تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۶
۴۲۵-۴۴۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.22.1010

برهمکنش سایکوسل و کودهای زیستی بر عملکرد و برخی خصوصیات اگروفیزیولوژیک گندم در شرایط شوری خاک

راضیه خلیل زاده[۱]، رئوف سید شریفی[۲*]، جلال جلیلیان[۳]
۱. دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی.
۲. استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.
۳. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه ارومیه.

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۳

چکیده

شوری خاک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل افزایش استفاده از آب با کیفیت پایین برای آبیاری است. از این رو به‌منظور مطالعه برهمکنش سایکوسل و کودهای زیستی بر عملکرد و برخی خصوصیات اگروفیزیولوژیک گندم در شرایط شوری خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای موردبررسی شامل شوری خاک در چهار سطح (صفر،۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار در خاک با کلرید سدیم)، تلقیح بذر با کودهای زیستی در چهار سطح (عدم تلقیح به‌عنوان شاهد، تلقیح با *ازتوباکتر کروکوکوم* استرین ۵، *سودوموناس پوتیدا* استرین ۱۸۶ و کاربرد توأم این دو) و محلول‌پاشی با سایکوسل در سه سطح (عدم مصرف، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد تک بوته (۲/۴۷ گرم) به محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس و کمترین آن (۱/۹۸ گرم) به عدم محلول‌پاشی سایکوسل و عدم تلقیح بذر مربوط بود. مقایسه میانگین ترکیب تیماری باکتری محرک رشد و سطوح شوری نشان داد بیشترین عملکرد تک بوته (۲/۶۵ گرم) به گیاهان تلقیح شده با ازتوباکتر و سودوموناس در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین آن (۱/۷۴ گرم) به عدم تلقیح بذر در شوری ۹۰ میلی‌مولار تعلق داشت. محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس و عدم اعمال شوری بیشترین طول سنبله (۱۰/۲۵ سانتی‌متر)، وزن صد دانه (۵/۳ گرم) و طول دوره پر شدن دانه (۴۳/۲۶ روز) را داشت. بیشترین سرعت پر شدن دانه (۰/۰۰۲ گرم در روز) از تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس در شرایط عدم اعمال شوری به دست آمد. بیشترین مقدار *LAI* در عدم محلول‌پاشی سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین مقدار آن در ۶۵ روز پس از سبز شدن در محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و عدم پیش تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد و در شوری ۹۰ میلی‌مولار به‌دقت آمد. سطوح شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار اثرات کمی بر شاخص سبزینگی و هدایت روزنه‌ای داشت. بالاترین سطح سایکوسل در تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس، بالاترین شاخص سبزینگی (SPAD) و هدایت روزنه‌ای را در عدم اعمال شوری نشان دادند. به‌طوری کلی می‌توان اظهار داشت که محلول پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس عملکرد دانه را ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و تلقیح توأم بذر با ازتوباکتر و سودوموناس حدود ۱۵ درصد از کاهش عملکرد به‌واسطه شوری را جبران کردند.

واژه‌های کلیدی: **زیست‌توده، تنش، تنظیم‌کننده رشد، PGPR.**

مقدمه

گیاهان در طول دوره زندگی خود در معرض بسیاری از تنش‌ها قرار می‌گیرند (Pessarakli, 1999). شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که منجر به کم‌آبی سلول همراه با تغییرات اسمزی می‌شود (Wang et al., 2009). از

* نگارنده پاسخگو: رئوف سید شریفی. پست الکترونیک: Raouf_ssharifi@yahoo.com.

دست رفتن حاصلخیزی گیاه در اثر شوری بیش‌ازحد، یکی از مشکلات اساسی تولید محصولات کشاورزی است. اثر تنش شوری در مناطق خشک و نیمه‌خشکی که با محدودیت بارندگی و تبخیروتعرق بالا همراه است بیشتر مشهود است (Azevedo Neto et al., 2006). مهم‌ترین واکنش گیاه به شوری خاک یا آب، کاهش رشد است. اگر غلظت املاح به بیش از آستانه تحمل گیاه برسد، به‌موازات افزایش غلظت املاح محلول (شوری)، رشد گیاه کاهش می‌یابد، که البته آهنگ کاهش رشد در گیاهان مختلف متفاوت است (Mabood and Smith, 2005). کاهش رشد و عملکرد گیاه به نوع گونه گیاهی، سطوح شوری و ترکیب یونی نمک بستگی دارد (Yadav et al., 2000). آسیب‌های ناشی از شوری در اثر سمیت یون‌ها به دلیل تجمع بیش ازحد Na^+ یا کمبود K^+ در سلول‌هاست که منجر به تنش اکسیداتیو می‌شود (Cuin and Shabala, 2007). شوری به روش‌های مختلف نظیر کاهش دسترسی به آب، افزایش سرعت تنفس، تغییر توزیع مواد معدنی، بی‌ثباتی غشاء و فرایندهای غشایی، اختلال در حفظ فشار تورگر بر رشد گیاه تأثیر می‌گذارند (Cuartero et al., 2006). پسرکلی (Pessarakli, 1999) اظهار داشت که تنش شوری به علت اختلال در فرایند فتوسنتز در اثر سمیت یونی و کاهش سطح فتوسنتزی در اثر تنش اسمزی ناشی از تنش شوری، موجب کاهش طول دوره و افزایش سرعت پر شدن دانه گردید.

سرعت و طول دوره پر شدن به‌عنوان دو صفت فیزیولوژیک مهم، نقش بسزایی در تعیین عملکرد دارند (Mojtabaei Zamani et al., 2006). یکی از راهکارهای مقابله با تنش‌های شوری و خشکی، پیش تیمار بذر با انواع مختلفی از باکتری‌های خاکزی است. این میکروارگانیسم‌ها توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیرقابل‌دسترس به فرم قابل‌دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌شوند (Vessey, 2003). اینکه آیا سازوکاری که توسط این باکتری‌ها انجام می‌شود تأثیر خاص گیاه است و یا نه، هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است (Arshad and Frankenberger, 2002). باشان و همکاران (Bashan et al., 1989) گزارش کردند باکتری‌های متصل به ریشه‌ها در شرایط شوری، غلظت سدیم را در اندام هوایی گیاه محدود نموده و با نگه‌داشتن سطح پایین اتیلن تنشی از طریق فعالیت ACC دی‌آمیناز، رشد گیاه را تسریع می‌کنند. از میکروارگانیسم‌هایی که با اغلب گیاهان رابطه همیاری دارند، می‌توان به گونه‌های مختلف ازتوباکتر و آزوسپریلیوم اشاره کرد. ساتوویچ (Saatovich, 2006) با بررسی تأثیر سویه های مختلف آزوسپیریلوم در افزایش مقاومت گندم به شوری نشان داد که عملکرد گیاه تا ۶۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. گرامر و همکاران (Gramer et al., 1994) دلیل تعدیل اثر مخرب تنش شوری را در شرایط پیش تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد، به توانایی تولید هورمون‌های گیاهی و همچنین افزایش توان ریشه در جذب آب نسبت دادند. از طرف دیگر تلقیح ازتوباکتر روی دیگر شاخص‌ها مانند سطح برگ، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، درصد پروتئین دانه، عملکرد بیولوژیک و جذب عناصر توسط گیاه از تأثیر مثبت و معنی‌داری برخوردار بود. این باکتری‌ها به‌طور طبیعی در خاک‌ها وجود دارند ولی تعداد و تراکم آن ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذرهای گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و درنتیجه منجر به بروز اثر مفید آن‌ها در خاک گردند (Cakmakci et al., 2007). برخی PGPRها (Plant growth promoting rhizobacteria) قادرند از طریق دخالت در غلظت فیتوهورمون‌ها، رشد و نمو گیاهان را افزایش دهند. این فیتوهورمون‌ها روی الگوی رشد ریشه گیاه تأثیر گذاشته و موجب تولید ریشه‌های بزرگ‌تر، با انشعابات و سطح مؤثر بیشتر می‌گردد (Dobbelaere et al., 2003).

سایکوسل یکی از شناخته‌ترین مشتقات کولین است که موجب کاهش باز و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش حساسیت به خشکی و شوری می‌گردد. کولین‌ها در غشاء چربی سلول وجود دارند و به‌عنوان جذب‌کننده رادیکال آزاد عمل می‌کنند که موجب کاهش بعضی از آسیب‌های ناشی از تنش های خشکی و شوری می‌گردد (Elfving, 1988). استفاده از تنظیم‌کننده رشد گیاهی مانند سایکوسل در غلات منجر به افزایش رشد ریشه (افزایش طول و وزن بیشتر ریشه) یا نسبت ریشه به ساقه بیشتر تحت شرایط مزرعه می‌گردد و به‌عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش های محیطی مانند تنش خشکی و شوری محسوب می‌شود (Burton et al., 2008). بررسی‌ها نشان می‌دهد محلول‌پاشی سایکوسل انتقال سیتوکینین را از ریشه به ساقه افزایش می‌دهد که منجر به افزایش طول دوره رشد،

فتوسنتز و افزایش عملکرد می‌شود (Omidi et al., 2005). سینک و همکاران (Singh et al., 2002) نشان دادند که استفاده از سایکوسل ارتفاع گیاه را تا ۲۳٪ کاهش و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج مشابهی نیز در مورد کاربرد خارجی سایکوسل بر افزایش عملکرد دانه در جو (Ma and Smith, 1991) و برنج (Akinrinde, 2006) گزارش شده است. گزارش شده که کاربرد سایکوسل تا حدی کاهش رشد، عملکرد و برخی صفات بیوشیمیایی را تعدیل می‌کند. اثرات تعدیلی سایکوسل می‌تواند به دلایل مختلفی مانند بسته شدن روزنه، افزایش محتوای کلروفیل، افزایش غلظت CO_2 و تغییرات تحریک‌کنندگی در سایر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی باشد (Pirasteh-Anosheh et al., 2012). سایکوسل همچنین می‌تواند موجب تحریک رشد ریشه، کاهش تعرق، افزایش کارایی مصرف آب، جلوگیری از تخریب کلروفیل و درنتیجه و بهبود تحمل گیاه به تنش گردد (Wang et al., 2010). به دلیل اهمیت تلقیح بذر با کودهای زیستی و نقش سایکوسل در بهبود عملکرد گندم در شرایط تنش شوری و کمی بودن بررسی‌های انجام‌شده در خصوص برهم‌کنش توأم این عوامل موجب گردید تا تأثیر آن‌ها بر عملکرد کمی و کیفی و مؤلفه های مربوط به رشد دانه گندم در شرایط تنش شوری مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد و برخی خصوصیات اگروفیزیولوژیک گندم در پاسخ به پیش تیمار بذر با کودهای زیستی در سطوح مختلف شوری خاک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. خاک هر گلدان حاوی یک قسمت ماسه‌بادی، دو قسمت خاک معمولی و یک قسمت کود دامی بود. پس از تهیه خاک یکدست، ۱۵ کیلوگرم خاک به هر گلدان اضافه‌شده و تمامی گلدان‌ها تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از خاک پر شدند و به‌این‌ترتیب حجم یکسانی از خاک درون گلدان‌ها اضافه گردید. تیمارهای شوری خاک شامل سطوح صفر به‌عنوان شاهد و اعمال شوری‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار در خاک از نمک کلرید سدیم با استفاده از نرم‌افزار Salt Calc بود. مقدار نمک موردنیاز برای هر یک از سطوح شوری در خاک، در دو نوبت (مرحله بعد از کاشت و مرحله ۶-۴ برگی) همراه آب آبیاری اعمال گردید. برای حفظ شوری در طول دوره رشد در زیر هر گلدان زیرگلدانی قرار داده شد تا بعد از هر سه تا چهار نوبت آبیاری دوباره نمک‌های احتمالی واردشده به زیرگلدانی، در آب حل‌شده و به داخل هر گلدان برگشت داده شود. عامل دوم شامل کودهای زیستی در چهار سطح (عدم کاربرد باکتری به‌عنوان شاهد، تلقیح بذر با سودوموناس، ازتوباکتر و کاربرد توأم باکتری‌های محرک رشد سودوموناس و ازتوباکتر) و عامل سوم محلول‌پاشی با سایکوسل در سه سطح (عدم مصرف، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. سایکوسل از شرکت تجهیزات شیمیایی و آزمایشگاهی کاشف ارومیه تهیه شد. باکتری‌های مورداستفاده از موسسه تحقیقات آب‌وخاک و گندم کشت‌شده رقم آتیلا ۴ بود که از شرکت کشت و صنعت مغان تهیه شد. برای تلقیح بذر با باکتری‌های موردنظر، میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود به همراه محلول صمغ عربی به نسبت ۱۰ درصد وزنی- حجمی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده گردید (Seyed Sharifi and Khavazi, 2011). این مخلوط به مدت دو ساعت در محل خشک و تاریک قرار داده شد. سپس ۴۰ عدد بذر در هر گلدان برای اعمال تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع که تراکم مطلوب و توصیه‌شده برای رقم فوق بود (Khanpour Kanzagh et al., 2010) در هر گلدان کشت شد. محلول‌پاشی سایکوسل در دو مرحله از دوره رشد رویشی (مرحله ۴ تا ۶ برگی و مرحله ساقه روی) توسط محلول‌پاش دستی و بر اساس غلظت‌های ذکرشده انجام گردید. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد با طول دوره روشنایی ۱۵-۱۶ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ‌های معمولی و مهتابی) نگهداری شدند. پیش از شروع آزمایش، خاک گلدان‌ها دارای بافت لومی رسی با pH برابر ۸/۲، شوری ۱/۵۹ دسی زیمنس بر سانتی‌متر و با مقدار نیتروژن ۰/۱۲ درصد و میزان فسفر ۲۸/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

به‌منظور بررسی ویژگی‌های مربوط به پر شدن دانه نظیر سرعت، طول دوره و دوره مؤثر پر شدن دانه، از ۱۶ روز بعد از گلدهی در فواصل زمانی هر ۴ روز یک‌بار از هر واحد آزمایشی دو بوته به‌تصادف انتخاب و دانه‌ها از خوشه جدا

شدند. در مرحله بعدی وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (Ronanini et al., 2004). به‌منظور برآورد، تجزیه‌وتحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دوتکه ای) با استفاده از رویه DUD و دستورالعمل Proc NLIN نرم‌افزار SAS به‌صورت زیر استفاده گردید.

$$GW=\begin{cases} a+bt_0 & t<t_0 \\ a+bt & t>t_0 \end{cases} \qquad [۱]$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان، b شیب‌خط تا مرحله رسیدگی وزنی که بیانگر سرعت پر شدن دانه است، t_0 پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدأ است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب‌خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد (Ellis and Pieta-Filho, 1992). با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) به دست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره مؤثر پر شدن دانه از رابطه زیر استفاده شد (Ellis and Pieta-Filho, 1992).

$$EFP=MGW/GFR \qquad [۲]$$

در این رابطه EFP دوره مؤثر پر شدن دانه،MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه یا شیب‌خط برازش شده است. محتوای کلروفیل، فلورسانس کلروفیل و هدایت روزنه‌ای برگ در تیمارهای مختلف از ۵۰ روز بعد از سبز شدن هر چهار روز یک‌بار توسط دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502 مینولتای ژاپن) و پرومتر (PROMETR-SC-1) اندازه‌گیری شد. در پایان دوره رشد، پس از خارج سازی ریشه‌ها از خاک، ریشه‌ها برای خشک شدن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت یا بیشتر (تا زمان تثبیت وزن خشک نهایی) قرار داده شد و سپس وزن خشک ریشه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. حجم ریشه با استفاده از حجم مشخصی از آب در استوانه مدرج اندازه‌گیری شد به‌طوری‌که اختلاف حجم ایجادشده پس از ورود ریشه‌ها در آب استوانه مدرج به‌عنوان حجم ریشه منظور گردید. در زمان رسیدگی تعداد ۸ بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه که به‌طور تصادفی در هر گلدان مشخص‌شده بود برداشت گردید سپس صفات مختلف مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته در ۸ بوته اندازه‌گیری و میانگین داده های حاصل به‌عنوان ارزش آن صفت در تجزیه‌وتحلیل داده ها به کار گرفته شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت، سپس مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد ارتفاع بوته تحت تأثیر سطوح تنش شوری، باکتری‌های محرک رشد، سایکوسل و اثرات ترکیب تیماری این عوامل قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۱۳ سانتی‌متر) از ترکیب تیماری عدم محلول‌پاشی سایکوسل، تلقیح بذر با ازتوباکتر در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین آن (۷۴/۵۰ سانتی-متر) از محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و عدم تلقیح بذر و در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار به‌دقت آمد (جدول ۲). در این بررسی، محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار موجب کاهش ۸/۷٪ ارتفاع بوته نسبت به عدم کاربرد سایکوسل گردید. بعلاوه، بیشترین افزایش در ارتفاع بوته در حالت عدم اعمال شوری و در کاربرد ازتوباکتر و سودوموناس به‌دقت آمد. دیوانایی و همکاران (Deivanai et al., 2011)، بندگلو و همکاران (Bandeoglu et al., 2004) اظهار داشتند که کاهش ارتفاع بوته ناشی از غلظت بالای Na^+، به دلیل نقش آن در ممانعت از طویل شدن سلولی است که منجر به تخریب غشا و ممانعت از تقسیم سلولی می‌شود. به نظر می رسد کاهش اثرات مخرب و ممانعت کنندگی شوری درنتیجه تلقیح بذر با ازتوباکتر، ناشی از تغییر در محرک‌های رشد درونی باشد که بر تعادل آبی گیاه تأثیر می‌گذارند و یا تحمل ریشه را به محدودیت آبی افزایش می‌دهند (Rashid et al., 2012).

بررسی ارتفاع بوته در پاسخ به کودهای زیستی نشان داد که ارتفاع بوته در اثر تلقیح نسبت به شاهد افزایش یافته است. شالان (Shaalan, 2005) اظهار داشت که ارتفاع بوته سیاه‌دانه در شرایط تلقیح با کودهای زیستی نظیر آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و سودوموناس به دلیل افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد محلول‌پاشی با غلظت بالای سایکوسل به دلیل محدودیت در بیوسنتز جیبرلین می‌تواند تقسیم سلولی و طویل شدن بخش هوایی گیاه را به تأخیر اندازد که درنتیجه‌ی آن طول میانگره و رشد رویشی کاهش می‌یابد (Magnitskiy et al., 2006). یوکدا و همکاران (Ukeda et al., 1991) نشان دادند که کلرومکوات کلرید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میانگره‌ها جلوگیری کرده و درنتیجه کم کردن سرعت رشد طولی میانگره‌های ساقه، موجب کاهش ارتفاع بوته گردید.

طول سنبله

نتایج نشان داد طول سنبله تحت تأثیر سطوح تنش شوری، باکتری‌های محرک رشد، سایکوسل و اثرات ترکیب تیماری این عوامل قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سطوح کم شوری، بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی با افزایش سطوح شوری خاک به ۶۰ و ۹۰ میلی مولار اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید و تلقیح توأم بذر با ازتوباکتر و سودوموناس به همراه محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، دارای بیشترین طول سنبله و عملکرد بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ترکیب تیماری باکتری محرک رشد و سایکوسل حاکی از آن است که بیشترین طول سنبله (۹/۵۶ سانتی متر) از محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس و کمترین آن (۸۳/۲۵ سانتی‌متر) از عدم محلول‌پاشی سایکوسل و عدم تلقیح بذر به‌دقت آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد بخشی از کاهش طول سنبله در اثر تنش شوری با کاهش تعداد دانه در هر سنبله مرتبط باشد (جدول ۳).

جدول ۱. تجزیه واریانس اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات اگروفیزیولوژیک گندم متأثر از محلول‌پاشی سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری.

Table 1. Analysis of variance yield component and some agro-physiological traits of wheat as affected by foliar application of cycocel, bio- fertilizers and salinity stress.

			میانگین مربعات M.S				
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Ear lenght	وزن صد دانه 100 grains weight	وزن ریشه Root weight	حجم ریشه Root volume
Replication	تکرار	2	159.09**	9.57**	0.412**	1.005**	1.30**
Salinity	شوری	3	1514.70**	39.26**	1.315**	53.63**	174.17**
PGPR	باکتری محرک رشد	3	1116.04**	10.96**	1.121**	8.85**	11.63**
Cycocel	سایکوسل	2	763.47**	8.38**	0.232**	4.93**	27.95**
Salinity × PGPR	شوری × باکتری محرک رشد	9	114.14**	2. 06 **	0.085**	0.47**	1.65**
Salinity × Cycocel	شوری × سایکوسل	6	34.58*	0.38 ns	0.024**	0.02 ns	0.22 ns
Cycoce × PGPR	باکتری محرک رشد × سایکوسل	6	73.45**	1.18**	0.013**	0.16*	1.43**
Salinity × PGPR× Cycocel	تنش شوری × باکتری محرک رشد×سایکوسل	18	43.38**	4.02**	0.010**	0.04 ns	0.23 ns
Error	خطای آزمایشی	94	14.93	0.23	0.0028	0.07	0.174
CV (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	*4.16*	*6.24*	*1.109*	*1.37*	*1.14*

Table 1. Continued.

جدول ۱. ادامه.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S عملکرد تک بوته Yield per plant	سرعت پر شدن دانه rate grain filling	طول دوره پر شدن دانه grain filling period	دوره مؤثر پر شدن دانه effective grain filling period	حداکثر وزن دانه Maximum of grain weight
Replication	**تکرار**	2	0.06**	3.26 ns	3.05*	0.21 ns	0.000015*
Salinity	**شوری**	3	1.96**	8.68**	12.86**	2.80*	0.00050**
PGPR	**باکتری محرک رشد**	3	0.69**	11.90۱**	17.15**	31.4**	0.000024**
Cycocel	**سایکوسل**	2	0.38**	3.77**	1.12 ns	46.51**	0.00070**
Salinity × PGPR	**شوری × باکتری محرک رشد**	9	0.02**	**6.58	9.02**	6.39**	0.000014**
Salinity × Cycocel	**شوری × سایکوسل**	6	0.007 ns	1.03 ns	1.24 ns	3.30**	0.0000033 ns
Cycoce × PGPR	**باکتری محرک رشد × سایکوسل**	6	0.017**	8. 43*	2.36*	1.49 ns	0.0000043 ns
Salinity × PGPR× Cycocel	**تنش شوری × باکتری محرک رشد × سایکوسل**	18	0.001 ns	1.16 ns	21.4**	2.40**	0.0000026 ns
Error	**خطای آزمایشی**	94	0.0049	1.21	0.93	0.88	0.000004
CV (%)	**ضریب تغییرات** (٪)	-	3.27	6.58	2.40	3.71	4.74

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, * and ** are non-significant, Significant at P≤0.05 and P≤0.01, respectively.

با افزایش سطوح شوری، طول سنبله کاهش یافت. به طوری‌که تنش اعمال‌شده از یک‌سو، موجب تسریع در گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی شده و از سوی دیگر موجب رشد رویشی کمتر و درنتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر می‌گردد که تحت این شرایط، گیاه بقا خود را با هزینه کاهش تعداد دانه در سنبله که درنهایت به کاهش طول سنبله می‌انجامد تضمین می‌کند. با توجه به اینکه سنبله های بلندتر دارای تعداد دانه بیشتری هستند، ازاین‌رو طول سنبله به‌طور غیرمستقیم در عملکرد دانه نقش مهمی دارد. اثر کاهش دانه ممکن است به دلیل ممانعت از رشد گندم از طریق کاهش جذب آب، کاهش فعالیت‌های متابولیک به دلیل سمیت Cl^-، Na^+ و کاهش مواد غذایی ناشی از تداخل یونی باشد (De Lacerda et al., 2003). مس و گریو (Mass and Grieve, 1990) نیز کاهش طول سنبله گندم را به‌واسطه تنش شوری گزارش نمودند. مایاک و همکاران (Mayak et al., 2004) علت کاهش تعداد دانه در سنبله و طول سنبله در شرایط شوری شدید را به تولید اتیلن بیشتر نسبت به شرایط معمول نسبت دادند. گلیک و همکاران (Glick et al., 1995) اعلام نمودند که هورمون اتیلن به عنوان بازدارنده رشد ریشه عمل نموده و موجب کاهش رشد گیاه می‌شود. به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با کودهای زیستی علاوه بر تولید هورمون‌های محرک رشد با گسترش وزن و حجم ریشه‌ای (جدول ۲) موجب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی، افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته (جدول ۲) و افزایش سهم اندام‌های زایشی ازجمله تعداد دانه در سنبله و درنتیجه طول سنبله شده است. تانوار و همکاران (Tanwar et al., 2002) اظهار داشتند ازتوباکتر و سودوموناس با تأثیر مثبت بر جذب عناصر ماکرو و ضروری نظیر N، P و K، بهبود توزیع آب در گیاه و افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز و تولید برخی هورمون‌ها، موجب افزایش اجزای عملکرد می‌شود. به نظر می‌رسد که افزایش طول سنبله در اثر محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل را می‌توان به کند شدن سرعت نموی گیاه توسط سایکوسل و به وجود آمدن فرصت بیشتر برای رشد و طویل شدن سنبله نسبت داد (Humphries, 1968).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری بر برخی صفات گندم.

Table 2. Means comparison of interaction of cycocel, bio-fertilizers and salinity on some characteristics of wheat.

تیمار Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Ear length (cm)	وزن صد دانه 100 grains weight (g)	طول دوره پر شدن دانه grain filling period (day)	دوره مؤثر پر شدن دانه effective grain filling period (day)	معادله برازش شده Estimated Equation
$S_1 \times P_0 \times C_0$	85.16 q-u	8.25 f-g	4.70 kl	41.21 b-f	23.17 rst	Y= 0.001x-0.013
$S_1 \times P_0 \times C_1$	84.33 q-u	8.20 f-j	4.70 kl	42.06 abc	26.20 c-l	Y= 0.001x-0.014
$S_1 \times P_0 \times C_2$	85.50 q-u	7.60 j-m	5.100 cd	41.59 a-f	28.34 ab	Y= 0.001x-0.012
$S_1 \times P_1 \times C_0$	113 a	8.16 f-g	5 ef	40.79 b-i	25.07 i-p	Y= 0.001x-0.020
$S_1 \times P_1 \times C_1$	109 ab	8.55 e-i	5 ef	38.93 k-r	24.80 l-q	Y= 0.001x-0.018
$S_1 \times P_1 \times C_2$	102.50 cde	9.55 abc	5.15 bc	38.93 k-r	25.77 e-m	Y= 0.001x-0.016
$S_2 \times P_0 \times C_0$	100.50 cdef	8.16 f-g	4.60 m	39.93 f-q	25.49 f-n	Y= 0.001x-0.019
$S_2 \times P_0 \times C_1$	99.50 defg	8.13 g-k	4.70 kl	41.61 a-e	26.95 b-f	Y= 0.001x-0.020
$S_2 \times P_0 \times C_2$	88.50 l-s	8.16 f-j	4.65 lm	41.24 b-g	27.14 a-e	Y= 0.001x-0.018
$S_2 \times P_1 \times C_0$	104.33 bcd	8.18 f-j	4.95 fg	38.79 m-s	23.11 Rst	Y= 0.001x-0.014
$S_2 \times P_1 \times C_1$	102.50 Cde	8.68 d-i	4.95 fg	39.04 j-s	23.58 p-s	Y= 0.001x-0.019
$S_2 \times P_1 \times C_2$	100.50 Cdef	8.85 c-g	5.100 cd	40.29 d-n	26.47 c-j	Y= 0.001x-0.018
$S_3 \times P_0 \times C_0$	76 wx	7.15 n-o	4.60 m	40.08 e-p	23.88 o-s	Y= 0.001x-0.015
$S_3 \times P_0 \times C_1$	92 i-p	7.10 n-p	4.60 m	40.25 d-p	24.61 m-r	Y= 0.001x-0.014
$S_3 \times P_0 \times C_2$	84.5 q-u	7.95 i-l	4.75 Jk	38.58 p-s	24.56 n-r	Y= 0.001x-0.012
$S_3 \times P_1 \times C_0$	102.66 cde	7.56 j-m	4.65 lm	38.59 o-s	22.39 St	Y= 0.001x-0.017
$S_3 \times P_1 \times C_1$	95.50 f-j	8.03 i-l	4.70 kl	38.29 qrs	23.12 Rst	Y= 0.001x-0.016
$S_3 \times P_1 \times C_2$	88.50 l-s	8.8 c-h	4.80 Ij	38.70 m-s	24.56 m-r	Y= 0.001x-0.014
$S_4 \times P_0 \times C_0$	80.50 u-x	5.20 S	4.20 p	37.84 S	21.65 T	Y= 0.001x-0.016
$S_4 \times P_0 \times C_1$	78 v-x	5.70 Rs	4.35 O	41.04 b-h	26.52 c-j	Y= 0.001x-0.017
$S_4 \times P_0 \times C_2$	74.50 X	6.36 Pqr	4.35 o	40.18 d-p	26.34 c-k	Y= 0.001x-0.016
$S_4 \times P_1 \times C_0$	90 j-q	6.06 Qr	4.30 o	38.24 rs	25.01 j-p	Y= 0.001x-0.015
$S_4 \times P_1 \times C_1$	86.50 o-u	6.63 n-q	4.50 n	39.59 g-r	23.33 qrs	Y= 0.001x-0.017
$S_4 \times P_1 \times C_2$	82.50 s-r	7.30 l-n	4.60 m	40.37 d-m	24.91 k-o	Y= 0.001x-0.018
$S_1 \times P_2 \times C_0$	100 d-g	8.38 e-i	5.05 de	41.65 a-e	23.12 rst	Y= 0.001x-0.019
$S_1 \times P_2 \times C_1$	92.50 h-o	8.76 d-h	5.100 cd	41.86 a-d	26.18 c-l	Y= 0.001x-0.018
$S_1 \times P_2 \times C_2$	88 m-s	9.40 Bcd	5.15 bc	41.22 b-f	26.44 c-j	Y= 0.001x-0.015
$S_1 \times P_3 \times C_0$	110.50 ab	8.91 c-f	5.2 b	40.52 c-l	23.89 o-s	Y= 0.001x-0.018
$S_1 \times P_3 \times C_1$	94 g-m	8.91 c-f	5.05 de	42.33 ab	24.62 m-r	Y= 0.001x-0.018
$S_1 \times P_3 \times C_2$	97 e-i	10.25 a	5.3 a	43.26 a	28.54 a	Y= 0.001x-0.013
$S_2 \times P_2 \times C_0$	98.50 d-h	8.60 e-i	4.90 gh	39.79 g-r	24.76 l-q	Y= 0.001x-0.014
$S_2 \times P_2 \times C_1$	95.50 f-j	8.60 e-i	4.95 fg	39.41 h-s	24.46 g-n	Y= 0.001x-0.010
$S_2 \times P_2 \times C_2$	90 j-q	9.05 Cde	4.95 fg	38.85 l-s	25.90 d-m	Y= 0.001x-0.013
$S_2 \times P3 \times C_0$	106.66 bc	8.91 c-f	5 ef	40.32 d-n	25.03 j-p	Y= 0.001x-0.017
$S_2 \times P3 \times C_1$	106.50 bc	9.08 Cde	5.10 cd	40.65 b-j	26.59 c-i	Y= 0.001x-0.016
$S_2 \times P3 \times C_2$	95 f-k	10.10 ab	5.10 cd	39.14 i-s	26.03 d-m	Y= 0.001x-0.014
$S_3 \times P_2 \times C_0$	94.50 f-k	7.95 i-l	4.70 kl	38.67 n-s	25.17 h-o	Y= 0.001x-0.020
$S_3 \times P_2 \times C_1$	90.50 j-q	7.38 k-n	4.75 Jk	40.58 c-j	26.07 d-m	Y= 0.001x-0.020
$S_3 \times P_2 \times C_2$	86 p-u	7.30 l-n	4.75 Jk	39.58 g-r	26.66 c-h	Y= 0.001x-0.018
$S_3 \times P_3 \times C_0$	98.50 d-h	8.38 e-i	4.85 hi	40.48 c-l	26.23 c-l	Y= 0.001x-0.019
$S_3 \times P_3 \times C_1$	93 h-n	8.60 e-i	4.95 fg	40.65 b-j	26.03 d-m	Y= 0.001x-0.015
$S_3 \times P_3 \times C_2$	89 k-r	9.10 Cde	5 ef	40.93 b-h	26.78 c-g	Y= 0.001x-0.016
$S_4 \times P_2 \times C_0$	86 p-u	6.45 o-r	4.60 m	41.48 b-f	25.26 g-o	Y= 0.001x-0.018
$S_4 \times P_2 \times C_1$	88.50 l-s	5.95 Qrs	4.70 kl	41.9 b-f	25.39 g-o	Y= 0.001x-0.020
$S_4 \times P_2 \times C_2$	83 r-v	6.65 n-q	4.70 kl	40.27 d-o	25.82 d-m	Y= 0.001x-0.019
$S_4 \times P_3 \times C_0$	96 f-j	6.61 n-q	4.95 fg	39.99 e-p	26.64 c-g	Y= 0.001x-0.019
$S_4 \times P_3 \times C_1$	87.50 n-t	6.36 Pqr	4.95 fg	38.92 k-s	27.30 a-d	Y= 0.001x-0.020
$S_4 \times P_3 \times C_2$	81.50 t-w	8.80 c-h	5 ef	42.14 abc	27.65 abc	Y= 0.001x-0.017

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

S_1، S_2، S_3 و S_4 عدم شوری، شوری ۳۰ میلی مولار، شوری ۶۰ میلی مولار و شوری ۹۰ میلی مولار؛ P_0، P_1، P_2 و P_3 به ترتیب عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکتر، سودوموناس و تلقیح توأم این دو باکتری؛ C_0، C_1 و C_2 به ترتیب عدم مصرف و مصرف ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل.

Means with similar letters in each column are not significantly different .

S_1, S_2, S_3 and S_4 no salinity, 30, 60 and 90 mM salinity

P_0, P_1, P_2 and P_3 without inoculation, seed inoculation with *Azotobacter*, *Pseudomonas* and inoculation with *Azotobacter*+ *Pseudomonas* respectively C_0, C_1 and C_2 0, 600 and 1000 mg.lit^{-1} cycocel respectively.

وزن صد دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن صد دانه (۵/۳ گرم) از ترکیب تیماری محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین آن (۴/۲۰ گرم) از ترکیب تیماری عدم محلول‌پاشی سایکوسل، عدم تلقیح بذر و در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار به‌دقت آمد (جدول ۲). اختلاف معنی‌داری در استفاده از محلول‌پاشی سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس در کاهش وزن هزار دانه در شرایط شوری ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار مشاهده نشد. اختلال در انتقال کربوهیدرات ها به دانه که نتیجه تجمع املاح مضر در گیاه و همچنین بر هم خوردن تعادل یونی می‌باشد، ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. همچنین وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پر شدن دانه است، بنابراین تنش‌های محیطی که موجب کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه شوند به‌طور معنی‌داری وزن دانه را کاهش می‌دهند (Mashi et al., 2008). به نظر می‌رسد بخشی از تغییرات وزن صد دانه با تأثیر فاکتورهای موردبررسی بر مؤلفه‌های پر شدن مرتبط باشد، طوری که در این آزمایش بررسی سرعت، طول دوره و دوره مؤثر پر شدن دانه نشان داد که بیشترین طول دوره و دوره مؤثر پر شدن دانه در شرایط عدم اعمال شوری، تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس و کاربرد سایکوسل به دست آمد همان ترکیب تیماری که بیشترین وزن صد دانه را نیز به خود اختصاص داد.

به نظر می‌رسد کودهای زیستی شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه به‌خصوص در مرحله پر شدن دانه، موجب بهبود میزان مواد ذخیره‌شده در دانه و همین امر منجر به افزایش وزن صد دانه شده است (Naseri et al., 2010). تلقیح با باکتری‌های محرک رشد موجب تخفیف اثر نامطلوب شوری بر وزن صد دانه شده و مانع از کاهش آن در سطح بالای شوری گردیده است. سویه‌های باکتری در تمام سطوح شوری اثر مثبت و معنی‌داری بر وزن صد دانه داشتند. در بین سویه‌های موردبررسی تلقیح توأم ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین وزن صد دانه را در تمام سطوح شوری ایجاد نمود اما به‌جز در سطوح شوری ۳۰ میلی‌مولار در دیگر سطوح شوری بین سویه ازتوباکتر و سودوموناس و دیگر سویه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). با توجه به اینکه مراحل تشکیل دانه و انتقال مجدد مواد به مخزن وابستگی کاملی به میزان آب و تعرق گیاه دارد و در صورت کمبود آب دانه‌های چروکیده با وزن کم تولید می‌شود افزایش وزن صد دانه در اثر تلقیح گندم با سویه‌های موردبررسی نشان می‌دهد که این سویه‌ها در اقتصاد آب در گیاه نقش مثبتی داشته‌اند. کاهش اتیلن تنشی در گیاه می‌تواند موجب افزایش رشد ریشه (جدول ۳) و افزایش جذب آب توسط گیاه شود. گزارش‌های متعددی از غلظت‌های کم Na^+ در گیاه تلقیح داده‌شده با PGPR تحت شرایط تنش شوری وجود دارد (Giri and Mukerji, 2004).

وزن و حجم ریشه

بر اساس نتایج وزن ریشه با افزایش شوری خاک در تمامی ترکیبات تیماری کاهش یافت. روند مشابهی نیز در صفت حجم ریشه با افزایش شوری از صفر تا ۹۰ میلی‌مولار NaCl به‌دقت آمد. بیشترین وزن (۲۱/۶۰ گرم) و حجم ریشه (۴۰/۶۲ سانتیمتر مکعب) در ترکیب تیماری تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین وزن (۱۷/۵۳ گرم) و حجم ریشه (۳۳/۷۰ سانتیمتر مکعب) در عدم تلقیح بذر و در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار به‌دقت آمد (جدول ۳).

محتوای کلروفیل و هدایت روزنه‌ای

روند تغییرات محتوای کلروفیل و هدایت روزنه‌ای در پاسخ به محلول‌پاشی سایکوسل و تلقیح با باکتری‌های محرک رشد در تمام سطوح شوری از الگوی نسبتاً یکسانی برای تمام تیمارها تبعیت کرد (شکل ۲ و ۳). به‌طوری‌که محتوای کلروفیل در مراحل اول نمونه‌برداری بالا بوده است و سپس در انتهای فصل رشد به دلیل نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین پیر شدن برگ‌ها روند نزولی داشت. سطوح شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار در گندم اثرات کمی بر محتوای کلروفیل و هدایت روزنه‌ای گذاشته است. بالاترین سطح سایکوسل در تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس، بالاترین اعداد کلروفیل متر (محتوای نسبی کلروفیل) و پرومتر را در عدم اعمال شوری نشان دادند و کمترین آن‌ها در عدم کاربرد سایکوسل و باکتری و در بالاترین سطح از شوری خاک مشاهده شد (شکل ۲ و ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و تنش شوری بر برخی صفات گندم.

Table 3. Means comparison of interaction effects bio- fertilizers and salinity stress on some characteristics of

تیمار Treatments	وزن ریشه Root Weight (g)	حجم ریشه Root volume (cm^3)	عملکرد تک بوته Yield per Plant (g)	سرعت پر شدن rate grain filling (g/day)	حداکثر وزن دانه Maximum of grain weight (g)
S1 × P0	19.80 D	37.87 cd	2.35 bc	0.0017 cd	0.044 abc
S1 × P1	20.40 c	38.53 c	2.44 b	0.0018 b	0.047 ab
S1 × P2	20.80 b	39.44 b	2.44 b	0.0018 b	0.047 ab
S1 × P3	21.60 a	40.62 a	2.65 a	0.0020 a	0.048 a
S2 × P0	19.42 e	36.73 fg	2.03 f	0.0016 def	0.043 bcd
S2 × P1	19.43 e	36.93 ef	2.18 e	0.0018 bc	0.044 bcd
S2 × P2	19.77 de	36.97 ef	2.07 f	0.0017 cde	0.043 bcd
S2 × P3	20.29 c	37.52 de	2.29 cd	0.0016 ef	0.041 cde
S3 × P0	18.23 g	34.99 ij	1.98 fg	0.0016 def	0.039 ef
S3 × P1	18.47 gf	35.25 i	2.05 f	0.0018 bc	0.042 cde
S3 × P2	18.62 f	35.46 hi	1.97 fg	0.0015 f	0.040 def
S3 × P3	19.55 de	36.12 gh	2.23 de	0.0015 f	0.041 cde
S4 × P0	17.53 i	33.70 k	1.74 i	0.0014 g	0.038 ef
S4 × P1	17.76 i	33.83 k	1.82 hi	0.0016 def	0.037 f
S4 × P2	17.87 hi	34.07 k	1.91 gh	0.0015 F	0.039 ef
S4 × P3	18.18 gh	34.33 Jk	2.21 de	0.0014 g	0.039 ef

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

S_1، S_2، S_3 و S_4 عدم شوری، شوری ۳۰ میلی مولار، شوری ۶۰ میلی مولار و شوری ۹۰ میلی مولار؛ P_0، P_1، P_2 و P_3 به ترتیب عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکتر، سودوموناس و تلقیح توأم این دو باکتری.

Means with similar letters in each column are not significantly different.

S_1, S_2, S_3 and S_4 no salinity, 30 mM, 60 mM and 90 mM salinity P_0, P_1, P_2 and P_3 without inoculation, seed inoculation with *Azotobacter*, *Pseudomonas* and inoculation with *Azotobacter+ Pseudomonas* respectively.

در تمامی تیمارهای موردبررسی از ۸۲ روز پس از سبز شدن، حداقل محتوای کلروفیل در ترکیب تیماری عدم محلول‌پاشی و عدم کاربرد باکتری در سطح شوری ۹۰ میلی مولار و حداکثر آن در ترکیب تیماری محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس در سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار به دست آمد که از اختلاف ۷۳/۷ درصدی نسبت به یکدیگر برخوردار بودند (شکل ۲). این افزایش ممکن است به دلیل کاهش سطح برگ (شکل ۴) و افزایش مقاومت روزنه‌ای (شکل ۳) در اثر محلول‌پاشی سایکوسل و نیز سطح شوری پایین باشد که ممکن است موجب افزایش غلظت یون‌های باقی‌مانده در واحد سطح برگ گردد (Asch et al., 2000). هوسنی و همکاران (Hosni, 1996) گزارش کردند افزایش سطح غلظت کلروفیل در برگ‌های گیاهان تیمار شده با سایکوسل ممکن است به دلیل تأثیر کند کننده رشد سایکوسل در به تأخیر انداختن پیری برگ و درنتیجه حفظ رنگ‌دانه سبز و جلوگیری از تجزیه آن باشد. فلتچر و همکاران (Fletcher et al., 2000) نقش سایکوسل را در افزایش سنتز کلروفیل به افزایش تولید سیتوکینین نسبت داند. علاوه بر این، تنش شوری منجر به افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد مانند آبسیزیک اسید و اتیلن می‌شود که تحریک‌کننده آنزیم کلروفیلاز هستند و به‌این‌ترتیب کلروفیل‌ها تحت تأثیر این آنزیم تجزیه می‌شوند (Orabi et al., 2010). هرچند که تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها در شرایط شوری نیز تأثیر منفی بر غلظت کلروفیل دارد (Stepien and Klobus, 2006). نئوکلئوس و وازیلاکاکیس (Neocleous and Vasilakakis, 2007) اظهار داشت تنش شوری با اختلال در جذب برخی عناصر ضروری در سنتز کلروفیل نظیر آهن و منیزیم موجب کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کارتنوئید) می‌شوند و این کاهش می تواند با تخریب ساختار کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، تخریب پیش ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل ازجمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی مرتبط باشد. افزایش سطوح اتیلن توسط تنش شوری می‌تواند منجر به پیری برگ (Arshad and

Frankenberger, 2002) گردد، ولی در حضور باکتری‌های حاوی ACC دی آمیناز، ساخت اتیلن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد بنابراین تجزیه کلروفیل کاهش می‌یابد.

چاندراسکار و همکاران (Chandrasekhar et al., 2005) اثرات مفید تلقیح باکتری بر افزایش محتوای کلروفیل را به در دسترس بودن بالاتر نیتروژن به‌واسطه تثبیت نیتروژن توسط ازتوباکتر نسبت دادند. اخگر و خاوازی (Akhgar and Khavaz, 2010) در بررسی نقش آنزیم ACC دآمیناز در کاهش اثرات منفی شوری بر رشد کلزا نشان دادند که باکتری‌های برخوردار از آنزیم ACC–دآمیناز به دلیل کاهش تولید اتیلن قادر بودند شاخص‌های رشدی کلزا از قبیل وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و مقدار سبزینگی برگ را افزایش دهند. به نظر می‌رسد پیش تیمار بذر با باکتری موجب گسترش ریشه (جدول ۳) و دسترسی بهتر به منابع آبی شده و از این طریق موجب افزایش هدایت روزنه‌ای (شکل ۳) شده است. کاهش هدایت روزنه‌ای، بیان‌کننده تغییر در موقعیت اسمزی ریشه است که به‌سرعت روابط آبی را در اندام‌های هوایی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rodriguez et al., 2005).

شاخص سطح برگ

نتایج مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل و تلقیح با باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف شوری بر روند شاخص سطح برگ در شکل ۴ ارائه شده است. بررسی شاخص سطح برگ نشان داد که روند تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان از یک معادله درجه‌دو تبعیت می کند بدین‌صورت که ابتدا پس از یک سیر صعودی و رسیدن به حداکثر، مجدداً سیر نزولی می‌یابد. بررسی شاخص سطح برگ نشان داد که تا ۳۵ روز بعد از سبز شدن، شاخص سطح برگ در تمامی سطوح تقریباً از روند مشابهی تبعیت می‌کند. از ۴۰ تا ۶۰ روز بعد از کاشت شاخص سطح برگ از روند صعودی برخوردار بود به‌طوری‌که در ۶۵ روز بعد از کاشت، مقدار این شاخص به حدود ۳/۳ رسید و سپس در انتهای فصل رشد به دلیل زرد شدن و همچنین ریزش برگ ها روند نزولی مشاهده داشت. ولی از آن به بعد به دلیل گسترش رشد اندام‌های هوایی و سایه‌اندازی بوته‌ها روی همدیگر روند نزولی داشت. بررسی روند تغییرات این شاخص نشان داد که کاربرد توأم سایکوسل و تلقیح بذر بیشترین اثرات محرک را بر شاخص سطح برگ این گیاه داشته است. دراین‌بین ترکیب تیماری عدم محلول‌پاشی سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس دارای بیشترین مقدار LAI در شرایط عدم اعمال شوری و ترکیب تیماری محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و عدم پیش تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد دارای کمترین مقدار در ۶۵ روز پس از سبز شدن در شرایط ۹۰ میلی‌مولار شوری بودند (شکل ۴). به نظر می‌رسد این کاهش درنتیجه افزایش سن گیاه، پیری برگ‌ها و نیاز بالای گیاه برای پر شدن دانه‌ها، کاهش محتوای نسبی کلروفیل و هدایت روزنه‌ای (شکل‌های ۲ و ۳) و عدم توانایی آن‌ها در ساخت مواد فتوسنتزی و درنهایت با ریزش آن‌ها همراه باشد. کاهش سطح برگ در اثر کاربرد سایکوسل ممکن است به دلیل ممانعت از سنتز جیبرلین، افزایش محتوای آبسیزیک اسید و ممانعت از طویل شدن سلول درون برگ باشد که با نتایج به‌دقت آمده از گوپی و همکاران (Gopi et al., 2005) مطابقت داشت. با توجه به نتایج به‌دقت آمده می‌توان پیشنهاد کرد افزایش غلظت سایکوسل، موجب کاهش سطح برگ (شکل ۴)، افزایش غلظت کلروفیل (شکل ۲) و درنتیجه موجب افزایش عملکرد (جدول ۲) در تمام سطوح تنش می‌شود. الباست و همکاران (Albacete et al., 2008) گزارش کردند زمانی که گیاهان گوجه‌فرنگی در معرض تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بودند موجب تجمع ACC (پیش ساز فوری اتیلن) در ریشه‌ها، آوندهای چوبی و برگ‌ها گردید؛ بنابراین می‌توان گفت باکتری‌های محرک رشد حاوی ACC دی‌آمیناز رشد گیاهان را در شرایط شوری بالا تسریع می‌کنند (Gamalero et al., 2010).

عملکرد تک بوته

در این بررسی عملکرد دانه تحت تأثیر تنش شوری، سایکوسل، تلقیح بذر با باکتری محرک رشد و اثرات ترکیب تیماری این عوامل قرار گرفت (جدول ۱). افزایش شوری از صفر تا ۹۰ میلی‌مولار شوری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد، وزن صد دانه و طول مدت پر شدن دانه گردید. بیشترین عملکرد تک بوته (۲/۴۷ گرم) به محلول‌پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس و کمترین آن (۱/۹۸ گرم) به عدم محلول‌پاشی سایکوسل و عدم تلقیح بذر مربوط بود (جدول ۴). مقایسه میانگین ترکیب تیماری باکتری محرک رشد و سطوح شوری نشان داد بیشترین عملکرد تک بوته (۲/۶۵ گرم) به

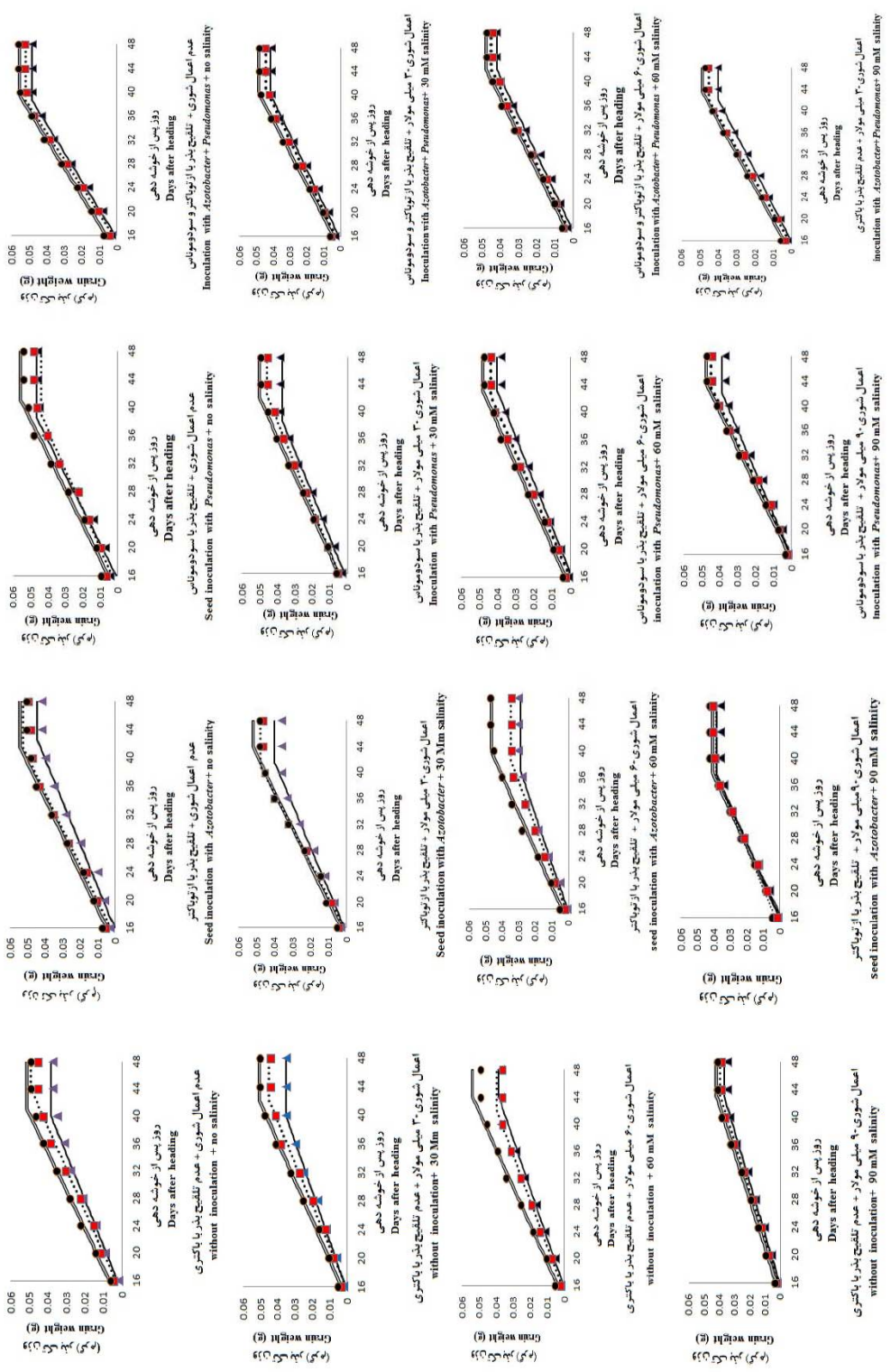

Fig. 1. Effect of cycocel, bio- fertilizers and salinity stress on wheat grain filling trend.

شکل ۱. تأثیر سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری بر روند پر شدن دانۀ گندم.

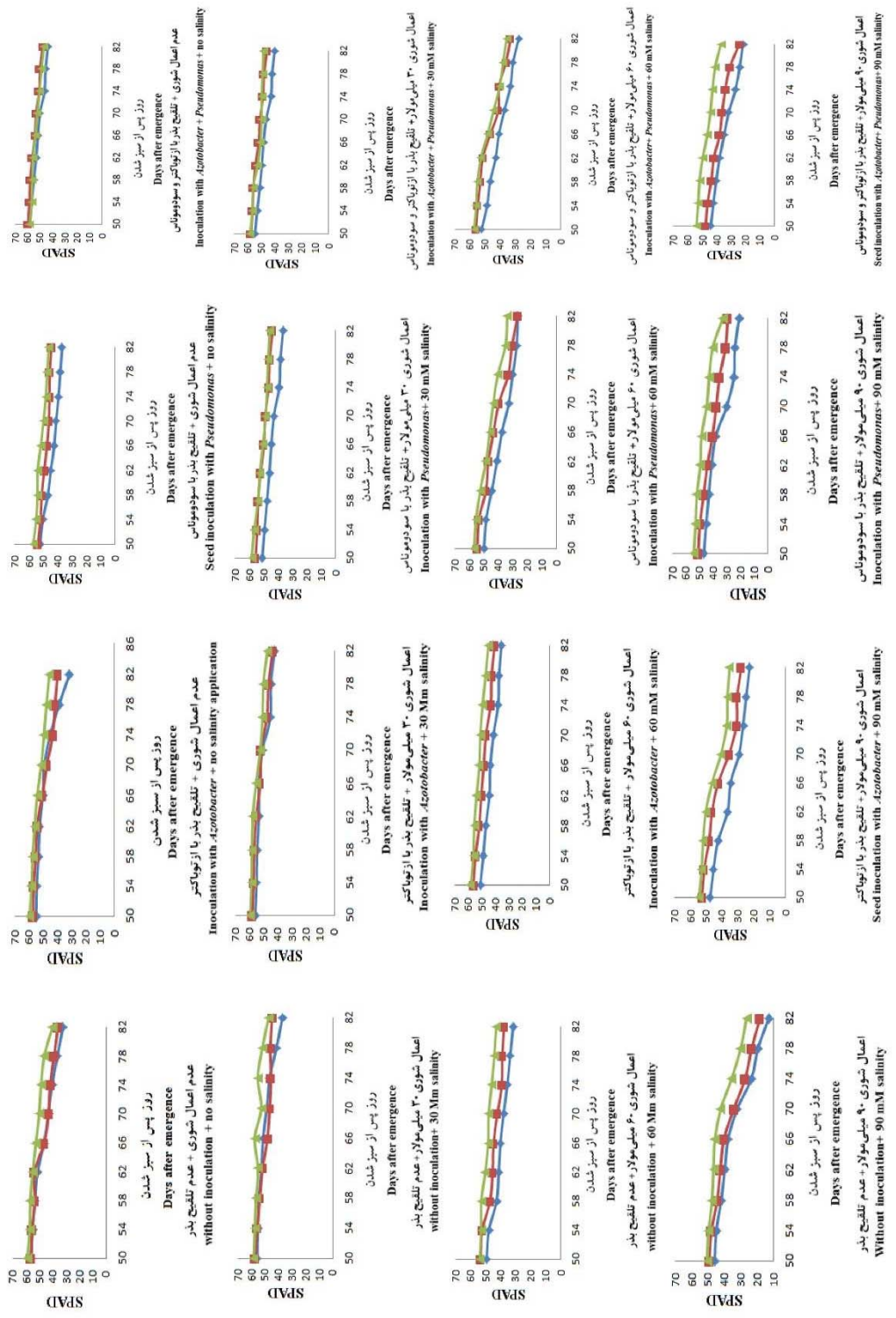

Fig. 2. Effect of cycocel, bio- fertilizers and salinity on chlorophyll content of wheat (SPAD).

شکل ۲. تأثیر سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری بر محتوای کلروفیل (SPAD) گندم.

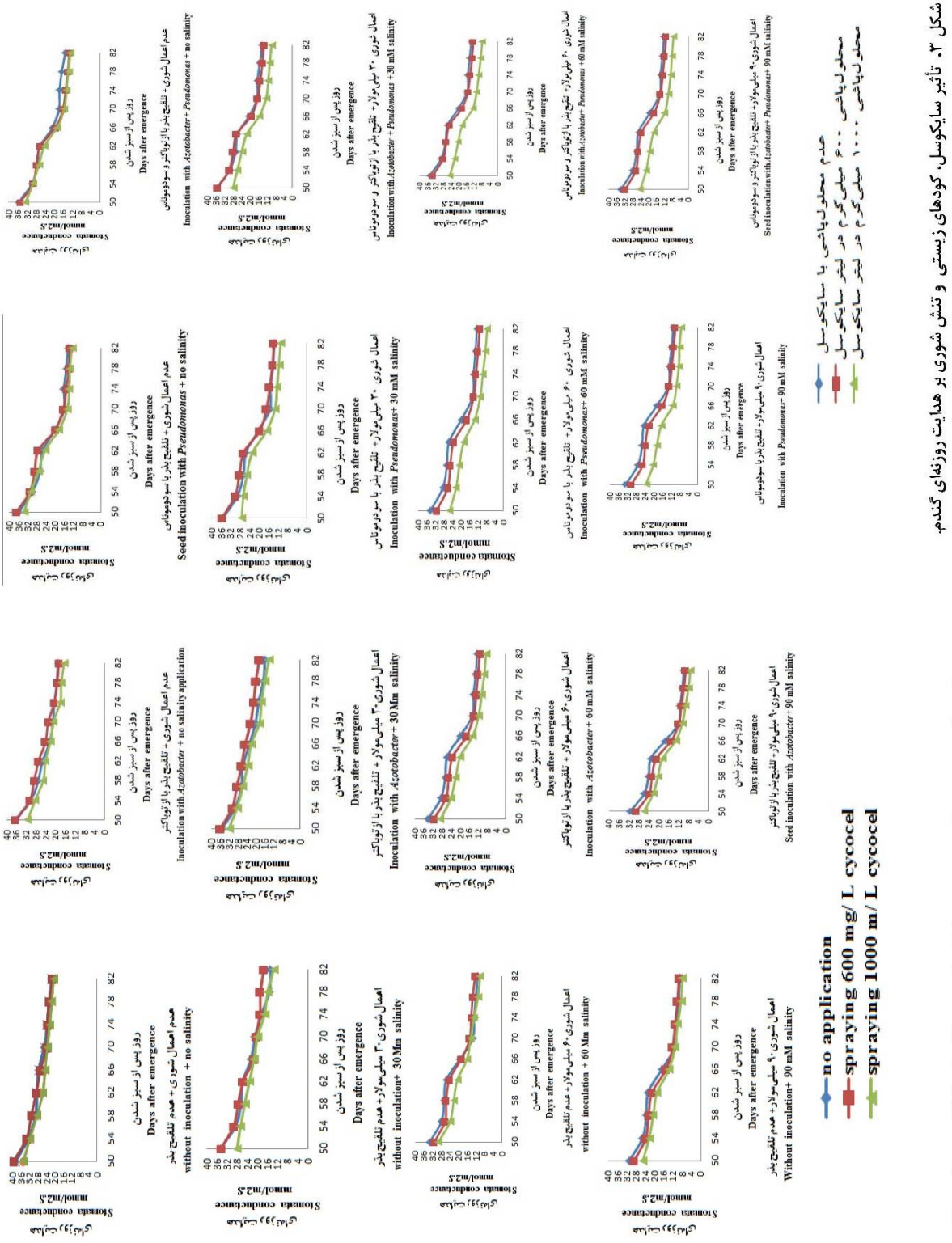

Fig. 3. Effect of cycocel, bio- fertilizers and salinity stress on wheat stomatal conductance.

شکل ۳. تأثیر سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری بر هدایت روزنه‌ای گندم.

Fig. 4. Effect of cycocel, biofertilizers and salinity stress on LAI of wheat.

شکل ۴. تأثیر سایکوسل، کودهای زیستی و تنش شوری بر شاخص سطح برگ گندم.

گیاهان تلقیح شده با ازتوباکتر و سودوموناس و کمترین آن (۱/۷۴ گرم) به عدم تلقیح بذر تعلق داشت (جدول ۳). محلول‌پاشی سایکوسل در مرحله رشد زایشی به دلیل بالا بودن کارایی انتقال مواد غذایی به دانه موجب افزایش عملکرد دانه شد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود در شرایط تنش شوری، محلول‌پاشی سایکوسل موجب کاهش ارتفاع بوته، افزایش وزن و حجم ریشه شده است و به نظر می‌رسد همین امر با افزایش جذب مواد غذایی می تواند دلیل دیگر افزایش طول سنبله، وزن صد دانه و طول دوره پر شدن دانه تحت چنین شرایطی باشد که درنهایت موجب افزایش عملکرد تک بذر می‌شود که با گزارش‌های به دقت آمده از حق بهاری و سید شریفی (Hagh Bahari and Seyed Sharifi, 1393) مطابقت داشت. سینگ و همکاران (Singh et al., 2002) بیان کردند که استفاده از سایکوسل ارتفاع بوته گندم و برنج را تا ۲۳٪ کاهش و عملکرد دانه را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد. برخی معتقدند سایکوسل اندازه مقصد را قبل و بعد از گلدهی به دلیل اثرات فیدبک مثبت و سرعت فتوسنتزی مقصد گیاه و حجم مواد انتقالی برای پر شدن دانه افزایش داد (Emam and Dasfal, 1997). محلول‌پاشی سایکوسل در خردل عملکرد دانه و اجزای عملکرد را تا ۵۰٪ افزایش داد (Saini et al., 1987).

باکتری‌های مورداستفاده در این تیمارها، شاید با فراهم کردن عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای رشد گیاه، تحریک تولید مواد، توسعه سیستم ریشه و اثرات ضد بیماری‌زا عملکرد دانه را افزایش دادند (Jat and Ahlawat, 2006). مادر و همکاران (Mader et al., 2011) گزارش کردند که در اثر تلقیح بذر گندم با سودوموناس، عملکرد دانه به میزان ۴۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. استفاده از سویه‌های مختلف ازتوباکتر نیز موجب افزایش عملکرد گندم به میزان ۸۴ درصد نسبت به شاهد شد (Kizilkaya, 2008). کاسان و همکاران (Cassan, et al., 2009) در بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر رشد و عملکرد ذرت و سویا شاهد توانایی تولید هورمون‌های اکسین و جیبرلین توسط این باکتری‌ها و درنتیجه بهبود رشد این دو گیاه بودند. یاداو و همکاران (Yadav et al., 2000) گزارش کردند که ارتفاع بوته و عملکرد دانه به علت تلقیح با گونه های آزوسپریلیوم افزایش یافت. ساتوویچ (Saatovich et al., 2006) با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در افزایش مقاومت گندم به شوری نشان داد که عملکرد گیاه تا ۶۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. این محرک‌های رشد حاوی آنزیم‌های مفید و میکروارگانیسم هایی است که می‌تواند رشد و کیفیت محصول را افزایش دهد (Chen, 2006). در این راستا سینگ و چندل (Singh et al., 2005) در استفاده از محرک‌های رشد در گیاه گندم نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

منابع

Akhgar, A., Khavaz, K., 2010. The roll of bacterial ACC deaminase enzyme on the alleviation of negative effects of salinity on canola growth. Journal of Water and Soil. 24(1), 154-165.

Akinrinde, E.A., 2006. Growth regulator and nitrogen fertilization effects on performance and nitrogen use efficiency of tall and dwarf varieties of rice (*Oryza sativa*). Biotechnology. 5, 268-276.

Albacete, A., Ghanem, M.E., Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Martínez, V., Lutts, S., Dodd, I.C., Pérez-Alfocea, F., 2008. Hormonal changes in relation to biomass partitioning and shoot growth impairment in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. Journal of Experimental Botany. 59, 4119 -4131.

Arshad, M., Frankenberger, W.T., 2002. Ethylene Agricultural Sources and Application. Kluwer Academic Publishers. New York.

Asch, F., Dingkuhn, M., Droffling, K., 2000. Salinity increases CO_2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. Plant and Soil. 218, 1-10.

Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., Abreu, C.E.B., Filho, E.G., 2006. Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes.

Environmental and Experimental Botany. 56, 87-94.

Balota, M., Cristescu, S., Payne, W.A., Hekkert, S.L., Laarhoven, L.J.J., Harren, F.J.M., 2004. Ethylene production of two wheat cultivars exposed to desiccation, heat and paraquat induced oxidation. Crop Science. 44, 812-818.

Bashan, Y., Ivanony, Y.H., Saad, A., 1989. Non specific response in plant growth, yield and root colonization of non-cereal crop plant to inoculation with Azospirilum brasilense. Canadian Journal of Botany. 67, 1317-1324.

Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M., Oktem, H.A., 2004. Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl-salinity stress. Plant Growth Regulation. 42, 69-77.

Banerjee, M.R., Yesmin, L., Vessey, J.K., 2006. Plant-growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In: Rai, M.K. (Eds.), Handbook of Microbial Biofertilizers. pp. 137-181.

Burton, J.D., Pedersen, M.K., Coble, H.D., 2008. Effect of cyclanilide on auxin activity. Journal of Plant Growth Regulation. 27, 342-352.

Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U.G., Donmez, M.F., 2007. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentos phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 170, 288-295.

Cassan, F., Perrig, D., Sgroy, V., Masciarelli, O., Penna, C., Luna, V., 2009. Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L). European Journal of Soil Biology. 45, 28- 35.

Chandrasekhar, B.R., Ambrose, G., Jayabalan, N., 2005. Influence of biofertilizer and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. Journal of Agricultural Technology. 1(2), 223 -234.

Chen, J., 2006. The combined use of chemical and organic fertilizer and/ or biofertilizer for crop growth and soil fertility. Taipei Food Fertilizer Technology. Bull. 17, 1-9.

Cuartero, J., Bolarin, M.C., Asins, M.J., Moreno, V., 2006. Increasing salt tolerance in tomato. Journal of Experimental Botany. 57, 1045-1058.

Cuin, T.A., Shabala, S., 2007. Compatible solutes reduce ROSinduced potassium efflux in *Arabidopsis* roots. Plant Cell and Environment. 30, 875-885.

De Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., Prisco, J.T., 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany. 49, 107-120.

Deivanai, S., Xavier, R., Vinod, V., Timalata, K., Lim, O.F., 2011. Role of Exogenous Proline in Ameliorating Salt Stress at Early Stage in Two Rice Cultivars. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 7(4), 157-174.

Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., Yacovokon, Y., 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Plant Science. 22, 107-149.

Ellis, H.R., Pieta-Filho, C., 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. Seed Science. 2, 19-25.

Emam, Y., Dasfal, M., 1997. Above and below ground responses of winter barely plants to chlromequat in moist and drying soil. Crop Research. 14 (3), 457-470.

Fathi, A., Jiriaie, M., 2014. Interaction of PGPR and water deficit stress on yield and protein percent in wheat. Advanced Crop Science. 4(4), 82-90.

Fletcher, R.A., Gilley, A., Sankhla, N., Davis, T.D., 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Horticultural Reviews. 24, 55-138.

Gamalero, E., Berta, G., Massa, N., Glick, B.R., Lingua, G., 2010. Interactions between Pseudomonas putida UW4 and Gigaspora rosea BEG9 and their consequences for the growth of cucumber under salt-stress conditions. Journal of Applied Microbiology. 108, 236- 245.

Giri, B., Mukerji, K.G., 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Susana aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field conditions, evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. 14, 307-312.

Glick, B.R., Karaturovic, D.M., Newell, P.C., 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting *pseudomonads*. Canadian Journal of Microbiology. 41, 533-536.

Gopi, R., Sridharon, R., Somasundaram, R., Alagulakshmanan, G.M., anneerselvam, R.P., 2005. Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazols in *Amorphophallus campanulatus*. Genetics and Applied Plant Physiology. 31, 171-180.

Gramer, G.R., Alberico, G.J., Schmidt, C., 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. Australian Journal of Plant Physiology. 21(5), 675-682.

Guttieri, M.J., Stark, J.C., Brien, K.O., Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science. 41: 327-335.

Hadas, R., Okon, Y., 1987. Effect of *Azospirillumbrasilense*on root morphology and respiration in tomato seedlings. Biology and Fertility of Soils. 5, 241-247.

Hagh Bahari, M., Seyed Sharifi, R., 2014. Effects of seed inoculation with growth promoting bacteria (PGPR) on yield, rate and grain filling at various levels of soil salinity. Environmental Stresses in Crop Sciences. 6(1), 65-75. [In Persian with English summary].

Hosni, A.M., 1996. Response of potted Chrysanthemum [Dendrathema grandiflorum (Ramat) Kitamural] cv Galaxy, with uniconazole and chlormequat (Ramat) Kitamural cv Galaxy,w ith uniconazole and chlormequat foliar sprays on medium drenches. Annals of Agricultural Science 41(1), 367-385.

Jat R.S., Ahlawat, I.P.S., 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture. 28(1), 41-54.

Kato, T., 1999. Genetic and environmental variations and associations of the characters related to the grain filling process in rice cultivars. Plant Production Science. 2, 32-36.

Kizilkaya, R., 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering. 3(3), 150- 156.

Khanpour Kanzagh, M., Khavazi, K., Paknejad, F., Habibi, D., Majidi Fakhr, F., 2010. Effect of different levels of salinity and growth promoting on yield and yield components of wheat. Journal of Crop Production Research. 2(3), 215-223. [In Persian with English summary].

Ma, B.L., Smith, D.L., 1991. Apicial Development of Spring Barley in Relation to Chloromequat and Ethephon. Agronomy Journal. 83, 270-74.

Mabood, F., Smith, D.L., 2005. Pre-incubation of *Bradyrhizobium japonicum* with jasmonates accelerates nodulation and nitrogen fixation in soybean (*Glycine max* L.) at optimal and suboptimal root zone temperatures. Journal of Plant Physiology. 125: 311-323.

Mader, P., Kaiser, F., Adholeya, A., Singh, R., Uppal, H.S., Sharma, A.K., Srivastava, R., Sahai, V., Aragno, M., Wiemken, A., Johri, B.N., Fried, P.M., 2011. Inoculation of root microorganisms for sustainable wheaterice and wheateblack gram rotations in India. Soil Biology and Biochemistry 43: 609- 619.

Magnitskiy, S.V., Pasian, C.C., Bennett, M.A. Metzger, J.D., 2006. Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol. Horticultural Science. 47, 158-167.

Marjovvi, A., Afioni, D., 2004. Effects of different irrigation water salinity on quantitative and qualitative characteristics of some wheat cultivars. Isfahan Agricultural and Natural Research Center. 25p. [In Persian with English summary].

Mashi, A., Galeshi, S., Zeinali, E., Noorinia, A., 2008. Salinity effect on seed yield and yield components in four Hull-les barley. Journal of Agricultural Science and Technology. 14, 1-10.

Mass, E.V., Grieve, C.M., 1990. Spike and leaf development in salt stressed wheat. Crop Science. 30, 1309-1313.

Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B., 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry. 42, 565-572.

Mojtabaei Zamani, M., Esfahani, M., Honarnejad, R., Allagholipor, M., 2006.

Investigating the rate and filling period correlation with yield component and other physiological parameter in rice cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 10, 213-224. [In Persian with English summary].

Murkovic, M., Hillebrand, A., Winker, H., Pfannhauser, W., 1996. Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). Zlebensm Unters Forsch. 202, 275-278.

Naseri, R., Syadat S.A., Mirzayi, A and Soleimani fard, A. 2010. The effect of *Azotobacter* and *Psudomonas* bacteria in reducing nitrogen fertilizer in safflower. National Conference on Advances in crop production plant origin, Islamic Azad University Bojnoord, 7-1.

Neocleous, D., Vasilakakis, M., 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). Scientia Horticulture 112, 282-289.

Omidi, H., Sorushzadeh, A., Salehi, A., Dinghizli, F., 2005. Evaluation of priming effects on germination of rapeseed. Agricultural Sciences and Industrials.19, 125- 135. [In Persian with English summary].

Orabi, S.A., Salman, S.R., Shalaby, A.F., 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. World Journal of Agricultural Sciences. 6, 252- 259.

Pessarakli, M., 1999. Hand book of plant and crop stress. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Ashraf, M., Foolad, M.R. 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. Advanced Studies in Biology. 4, 501-520.

Rashid, S., Charles, T.C., Glick, B.R., 2012. Isolation and characterization of new plant growth-promoting bacterial endophytes. Applied Soil Ecology. 61, 217-224.

Ronanini, D.R., Savin, R., Hall, A.J., 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annus* L.) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. Field Crops Research. 83, 79-90.

Royo, C., Abaza, M., Blanco, R., Garcı´a del Moral, L.F., 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Australian Journal of Plant Physiology. 27, 1051-1059.

Rodriguez, P., Torrecillas, A., Morales, M.A., Ortuno, M.F., Blanco, M.J., 2005. Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of *Asteriscus maritimus* plants. Environmental and Experimental Botany 53, 113-123.

Seyed Sharifi, R., Khavazi, K., 2011. Effects of seed priming with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield attributes of maize (*Zea mays* L.) hybrids. Journal of Food Agriculture and Environment. 9 (3, 4), 496-500.

Saini, J.S., Jolley, R.S., Singh, O.S., 1987. Influence of chlormequat on growth and yield of irrigated and rainfed Indian mustard (*Brassica juncea*) in the field. Experimental Agriculture, 23, 319-324.

Shaalan, M.N., 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83, 811-828.

Singh, B., Singh, Y.J., Ladha, K.K., Bronson, F., Balasubramanian, V., Singh, Y., Khind, C.S., 2002. Chlorophyll meter-and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in northwestern India. Agronomy Journal. 94, 821-829.

Singh, P.K., Chandel, A.S., 2005. Effect of Biozyme on yield and quality of wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agronomy. 5, 58-60.

Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E., Latifi, N., 2008. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology. 30, 51-60.

Stepien, P., Klobus, G., 2006. Water relations and photosynthesis in *Cucumis sativus* L. leaves under salt stress. Biologia Plantarum. 50(4): 610-616.

Syverud, T.D., Walsh, L.M., Oplinger, E.S., Kelling, K.A., 1980. Foliar fertilization of soybean (*Glycine max* L.). Communication Soil Science and Plant Nutrition. 11, 637-651.

Tanwar, S.P.S., Sharma, G.L., Chahar, M.S., 2002. Effects of phosphorus abd biofertilizers on growth and productivity of black gram. Annals of Agricultural Science. 23(3), 491-493.

Ukeda, T., Masuda, Y., Yamanaka, A., Sagiska, S., 1991. Abrupt increase in the level of hydrogen peroxide in leaves of winter wheat is caused by cold treatment. Plant Physiology. 97, 1265-1267.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 225, 571-586.

Wang, W.B., Kim, Y.H., Lee, H.S., Kim, K.Y., Deng, X.P., Kwak, S.S., 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Plant Physiology and Biochemistry. 47, 570-577.

Wani, P., Chandraplaiah, S., Zamber, M.M.A., Lee, K.L.C., 2007. Association between nitrogen-fixing bacteria and pearl millet plant, responses mechanism and resistance. Plant and Soil. 110, 284-302.

Yadav, K.S., Singh, D.P., Sunita, S., Neeru, N., Lakshminarayana, K., Suneja, S., Narula, N., 2000. Effect of *Azotobacter chroococcum* on yield and nitrogen economy in wheat (*Triticum aestivum*.L) under field conditions. Environment and Ecology. 18, 109-113.