگی‌های عملکردی مشخص و بارز خواهد بود.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که با تلقیح بذربا باکتری‌های محرک رشد بر طول سنبله تفاوت معنی دار در سطح آماری (P <۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند، به نحوی که تلقیح بذربا باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول (C4) با ۹/۴ سانتی متر بیشترین اثر را بر طول سنبله نشان داده که البته هراه با تیمارهای تلقیح بذربا باکتری سودوموناس پوتیدا و ازتوباکتر کروکوم (C2، C3) در یک گروه آماری قرار گرفتند. اردکانی و همکاران (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۰) افزایش طول سنبله گندم را در مقایسه با شاهد در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم گزارش کردند. اثر مثبت کاربرد آزوسپیریلوم را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها در اثر تولید هورمون‌های گیاهی و همچنین انجام فرایند تثبیت بیولوژیک نیتروژن نسبت داد و ذبیحی و همکاران (ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۸) نیز تفاوت معنی داری در سطح آماری ۱ % در کاربرد باکتری‌های مختلف (سویه‌های مختلف سودوموناس) روی طول سنبله گندم مشاهده کردند.

تعداد سنبلچه

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که با کاربرد اسید هیومیک بر تعداد سنبلچه تفاوت آماری معنی دار در سطح آماری (P<۰/۰۱) بدست آمد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) مشاهده می‌شود، تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به‌طوری که کاربرد اسید هیومیک (A1) نسبت به عدم کاربرد آن (A0) ۶ درصد طول سنبله را افزایش داده است.

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با اعمال تنش شوری

Archive of SID

www.SID.ir

بر تعداد سنبلچه تفاوت آماری معنی دار در سطح آماری (P<۰/۰۱) مشاهده شد. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) مشاهده می‌شود تیمارها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار می گیرند به نحوی که تعداد سنبلچه در تیمار عدم اعمال تنش شوری B0 (شاهد) نسبت به تیمار B1 (اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار) و B2 (اعمال تنش شوری۱۵۰ میلی مولار) به ترتیب به میزان ۹/۸ و ۱۵/۸ در صد افزایش تعداد سنبلچه را نشان داده است. در اثر تنش شوری تسریع و نمو جوانه انتهایی روی داده و تعداد کل سنبله و سنبلچه و دانه در سنبله کاهش می‌یابد (Hooshmand et al.,2004).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر تعداد سنبلچه اثر معنی دار در سطح آماری (P<۰/۰۱) داشته است. همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۲) نیز مشاهده می‌شود تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول (C4) با میزان ۱۶/۶۲ عدد بیشترین اثر را بر طول سنبله نشان داده است که نسبت به تیمارشاهد (C0) ۱۴/۸ درصد افزایش داشته است افزایش در تعداد سنبلچه در بوته نسبت به تیمار شاهد در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس) توسط داودی فرد (داودی فرد، ۱۳۹۰) گزارش شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری درسطح آماری (P <۰/۰۵) بر تعداد سنبلچه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول۵) نیز مشاهده می‌شود بیشترین تعداد سنبلچه از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به‌صورت محلول و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری (A1B0C4) به میزان ۱۹/۴۲ عدد بدست آمد ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز ازتیمار عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار (A0B2C0) به میزان ۱۱/۴۳ عدد مشاهده شد البته باتیمار A1B2C1 در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول۱- تجزیه واریانس اثر شوری، باکتری‌های محرک رشد و هیومیک اسید بر صفات مورد بررسی

Table1- Analysis of variance for Salinity, plant growth promoting bacteria and humic acid of characters

منابع تغییرات	S.O.V	df	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	پایداری غشاء سیتوپلاسمی EC	طول سنبل Spike lenght	تعداد سنبلچه Number of spiket
اسید هیومیک(A)	Factor A	1	1.815 **	6.648 **	46.412 ns	1536.20 **	11048 ns	5.766 **	14.990 **
تنش شوری (B)	Factor B	2	0.552 **	2.355 **	58.441 *	557.40 **	81662 *	3.880 **	41.600 **
اثرمتقابل اسید هیومیک وسطوح تنش شوری	AB	2	0.256 **	1.11 **	105.160 **	197.30 *	14781 ns	0.289 ns	5.180 ns
باکتری های محرک رشد(C)	Factor C	4	0.412 **	1.585 **	50.203 ns	162.18 *	37672 ns	3.789 **	11.830 **
اثر متقابل اسید هیومیک و باکتری	AC	4	0.54 **	2.039 **	55.283 *	59.98 ns	30413 ns	0.593 ns	1.995 ns
اثر متقابل باکتری درسطوح تنش شوری	BC	8	1.406 **	5.46 **	24.608 ns	90.32 ns	21143 ns	0.562 ns	3.838 ns
اثر متقابل باکتری و اسید هیومیک در سطوح مختلف شوری	ABC	8	0.488 **	1.989 **	85.431 **	222.95 **	35805 ns	0.895 ns	4.422 *
خطا	Error	60	0.009	0.049	24.802	74.87	25239	0.546	2.144
ضریب تغییرات	C.V%		8.37%	8.86%	20.62%	14.07%	31.17%	8.22%	9.39%

ns, *,** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ % و ۱ %.

ns, *and **;Non significant. Significant at the 5% and 1% levels probability respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- مقایسه میانگین سطوح اثرات اصلی صفات مورد بررسی

Table 2- Mean comparisons of main effects of characters

تیمار Treatment		کلروفیل a Chlorophyll a (mg / g fw)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg / g fw)	عملکرد دانه Grain yield (g)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (g)	پایداری غشاء EC (µs/cm)	طول سنبله Spike lenght (Cm)	تعداد سنبلچه Number of spiklet
عدم کاربرد اسید هیومیک	A_0	0.678 B	1.3645 B	23.440A	57.384 B	520.76	8.731 B	15.191 B
کاربرد اسید هیومیک	A_1	0.749 A	1.5000 A	24.876A	65.647 A	498.60	9.238 A	16.008 A
عدم اعمال تنش شوری	B_0	0.717 B	1.4480 B	25.624 A	66.180 A	468.60 B	9.388 A	16.880 A
اعمال تنش شوری۷۵ میلی مولار	B_1	0.745 A	1.4930 A	23.374 B	60.690 B	492.00 AB	8.866 B	15.370 B
اعمال تنش شوری۱۵۰ میلی مولار	B_2	0.677 C	1.3550 C	23.476 B	57.680 C	568.40 A	8.699 B	14.550 C
عدم کاربرد باکتری	C_0	0.700 C	1.3900 C	22.930A	63.190 C	545.97	8.359 B	14.500 C
کاربرد باکتری Azospirillum	C_1	0.925 A	1.3550 A	27.920A	74.090 B	566.29	8.651 B	15.120 BC
کاربرد باکتری Azotobacter	C_2	0.875 B	1.7420 B	31.780A	77.900 A	457.14	9.155 A	15.890 AB
کاربرد باکتری Pseudomonas	C_3	0.925 A	1.8650 A	30.630A	75.210 B	477.77	9.357 A	15.870 AB
کاربرد باکتری به صورت Mix	C_4	0.855 B	1.7220 B	31.690A	78.7 A	501.21	9.400 A	16.620 A

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

جدول۳- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table 3- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار Treatment	کلروفیل a Chlorophyll a (mg / g fw)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg / g fw)	عملکرد دانه Grain yield (g)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (g)
A_0B_0	0.688 C	1.389 C	25.04 A	61.780 C
A_0B_1	0.684 C	1.373 C	24.46 AB	59.240 D
A_0B_2	0.661 D	1.330 D	20.82 B	51.130 E
A_1B_0	0.746 B	1.507 B	26.21 A	70.580 A
A_1B_1	0.806 A	1.613 A	22.29 AB	62.130 C
A_1B_2	0.694 C	1.380 C	26.13 A	64.230 B
A_0C_0	0.592 E	1.192 E	17.46 C	52.953A
A_0C_1	0.698 D	1.405 DE	22.10 B	57.872A
A_0C_2	0.620 E	1.240 F	27.52 A	62.752A
A_0C_3	0.782 B	1.585 AB	23.30 B	54.843A
A_0C_4	0.697 D	1.398 E	26.82 A	58.499A
A_1C_0	0.575 E	1.16 G	20.75 B	60.358A
A_1C_1	0.842 A	1.685 A	24.44 AB	65.601A
A_1C_2	0.839 A	1.662 A	25.44 AB	67.08A
A_1C_3	0.760 B	1.524 B	27.75 A	69.133A
A_1C_4	0.727 C	1.470 C	26 AB	66.063A

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

شاهد، (A1): مصرف اسیدهومیک، (B0): شاهد، (B1): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B2): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار، (C0) شاهد، (C1): تلقیح بذربا باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C2): تلقیح بذر با باکتری ازتوباکترکروکوم، (C3): تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، (C4): تلقیح بذربا باکتری‌های (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به‌صورت محلول.

(A0): Control, (A1): Humic acid consumption, (B0): Control, (B1): Low salinity of 75 mM, (B2): High salinity of 150 mM, (C0): Control, (C1): Grain inoculation with Azospirillum lipoferum, (C2): Grain inoculation with Azotobacter chroocccum, (C3): Grain inoculation with Pseudomonase putida, (C4): The mix grain inoculation with (Azotobacter chroocccum, Azospirillum lipoferum, Pseudomonase putida).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table 4- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار Treatment	کلروفیل a Chlorophyll a (mg / g fw)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg / g fw)
B_0C_0	0.589 G	1.198 FG
B_0C_1	0.920 A	1.842 A
B_0C_2	0.721 F	1.454 DE
B_0C_3	0.736 EF	1.497 D
B_0C_4	0.618 G	1.248 FG
B_1C_0	0.617 G	1.235 B
B_1C_1	0.795 C	1.605 F
B_1C_2	0.745 EF	1.484 D
B_1C_3	0.792 C	1.577 D
B_1C_4	0.778 CD	1.565 C
B_2C_0	0.544 H	1.096 H
B_2C_1	0.595 G	1.188 G
B_2C_2	0.723 F	1.415 E
B_2C_3	0.785 C	1.590 C
B_2C_4	0.740 EF	1.490 D

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to duncans multiple range test at 5% level

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

Table 5- Mean comparison of interaction effect of characters

تیمار	کلروفیلa Chlorophyll a (mg / g fw)	کلروفیلb Chlorophyll b (mg / g fw)	عملکرد دانه Grain yield (g)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (g)	تعداد سنبلچه Number of spiklet
$A_0B_0C_0$	0.573 H	1.172 GH	19.74 FGH	54.57 JK	14.96 DEF
$A_0B_0C_1$	0.891 B	1.790 B	23.01 ABCDEFGH	60.36 GH	14.13 EF
$A_0B_0C_2$	0.581 FGH	1.166 GH	28.51 ABCDEF	67.78 CDEF	16.60 BCDE
$A_0B_0C_3$	0.774 C	1.579 D	23.88 ABCDEFGH	57.65 HIJ	17.55 ABCD
$A_0B_0C_4$	0.620 EFG	1.236 FGH	30.08 ABCD	68.54 BCDE	17.00 ABCDE
$A_0B_1C_0$	0.625 D	1.237 FGH	17.86 GH	49.16 M	14.67 DEF
$A_0B_1C_1$	0.629 E	1.286 F	20.33 DEFGH	56.81 IJ	15.55 CDEF
$A_0B_1C_2$	0.691 D	1.378 E	32.25 A	67.25 CDEF	14.70 DEF
$A_0B_1C_3$	0.700 EF	1.405 E	21.18 CDEFGH	53.32 KL	15.23 DEF
$A_0B_1C_4$	0.774 C	1.559 D	30.66 ABC	69.67 BCD	16.72 BCDE
$A_0B_2C_0$	0.577 GH	1.166 GH	14.79 H	37.29 N	11.43 G
$A_0B_2C_1$	0.573 H	1.139 H	22.96 ABCDEFGH	56.45 IJ	14.11 EF
$A_0B_2C_2$	0.587 EFGH	1.176 GH	21.81 BCDEFGH	53.22 KL	15.89 CDEF
$A_0B_2C_3$	0.870 B	1.771 B	24.83 ABCDEFG	57.71 HIJ	14.87 DEF
$A_0B_2C_4$	0.699 D	1.400 E	19.71 FGH	50.96 LM	14.45 EF
$A_1B_0C_1$	0.605 EFGH	1.225 FGH	19.98 EFGH	60.60 GH	15.95 CDEF
$A_1B_0C_1$	0.949 A	1.893 A	24.79 ABCDEFG	70.24 BC	18.80 AB
$A_1B_0C_2$	0.861 B	1.742BC	29.75 ABCDE	77.63 A	16.00 BCDEF
$A_1B_0C_3$	0.698 D	1.414 E	31.48 AB	77.70 A	18.34 ABC
$A_1B_0C_4$	0.617 EFGH	1.260 FG	25.03 ABCDEFG	66.73 DEF	19.42 A
$A_1B_1C_0$	0.608 EFGH	1.230 FGH	19.26 FGH	59.26 GHI	15.33 DEF
$A_1B_1C_1$	0.960 A	1.922 A	22.80 ABCDEFGH	61.37 G	14.88 DEF
$A_1B_1C_2$	0.797 C	1.590 D	21.67 BCDEFGH	58.85 GHI	15.87 CDEF
$A_1B_1C_3$	0.883 B	1.750 B	25.39 ABCDEFG	64.99 F	14.39 EF
$A_1B_1C_4$	0.781 C	1.572 D	22.35 ABCDEFGH	66.18 EF	16.36 BCDE
$A_1B_2C_0$	0.511 I	1.025 I	23.02 ABCDEFGH	55.09 JK	14.67 DEF
$A_1B_2C_1$	0.616 EFGH	1.236 FGH	25.72 ABCDEFG	65.20 F	13.25 FG
$A_1B_2C_2$	0.858 B	1.653 CD	24.90 ABCDEFG	64.76 F	16.24 BCDE
$A_1B_2C_3$	0.700 D	1.408 E	26.39 ABCDEFG	64.70 F	14.86 DEF
$A_1B_2C_4$	0.782 C	1.58 D	30.61 ABC	71.41 B	15.76 CDEF

در هر ستون اعدادی که دارای ضرایب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند.

Similar letters in each column shows non- significant difference according to duncans multiple range test at 5% level.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع References

اردکانی، م.ر و ف، مجد و د، مظاهری و ق، نور محمدی.۱۳۸۰. بررسی کارایی آزوسپیریلوم، میکوریزا و استرپتومایسس به همراه مصرف کود دامی در گندم با استفاده از فسفر ۳۲. مجله علوم زراعی ایران.جلد ۳. شماره۱. ص ۵۶-۶۹.

داودی فرد، م.۱۳۹۰. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس) و محلول پاشی سیلیسیک اسید و اسیدهای آمینه بر مقاومت به خشکی گندم.پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن.

ذبیحی، ح ر.، غ، ثواقبی.، ک، خاوازی.، ع، گنجعلی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیرکاربرد سویه‌هایی از سودوموناس‌های فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی) جلد۲۳، شماره۱، ص۲۰۸-۱۹۹.

رضایی، م، ع.، خاوازی نژاد، ر.ع.، فهیمی، ح.، ۱۳۸۳. بررسی پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره۶۲.

رضوان بیدختی، ش.، ع، دشتبان.، م، کافی.، س، سنجانی. ۱۳۸۸. ارزیابی اثر کاربرد سویه‌هایی از باکتری سودوموناس بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف فسفر. نشریه بوم شناسی کشاورزی.جلد۱. شماره۱. ص ۱-۳۳.

عرب، س و م، اکبری و غ، علیخانی و ح، ارزانش و م، ح، ا، دادی.۱۳۸۷ بررسی توانایی تولید اکسین توسط باکتریهای جداسازی شده بومی جنس آزوسپیریلوم و ارزیابی اثرات محرک رشدی جدایهٔ برتر بر گیاه ذرت شیرین مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد۶، شماره۲- صفحه ۲۲۵-۲۱۷.

کاشانی، س، ۱۳۸۸. مطالعه اثر تنش شوری بر میزان کلروفیل در اسپرس و یونجه، فصل نامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، شماره ۱۸، ص۸۹-۷۷.

میر محمدی میبدی، س.، قره یاضی، ب.، ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به نژادی تنش شوری گیاهان، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

یارنیا، م.۱۳۸۶. ارزیابی تعدادی از شاخص‌های فیزیولوژیک ارقام سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری، مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، شماره ۱.

Abou-Aly, H.E. and M.A. Mady.2009. Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (Triticumaestivum L.) productivity. Annals of Agric. Sci., Moshtohor, 47 (1):1-12.

Akram, M., Hussain, M., Akhtar, S., and Rasul, E. 2002. Impact of NaCl salinity on yield components of some wheat accessions/varieties. Int Agric. Boil. 1: 156-8.

Allakhverdiev, S.L., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M., and Murata, N. 2000. Ionic and osmotic effects of Nacl-induced in activation of photo system I and II in Synechococcus sp. J. Plant Physiol. 123: 1047-56.

Al-Taisan, W. A. 2010. Comparative effects of drought and salt stresses on germination and seedling growth of Pennisetum divisum (Gmel.) Henr. Amer. J. Appl. Sci. 7 (5):640-646.

Asch, F., M. Dingkuhn & K. Droffling. 2000. Salinity increases CO2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. Plant and soil. 218: 1-10.

Asik BB, Turan MA, Celik H, Katkat VA.2009. Effect of humic substances on plant growth and mineral nutri-

Archive of SID
www.SID.ir

ents uptake of wheat (Triticum durum cv. 'Salihli') under conditions of salinity. Asian J Crop Sci 1:87-95.

Balakumbahan R and K Rajamani, 2010. Effect of biostimulants on growth and yield of Senna (Cassia angustifoliavar KKM.1) , Journal of Horticultural science & Ornamental plants, IDOSI publication, 2 (1): 16-8.

Bandeh hagh, A., Kazemey, H., Valizadeh, M., and Javanshir, A. 2004. Resistance of Triticum aestivum (spring cultivars) to salinity stress in vegetative and generative stages. J. Agric. Sci. Iran, 35: 1. 214-221.

Chdolvadova, B., K. Erdelsky and E. Masar ovicova. 1999. Praktikum Z Fyziologie rastin Bratislave: univerzita komenskeho.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A.,2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. 25, 183-191.

Egamberdiyevaa, D., Hoflich. G., 2003. Influence of growth-promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil Biol. Biochem. 35: 973–978.

El-Hendawy, S.E., Hua, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafizb, S.H., and Schmidhalter, U. 2005. Evaluting salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. Europ. J. Agron. 22: 243-253.

Feizi, M. 2002. Effects of salinity irrigation water on wheat yield. J. Sci. Soil Water, 16: 2. 133-140 (In Persian).

Garg, G. 2010. Response in germination and seedling growth in Phaseoulus mungo under salt and drought stress. J. Env. Bio. 31: 261-264.

Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, O.R. and Schofield, J.D. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. J. Cereal Sci. 37: 295-627.

Goudarzi, M., and Pakniyat, H. 2008. Evaluation of Wheat Cultivars Under Salinity Stress Based on Some Agronomic and Physiological Traits. J. Agric. Social. Sci. 4: 35-8.

Greenway, H & R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. AnnRev. Plant physiol. 31: 149-190.

Grieve, C.M., and Francois, L.E. 1992. The importance of initial seed size in wheat plant response to salinity. J. Plant and Soil, 147: 197-205.

Han, H. S. and K. D. Lee. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of Lettuce under soil salinity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1 (3): 210-215.

Hooshmand, S., Arzani, A., and Mirmohamad meybodi, S. 2004. Study of salt tolerant genotypes of durum wheat: Genetic evaluation of salt tolerant and comparison of selection conditions (field vs. in vitro). Ph.D. Thesis Dept. Agron. Plant Breeding, Isfahan University of Technology (In Persian).

Kulikova, N.A., Stepanova, E.V. and Koroleva, O.V. 2005. Mitigating Activity of humicsubstances: direct influence on biota. In: I.V. Perminova, et al. (ed.). Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice. Springer Netherlands. 52, pp. 285–309.

Ma,W.,T.C.Charles and B.R.Glick.2004. Expression of an exogenous 1-Aminocyclopropane-1-carboxylat-

Archive of SID

www.SID.ir

edeaminase gen in Synorhizobium melilotiincreases its ability to nodulate alfalfa. App. Envi.Micr.

Maghsoudi Moud, A., and Maghsoudi, K. 2008. Salt stress effects on respiration and growth of germinated seed of different wheat (Triticum aestivum L.) cultivars. J. Agric. Sci. 4: 3. 351-358.

Masciandaro, G., B. Ceccanti, V. Ronchi, S. Benedicto and L. Howard. 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 33, 365-378.

Mishra M., Patjoshi A.K., and Jena D. 1998. Effect of biofertilization on production (Zea mays) of maize. IndianJ. Agron. 43: 307–310.

Mishra, M 2U Kumar, 2P K Mishra and V Prakash.2010. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria for the Enhancement of CicerarietinumL. Growth and Germination under Salinity. Advances in Biological Research 4 (2): 92-96.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ, 28, 239-250.

Saatovich, S.Z., 2006. Azospirillium of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants.Plant & Soil. 283:137-145.

Samavat, S., Malakuti, M. 2005. Important use of organic acid (humic andfulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue 463:1-13.

Saravanakumar D, Samiyappan R.2007. ACC deaminase from Pseudomonas fluorescens mediated saline resistance in groundnut (Arachis hypogea) plants. J ApplMicrobiol 02 (5):1283- 1292.

Sebahattin, A., Necdet, C. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leafyield and yield components of forage Turnip (Brassica rapa L.).Agronomy. J. 4, 130-133.

Sestak, Z., J. Catasky. 1966. Method study photo synteticke produkee rostlin. Praha Academia. pp: 396.

Shaharoona, B., M. Arshad, Z. A. Zahir, and A. Khalid. 2006. Performance of Pseudomonas spp. Containing ACCdeaminase for improving growth and yield of maize (Zea mays L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biol.Biochem. 38: 2971-2975.

Shahsevand Hassani, H. 2000. The process of production new allopeloeid tritipyrum. 6th Iranian Crop Sci Cong, Babolsar, Pp: 22-24

Shariff, M., 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agric Univ Peshawar, Pakistan.

Zahir, A. Z. ,Arshad , M. and Frankenberger (Jr.) , W. F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.

Zaied.K.A., Abd El-Hady A.H., Afify Aida. H., and Nassef M.A. 2003. Yield and Nitrogen Assimilation of Winter Wheat Inoculated with New Recombinant Inoculants of Rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (4): 344-358.

Zhao, G. Q., Ma, B. L. & Ren, C. Z. 2007. Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of Naked oat in response to salinity. Crop Sci, 47, 123-131.

Archive of SID

www.SID.ir