

## بررسی اثرات تنش شوری بر روی رشد و تغییرات فیتوهورمونی گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک

داود حبیبی<sup>۱\*</sup>، داریوش فتح‌اله طالقانی<sup>۲</sup>، مهدی داودی‌فرد<sup>۳</sup>، علیرضا پازوکی<sup>۴</sup> و فرناز چمانی<sup>۱</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران، dhabibi@yahoo.com

۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شهر ری، ایران

### چکیده

افزایش عملکرد محصولات زراعی، به ویژه گندم به علت داشتن بیشترین سطح زیر کشت و مصرف در کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است 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 می‌توانند موثر واقع شود. به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر روی رشد و تغییرات فیتوهورمونی گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب در بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۸۹ اجراء شد. تیمارهای آزمایشی شامل اسیدهیومیک در دو سطح شامل {A<sub>0</sub>}؛ شاهد، {A<sub>1</sub>}؛ مصرف اسیدهیومیک؛ و سطوح شوری در سه سطح شامل {B<sub>0</sub>}؛ شاهد، {B<sub>1</sub>}؛ شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، {B<sub>3</sub>}؛ شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار؛ استفاده از میکروارگانیزم‌ها در پنج سطح شامل {C<sub>0</sub>}؛ شاهد، {C<sub>1</sub>}؛ تلقیح بذری باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، {C<sub>2</sub>}؛ تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم، {C<sub>3</sub>}؛ تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا، {C<sub>4</sub>}؛ تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به صورت Mix بود. نتایج نشان داد اثر متقابل تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک در زمان اعمال تنش شوری بر عملکرد دانه، جیبرلین، اکسین و سیتوکینین معنی 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 و بیشترین میزان هورمون جیبرلین و سیتوکینین از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار حاصل گردید، ضمن آنکه بیشترین میزان هورمون اکسین نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد به صورت Mix و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: شوری، باکتری‌های محرک رشد، هیومیک اسید، فیتوهورمون، گندم.

### مقدمه

تنش شوری را می‌توان تجمع بیش از حد یون‌ها در خاک دانست به نحوی که رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار

آدرس نویسنده مسئول: کرج، مهرشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

\* دریافت: ۹۰/۶/۱۸ و پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۰

رشد گیاهچه‌های گندم در سطوح مختلف شوری نداشته- است (Marvison et al., 1996). چنین استدلال می‌شود که فرایند جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه‌ها در گندم چندان تحت تأثیر هورمون  $GA_3$  قرار نمی‌گیرد و به عبارتی گندم در این مرحله فنولوژیک تقریباً عکس‌العمل چندان به تیمار  $GA_3$  از خود نشان نداد. از طرفی این هورمون نقش چندان موثری در القای تحمل به شوری و برطرف نمودن محدودیت‌های ایجاد شده توسط این تنش محیطی از قبیل اثرات اسمزی، سمیت یونی و عدم تعادلات تغذیه‌ای را ندارد (Levitt, 1980). تنش شوری در تعادل فیتوهورمون‌ها تغییر ایجاد می‌کند و افزایش حجم ABA را در برگ تحریک می‌کند و حجم اکسین، جبریلین و سیتوکینین را کاهش می‌دهد (Figueiredo, 2008). نسبت ABA بالا مانع پروتئین‌سازی و افزایش اسیدهای آمینه را به دنبال دارد (Daily et al., 1991). کاهش حجم اکسین، جبریلین و سیتوکینین، مواد بازدارنده رشد را بالا برده و مانع از رشد کافی گیاه می‌شود. کوتاه شدن و طویل شدن ریشه می‌تواند متأثر از سایر ویژگی‌های باکتری مانند تولید اکسین و یا سیانید هیدروژن نیز باشد. هورمون‌های گیاهی و بالاخص اکسین نقش مهمی در کنترل رشد و توسعه گیاه دارند. تولید این هورمون توسط باکتری‌های ریزوسفری یکی از عوامل افزایش رشد گیاهان است (Frankenberger & Arshad, 1995). کلزا با باکتری *Pseudomonas putida GR12-2* با قدرت تولید سطوح پایین اکسین، منجر به افزایش ۲ الی ۳ برابر طول گیاهچه شد (Patten & Glick, 1996). مشخص شده است که مقدار سیتوکینین و اسید جبریلینک در بعضی گیاهان متأثر از شوری کاهش و اسید آبسزیک افزایش می‌یابد که موجب تغییرات در نفوذپذیری غشاء و جذب آب در نتیجه تغییر در سطوح هورمون‌های درون‌زا می‌شود (Reigosa et al., 2002). مشخص شده است که تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درون‌زای فیتوهورمون‌ها دچار تغییرات اساسی می‌شود. کاهش مقادیر سیتوکینین‌ها و اسید جبریلینک و افزایش محتوای اسید

داده و آب قابل دسترس گیاه را کاهش دهند (Abid et al., 2001). اثرات سوء تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه نبوده بلکه می‌تواند با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی، نوع بافت و اندام گیاهی متفاوت باشد (Hussain et al., 1997). مطالعه اثرات شوری بر گیاهان زراعی نشان داد که غلظت پایین سدیم به پتاسیم و به عبارت بهتر، نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها و ریشه رابطه نزدیکی با مقاومت به شوری دارد (فتوحی و همکاران ۱۳۸۵). به نظر مارشرفرازش غلظت کلرید سدیم سبب کاهش مقادیر پتاسیم در اندام هوایی نسبت به ریشه گندم می‌شود (Marschner, 1981). وی نشان داد که بین تحمل به نمک و تجمع سدیم و کلر در اندام هوایی همبستگی مثبت وجود دارد. در گندم، این عنصر می‌تواند جایگزین پتاسیم شود ولی قادر نیست اعمال حیاتی پتاسیم را انجام دهد (رنجی و پرویزی ۱۳۷۵). واریته‌های به خصوصی از گندم در مقایسه با سایر واریته‌ها، سدیم را به نسبت بیشتری از ریشه به برگ انتقال می‌دهند. مقدار کم سدیم در ریشه گندم تحت کنترل ژن‌های غالب است و مقدار پتاسیم محتوی ریشه نیز تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد (Shannon, 1984). همچنین پتاسیم برای فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز در گندم و اتصال mRNA بر روی پلی زوم‌ها در گندم ضرورت مطلق دارد. اما در پاره‌ای از مطالعات، علاوه بر قدرت جایگزینی، تحریک رشد به وسیله سدیم در بین بسیاری از گیاهان شایع است. میزان تحریک رشد در میان ژنوتیپ‌های مختلف وابسته به یک گونه گیاهی متفاوت است. تحریک رشد به وسیله سدیم، ناشی از اثر آن بر روی بزرگ شدن سلول‌ها و تعادل آب در گیاه است. سدیم نه تنها می‌تواند جایگزین اثر پتاسیم در بقاء و تعدیل پتانسیل داخل واکوئل و در نتیجه، تورژسانس عمومی سلول و نیز بزرگ شدن سلول شود، حتی ممکن است به علت امتیازات ویژه نسبت به پتاسیم برتری داشته باشد (Jescke et al., 1985). نتایج نشان می‌دهد که تیمار  $GA_3$  هیچ تأثیری بر جوانه‌زنی بذور و

اسیدآبسیزیک است ولی بعداً مشخص شد که اثرات مواد هوموسی در ارتباط مستقیم با افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو مثل S, P, N و عناصر غذایی میکرو مثل Mn, Cu, Zn, Fe می‌باشد. مواد هوموسی جذب کانی‌ها را از طریق تحریک و افزودن فعالیت میکروبیولوژی زیاد می‌کند (فرقانی و جوانمرد، ۱۳۸۴). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat & Malakuti, 2005)، همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Delfine et al., 2005). سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی عنوان نمودند که با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در ماهدشت کرج و با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای به اجراء در آمد. بافت خاک لومی رسی، pH خاک در عمق ۶۰-۷۰ برابر با ۷/۴ و EC خاک در عمق ۶۰-۷۰ برابر ۱/۴ دسی‌زیمنس بود. در این آزمایش تیمارهای آزمایشی عبارتند از استفاده از اسید هیومیک در دو سطح شامل  $\{A_0\}$ : عدم مصرف اسید هیومیک

آبسیزیک در گونه‌های گیاهی متعددی تحت تنش‌های شوری و خشکی گزارش شده است (Peng et al., 2004). با اینکه اطلاعات در زمینه مکانیسم‌های تعادل هورمونی در گیاهان ضعیف است اما مشخص شده است که غلظت‌های مطلق سیتوکینین‌ها و سایر تنظیم‌کننده‌های رشدی به طور متقابل بر سنتز و متابولیسم آنها اثر می‌گذارند. از اینرو تیمار برونزای یا خارجی تنظیم‌کننده‌های رشدی به عنوان عوامل متقابل روی گیاهان متأثر از تنش می‌تواند روشی ممکن جهت بهبود اثرات تنش‌های محیطی غیر زیستی باشد (Munns, 2006). گزارش شده، باکتری آزوسپیریلوم sp. نه تنها هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین و جیبرلین را تولید می‌کنند بلکه هورمون‌هایی همچون ABA را در شرایط تنش ترشح می‌کنند تا اثرات تنش را در گیاه کاهش دهد و در واقع این باکتری از طریق جلو اندازی رشد و کاهش تنش موجب افزایش عملکرد دانه در غلات می‌شود (Cohen et al., 2008). یکی از کودهای با اهمیت در بخش مصرف در گیاهان هیومیک اسید می‌باشد. هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های  $H^+$  مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است (سردشتی و همکاران، ۱۳۸۶). هیومیک اسید می‌تواند از ایجاد نمک غیر محلول فسفات کلسیم جلوگیری کرده و در نتیجه در دسترس بودن کلسیم و فسفر را افزایش دهد. همچنین ثابت شده است که غلظت بالای اسید هیومیک اثر کمتری بر جذب عناصر دارد. به طور مثال غلظت بالای اسید هیومیک در تولید هیدروپونیک گندم باعث کمپلکس شدن بیش از حد کلسیم به وسیله اسید هیومیک و کاهش جذب آن می‌گردد (Grossl et al., 1991). مواد آلی نقش اساسی در کیفیت خاک دارند. مواد هوموسی به عنوان مهم‌ترین بخش مواد آلی به طور مستقیم روی رهاسازی عناصر غذایی، ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت بافری فسفر و ابقاء مولکول‌های آلی فلزی و سمی نقش اساسی دارند. تا مدت‌ها تصور می‌شد که اثرات تحریک‌کنندگی مواد هوموسی شبیه به هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و

تیمار های مورد نظر برای هر گلدان های به کار برده شد. بلافاصله بعد از کاشت اولین آبیاری انجام گرفت و پس از جوانه زنی بذرها و سبز و یکنواخت شدن تعداد بوته ها در هر گلدان تعداد جوانه های 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 در ۴ مرحله و هر مرحله به میزان ۲۵۰ CC برای هر گلدان لحاظ گردید. به منظور اندازه گیری مقدار فیتوهورمون های گیاهی (اکسین، سیتوکینین و جبریلین) نمونه برداری در تاریخ ۸۹/۱/۲۸ در مرحله گلدهی انجام شد. بدین ترتیب از هر گلدان به صورت تصادفی تعداد ۴ عدد برگ پرچمی جدا و در داخل نایلکس هایی داخل یخدان قرار داده شد و به روش ذیل در دانشگاه تربیت معلم برحسب میکرومول بر گرم بافت تازه محاسبه گردید. روش جداسازی از بافت برای هورمون های اکسین<sup>۱</sup> و سیتوکینین<sup>۲</sup> بدین صورت بود که ۱/۵ گرم بافت گیاهی وزن شده و در ۲۰ میلی لیتر محلول حاوی نسبت مساوی از متانول و آب دیونیزه وارد شده و در ۴ درجه سانتی گراد با هموژنایزر هموژن شد. محلول حاصل در ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و محلول روئی بر ستون کروماتوگرافی ۱۸ قرار گرفته و با ۵ میلی لیتر آب دیونیزه شستشو شدند. سپس ۳ میلی لیتر متانول ۰/۸ عبور داده شد. محلول استخراجی توسط مبرد در حرارت آزمایشگاه تبخیر شد، بر باقی مانده مقدار ۱ میلی لیتر متانول ۲۰٪ که در آن ۱٪ اسید فرمیک اضافه شده بود و مجدداً ۱ میلی لیتر متانول ۸۰٪ به آن اضافه شد این محلول نهایی برای تعیین مقدار هورمونها مورد استفاده در مرحله بعد قرار گرفت (Shenji et al., 2008) و روش جداسازی از بافت برای هورمون جبریلین<sup>۳</sup> بدین

(شاهد)، (A<sub>1</sub>): مصرف اسیدهومیک، که جهت کاربرد اسید هیومیک از گرانول های پرل هوموس که توسط شرکت هرمیتک آلمان تولید می گردد استفاده شد، و سطوح شوری در سه سطح شامل {B<sub>0</sub>}: عدم شوری (شاهد)، (B<sub>1</sub>): شوری پایین به میزان ۷۵ میلی مولار، (B<sub>3</sub>): شوری بالا به میزان ۱۵۰ میلی مولار که برای تهیه این غلظت ها از کلرید سدیم خالص (NaCl) استفاده شد، استفاده از میکروارگانیسیم ها در پنج سطح شامل {C<sub>0</sub>}: عدم تلقیح بذرها با بکتری های محرک رشد (شاهد)، (C<sub>1</sub>): تلقیح بذرها با بکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم، (C<sub>2</sub>): تلقیح بذر با بکتری ازتوباکتر کروکوم، (C<sub>3</sub>): تلقیح بذر با بکتری سودوموناس پوتیدا، (C<sub>4</sub>): تلقیح بذرها با بکتری های (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) به صورت Mix بود که هر سه این بکتری ها بومی خاکهای کشور بوده و توسط بخش تحقیقات بیولوژیکی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب کشور جدا و خالص سازی شده بودند و جمعیت مایه تلقیح حدود ۱۰<sup>۸</sup> CFU در هر گرم مایه تلقیح (صمغ عربی) بود. به منظور انجام این آزمایش از گلدان های پلاستیکی ۷ کیلوگرمی به تعداد ۹۰ عدد استفاده شد. خاک گلدان ها از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج تهیه و بعد از عبور از 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 در سوراخ هایی به عمق ۲ تا ۳ سانتی متر انجام شد. رقم مورد استفاده شده در این آزمایش رقم بهار بود که رقمی پاییزه و به گرما و خشکی آخر فصل مقاوم است. مقدار مصرف بکتری ها در زمان کاشت (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) برای ۴۰ عدد بذر به وزن تقریبی ۴۴/۴ گرم، ۲/۲۵ گرم بود که این مقدار بکتری 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

<sup>1</sup> - Auxin

<sup>2</sup> - Cytokinin

<sup>3</sup> - Gibberelin

## نتایج و بحث

### جیبرلین

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسید هیومیک بر مقدار جیبرلین تفاوت آماری معنی دار در سطح ( $P < 0.01$ ) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می شود، تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می گیرند به طوری که کاربرد اسید هیومیک ( $A_1$ ) نسبت به عدم کاربرد آن ( $A_0$ ) افزایش ۷/۶ درصدی را نشان می دهد. *alakanbahan* و *Rajamani* (۲۰۱۰) فعالیت های شبه جیبرلینی اسید هیومیک را گزارش کرده اند که موجب طولی شدن برگها می شود که در افزایش فعالیت های فتوسنتزی گیاه موجب افزایش تجمع بیشتر بیوماس نسبت به شاهد می شود. همچنین افزایش ۴۶٪ جیبرلین با کاربرد اسید هیومیک در اندام های هوایی گیاه گندم طی دو فصل رشدی گزارش شده است. (Abou- Aly & Mady 2009). طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با اعمال تنش شوری بر میزان جیبرلین تفاوت آماری معنی دار در سطح ( $P < 0.01$ ) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) مشاهده می شود تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می گیرند و میزان جیبرلین در تیمار عدم اعمال تنش شوری ( $B_0$  شاهد) نسبت به تیمار  $B_1$  (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و  $B_2$  (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۵ و ۸/۵ درصد افزایش جیبرلین را نشان داده است و به عبارتی با افزایش میزان شوری از میزان جیبرلین تولیدی نیز کاسته شده است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر میزان هورمون جیبرلین اثر معنی دار در سطح آماری ( $P < 0.01$ ) داشته است، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می گردد تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریولوم لیپوفروم ( $C_1$ ) با میانگین میزان فعالیت ۲۳۷/۴ میکرو مول گرم بافت تازه بیشترین اثر را بر میزان جیبرلین داشته است و عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ( $C_0$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۹۱/۴ کمترین اثر را بر میزان

صورت بود که مقدار ۱ گرم بافت در محلول حاوی متانول - آب - اسید استیک با نسبت ۱:۷۰:۳۰ قرار گرفت و توسط هموژنایزر به صورت همگن شد. این محلول به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتیفیوژ شد. در پایان محلول روئی بر ستون ۱۸ از نوع SPE قرار گرفت و با ۱۰ میلی لیتر محلول اتانول - آب - اسید استیک ۱:۲:۰:۸۰ شستشو شد. این محلول استخراجی در حرارت آزمایشگاه با مواد خشک و روی آن مقدار ۱ میلی لیتر متانول اضافه شد و به عنوان محلول نهائی استفاده شد (Ge et al., 2004). برای تعیین غلظت هورمون های اکسین و سیتوکینین و جیبرلین از دستگاه HPLC مدل Unican استفاده شد. ستون دستگاه Hiqsil-c18 به ابعاد (قطر دهانه ۵ میکرو متر \* قطر خارجی ۴/۶ میلی متر \* طول ۲۵ سانتی متر) بوده و با روش ایزوکراتیک جداسازی انجام شد. این ستون برای جداسازی هورمون های اکسین و سیتوکینین استفاده گردیده و از ستون (Zerbox SB,C18) به ابعاد (قطر داخلی ۳/۵ \* قطر ۲,۱ میلی متر \* طول ۱۵ سانتی متر) استفاده شد (Shengjie et al., 2008). حلال شستشو حاوی نسبت مساوی آب دیونیزه و متانول فوق خالص به همراه ۰/۲ اسید فوریک با سرعت شستشو ۱ میلی متر بر دقیقه می باشد مقدار تزریق ۲۵ میکرو لیتر می باشد. محلول های استاندارد هر یک از هورمون ها با غلظت ۱ گرم بر لیتر در متانول ۲۰ تهیه شدند. در این محلول همچنین ۰/۱ اسید فوریک اضافه، و در ۴ درجه سانتی گراد نگهداری 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 به صورت کف بر، برداشت شد و در داخل پاکت هایی که از قبل بیانگر تیمار مربوطه بودند قرار گرفتند و بعد از بوجاری محصول عملکرد دانه بر حسب گرم تعیین گردید.

تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسید هیومیک در سطوح مختلف اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0.01$ ) بر میزان جیبرلین تفاوت آماری معنی دار مشاهده می گردد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان جیبرلین با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ )  $203/9$  از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری ( $A_1B_0$ ) مشاهده شد و کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری  $150$  میلی مولار ( $A_0B_2$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ )  $171/2$  مشاهده شد که افزایشی  $19/1$  درصدی را بین  $A_1B_0$  و  $A_0B_2$  شاهد می-باشیم. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و اسید هیومیک در سطح آماری ( $P < 0.01$ ) بر میزان جیبرلین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) مشاهده می گردد، بیشترین میزان هورمون جیبرلین در تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک ( $A_1C_3$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ )  $221/2$  مشاهده گردید، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ )  $152/1$  از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و عدم مصرف اسید هیومیک ( $A_0C_3$ ) مشاهده شد. که افزایشی  $35$  درصدی را بین تیمارهای  $A_1C_3$  و  $A_0C_3$  شاهد می باشیم. افزایش  $50$ ٪ جیبرلین با کاربرد همزمان *Humic acid*+*Azospirillum* در اندام های هوایی گیاه گندم در دو فصل رشدی توسط (Abou-Aly & Mady 2009) گزارش گردیده است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری محرک رشد و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0.01$ ) بر میزان جیبرلین تفاوت آماری معنی دار مشاهده گردید، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۴) نیز مشاهده می شود، بیشترین میزان جیبرلین از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و اعمال تنش شوری  $75$  میلی مولار ( $B_1C_2$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g}$ )

جیبرلین تولیدی داشته است. افزایش  $33/6$ ٪ جیبرلین با کاربرد *Azospirillum* در گیاه گندم دو فصل رشدی توسط (Abou-Aly & Mady 2009) گزارش شده است. راجا و همکاران (۲۰۰۶) نیز با تحقیق روی گیاهچه برنج تغییرات هورمونی را مشاهده کردند، آنها همچنین افزایش میزان جیبرلین را در اثر کاربرد همزمان *Bacillus megaterium* و *Pseudomonas fluorescens* نسبت به شاهد و تلقیح انفرادی هر یک گزارش کردند. باکتری های تثبیت کننده نیتروژن مانند *Azotobacter* و *A. Lipoferum* نه تنها توانایی تثبیت نیتروژن را دارند، بلکه توانایی آزادکردن فیتوهورمون های مشابه با اسید جیبرلیک و ایندول استیک اسید که رشد گیاه، جذب مواد مغذی و فتوسنتز را تحریک می کنند را نیز دارند (Mahfuz and Sharaf-Eldin, 2007). همچنین بهبود رشد ریشه ذرت و سایر گیاهان زراعی به ترتیب در اثر ترشح هورمون های اسید جیبرلیک و سیتوکینین بوسیله باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و سودوموناس پوتیدا مشخص گردیده است (حمیدی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین (Luongeli (1997) و Bottini بیان کردند که *Azospirillum* قادر است جیبرلین ( $GA_3$ ) تولید کند که نقش مهمی در اوایل رشد گیاه و جوانه زنی بازی می کند. (Rademacher (1994) نیز افزایش تولید جیبرلین را با کاربرد آزوسپیریلوم گزارش کردند. همچنین (Cassa'n et al (2009) و تولید  $GA_1$  و  $GA_{20}$  را در *lipoferumAzospirillum* و *Azospirillum brasilense* گزارش کردند. راجا و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیق روی گیاهچه برنج، تولید  $GA$  را در اثر کاربرد *Azospirillum lipoferum* و *Pseudomonas fluorescens* مشاهده کردند که نسبت به تیمار شاهد نیز افزایش قابل توجهی را نشان می داد. آنها همچنین افزایش میزان سیتوکینین را در اثر کاربرد همزمان *Pseudomonas* و *Bacillus megaterium* و *fluorescens* و *Azospirillum lipoferum* نسبت به شاهد و تلقیح انفرادی هر یک گزارش کردند. طبق نتایج

کاربرد اسیدهیومیک ( $A_1$ ) نسبت به عدم کاربرد ( $A_0$ ) آن موجب افزایش  $12/3$  درصد میزان اکسین شده است. افزایش  $3/1$ ٪ اکسین با کاربرد اسیدهیومیک در گیاه گندم در ۸۰ روز پس از کشت از اندام‌های هوایی در دو فصل رشد گزارش شده است (Abou-Aly & Mady 2009). طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با اعمال تنش شوری بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی دار در سطح  $(P < 0/01)$  مشاهده می‌گردد، به طوری که در مقایسه میانگین (جدول ۲) مربوطه تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند و میزان هورمون اکسین در تیمار عدم اعمال تنش شوری  $B_0$  (شاهد) نسبت به تیمار  $B_1$  (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و  $B_2$  (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان  $1/6$  و  $7/8$  درصد افزایش نشان داده است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر میزان هورمون اکسین اثر معنی دار در سطح آماری  $(P < 0/01)$  داشته است به طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می‌شود تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت Mix ( $C_4$ ) با میانگین میزان فعالیت  $348/32$  ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) بیشترین اثر و عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ( $C_0$ ) با میانگین میزان فعالیت  $238/46$  ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) کمترین اثر را بر میزان اکسین تولیدی داشته است. بررسی های انجام شده توسط (Kampert et al., 1975; Lopper and Schroth, 1986) نشان می‌دهد که ۸۰ درصد میکروارگانیزم های جدا شده از ریزوسفر گیاهان مختلف توانایی تولید اکسین ها به عنوانی کم تابولیت ثانویه را دارند. بررسی ها از افزایش افزایش  $53/1$ ٪ اکسین با کاربرد *A. Chroococcum* پس از ۸۰ روز پس از کشت از اندامهای هوایی در دو فصل رشدی در گیاه گندم حکایت دارد (Abou-Aly & Mady 2009). هورمونهای گیاهی و بالاخص اکسین نقش مهمی در کنترل رشد و توسعه گیاه دارند. تولید این هورمون توسط باکتری های ریزوسفری یکی از عوامل افزایش رشد گیاهان است (Frankberger & Arshad 1995). میشرها و همکاران

(Fw ۲۲۸) و به دنبال آن از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $B_2C_1$ ) با میزان فعالیت  $221/2$  میکرو مول گرم بافت تازه مشاهده شد، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $B_2C_0$ ) با میانگین فعالیت  $(\mu \text{ mol/g Fw})$   $128/3$  مشاهده شد. همانطور که مشاهده می‌شود کاربرد ازتوباکتر کروکوم و آزوسپیریلوم لیپوفروم در شرایط اعمال تنش شوری بیشترین اثر را بر میزان هورمون جیبرلین داشته است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و مصرف اسیدهیومیک در زمان اعمال تنش شوری در سطح آماری  $(P < 0/01)$  بر میزان جیبرلین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۵) مشاهده می‌شود بیشترین میزان جیبرلین با میانگین میزان فعالیت  $259/3$  ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) از تیمار تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفروم و عدم مصرف هیومیک اسید و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2C_1$ ) حاصل گردید که همراه با تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف هیومیک اسید و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار ( $A_0B_1C_2$ ) با میانگین میزان فعالیت  $254/7$  ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) در یک گروه آماری قرار گرفتند، ضمن آنکه کمترین میزان جیبرلین نیز با میزان فعالیت  $116/7$  میکرو مول گرم بافت تازه از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_1B_2C_0$ ) بدست آمد.

#### اکسین

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی داری در سطح  $(P < 0/01)$  مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می‌شود تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می‌گیرند به طوری که

سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک ( $A_1C_3$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $332/97 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) مشاهده شد، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز با میزان فعالیت ( $220/7 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و عدم مصرف اسید هیومیک ( $A_0C_3$ ) بدست آمد که با تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک  $A_0C_0$  در یک گروه آماری قرار گرفتند. همانطور که مشاهده می شود تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلیوم لیوفروم و ازتوباکتر کروکوم ( $C_1$  و  $C_2$ ) با کاربرد اسید هیومیک اثر آنتاگونیستی دارد ولی تلقیح بذر با سودوموناس پوتیدا و باکتری های محرک رشد به صورت Mix ( $C_3$  و  $C_4$ ) با کاربرد اسید هیومیک اثر سینرژیستی داشته و میزان اکسین تولیدی را افزایش می دهد. طی آزمایشی Misko و Germida (۲۰۰۲) گزارش کرده اند که در میان میکرو ارگانیسم های تولید کننده اکسین، سودوموناس ها از فراوانی بیشتری برخوردارند. این در حالی است که (Abou-Aly & Mady 2009) در نتایج خود از کاهش ۱/۱٪ اکسین با کاربرد همزمان  $A. Chroococcum + Humic acid$  و کاهش ۵٪ اکسین با کاربرد همزمان  $A. Chroococcum + AM + Humic acid$  در اندام های هوایی گیاه زراعی گندم را در دو فصل رشد گزارش کردند. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد باکتری های محرک رشد در زمان اعمال تنش شوری و در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۴) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان هورمون اکسین با میانگین میزان فعالیت ( $242/6 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) از تیمار تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت Mix و عدم اعمال تنش شوری ( $B_0C_4$ ) حاصل گردید، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و اعمال تنش شوری ( $210/5 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $210/5 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد،

(۲۰۱۰) گزارش شده که میزان تولید IAA توسط PGPRها می تواند در گونه های مختلف مقدار خیلی متفاوت باشد که آن می تواند به خاطر تاثیر شرایط کشت، مرحله رشدی و توانایی سوبسترا باشد. عرب و همکاران (۱۳۸۷) و شفیعی و همکاران (۱۳۸۶) و هارتمن و همکاران (۱۹۸۳) و فالیک و همکاران (۱۹۸۹) نیز افزایش تولید اکسین را توسط آزوسپیریلیوم مورد تایید قرار دادند. همچنین سلطانی طولارود و همکاران (۱۳۸۶)، احمد و همکاران (۲۰۰۵) ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸) و عطایی (۱۳۸۴) و بنت و همکاران (۲۰۰۱) و Patten و Glick (۲۰۰۲) نیز در نتایج خود افزایش تولید اکسین را توسط باکتری سودوموناس گزارش کردند. راجا و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیق بر روی گیاهچه برنج تغییرات هورمونی در اثر تلقیح با *Pseudomonas fluorescens* و *Azospirillum lipoferum* را مورد بررسی قرار داده و به ترتیب آنها افزایش ۹/۶ برابری و ۷/۴ برابری میزان IAA را نسبت به تیمار شاهد مشاهده کردند. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان اسید هیومیک و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی دار مشاهده می شود، به طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان هورمون اکسین با میانگین میزان فعالیت ( $314/1 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری ( $A_1B_0$ ) حاصل گردید، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $242/6 \mu \text{ mol/g Fw}$ ) بدست آمد که افزایشی ۲۹/۴ درصدی را بین دو تیمار  $A_0B_2$  و  $A_1B_0$  شاهد می باشیم. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان باکتری های محرک رشد و اسید هیومیک در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان هورمون اکسین از تیمار تلقیح بذر با باکتری



نشان از تاثیر شوری بر میزان کاهش سیتوکینین تولیدی دارد. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر میزان سیتوکینین اثر معنی داری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می گردد، تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم لیپوفرورم ( $C_1$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۵۴/۳۱ بیشترین اثر را بر میزان سیتوکینین تولیدی داشته است که البته با تیمار تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت  $Mix(C_4)$  و تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا ( $C_3$ ) در یک گروه آماری قرار گرفته اند و عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ( $C_0$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۲۲/۳ کمترین اثر را بر میزان سیتوکینین نشان داده است که افزایشی ۲۰/۹ درصدی را بین دو تیمار تلقیح بذر با آزوسپیریلوم لیپوفرورم ( $C_1$ ) نسبت به تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد ( $C_0$ ) شاهد می باشیم. افزایش ۲۷/۴٪ سیتوکینین با کاربرد *A. Chroococcum* طی دو فصل رشدی (Abou-Aly & Mady 2009) را گزارش کردند. طی مطالعه‌ای Noel و همکاران (۱۹۹۶) دخالت مستقیم IAA و سیتوکینین به وسیله PGPR را در رشد کاهو و کلزا نشان دادند. سالامون و همکاران (۲۰۰۱) نیز تولید سیتوکینین توسط *Pseudomonas fluorescens* را گزارش کرده اند. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسیدهیومیک در زمان اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان سیتوکینین با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۴۶/۶ از تیمار مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری ( $A_1B_0$ ) بدست آمد، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۰۲/۹ حاصل گردید. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان باکتری های محرک رشد و اسیدهیومیک

اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان هورمون اکسین تفاوت آماری معنی دار مشاهده می گردد، همانگونه که در مقایسه میانگین (جدول ۵) مربوطه نیز مشاهده می شود بیشترین میزان هورمون اکسین با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۳۸۴/۳ از تیمار تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت  $Mix$  و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری ( $A_1B_0C_4$ ) بدست آمده که البته با تیمار  $A_0B_1C_2$  در یک گروه آماری قرار گرفتند، همچنین کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار ( $A_0B_1C_0$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۹۹ حاصل گردید که با تیمارهای  $A_0B_2C_2$ ,  $A_0B_2C_3$ ,  $A_1B_2C_0$  و  $A_0B_1C_3$  در یک گروه آماری قرار گرفتند.

#### سیتوکینین

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسیدهیومیک بر میزان سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) مشاهده می شود همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) مشاهده می شود، تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می گیرند به طوری که کاربرد اسیدهیومیک ( $A_1$ ) نسبت به عدم کاربرد آن ( $A_0$ ) ۲۰/۲ درصد میزان سیتوکینین را افزایش داده است. افزایش ۲۶٪ سیتوکینین با کاربرد اسیدهیومیک در اندام های هوایی گیاه گندم طی دو فصل رشدی توسط (Abou-Aly & Mady 2009) گزارش شده است. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با اعمال تنش شوری بر میزان هورمون سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار در سطح ( $P < 0/01$ ) مشاهده شد، به طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می گیرند و میزان سیتوکینین در تیمار عدم اعمال تنش شوری  $B_0$  (شاهد) نسبت به تیمار  $B_1$  (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و  $B_2$  (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۹/۸ و ۱۳ در صد افزایش سیتوکینین را نشان داده است که

تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت Mix و مصرف اسید هیومیک و عدم اعمال تنش شوری ( $A_1B_0C_4$ ) به دست آمد که همراه با تیمارهای  $A_0B_2C_1$ ,  $A_0B_1C_2$ ,  $A_1B_1C_3$ ,  $A_1B_0C_1$  در یک گروه آماری قرار گرفتند، همچنین کمترین میزان آن نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2C_2$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۷۱/۲۳ بدست آمد.

#### عملکرد دانه

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با اعمال تنش شوری بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار در سطح ( $P < 0/05$ ) مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) مشاهده می شود، تیمارها در گروه های آماری متفاوتی قرار می گیرند و عملکرد دانه در تیمار عدم اعمال تنش شوری ( $B_0$ ) (شاهد) نسبت به تیمار  $B_1$  (اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار) و  $B_2$  (اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار) به میزان ۹/۵ و ۹/۴ درصد افزایش عملکرد دانه را نشان داده است که هر دو در یک گروه آماری قرار گرفته اند. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد اسید هیومیک و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۲) نیز مشاهده می شود بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت ۲۶/۲۱ گرم از تیمار مصرف اسید هیومیک بدون اعمال تنش شوری ( $A_1B_0$ ) بدست آمد که البته همراه با تیمارهای  $A_1B_2$ ,  $A_0B_1$ ,  $A_0B_0$  در یک گروه آماری قرار گرفتند، ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2$ ) با میزان فعالیت ۲۰/۸۲ گرم مشاهده شد که افزایشی ۲۵/۹ درصدی را بین دو تیمار  $A_1B_0$  و  $A_0B_2$  شاهد می باشیم. بنابر نظر Balakunbahan و Rajamani (۲۰۱۰) اسید هیومیک رشد گیاهان را از طریق تغییر

در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود بیشترین میزان سیتوکینین از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک ( $A_1C_3$ ) با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۶۸/۲ بدست آمد همچنین کمترین میزان آن نیز با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۸۳/۶۶ از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و عدم مصرف اسید هیومیک ( $A_0C_3$ ) بدست آمد که البته با تیمار  $A_0C_0$  در یک گروه آماری قرار گرفتند. افزایش به ترتیب ۴۰/۹٪ و ۶۷/۵٪ سیتوکینین با کاربرد همزمان *A. Chroococcum* + Humic acid و *A. Chroococcum* + AM + Humic acid در گیاه گندم گزارش شده است (Abou-Aly & Mady 2009). طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد در زمان اعمال تنش شوری و در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۴) نیز مشاهده می شود، بیشترین میزان سیتوکینین با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۶۱/۹ از تیمار تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به صورت Mix و عدم اعمال شوری ( $B_0C_4$ ) بدست آمد که همراه با تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و اعمال شوری ۷۵ میلی مولار ( $B_1C_2$ ) در یک گروه آماری قرار گرفتند ضمن آنکه کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و اعمال شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $B_2C_0$ ) با میانگین میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۷۷/۱۰ حاصل گردید که با تیمارهای  $B_0C_2$  و  $B_1C_0$  در یک گروه آماری قرار گرفتند. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر میزان سیتوکینین تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، همانگونه که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۵) مشاهده می شود بیشترین میزان سیتوکینین با میزان فعالیت ( $\mu \text{ mol/g Fw}$ ) ۱۸۲/۷ از تیمار

بیان کردند که کاربرد این باکتری ها موجب افزایش عملکرد دانه و بیوماس بوته نخود می شود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و بیوماس بوته به ترتیب از تیمار تلقیح حاوی چهار باکتری و تیمار شاهد بدست آمد. این نتیجه نشان می دهد بین این باکتری ها اثرات سینرژیستی وجود دارد. تاثیر مثبت تلقیح با آزوسپیریلوم توسط محققین زیادی گزارش شده است. مستاجران و همکاران (۱۳۸۴) حمیدی و همکاران (۱۳۸۵)، نظارت و غلامی (۱۳۸۸) و Fulchieri و Frioni (۱۹۹۴) نیز اثر مثبت تلقیح را روی عملکرد گیاه گزارش کرده اند و ساتوویچ (۲۰۰۶) هم با بررسی تأثیر سویه های 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 می شود مربوط می دانند (Egamberdiyeva et al, 2003).

فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و مصرف اسیدهیومیک در سطح آماری ( $P < 0/05$ ) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، به طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۳) نیز مشاهده می شود که بیشترین عملکرد دانه با میانگین میزان فعالیت ۲۷/۷۵ گرم از تیمار تلقیح بذر با باکتری سودوموناس پوتیدا و مصرف اسید هیومیک ( $A_1C_3$ ) به دست آمد که البته با تیمارهای  $A_1C_2, A_0C_2, A_1C_1, A_0C_4$  در یک گروه آماری قرار گرفته اند، و کمترین آن نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک ( $A_0C_0$ ) با میانگین میزان فعالیت ۱۷/۴۶ گرم بدست آمد که افزایشی ۵۸/۹ درصدی را بین دو تیمار  $A_1C_3$  و  $A_0C_0$  شاهد می باشیم. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) با کاربرد همزمان باکتری های محرک رشد و اسیدهیومیک و اعمال تنش شوری در سطح آماری ( $P < 0/01$ ) بر عملکرد دانه تفاوت آماری معنی دار مشاهده شد، به طوری که در مقایسه میانگین مربوطه (جدول ۵) نیز مشاهده می شود، بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر کروکوم و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی مولار ( $A_0B_1C_2$ ) با میانگین میزان فعالیت ۳۲/۲۵ گرم بدست آمد. همچنین کمترین میزان نیز از تیمار عدم تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد و عدم مصرف اسید هیومیک و اعمال تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار ( $A_0B_2C_0$ ) با میانگین میزان فعالیت ۱۴/۷۹ گرم حاصل گردید. میشر و همکاران (۲۰۱۰) در نتایج خود بیان می کند که تحت شرایط تنش شوری، PGPR ها می تواند اثرات مثبتی در گیاهان روی پارامترهایی از قبیل سرعت جوانه زنی، تحمل به تنش خشکی، عملکرد و رشد گیاه داشته باشد. رخصزادی و همکاران (۱۳۸۷) تحقیقی را به منظور بررسی اثر باکتری های آزوسپیریلوم، ازوتوباکتر، سودوموناس و مزوریزوبیوم به صورت تلقیح انفرادی، دوتایی، سه تایی و چهارتایی بر عملکرد نخود انجام دادند و

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		جیبرلین	اکسین	سیتوکینین	عملکرد دانه
اسید هیومیک (A)	۱	۴۰۴۰/۱ **	۲۲۰۲۷/۳ **	۱۰۲۶۳/۴ **	۴۶/۴۱۲ ns
تنش شوری (B)	۲	۱۶۸۹/۱ **	۶۷۱۴/۱ **	۱۷۰۶/۶ **	۵۸/۴۴۱ *
اسید هیومیک × تنش شوری	۲	۱۴۱۷/۴ **	۴۴۰۵/۶ **	۲۹۷۴/۱ **	۱۰۵/۱۶ **
باکتری های محرک رشد (C)	۴	۴۱۸۳/۴ **	۴۰۶۸/۱ **	۳۲۵۲**	۵۰/۲۰۳ ns
اسید هیومیک × باکتری	۴	۴۸۸۹/۹ **	۱۲۴۲۱/۸ **	۶۴۶۰ **	۵۵/۲۸۳ *
باکتری × تنش شوری	۸	۶۶۹۷ **	۱۳۸۲۵/۳ **	۶۶۷۲/۹ **	۲۴/۶۰۸ ns
باکتری × اسید هیومیک × تنش شوری	۸	۳۵۴۶/۱ **	۷۳۰۲/۱ **	۴۲۶۶ **	۸۵/۴۳۱ **
خطا	۶۰	۶۲/۵۷	۸۰/۴۳۳	۵۰/۲۲۹	۲۴/۸۰۲
ضریب تغییرات (%)		۹/۳۵	۸/۳۳	۱۱/۱	۲۰/۶۲

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

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارها در صفات اندازه گیری شده

تیمار	جیبرلین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	اکسین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	سیتوکینین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	عملکرد دانه (g)
A <sub>0</sub>	۱۷۵/۲۶۷ B	۲۵۳/۶۶۷ B	۱۰۸/۵۸۲ B	۲۳/۴۴ D
A <sub>1</sub>	۱۸۸/۶۶۷ A	۲۸۴/۹۵۶ A	۱۲۶/۹۴ A	۲۴/۸۷۶ C
B <sub>0</sub>	۱۸۹/۹ A	۲۸۵/۳ A	۱۲۴/۸ A	۲۵/۶۲۴ C
B <sub>1</sub>	۱۸۰/۹ B	۲۶۷/۱ B	۱۱۳/۶ B	۲۳/۳۷۴ D
B <sub>2</sub>	۱۷۵ C	۲۵۵/۶ C	۱۱۰/۴ B	۲۳/۴۷۶ D
C <sub>0</sub>	۱۹۱/۴ E	۲۸۳/۴۶ C	۱۱۲/۳ C	۲۲/۹۳ D
C <sub>1</sub>	۲۳۷/۴ A	۳۳۸/۶ A	۱۵۴/۳۱ A	۲۷/۹۲ B
C <sub>2</sub>	۲۱۰/۲۶ D	۳۱۳/۲۸ B	۱۲۷/۶۴ B	۳۱/۷۸ A
C <sub>3</sub>	۲۲۴/۰۲ C	۳۳۲/۱۸ A	۱۵۱/۱۱ A	۳۰/۶۳ A
C <sub>4</sub>	۲۲۸/۷ B	۳۸۴/۳۲ A	۱۵۲/۲۳ A	۳۱/۶۹ A

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

جدول ۳ - مقایسه میانگین تیمارها در صفات اندازه گیری شده

تیمار	جیبرلین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	اکسین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	سیتوکینین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	عملکرد دانه (g)
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	۱۷۵/۹ CD	۲۵۶/۴ C	۱۰۳ D	۲۵/۰۴ A
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	۱۷۸/۷ BC	۲۶۲ C	۱۱۰/۹ C	۲۴/۴۶ AB
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	۱۷۱/۲ D	۲۴۲/۶ D	۱۰۲/۹ D	۲۰/۸۲ B
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	۲۰۳/۹ A	۳۱۴/۱ A	۱۴۶/۶ A	۲۶/۲۱ A
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	۱۸۲/۲ B	۲۷۲/۱ B	۱۱۶/۲ B	۲۲/۲۹ AB
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	۱۷۸/۹ BC	۲۶۸/۶ B	۱۱۸ B	۲۶/۱۳ A
A <sub>0</sub> C <sub>0</sub>	۱۶۱ E	۲۲۲/۶۷ F	۸۶/۷۹ F	۱۷/۴۶ C
A <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	۲۰۶/۲ B	۲۹۱/۹ B	۱۳۵/۳ B	۲۲/۱ B
A <sub>0</sub> C <sub>2</sub>	۱۸۲/۲ C	۲۶۸/۹ CD	۱۱۰/۳ D	۲۷/۵۲ A
A <sub>0</sub> C <sub>3</sub>	۱۵۲/۱ F	۲۲۰/۷ F	۸۳/۶۶ F	۲۳/۳ B
A <sub>0</sub> C <sub>4</sub>	۱۷۴/۷ D	۲۶۴/۲ D	۱۱۱/۹۱ D	۲۶/۸۲ A
A <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	۱۵۸ E	۲۴۹/۷۷ E	۱۰۰/۳۹ E	۲۰/۷۵ B
A <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	۱۸۹/۴۷ C	۲۷۲/۴۳ C	۱۲۱/۹ C	۲۴/۴۴ AB
A <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	۱۶۸/۲ D	۲۵۳/۲ E	۱۰۲/۴ E	۲۵/۴۴ AB
A <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	۲۲۱/۲ A	۳۳۲/۹۷ A	۱۶۸/۲ A	۲۷/۷۵ A
A <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	۲۰۶/۴۳ E	۳۱۶/۳۳ AB	۱۴۱/۸ B	۲۶ AB

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

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارها در صفات اندازه گیری شده

تیمار	جیبرلین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	اکسین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	سیتوکینین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	عملکرد دانه (g)
B <sub>0</sub> C <sub>0</sub>	۲۰۳/۲ BC	۲۸۱/۵ D	۱۲۴/۵ CD	۲۴/۴۵۲ C
B <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	۱۹۴/۷ CD	۲۸۴/۷ D	۱۳۱/۹ C	۲۳/۸۹۸ C
B <sub>0</sub> C <sub>2</sub>	۱۵۲/۵ FG	۲۲۶/۳ G	۷۹/۳۸ F	۲۹/۱۲۸ A
B <sub>0</sub> C <sub>3</sub>	۱۹۱/۷ DE	۲۸۳/۷ D	۱۲۶/۲ CD	۲۵/۶۱۳ B
B <sub>0</sub> C <sub>4</sub>	۲۰۷/۷ B	۳۵۰/۱۵ A	۱۶۱/۹ A	۲۵/۰۲۸ B
B <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	۱۴۷ FG	۲۱۶/۶۵ H	۷۹/۱۵ F	۲۰/۲۱۷ E
B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	۱۷۷/۷ DE	۲۶۵/۱۵ E	۱۱۰/۱۷ D	۲۱/۵۶۵ D
B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	۲۲۸ A	۳۳۹/۳ B	۱۶۰/۵ A	۲۶/۹۵۸ B
B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	۱۸۲/۷ E	۲۷۵/۲ DE	۱۲۵/۱ CD	۲۱/۶۲۸ D
B <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	۱۶۹/۳ FG	۲۳۹ F	۹۲/۹۲ E	۲۶/۵۰۲ B
B <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	۱۲۸/۳ H	۲۱۰/۵ HI	۷۷/۱ F	۲۱/۳۶۵ D
B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	۲۲۱/۲ A	۲۹۶/۷ C	۱۴۳/۶ B	۲۴/۳۴۳ C
B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	۱۴۵/۲ G	۲۱۷/۵ H	۷۹/۱۸ F	۲۳/۳۵۷ C
B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	۱۸۵/۷ E	۲۷۱/۷ E	۱۲۶/۵ CD	۲۵/۶۱ B
B <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	۱۹۴/۸ CD	۲۸۱/۶۵ D	۱۲۵/۷۵ CD	۲۲/۷۰۳ D

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

جدول ۵ - مقایسه میانگین تیمارها در صفات اندازه گیری شده

تیمار	جیبرلین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	اکسین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	سیتوکینین ( $\mu\text{ mol/ g Fw}$ )	عملکرد دانه (g)
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub> C <sub>0</sub>	۲۰۳ C	۲۲۵/۳ D	۱۰۵/۴ C	۱۹/۷۴ FGH
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	۱۵۷/۷ E	۲۲۹/۷ EF	۸۱ DEF	۲۳/۰۱ ABCDEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub> C <sub>2</sub>	۱۵۴ EF	۲۲۷ EF	۸۲/۸۳ DEF	۲۸/۵۱ ABCDEF
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub> C <sub>3</sub>	۱۸۱ D	۲۵۴ D	۱۰۴/۵ C	۲۳/۸۸ ABCDEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub> C <sub>4</sub>	۱۸۴ D	۳۱۶ C	۱۴۱/۱ B	۳۰/۰۸ ABCD
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	۱۴۰ FGH	۱۹۹ G	۷۷/۰۳ DEF	۱۷/۸۹ GH
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	۲۰۱/۷ C	۳۰۳ C	۱۴۱/۷ B	۲۰/۳۳ DEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	۲۵۴/۷ A	۳۷۵/۷ A	۱۷۶/۹ A	۳۲/۲۵ A
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	۱۳۸/۷ GH	۲۰۷ G	۷۳/۶۷ DEF	۲۱/۱۸ CDEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	۱۵۸/۳ E	۲۲۵/۳ EF	۸۵/۳۳ DE	۳۰/۶۶ ABC
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	۱۴۰ FGH	۲۱۳/۷ FG	۷۷/۹ DEF	۱۴/۷۹ H
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	۲۵۹/۳ A	۳۴۳ B	۱۸۳/۱ A	۲۲/۹۶ ABCDEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	۱۳۸ GH	۲۰۴ G	۷۱/۲۳ F	۲۱/۸۱ BCDEFGH
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	۱۳۶/۷ H	۲۰۱ G	۷۲/۸ EF	۲۴/۸۳ ABCDEFG
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	۱۸۲ D	۲۵۱/۳ D	۱۰۹/۳ C	۱۹/۷۱ FGH
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	۲۰۳/۳ C	۳۰۷/۷ C	۱۴۳/۶ B	۱۹/۹۸ EFGH
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub> C <sub>1</sub>	۲۳۱/۷ B	۳۳۹/۷ B	۱۸۲/۹ A	۲۴/۷۹ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub> C <sub>2</sub>	۱۵۱ EFGH	۲۲۵/۷ EF	۷۵/۹۳ DEF	۲۹/۷۵ ABCDE
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub> C <sub>3</sub>	۲۰۲/۳ C	۳۱۳/۳ C	۱۴۷/۹ B	۳۱/۴۸ AB
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub> C <sub>4</sub>	۲۳۱/۳ B	۳۸۴/۳ A	۱۸۲/۷ A	۲۵/۰۳ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>0</sub>	۱۵۴ EF	۲۳۴/۳ E	۸۱/۲۷ DEF	۱۹/۲۶ FGH
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	۱۸۰/۳ D	۲۲۷/۳ EF	۷۸/۶۳ DEF	۲۲/۸ ABCDEFGH
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	۲۰۱/۳ C	۳۰۳ C	۱۴۴/۲ B	۲۱/۶۷ BCDEFGH
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	۲۲۶/۷ B	۳۴۳/۳ B	۱۷۶/۵ A	۲۵/۳۹ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>4</sub>	۱۵۳/۷ EF	۲۵۲/۷ D	۱۰۰/۵ C	۲۲/۳۵ ABCDEFGH
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	۱۱۶/۷ I	۲۰۷/۳ G	۷۶/۳ DEF	۲۳/۰۲ ABCDEFGH
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	۱۸۳ D	۲۵۰/۳ D	۱۰۴/۲ C	۲۵/۷۲ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	۱۵۲/۳ EFG	۲۳۱ E	۷۸/۱۳ D	۲۴/۹ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	۲۳۴/۷ B	۳۴۲/۳ B	۱۸۰/۲ A	۲۶/۳۹ ABCDEFG
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	۲۰۷/۷ C	۳۱۲ C	۱۴۲/۲ B	۳۰/۶۱ ABC

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

## فهرست منابع

۱. حمیدی، ا.، ا. قلاوند، م. دهقان شعار، م. ج. ملکوتی، ا. اصغرزاده و ر. چوگان. ۱۳۸۵. اثرات کاربرد باکتریهای محرک رشد بر عملکرد ذرت علوفه ای. پژوهش و سازندگی. شماره ۷۰، صفحات ۲۲-۱۶.
۲. ذبیحی، ح. ر.، غ. ثوابی، ک. خاوازی، ع. گنجعلی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کاربرد سویه هایی از سودوموناس های فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۳، شماره ۱، ص ۲۰۸-۱۹۹.
۳. رخزادی، ا.، ا. اصغرزاده، ف. درویش، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی و و. توشیح. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک آزوسپیریلوم، ازوتوباکتر، پسونوموناس و مزوریزوبیوم بر تجمع ماده ی خشک و عملکرد نخود *Cicer arietinum* L. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
۴. پرویزی، ر. ۱۳۷۵. بررسی واکنش گیاهان در برابر تنش شوری. چکیده مقالات یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ایران.
۵. سبزواری، س. و ح. خزاعی و م. کافی. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum*. L) مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۹۴، صفحه ۸۷-۲۳.
۶. سردشتی، ع. و س. محمدیان مقدم. ۱۳۸۶. تعیین ظرفیت تبدلی کاتیونی هیومیک اسید استخراج شده از خاک جنگلی نهار خوران گرگان، نسبت به یون های  $Pb^{+2}$ ،  $Cd^{+2}$  و  $Ni^{+2}$  به روش ناپیوسته ظرفی در محیط آبی، نشر شیمی و مهندسی شیمی ایران، شماره ۳، صفحه ۹.
۷. سلطانی طولارود، ع. ا. ن، صالح راستین: ک. خاوازی، ه. اسدی رحمانی: پ عباس زاده دهجی. ۱۳۸۶. جداسازی و بررسی صفات محرک رشد گیاهی (PGPR) برخی از سودوموناس های فلورسنت بومی خاک های ایران. مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۱، شماره ۲، ص ۲۸۷-۲۹۹.
۸. شفیعی، ف: م، رعایایی اردکانی: م ر، صعودی: م، علمایی. ۱۳۸۶. بررسی تولید ترکیبات اندولیو فعالیت نیتروژنازی جدایه های بومی *Azospirillum spp.* همیار در نیشکرهای ایران مجله زیست شناسی ایران . جلد ۲۰، شماره ۳، ص ۱۸۰-۱۸۹.
۹. 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 جدایه برتر بر گیاه ذرت شیرین مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۲- صفحه ۲۲۵-۲۱۷.
۱۰. عطایی، نازنین. ۱۳۸۴. جداسازی سودوموناس های فلورسنت تولید کننده هورمون اکسین و بررسی تاثیر آنها بر رشد گندم، پایان نامه دانشجویی، دانشگاه الزهراء، دانشکده علوم پایه، ۱۳۴ صفحه.
۱۱. فتوحی، ق و ب. اسماعیل پور. ۱۳۸۵. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی (اصول و کاربرد). جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۲. فرقانی، ا. و ا. جوانمرد. ۱۳۸۴. اثر مواد افزودنی مختلف بر مقدار اسیدهومیک و فولویک در خاک های مختلف. نهمین کنگره علوم خاک ایران.
۱۳. مستأجران، ا.، ر. عموآقایی و گ. امتیازی. ۱۳۸۴. اثر آزوسپیریلوم و اسیدپته قلیائی آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم. مجله زیست شناسی. جلد ۱۸، شماره ۳، صفحات ۲۵۶-۲۴۸.
۱۴. نظارت، س:، اغلامی. ۱۳۸۸. نقش تلقیح مضاعف باکتریهای آزوسپیریلوم و سودوموناس در بهبود جذب عناصر غذایی در ذرت. نشریه بوم شناسی کشاورزی جلد ۱، شماره ۱، ص ۲۵-۳۲.

15. Abid, M., A. Qayyum, A. A. Dasti and R. Abdulwajid. 2001. Effect of salinity and SAR of irrigation water on yield, physiological growth parameters of Maize and properties of the soil. J. Research 12(1): 26-33.



16. 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.
17. Ahmad, F., Ahmad, L. and M. Saghir. 2005. Indol acetic acid production by the indogenous isolate of *Azotobacter* and *Pseudomonas fluorescens* in the presence and absence of Tryptophan. *Turk. J. Biol.* 29: 29-34.
18. 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.
19. Bent, E., Tuzum, S., Chanway, C. P. and S. Enebak. 2001. Alterations in Plant growth and root hormone levels of lodgepole pines inoculated with rhizobacteria. *Can. J. Microbiol.* 47: 793-800.
20. Cassa´n,F., S. Maiale, O. Masciarelli, A. Vidal, V.Luna, O. Ruiz. 2009.Cadaverine production by *Azospirillumbrasileense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation.*European journal of soil biology* 45,12 –1 9.
21. Cohen, A. C., R. Bottini, p. N. Piccoli. 2008. *Azospirillum brasilense* Sp 245 produces ABA in chemically-defined culture medium and increases ABA content in Arabidopsis plants. *Plant Growth Regulation.* 45: 97-103.
22. Daily,D.J.,P. Billard.1991. polyamine levels in relation to growth and NaCl concentration in normal and habituated sugar beet callus cultures.14:327-332.
23. 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.
24. Egamberdiyeva, 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.
25. Fallik, E., Okon, Y., Epstin, E., Goldman, A., and Fischer, M. 1989. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum braziliens* inoculated maize roots. *Soil Biology and Biochemistry* 21: 147-153.
26. Frankenberger,A., Arshad,C., 1995.Genetically engineered plants resistant to soil drying and salt stress. 110:1051-1053.
27. Frankenberger,A., Arshad,C., 1995.Genetically engineered plants resistant to soil drying and salt stress. 110:1051-1053.
28. Fulchieri, M. and L. Frioni .1994.*Azospirillum* inoculation on maize (*Zea mays* L.): effect on yield in a field experiment in central Argentina. *Soil Biology and Biochemistry*, 26:921-923.
29. Ge, L., J.W. Yong, S.N.Tan. and X.H.Yang.2004. *Journal of Chromatogor A*.1048: 119.128.
30. Grossl,P.R, and W.P.Inskeep.1991.Precipitation of dicalcium phosphate dihydrate in the presence of organic acids. *Soil sci. Amer.*55:670-675.
31. Hartmann, A., M. Singh, and W. Klingmüller. 1983. Isolation and characterization of *Azospirillum* mutants excreting high amounts of indoleacetic acid. *Can. J. icrobiol.* 29: 916-923.
32. Hussain, M.K. and O.U.Rehman,1997. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) germplasm fpr salt tolerance at the shoot stage. *Helia* 20:69-78.
33. Jescke, W.D., and O.Wolf.1985.Na depenent net K retranslocation in leaves of hordeum vulgare cv. California mariout and hordeum vukgar cv. 121:211-233.
34. Kampert, M., Strzelczyk, E. and A. Pokojaska. 1975. Production of Auxin by bacteria isolated from the roots of pine seedlings *Pinus silvestris* L. and from soil. *Act. Microbiol.Pol.* 7: 135-143.
35. Levitte,J. 1980. Responses of plants to environmental stresses.2<sup>nd</sup> edition.new york, Academic press, USA salisbury.

36. Loper, J. E. and M. N. Schroth. 1986. Influence of bacterial sources of indole-2- acetic acid on root elongation of sugar beet. *Phytopathol.* 76: 386-389.
37. Lucangeli, C., and Bottini, R. 1997. Effects of *Azospirillum* spp. on endogenous gibberellin content and growth of maize (*Zea mays* L.) treated with uniconazol. *Symbiosis* 23: 63-71.
38. Mahfouz, S. A. and M. A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. *International Agrophysics.* 21. P: 361-366.
39. Marschner, M.B., Flint Beal, M., and Matson, W.R. 1981. A Carbon Column-Based Liquid Chromatography Electrochemical Approach to Routine.
40. Marvison, J.H., Schunman ph.D. Dughamh, J., and Leak, R.m. 1996. subcellular visualization of gene transcript encoding key, proteins of chlorophyll accumulation process in developing chloroplasts.
41. Mishra, M 2U Kumar, 2P K Mishra and V Prakash. 2010. Efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria for the Enhancement of *Cicerarietinum* L. Growth and Germination under Salinity. *Advances in Biological Research* 4 (2): 92-96.
42. Misko AL, Germida JJ. 2002. Taxonomic and functional diversity of pseudomonads isolated from the roots of field-grown canola. *FEMS Microb. Ecol.*, 42: 399-407.
43. Munns, R. 2006. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 36: 239-250.
44. Noel, T.C., Sheng, C. and Hynes, M. F. 1996. *Rhizobium leguminosarum* as a PGPR Can. *J. Microbiol. Rev.* 56: 662-676.
45. Patten, C. and B. R. Glick. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole acetic Acid in Development of the Host plant Root System. *Appl. Environ. Microbiol.* 3795-3801.
46. Patten, F., Glick, J., 1996. salt sensitivity in wheat, *plant physiol.* 80: 651-654.
47. Peng, S, A. Blum. and Y. Okon. 2004. Improvement of the water status and yeild of field-grown grain sorghum (*S. bicolar*) by inoculation with *A. brasilense*. *J. Agri. sci.* 110: 270-277.
48. Rademacher, W., 1994. Gibberellin formation in microorganisms. *Plant Growth Regulator* 15, 303-314.
49. Raja, P, S. Uma, H. Gopal and K. Govindarajan. 2006. Impact of Bio Inoculants Consortium on Rice Root Exudates, Biological Nitrogen Fixation and Plant Growth. *Journal of Biological Sciences* 6 (5): 815-823.
50. Reigosa, P.M. Hasegawa, and J.M. pardo. 2002. Ion nomeostasis in NAACL stress environ ments. *Plant physiol.* 109: 735-742.
51. Saatovich, S.Z., 2006. *Azospirillum* of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants. *Plant & Soil.* 283: 137-145.
52. Salamone, I. E. G., R. K. Hynes and L. M. Nelson. 2001. Cytokinin production by plant growth- promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canadian Journal of Microbiology* 47: 404- 411.
53. Samavat, S., Malakuti, M. 2005. Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and soil researchers technical issue* 463: 1-13
54. Shannon, C.C. 1984. Effects of phosphorus \_ solubilizing bacteria and Vesicular Arbuscular mycorrhizal fungi on the growth the tree species in subtropical - tropical Soils. *Soil Science and Plant Nutrition* 36: 225-237.
55. Shengjie ,H., Z. Jiang and D. Mingyu. 2008. Simulaneous determination of gibberelic acid, Indol-3-acetic acid and abscisic acid in wheat extract by solid-phase extraction and liquid chromatography- Talonta .76: 798-802.