

## ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در ارقام گندم تیمار شده با سودوموناس های فلورسنت تحت تنش شوری

### Evaluation of yield and its related traits in Wheat cultivars treated with fluorescent Pseudomonads under salt stress

داریوش صفری\*<sup>۱</sup>، فاطمه جمالی<sup>۲</sup>، حمیدرضا نوریزدان<sup>۳</sup> و فرشته بیات<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۷

#### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در ارقام گندم تیمار شده با سودوموناس های فلورسنت تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت کرت های دو بار خرد شده در سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بوشهر اجرا شد. تنش شوری به عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) و ارقام (چمران، کوهدشت، دهدشت، کریم و بزم) به عنوان فاکتور فرعی اول و باکتری های سودوموناس در چهار سطح (WB1-7 و WKZ1-93، 2-79، WBO-3) به همراه یک تیمار شاهد (بدون باکتری) به عنوان فاکتور فرعی دوم در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس مشخص ساخت که سطوح تنش شوری در همه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت وزن سنبله و تعداد سنبله در گلدان اختلاف معنی داری داشت و اثر متقابل شوری در وارینه در همه صفات اندازه گیری شده به غیر از طول پدانکل و دیگر اثرات ساده و متقابل در همه صفات اختلاف معنی داری داشتند. نتایج جدول ضرایب همبستگی نشان داد که بالاترین میزان همبستگی عملکرد دانه با طول پدانکل ( $r=0.58^{**}$ ) بوده و در رگرسیون گام به گام صفات طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله به ترتیب وارد مدل شدند و ۵۱ درصد از کل تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه نمودند. نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان دهنده تأثیر مثبت و مستقیم طول پدانکل، طول سنبله و وزن هزار دانه و تأثیر غیرمستقیم وزن هزار دانه از طریق طول پدانکل و طول پدانکل از طریق طول سنبله بر عملکرد بود.

کلمات کلیدی: گندم، تنش شوری، سودوموناس فلورسنت، عملکرد، تجزیه علیت

۱- دانشجوی سابق دانشگاه خلیج فارس بوشهر، گروه اصلاح نباتات، بوشهر، ایران  
۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران  
۳- استادیار گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران  
\*- مسئول مکاتبه E-mail: Dariush.s1987@gmail.com

## مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی جهان به کشت آن اختصاص یافته است. بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی ملل متحد، سطح زیر کشت گندم در دنیا بیش از ۲۱۵ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۶۷۵ میلیون تن است (FAO, 2010). عملکرد دانه در غلات به‌عنوان مهم‌ترین خصوصیت تحت تأثیر اجزای آن از جمله تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و صفات مرتبط با آن‌ها قرار می‌گیرد. عملکرد یک گیاه در واحد سطح را می‌توان از طریق افزایش ماده خشک تولیدی مزرعه قبل از گلدهی و یا افزایش شاخص برداشت بالا برد. تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و همبستگی آن‌ها با عملکرد سبب انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح شده است (Rahnama et al., 2000). در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، لذا روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند (Guertin and Baily, 1982). آگاهی از نقش صفات فیزیولوژیک مؤثر بر عوامل محدودکننده عملکرد و نحوه توارث آن‌ها به‌منظور طراحی برنامه‌های به‌نژادی دقیق‌تر، برای بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد، ضروری است. از آنجایی که تولید حداکثری محصولات کشاورزی در اثر تنش‌های محیطی محقق نمی‌گردد، شناسایی و انتخاب ارقام مقاوم بسیار دارای اهمیت است (Hall, 2001). تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی بین صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و فیزیولوژیک عملکرد دانه از روش‌های شناسایی صفات مرتبط با عملکرد دانه محسوب می‌شود. درک نادرست از نقش همبستگی صفات ممکن است کارایی را در برنامه‌هایی به نژادی کاهش دهد (فرشادفر، ۱۳۸۴). از شاخص رگرسیون برای تعیین رابطه علت و معلولی بین تغییرات یک متغیر تصادفی و یک متغیر ثابت استفاده می‌شود (رضایی، ۱۳۷۶). تجزیه علیت یا ضرایب مسیر از روش‌های بسیار مفید و کاربردی برای تجزیه همبستگی و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل و اجزای تولید در گیاهان زراعی است، بنابراین از آنجایی که غالباً یک صفت، علاوه بر اثر مستقیم

بر صفت دیگر، از طریق سایر صفات نیز به‌طور غیرمستقیم بر آن اثر خواهد گذاشت، لذا در این موارد، تجزیه ضرایب مسیر، روش مناسبی برای تعیین سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر یکدیگر می‌باشد (Rafiei and Saeidi, 2005). شوری بالای خاک از جمله عوامل محدودکننده عملکرد محصولات در سرتاسر جهان بشمار می‌رود که این مسئله به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات بخش کشاورزی است (Munns, 2002). تحت تنش شوری، برخی از کاتیون‌ها و آنیون‌های مولد شوری سبب اختلال در جذب سایر عناصر غذایی می‌شوند (Mostafazadeh-Fard et al., 2008). دستیابی به ارقام متحمل به شوری که دارای عملکرد بیشتر در شرایط تنش شوری باشند به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های مقابله مناسب با این تنش مطرح است (Jafari-Shabestari, 1995). به عقیده یائو و فلاورز (۱۹۸۹) راهکار مناسب برای کاشت یک گونه و بهره‌وری از آن به‌منظور انتقال صفت به ارقام پر محصول در مناطق شور، شناسایی ارقام متحمل به شوری است (Yeo and Flowers, 1989). در این راستا ممکن است در نگاه اول برخی از ژنوتیپ‌های حساس به شوری شناخته شوند اما در برخی از صفات مقاومت خوبی از خود نشان دهند که بررسی رابطه صفات با یکدیگر و شناسایی اجزای عملکرد در انتخاب ارقام مقاوم به تنش شوری می‌تواند مؤثر باشد (Munns, 2002). یکی از راهکارهای مقابله با شوری که چندی است مورد توجه قرار گرفته، پیش تیمار بذور گیاهان زراعی با انواع مختلفی از باکتری‌ها و قارچ‌های مفید خاکزی می‌باشد (Glick et al., 1995). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه گروهی از باکتری‌های ریزوسفری مفید می‌باشند که می‌توانند به‌طور مستقیم (تشیت نیترژن، تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه، تولید ویتامین‌ها و دیگر مواد محرک رشد گیاه) و یا غیرمستقیم (تولید آنتی‌بیوتیک، تخلیه ریزوسفر از آهن، رقابت با گونه‌های مضر برای اشغال ریشه، تولید آنزیم‌های لیزکننده دیواره سلولی قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی، ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاه و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی غیرزنده) موجب افزایش رشد گیاه شوند (Glick Penrose and Wendo, 2001). پژوهشگران دلیل کاهش اثر مخرب تنش شوری را در شرایط تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه، به توانایی تولید

## ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در ارقام گندم تیمار شده با سودوموناس‌های فلورسنت تحت تنش شوری

آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بوشهر واقع در ۸ کیلومتری جنوب شرقی برازجان با شرایط جغرافیایی و اقلیمی ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی، ۲۱ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی، ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر، تبخیر ۴۰۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۷ درجه سانتی‌گراد به صورت طرح کرت‌های دو بار خردشده با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری شامل شاهد (بدون تنش)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم، پنج رقم گندم چمران، کوه‌دشت، دهدشت، کریم و بم و تلقیح بذور با جدایه‌های سودوموناس در چهار سطح (WBO-3، 2-79، WB1-7 و WKZ1-93) به همراه یک تیمار شاهد (بدون باکتری) بود. به‌غیر از جدایه 2-79 که یک باکتری شناخته شده است بقیه جدایه‌ها از ریزوسفر گندم از مناطق مختلف استان بوشهر جمع‌آوری و جداسازی شدند. خاک مورد استفاده در این آزمایش ترکیبی از خاک رس، ماسه‌بادی و کود حیوانی به ترتیب به نسبت (چهار، یک، یک) بود. ارقام مورد آزمایش گندم چمران، کوه‌دشت، دهدشت، کریم و بم بود که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بودند. خاک مورد مطالعه به گلدان‌هایی ۸ کیلویی با قطر ۲۵ سانتیمتر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر منتقل شد. بذور قبل از کاشت با جدایه‌های باکتری‌های مورد نظر در ظروف جداگانه آغشته گردیدند. تراکم جمعیت باکتری در تمام مایه تلقیح‌ها  $10^8$  سلول به ازای هر گرم مایه تلقیح بود. برای تلقیح بذور ابتدا مقدار بذر لازم داخل کیسه پلاستیکی ریخته شد. سپس یک گرم از محلول کربوکسی متیل سلولز پنج درصد به مایه تلقیح‌ها اضافه و به‌طور کامل هم زده شدند آنگاه با سمپلر مقدار ۳ هزار میکرو لیتر از مایه تلقیح‌های حاوی محلول کربوکسی متیل سلولز پنج درصد به هر کدام از ارقام اضافه و محتویات به‌خوبی تکان داده شد به‌طوری که پوشش یکنواختی از مایه تلقیح روی بذرها را پوشانید سپس بذرها را روی فویل آلومینیومی ریخته شد و ۲۵ عدد بذر در هر گلدان کاشته شد و پس از استقرار به ۱۵ عدد تقلیل داده شدند. به‌منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها سه سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته هر گلدان، به‌عنوان زه کش تعبیه گردید و ته هر گلدان به ارتفاع ۵ سانتی‌متر سنگ‌ریزه ریخته شد. فواصل آبیاری با توجه به نیاز گیاهان و هفته‌ای ۲ بار انجام شد آبیاری گیاهان تا

هورمون‌های گیاهی و هم‌چنین افزایش توان ریشه در جذب آب نسبت داده‌اند (Gramer *et al.*, 1994). محققان گزارش نمودند که تنش شوری از طریق افزایش اتیلن در گیاه میزبان رشد ریشه را در گندم کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که تلقیح بذرها با باکتری‌های محرک رشد، از طریق تولید آنزیم ACC دامیناز و تجزیه پیش‌نیاز تولید اتیلن میزان این هورمون را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه شده است (Sadat *et al.*, 2010). محققان طی مطالعه‌ای مشاهده کردند که در اثر تلقیح گیاه ذرت با باکتری‌های محرک رشد تحت تنش شوری جذب سدیم کاهش و جذب پتاسیم و کلسیم اندام هوایی افزایش یافت آن‌ها اعلام نمودند که باکتری‌های محرک رشد گیاه با تنظیم جذب عناصر غذایی (افزایش نسبت K/Na) و نگهداری تعادل بین این عناصر اثر مفیدی بر رشد گیاهان تحت تنش شوری دارند (Hamdia *et al.*, 2004). طی مطالعه‌ای مشخص شد که گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد گیاه در شرایط شور فسفر بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده جذب نمودند آن‌ها جذب فسفر بیشتر و افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری را مثبت دانستند (Mayak *et al.*, 2004). صالحی و همکاران (۱۳۹۳) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط شور با ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی، دوره پر شدن دانه و عملکرد در شرایط غیر شور مشاهده کردند. اکبرپور و همکاران (۱۳۹۴) با ارزیابی ۳۳ ژنوتیپ گندم در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری در مزرعه، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر دو شرایط محیطی گزارش نمودند و نشان دادند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از تنوع ژنتیکی لازم برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی گندم برای تحمل شوری برخوردار می‌باشند. هدف از این پژوهش شناسایی صفات مؤثر پنج رقم گندم تیمار شده با سودوموناس‌های فلورسنت تحت تنش شوری خاک با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره تجزیه همبستگی، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت بود.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم پیش تیمار شده با باکتری‌های سودوموناس فلورسنت

وزن هزار دانه محاسبه شد. به منظور تعیین مهم ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه، در گام اول ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه شد. در مرحله بعد ضرایب رگرسیون گام به گام به منظور تشخیص مهم ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه محاسبه شد. این روش شکل تغییر یافته‌ای از گزینش پیش‌رونده است که در آن می‌توان در طی مراحل نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام کرد. در اینجا ابتدا همه متغیرها وارد مدل می‌شوند و آن‌هایی که معنی‌دار نباشند از مدل حذف می‌شوند. در نهایت برای مشخص کردن آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مهم وارد شده به مدل رگرسیونی، تجزیه علیت انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری طرح با استفاده از نرم‌افزار ver 9.1 SAS و تجزیه علیت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تک متغیره داده‌های آزمایشی مشخص ساخت که سطوح تنش شوری در همه صفات مورد مطالعه به‌غیر از صفت وزن سنبله و تعداد سنبله اختلاف معنی‌داری داشت و اثر متقابل شوری در واریته برای همه صفات اندازه‌گیری شده به‌غیر از طول پدانکل و دیگر اثرات ساده باکتری و واریته و اثرات متقابل شوری در باکتری و باکتری در واریته در همه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

### همبستگی بین صفات

تجزیه همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه، به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به‌عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند (Agrama, 1996). ضریب همبستگی برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام گرفت، همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار به ترتیب در بین صفات وزن سنبله با تعداد دانه در سنبله ( $r=0.73$ )، عملکرد دانه با طول پدانکل ( $r=0.58$ )، طول سنبله با تعداد دانه در سنبله ( $r=0.54$ )، طول پدانکل با وزن هزار دانه ( $r=0.43$ )، وزن سنبله با طول سنبله ( $r=0.37$ )، عملکرد دانه با طول سنبله ( $r=0.36$ )، عملکرد دانه با وزن هزار دانه ( $r=0.35$ )، ارتفاع بوته با تعداد دانه در سنبله ( $r=0.34$ )، ارتفاع بوته با تعداد سنبله ( $r=0.33$ )، تعداد سنبله با تعداد دانه در سنبله ( $r=0.30$ )، وزن

آغاز مرحله چهار برگی با آب معمولی و پس از مرحله چهار برگی با اعمال تیمارهای شوری صورت گرفت. برای جلوگیری از وارد شدن تکانه (شوک) به گیاهان، تیمارهای شوری به‌صورت تدریجی اعمال شد. به‌نحوی که در نوبت اول آبیاری کلیه گلدان‌ها به جزء شاهد، با محلول ۲۰ میلی‌مولار آب نمک آبیاری شدند. در نوبت‌های بعدی این مقادیر افزایش یافتند و در نهایت سطح شوری مورد نظر بعد از گذشت یک هفته کامل شد، همچنین به‌منظور اطمینان از رسیدن به شوری مورد نظر هر هفته یک‌بار هدایت الکتریکی زهاب گلدان‌ها اندازه‌گیری شدند. برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام گرفت قبل از برداشت ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله اندازه‌گیری شد. سپس قسمت‌های هوایی هر گیاه از نزدیک سطح خاک قطع گردید. در نهایت بخش هوایی گیاهان موجود در هر گلدان برداشت و به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در این آزمایش ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد اقتصادی اندازه‌گیری شد.

### تعیین عملکرد و اجزای عملکرد

ارتفاع بوته برحسب سانتی‌متر از محل طوقه تا انتهای سنبله در نظر گرفته شد از هر گلدان برای پنج بوته اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع بوته آن تیمار در نظر گرفته شد. طول پدانکل با اندازه‌گیری فاصله اولین میان‌گره پای سنبله تا محل اتصال برگ پرچم به ساقه از هر گلدان پنج بوته اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان طول پدانکل آن تیمار در نظر گرفته شد. طول سنبله نیز بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها از بقیه سنبله تا نوک آن برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد از هر گلدان پنج بوته اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان طول سنبله آن تیمار در نظر گرفته شد. برای محاسبه وزن سنبله از هر گلدان پنج سنبله را از بوته جدا و توزین شد و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان وزن سنبله برحسب گرم بیان شد. تعداد سنبله در گلدان: تمام سنبله‌ها را از بوته جدا کرده و سپس شمارش شد و تعداد آن‌ها به‌عنوان تعداد سنبله در گلدان یادداشت شد. به‌منظور وزن هزار دانه بعد از برداشت دانه‌ها تعداد ۱۰۰ عدد بذر تصادفی به‌صورت جداگانه شمارش و با ترازوی دقیق توزین شد سپس میانگین وزن آن‌ها محاسبه شد و به‌عنوان وزن صد دانه آن تیمار در نظر گرفته شد در نهایت از حاصل ضرب وزن ۱۰۰ دانه در ۱۰،

## ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در ارقام گندم تیمار شده با سودوموناس‌های فلورسنت تحت تنش شوری

تفکیک ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم پرداخته می‌شود. برای تعیین اثر غیرمستقیم صفات از روابط تعریف شده در جدول ۴ استفاده شد که روشی ساده در محاسبه اثر غیرمستقیم محسوب می‌شود.

### رگرسیون گام به گام

در بررسی روابط بین صفات مختلف، باید تعدادی از صفات اضافی که پیامد منطقی دیگر صفات هستند در نظر گرفته نشوند. از این نقطه نظر مهم‌ترین جنبه رگرسیون چند متغیره گام به گام، توانایی آن در کاهش تعداد صفات موجود در مدل است. نتایج رگرسیون مرحله‌ای به روش گام به گام برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده در (جدول ۳) درج شده است.

مدل نهایی:

$$Y = -0.0032/0.071(X2) - 0.007(X3) + 0.092(X6) + 0.006(X7) + 0.22(X8)$$

در پژوهش حاضر به منظور تحلیل بهتر مدل، ضرایب رگرسیون استاندارد شده در مدل قرار داده شد، بدین منظور می‌توان توجیه کرد تغییرات عملکرد تابع صفات طول پدانکل ( $X2$ )، طول سنبله ( $X6$ )، وزن هزار دانه ( $X8$ )، ارتفاع بوته ( $X3$ ) و تعداد دانه در سنبله ( $X7$ ) است (جدول ۳)، به طوری که عملکرد با طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و با ارتفاع بوته همبستگی منفی داشت (جدول ۲). می‌توان بر اساس بزرگ بودن مقادیر ضرایب رگرسیون استاندارد شده استنباط کرد که کدام صفت اثر بیشتری در توجیه تغییرات عملکرد دارد. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که صفت طول پدانکل اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی گردید و به‌تنهایی ۳۵٪ از کل عملکرد گیاه را توجیه نمود که از اهمیت بیشتری برخوردار است، لذا در این مورد ارقامی که طول پدانکل بالاتری دارند عملکرد دانه بالاتری خواهند داشت. صفت طول سنبله که به‌عنوان متغیر دوم وارد مدل شد در مجموع به همراه صفت طول پدانکل، ۴۴٪ از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه نمود. صفت وزن هزار دانه که به‌عنوان متغیر سوم وارد مدل شد، به همراه صفت طول پدانکل و طول سنبله، ۴۹٪ از کل تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه نمود. صفت ارتفاع بوته که به‌عنوان متغیر چهارم وارد مدل شد در مجموع به همراه صفت

سنبله با تعداد سنبله ( $r = 0.29$ )، ارتفاع بوته با طول سنبله ( $r = 0.27$ )، تعداد سنبله با طول سنبله ( $r = 0.19$ )، عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله ( $r = 0.19$ )، مشاهده گردید که همگی در سطح احتمال (۱٪) معنی‌دار شدند. بیشترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نیز به ترتیب در بین صفات طول پدانکل با وزن سنبله ( $r = -0.28$ )، ارتفاع بوته با وزن هزار دانه ( $r = -0.26$ )، طول سنبله با وزن هزار دانه ( $r = -0.18$ )، طول پدانکل با تعداد سنبله ( $r = -0.14$ )، مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که ضریب همبستگی بین صفات نشان می‌دهد، طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بیشترین نقش مثبت را در بهبود صفت عملکرد دانه دارا می‌باشند؛ لذا می‌توان از آن‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین و شاخص‌ترین معیارهای انتخاب به‌منظور افزایش عملکرد استفاده کرد. محققان گزارش کردند به رابطه منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (Sorkhi et al., 1998). در مطالعه‌ای بر روی ۲۹۸ رقم بومی گندم با استفاده از ۱۲ صفت کمی مشخص شد که زمان سنبله-دهی با رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه و تعداد سنبله در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار ولی با وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه همبستگی منفی دارد (Masood et al., 2005). نتایج برخی مطالعات پیشین نیز نشان داده بود که در گندم بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، تعداد ساقه بارور، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله همبستگی معنی‌داری وجود دارد (Bulman and Hunt., 1988). برخی از محققین همبستگی بین عملکرد دانه و صفاتی نظیر تعداد پنجه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، طول سنبله و شاخص برداشت را در گندم گزارش کردند (Heydari et al., 2007; Yazici et al., 2007). محققان طی مطالعه‌ای دریافتند که کاهش عملکرد گندم در اثر تنش شوری در درجه اول به خاطر کاهش تعداد سنبله‌های حاصل از پنجه‌هاست، بدین ترتیب به نظر می‌رسد تعداد سنبله در واحد سطح می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد دانه گندم در شرایط تنش شوری داشته باشد (Francois et al., 1994). ضرایب همبستگی ساده پیرسونی به‌خودی‌خود گویای تمام واقعیت‌ها نبوده و تصمیم‌گیری فقط بر اساس ضرایب همبستگی نمی‌تواند قابل قبول و مطلوب باشد. لذا با کمک تجزیه علیت، به

تعداد طول پدانکل، طول سنبله و وزن هزار دانه، ۵۰٪ از کل تغییرات مربوط به عملکرد به گیاه را توجیه نمود. تعداد دانه در سنبله که به عنوان متغیر پنجم وارد مدل شد به همراه صفات طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته، ۵۱٪ از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه نمود. در نهایت، مقدار  $R^2$  مربوط به مدل مذکور نشان داد که تقریباً ۵۱٪ از واریانس عملکرد مربوط به پنج عامل طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله است که به ترتیب به عنوان متغیر اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم وارد مدل رگرسیون شده و در مجموع ۵۱٪ از کل تغییرات مربوط به عملکرد را در گندم تلقیح شده با باکتری‌های سودوموناس تحت شرایط تنش شوری توجیه نمودند. محققین صفات عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، عملکرد کاه و کلش و ارتفاع بوته را از طریق رگرسیون گام به گام بر روی عملکرد دانه مؤثر دانستند (Vaezi, 1994). محققان با تجزیه رگرسیون مرحله‌ای در ۴۲ لاین و رقم گندم نان نشان دادند که دوره پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته زودتر از بقیه صفات به مدل رگرسیون وارد شده و مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه بودند (افیونی و محلوچی، ۱۳۸۵). محققان طی مطالعه‌ای گزارش کردند که تلقیح گندم با سویه‌های سودوموناس فلورسنت در شرایط تنش شوری، باعث افزایش تحمل به گیاه نسبت به شوری شده و طول سنبله، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در اثر تلقیح با این سویه‌ها افزایش یافت (ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۸).

### تجزیه علیت صفات وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام

برای شناخت بهتر روابط بین صفات در گیاه، انجام تجزیه علیت یک گام منطقی است (Kashif et al., 2004) به طوری که تجزیه علیت اجزاء تشکیل دهنده ضریب همبستگی را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌کند و روابط بین صفات را به صورت ملموس‌تری نمایش می‌دهد (Rahim et al., 2010)؛ بنابراین به منظور پی بردن به روابط علت و معلولی بین متغیر وابسته عملکرد بوته از یک سو و از سوی دیگر متغیرهایی که در مدل رگرسیونی وارد شدند و تأثیر معنی‌داری بر عملکرد داشتند، همچنین به منظور شناسایی نوع اثرگذاری‌ها و میزان سهم هر صفت در توجیه‌پذیری تغییرات مقادیر عملکرد، تجزیه

ضرایب علیت انجام شد. تجزیه علیت برای متغیر عملکرد بوته به عنوان متغیر تابع و سایر صفات باقی مانده در مدل رگرسیونی به عنوان متغیر مستقل انجام شد، همچنین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد در (جدول ۴) درج گردیده است. نتایج تجزیه علیت برای صفات وارد شده در رگرسیون گام به گام، نشان داد که صفت طول پدانکل بیشترین اثر مثبت و مستقیم (۰/۴۳۸) را بر عملکرد دارد، این اثر مستقیم به همراه اثر غیرمستقیم مثبت این صفت از طریق طول سنبله (۰/۳۱۳) منجر به همبستگی مثبت و معنی‌دار طول پدانکل با عملکرد دانه ( $I=0/58^{**}$ ) گردید. پس از آن صفت طول سنبله بیشترین اثر مثبت و مستقیم (۰/۳۵۶) را بر عملکرد دارد. بعد از آن صفت وزن هزار دانه بیشترین اثر مثبت و مستقیم (۰/۲۵۳) را بر عملکرد دارد، این اثر مستقیم به همراه اثر غیرمستقیم مثبت این صفت از طریق طول پدانکل (۰/۴۸۳) منجر به همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن هزار دانه با عملکرد دانه ( $I=0/35^{**}$ ) گردید. با توجه به اینکه اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات همراه با ضرایب همبستگی می‌باشند، در نتیجه در این شرایط ضریب همبستگی می‌تواند بیان‌کننده میزان رابطه واقعی بین دو متغیر باشد و انتخاب مستقیم از طریق این صفات می‌تواند مفید باشد؛ بنابراین گزینش ارقام با استفاده از طول پدانکل، طول سنبله و وزن هزار دانه که موجب افزایش عملکرد می‌شوند، مناسب خواهد بود. نتایج ضریب علیت اثرات مستقیم و غیرمستقیم طول پدانکل، طول سنبله و وزن هزار دانه بر میانگین عملکرد دانه نشان داد که از بین این صفات صفت طول پدانکل بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد (۰/۴۳۸) را دارد. این بدین مفهوم است که با ثابت نگه داشتن دیگر متغیرها تحت شرایط آزمایش افزایش طول پدانکل باعث افزایش عملکرد می‌شود. محققان در مطالعه‌ای روی ژنوتیپ‌های گندم اظهار نمودند که تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد پنجه اثر مستقیم و مثبتی بر عملکرد دارد. آن‌ها پیشنهاد کردند که بهتر است انتخاب بر اساس وزن هزار دانه و تعداد پنجه انجام گیرد. مقدم در مطالعه خود نشان داد که تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در گندم دارای اثر مستقیم زیاد بر عملکرد دانه می‌باشد (Moghaddam, 1997). در یک مطالعه تجزیه علیت معلوم شد که صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم و مثبت و زمان سنبله‌دهی اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دارند و این صفات ممکن است در انتخاب ژنوتیپ‌ها برای بهبود عملکرد مفید باشند (Aycicek et

## ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در ارقام گندم تیمار شده با سودوموناس‌های فلورسنت تحت تنش شوری

توصیه می‌شود. هم‌چنین نتایج این مطالعه سودمندی پیش تیمار بذور با باکتری‌های محرک رشد برای کاهش تعدیل اثرات مخرب تنش شوری بود که تمام سویه‌های مورد استفاده باعث افزایش عملکرد نسبت به تیمار عدم کاربرد باکتری در شرایط شور شدند و از این میان سویه *Pseudomonas fluorescens* 2-79 بیشترین تأثیر را داشت. تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت نشان داد که به ترتیب طول پدانکل، طول سنبله و وزن هزار دانه مهم‌ترین اجزای مؤثر بر عملکرد دانه بودند در نتیجه علت اصلی اختلاف در عملکرد دانه ارقام را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد و از بین این صفات طول پدانکل و طول سنبله با توجه به مقادیر بالای همبستگی و اثر مستقیم و مثبت آن‌ها در تجزیه علیت می‌توانند در بهبود عملکرد دانه در گزینش ارقام مطلوب در برنامه‌های به‌نژادی به‌عنوان مبنای برای انتخاب استفاده شوند.

al., 2006). برخی محققان طی پژوهشی گزارش کردند که در تجزیه علیت ۱۰۲ لاین گندم دوروم عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اثر مستقیم مثبت و بالا و تعداد روز تا ظهور سنبله فقط اثر غیرمستقیم و منفی و از طریق عملکرد بیولوژیک بر میانگین عملکرد دانه داشته است (Dehghan et al., 2011). محققان اعلام نمودند که استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌تواند اثرات منفی شوری در گندم را کاهش دهد همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که وزن خشک ریشه و برگ و ارتفاع گیاه در گندم تلقیح شده افزایش یافت، آن‌ها یکی از دلایل افزایش عملکرد این گیاهان را به افزایش جذب آب در گیاه نسبت دادند (Bacilio et al., 2004).

### نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که رقم کوه‌دشت در شرایط تنش شوری نسبت به دیگر ارقام از عملکرد بالاتری برخوردار بود بنابراین این رقم برای بهبود عملکرد در مناطق شور

جدول ۱- تجزیه واریانس پیش تیمار بذر با سودوموناس های فلورسنت تحت شرایط تنش شوری

Table 1. Analysis of variance fluorescent Pseudomonas impact on yield and yield components in different levels of salinity

منبع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله در گلدان Number of in the spikes pot	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	وزن هزار دانه 1000- grain weight	وزن سنبله Spike Weight	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	32.36 <sup>ns</sup>	10.32 <sup>ns</sup>	3.15 <sup>**</sup>	1.69 <sup>ns</sup>	48.49 <sup>*</sup>	16.59 <sup>**</sup>	0.304 <sup>ns</sup>	0.025 <sup>ns</sup>
شوری Salinity	3	261.12 <sup>**</sup>	384.32 <sup>**</sup>	59.89 <sup>**</sup>	2.15 <sup>ns</sup>	269.54 <sup>**</sup>	184.09 <sup>**</sup>	0.284 <sup>ns</sup>	23.28 <sup>**</sup>
خطا ۱ Error 1	6	8.81	9.07	0.11	0.75	8.51	1.39	0.159	0.018
واریته Variety	4	1053.90 <sup>**</sup>	229.10 <sup>**</sup>	129.58 <sup>**</sup>	4.45 <sup>**</sup>	4700.42 <sup>**</sup>	1406.26 <sup>**</sup>	54.39 <sup>**</sup>	0.141 <sup>**</sup>
شوری × واریته Salinity × variety	12	484.79 <sup>**</sup>	15.08 <sup>ns</sup>	15.95 <sup>**</sup>	2.60 <sup>**</sup>	14.48 <sup>**</sup>	49.41 <sup>**</sup>	0.144 <sup>*</sup>	0.114 <sup>**</sup>
خطا ۲ Error 2	32	7.91	39.13	0.29	0.29	2.19	0.58	0.058	0.0148
باکتری Bacteria	4	309.98 <sup>**</sup>	39.31 <sup>**</sup>	14.30 <sup>**</sup>	3.27 <sup>**</sup>	796.51 <sup>**</sup>	438.19 <sup>**</sup>	5.35 <sup>**</sup>	2.08 <sup>**</sup>
شوری × باکتری Salinity × bacteria	12	27.75 <sup>**</sup>	2.64 <sup>**</sup>	2.37 <sup>**</sup>	0.72 <sup>**</sup>	34.84 <sup>**</sup>	19.99 <sup>**</sup>	0.122 <sup>**</sup>	0.141 <sup>**</sup>
واریته × باکتری Variety × bacteria	16	45.49 <sup>**</sup>	4.58 <sup>**</sup>	4.63 <sup>**</sup>	0.81 <sup>**</sup>	137.17 <sup>**</sup>	42.32 <sup>**</sup>	2.89 <sup>**</sup>	0.040 <sup>**</sup>
شوری × واریته × باکتری Salinity × variety × bacteria	48	43.78 <sup>**</sup>	2.64 <sup>**</sup>	3.70 <sup>**</sup>	0.86 <sup>**</sup>	12.14 <sup>**</sup>	15.08 <sup>**</sup>	0.117 <sup>**</sup>	0.080 <sup>**</sup>
خطا ۳ Error 3	160	6.02	1.52	0.21	0.229	1.25	0.25	0.046	0.0086
ضریب تغییرات Cv%		3.04	8.56	5.33	2.86	2.49	0.96	6.14	3.45

\*\*, \*, ns, significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively

\*\*\*, \*\*, ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی دار

جدول ۲- ضریب همبستگی بین صفات مختلف گندم

Table 2. The correlation coefficients between traits of wheat

The traits	عملکرد دانه Grain yield	طول پدانکل Peduncle length	ارتفاع گیاه Plant height	وزن سنبله Spike weight	تعداد سنبله در گلدان Number of Spike in the pot	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike
طول پدانکل Peduncle length	0.58**						
ارتفاع گیاه Plant height	-0.086 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>					
وزن سنبله Spike Weight	0.028 <sup>ns</sup>	-0.28**	0.22**				
تعداد سنبله در بوته Number of Spike/plant	-0.009 <sup>ns</sup>	-0.14**	0.33**	0.29**			
طول سنبله Spike length	0.36**	0.09 <sup>ns</sup>	0.27**	0.37**	0.19**		
تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	0.19**	-0.08 <sup>ns</sup>	0.34**	0.73**	0.30**	0.54**	
وزن هزار دانه 1000- grain weigh	0.35**	0.43**	-0.28**	-0.12*	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.26**	-0.18**

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>ns</sup>, significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>ns</sup>, significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively

جدول ۳- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه (متغیر وابسته) تیمار شده با سودوموناس های فلورسنت تحت تنش شوری با سایر صفات (متغیرهای مستقل)  
 Table 3. wise regression analysis of grain yield (dependent variable) of traits in yield by fluorescent Pseudomonas levels of salinity with the other traits (independent variables)

صفت اضافه شده به مدل Added trait to model	ضریب رگرسیون برای صفات Regression coefficients for traits				
	X2	X6	X8	X3	X7
عدد ثابت Intercept	1.31	0.68	0.53	-0.008	-0.0032
طول پدانکل Peduncle length (x2)	-	-	-	-	0.094
طول سنبله Spike length (x6)	-	-	0.080	-	0.089
عملکرد دانه Grain yield (x8)	-	-	0.10	0.25	0.069
ارتفاع گیاه Plant height (x3)	0.023	-0.006	0.11	-	0.068
تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike (x7)	-0.007	0.008	0.093	0.023	0.071
ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )	0.35	0.44	0.49	0.50	0.51

$$Y = -0.032 + 0.071(x2) - 0.007(x3) + 0.092(x6) + 0.006(x7) + 0.022(x8)$$

جدول ۴- اثرات مستقیم و غیرمستقیم حاصل از تجزیه علیت ارقام گندم

Table 4. Direct and indirect effects derived from the causal analysis of wheat cultivars

صفت Trait	ضرایب همبستگی با عملکرد دانه Correlation coefficient with gran yield	اثرات مستقیم Direct effect	اثرات غیرمستقیم Indirect effect		
			طول پدانکل Peduncul length	طول سنبله spike length	عملکرد دانه grain yield
طول پدانکل X1=peduncle length	0.58	0.438	-	0.313	-
طول سنبله X2=spike length	0.36	0.356	-	-	-
عملکرد دانه X3=grain yield	0.35	0.253	0.483	-	-

## References

- اکبرپور، ا. ع. ح. دهقانی. م. ج. روستا و ا. امینی. ۱۳۹۴. ارزیابی خصوصیات چند ژنوتیپ گندم نان ایرانی با استفاده از روش حداکثر درست نمایی محدودشده تحت شرایط تنش و عدم تنش شوری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۶(۱): ۵۷-۶۹.
- افیونی، د. و م. محلوجی، م. ۱۳۸۵. تجزیه همبستگی برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) در تنش شوری. مجله نهال و بذر، ۲۲(۲): ۱۸۶-۱۹۷.
- ذبیحی، ح.، غ. ثوابی. ک. خاوزی و ع. گنجعلی. ۱۳۸۸. بررسی اثر سویه‌های از سودوموناس فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در اثر تنش شوری، مجله آب‌و خاک، ۲۳: ۲۰۸-۱۹۹.
- رضایی، ع. ۱۳۷۶. آمار و احتمالات. نشر مشهد. ص ۲۷۰-۲۶۷.
- صالحی، م. م. کلاته عربی. و س. ا. مساوات. ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های گندم نان بهاره در واکنش به تنش شوری در شمال استان گلستان. مجله به نژادی نهال و بذر. ۳۰(۲): ۳۰۵-۳۲۵.
- فرشادفر، ع. ۱۳۸۴. اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات طاق‌بستان. چاپ دوم. ۷۳۴ صفحه.
- واعظی، س. ۱۳۷۳. بررسی تنوع ژنتیکی و تنوع جغرافیایی برای صفات کمی و کیفی جمع‌آوری محلی گندم دوروم ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- Agrama, H. A. S. 1996.** Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. *Plant breeding*, 115(5), 343-346.
- Aycicek, M. E. H. M. E. T. and T. Yildirim. 2006.** Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 38(2), 417.
- Bulman, P. and L. A. Hunt. 1988.** Relationships among tillering, spike number and grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 68(3), 583-596.
- Bacilio, M., H. Rodriguez., M. Moreno., J. P. Hernandez and Y. Bashan. 2004.** Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a *gfp-tagged Azospirillum lipoferum*. *Biol. Fertil. Soils*. 40: 188-193.
- Dehghan, A., M. Khodarahmi and E. Majidi. 2011.** Genetic variation of morphological and physiological traits in durum wheat lines. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27(1), 103-120.
- FAO. 2010.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Quarterly Bulletin of Statistics. Rome, Italy. Available on-line as <http// www. FAO. org/docrep/013/i2050e. pdf/.
- Francois, L. E., M. C. Grieve., V. E. Mass and M. L. Scott. 1994.** Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agronomy Journal* 86: 100-107.
- Glick, B.R., D. Penrose and M. Wendo. 2001.** Bacterial promotion of plant growth. *Biotechnol. Adv.* 19: 135-138.
- Guertin, W. H. and J. P Baily. 1982.** Introduction to modern factor analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan, 405p.
- Gramer, G. R., G. J. Alberico and C. Schmidt. 1994.** Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Journal of Functional Plant Biology*. 21(5): 675-682.
- Hall, A. F. 2001.** Crop Responses to Environmental Stresses, CRC Press. 232p.
- Heydari, B., Gh. Saeidi and B. I. Seyed-Tabatabaei. 2007.** Factor analysis for quantitative traits and path coefficient analysis for grain yield in wheat. *Agric. Nat. Res. Sci. Technol. J.* 11: 135-143.
- Hamdia, M. A., M. A. K. Shaddad and M. M. Doaa. 2004.** Mechanisms of salt tolerance and interactive effects of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize cultivars grown under salt stress conditions. *Plant Growth Regulators*. 44: 165-174.

- Jafari-Shabestari J., H. Corke and O. Calvin. 1995.** Field evaluation of tolerance to salinity stress in Iranian hexaploid wheat landrace accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 42(2): 147-156.
- Kashif, M. U. H. A. M. M. A. D., I. H. S. A. N. and Khaliq. 2004.** Heritability, correlation and path coefficient analysis for some metric traits in wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(1), 138-142.
- Masood, M. S., A. Javaid., M. A. Rabbani and R. Anwar. 2005.** Phenotypic diversity and trait association in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces from Baluchistan, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4), 949.
- Mostafazadeh-Fard, B., M. Heidarpour., A. Aghakhani and M. Feizi. 2008.** Effects of leaching on soil desalinization for wheat crop in an arid region. *Plant Soil and Environment*, 54(1), 20.
- Munns, R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.
- Moghaddam, M., B. Ehdaie and G. Waines. 1997.** Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. *Euphytica*., 95: 361-369.
- Mayak, S., T. Tirosh and B. Glick. 2004.** Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*.42: 565-572.
- Rafiei, F. and Gh. Saeidi. 2005.** "Phenotypic and genotypic relationships between agronomic traits and yield components of Safflower." *J. Sci. Agric*. 28: 137-147.
- Rahim, M. A., A. A. Mia., F. Mahmud., N. Zeba and K. S. Afrin. 2010.** Genetic Variability, Character Association and Genetic Divergence in Mungbean (*Vigna radiata*L. Wilczek). *Plant Omics*, 3(1), 1-6.
- Rahnama, A. A., A. M. Bakhshandeh and M. Noormohammadi. 2000.** Study of tiller variation, grain yield and yield components of wheat as affected by different plant densities under south Khuzestan climatic condition. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 2: 12-24.
- Sorkhi-Lalehlou, B., B. Yazdi-Samadi., C. Abd-Mishani and A. Gerami. 1998.** Study on the relationship between grain yield and quantitative traits in 500 bread wheat lines using factor analysis. *Iranian J. Agric. Sci*, 29(2), 363-378.
- Sadat, A., Gh. Savaghebi., F. Rejali., M. Farahbakhsh., K. Khavazi and M. Shirmardi. 2010.** Effects of some *Arbuscular Mycorrhizal* Fungi and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on the growth and yield indices of two wheat varieties in a saline soil. *Journal of Water and Soil*. 24(1): 53- 62.
- Yazici, I., I. Turkan., A. H. Sekmen and T. Demiral. 2007.** Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 61(1), 49-57.
- Yeo, A. R. and T. J. Flowers. 1989.** Selection for physiological characters - examples from breeding for salt tolerance. In: Hamlyn GJ, Flowers TJ, Jones MB (eds). *Plants Under Stress: Biochemistry, Physiology and Ecology and Their Application to Plant Improvement*. Cambridge University Press: New York 217-234.

## Evaluation of yield and its related traits in Wheat cultivars treated with fluorescent Pseudomonads under salt stress

D. Safari\*<sup>1</sup>, F. Jamali<sup>2</sup>, H. R. Nouryazdan<sup>3</sup> and F. Bayat<sup>3</sup>

Received date: 18 November 2017

Accepted date: 20 April 2018

### Abstract

In order to Evaluation of yield and its related traits in Wheat cultivars treated with fluorescent Pseudomonads under salt stress, an experiment was carried out under twice split-split plot design in three repetitions during 1394-95 in the research greenhouse at the Faculty of agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr. Salinity stress was considered as a major factor in four levels (0, 50, 100 and 150 mm NaCl), wheat cultivars (Kuhdasht, dehdasht, Karim and Bam) as a first sub-plots and four strains of fluorescens pseudomonads (WKZ1-93, 2-79, WB1-7 and WBO-3) along with a control treatment (no bacteria) were considered as the second subplots. The results of analysis of variance showed that salinity levels in all traits except for the spike weight and number of spikes per plant were significantly different and the interaction effect of salinity in the variety in all traits measured except for the length of the peduncle and other effects Simple bacteria and variety and interaction effects of salinity in bacteria and bacteria in variety were significantly different in all measured traits. Results of correlation coefficient showed the highest correlation between grain yield and peduncle length ( $r = 0.58^{**}$ ). In stepwise regression, peduncle length, spike length, grain weight, plant height and number of grains per spike were entered the model and confirmed the 51% of the total yield variations. Path analysis for grain yield revealed a direct and positive impact of peduncle length, spike length and 1000-grain weight and indirect effect of 1000-grain weight through peduncle length and peduncle length through spike length on yield.

**Keywords:** Wheat, yield, salinity stress, Pseudomonads fluorescent, causality analysis

www.iapb.ir

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Young Researchers and Elite Club, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

2- Plant protection department, College of agriculture and national resources, Persian gulf university, Bushehr, Iran

3- Assistant Professor, Plant Breeding Department, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

\* Corresponding Author: Dariush.s1987@gmail.com