Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۲(۳۴)، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۲۱۴-۲۰۳

تعیین برخی صفات مؤثر بر افزایش عملکرد ذرت با کاربرد کودهای زیستی در شرایط تنش کمبود آب

سیدمهدی حسینی[۱]، آرش روزبهانی[۲*] و امین آزادی[۳]

چکیده

به منظور شناسایی صفات موثر بر عملکرد ذرت در شرایط تنش کمبود آب و کاربرد کودهای زیستی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱ در منطقه هشتگرد انجام شد. در این آزمایش فاکتور اصلی شامل تنش کمبود آب در چهار سطح بدون تنش (شاهد)، تنش در مرحله گلدهی، تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها و تنش در دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها) و فاکتور فرعی شامل کاربرد کود بیولوژیک در چهار حالت عدم کاربرد کود بیولوژیک، کاربرد کود نیتراژین، کاربرد کود بارور ۲ و کاربرد نیتراژین و بارور ۲ به صورت توأم بودند. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد بلال در متر مربع، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن، طول و قطر بلال بودند. برای تعیین و انتخاب صفات مؤثر بر افزایش عملکرد جهت استفاده در برنامه‌های بهنژادی، از همبستگی ساده، رگرسیون گام به گام، تجزیه مسیر و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. تجزیه آماری چند متغیره صفات مورد بررسی نشان داد از بین این صفات، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد بلال در متر مربع مؤثرترین متغیرها بر عملکرد دانه در شرایط عادی و تنش کمبود آب بودند و به‌ترتیب ۷۷ و ۶۶ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را در شرایط عادی و تنش کمبود آب توجیه کردند. بیشترین اثر مستقیم مثبت در هر دو شرایط مربوط به شاخص برداشت بود. بنابراین، برای افزایش عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش کمبود آب انتخاب بر مبنای این صفات به‌ویژه شاخص برداشت می‌تواند مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تجزیه مسیر، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تنش کمبود آب، ذرت، رگرسیون گام به گام.

۱- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) aroozbahani@gmail.com
۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۶

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب می‌باشد (Brown, 1979). ذرت (*Zea mays*) از مهم‌ترین گیاهان زراعی ایران بوده که پرمحصول‌ترین گیاه خانواده غلات به‌شمار می‌رود. این گیاه از نظر میزان محصول بعد از گندم و برنج، سومین محصول غله‌ای جهان می‌باشد. ذرت به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیه انسان و دام داشته و به دلیل سازگاری گسترده‌ای که با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (Yazdani *et al.*, 2009). کلانتر احمدی (Kalantar Ahmadi, 2003) گزارش داد کمبود آب تا ۱۷ درصد عملکرد سالانه ذرت دانه‌ای را کاهش می‌دهد و همزمانی کمبود آب با دوره گلدهی کاهش ۷۰ درصدی عملکرد را در برخی مناطق خشک به دنبال داشته است. کمبود آب زمانی در گیاه اتفاق می‌افتد که میزان تعرق و دفع آب بیش از جذب آن باشد. در نتیجه در اثر کمبود آب ایجاد شده ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در گیاه شده، در نهایت تولید را کاهش می‌دهند. کاهش عملکرد در گیاهان در شرایط تنش کمبود آب بستگی به عوامل متعددی مانند مرحله نمو گیاهی، شدت و طول مدت کمبود آب و حساسیت گیاه دارد (Fredrick *et al*, 1989).

بر اساس گزارشی ذرت در مرحله رویشی و رسیدگی نسبت به تنش کمبود آب مقاوم بوده و بیشترین کاهش در عملکرد دانه، در مرحله گلدهی ایجاد می‌شود (Doorenbos and Kassam, 1979). بر اساس مطالعه دیگری، نتایج به‌دست آمده نشان دادند، ذرت در مرحله تشکیل گل آذین ماده دارای حساسیت بیشتری نسبت به تنش آب می‌باشد. تنش آب در طی مراحل رشد رویشی سبب می‌شود که گل‌آذین ماده کوچک‌تر و ردیف‌های دانه کمتری ایجاد شود (Berien, 2007).

استفاده از فراورده‌های بیولوژیک در جهت تغذیه غلات یکی از راه حل‌های مفید در دست‌یابی به بخشی از اهداف کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود. در همین راستا، کود زیستی نیتراژین (ازتوباکترین) مایع قابل پخش در آب است و حاوی باکتری‌های *Azospirillum* spp، *Pseudomonas* spp و *Azotobacter* spp است. مجموعه باکتری‌های موجود در نیتراژین با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن، حل کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه انواع اکسین، جیبرلین، سیتوکنین و آنتی‌بیوتیک‌ها موجب رشد و نمو ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه و مقاومت به عوامل بیماری‌زا می‌شوند. نیتراژین با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه موجب افزایش چشم‌گیر عملکرد و کیفیت آن می‌گردد (Zahir *et al.*, 2004). کود زیستی بارور ۲ حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات (باسیلوس لنتوس (سویه P5) و سودوموناس پوتیدا (سویه P13)) می‌باشد که در داخل خاک در اطراف ریشه گیاه مستقر شده و از ترشحات قسمت ریزوسفر ریشه گیاه تغذیه می‌کنند و در قبال آن مقدار فسفاتی که گیاه به‌طور طبیعی به آن نیاز دارد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. شناخت صفاتی که در تحمل گیاه به تنش مؤثرند، دارای اهمیت زیادی بوده و می‌توانند شاخص مهمی برای گزینش به حساب آیند.

نتایج آزمایشی که توسط ضرابی و همکاران (Zarrabi *et al.*, 2011) با استفاده از رگرسیون گام به گام انجام شد، نشان داد صفات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بوته تحت شرایط تنش شدید کمبود آب بیش از ۹۰ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al*., 2009) صفات مؤثر در عملکرد دانه را طول بلال، وزن هزار دانه و تعداد ردیف در بلال گزارش کردند. احمدزاده (Ahmadzade, 1997) صفات تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف را به عنوان صفات مؤثر در تحمل به کمبود آب گزارش نمود.

تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد ذرت تحت شرایط تنش کمبود آب اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال زراعی ۱۳۹۱ به منظور شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد ذرت در شرایط تنش کمبود آب و کودهای بیولوژیک در منطقه هشتگرد واقع در ´۳۹ و °۵۰ طول شرقی و ´۵۸ و °۳۵ عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. هیبرید ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس ۲۶۰ (رقم هیبرید فجر) بود که هیبریدی زودرس با طول دوره رشد ۱۰۵ تا ۱۱۰ روز بوده که با توجه به دوره رسیدگی آن به‌عنوان کشت دوم بعد از برداشت گندم در مناطق معتدل و معتدل سرد کشور نتیجه مناسبی دارد.

بذر مورد کشت از موسسه اصلاح نهال و بذر کرج تهیه گردید. از خصوصیات این هیبرید علاوه بر زودرس بودن و مناسب بودن برای کشت دوم، تحمل بالا نسبت به بیماری‌های سیاهک معمولی و پوسیدگی فوزاریومی بلال را می‌توان نام برد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل تنش کمبود آب به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح (بدون تنش یا آبیاری هفته‌ای یک‌بار، تنش در مرحله گلدهی، تنش در مرحله پر شدن دانه‌ها و تنش در دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها) و همچنین کاربرد کود زیستی به‌عنوان فاکتور فرعی در ۴ حالت عدم کاربرد کود بیولوژیک، کاربرد کود نیتراژین، کاربرد کود بارور ۲ و کاربرد هر دو کود نیتراژین و بارور ۲ بوده است. به این ترتیب، آزمایش دارای ۱۶ تیمار در هر تکرار و جمعاً دارای ۴۸ واحد آزمایشی بود. کاشت بذر با دست و به صورت ردیفی انجام گرفت. هر واحد آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به‌فاصله ۱۸ سانتی‌متر روی ردیف و ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف بود.

در هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی دانه برای نمونه‌برداری از هر واحد آزمایشی و از دو ردیف وسط، ۱ متر مربع برای برداشت در نظر گرفته شد. بعد از شمارش بوته، بلال‌های سطح مذکور برداشت و شمارش شد. از مجموع بلال‌های هر کرت تعداد ۱۰ بلال به صورت تصادفی انتخاب و صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه ۱۰ بلال بر حسب گرم با رطوبت ۱۴ درصد، وزن صد دانه بر حسب گرم با رطوبت ۱۴ درصد و به منظور تعیین شاخص برداشت یک متر مربع از هر کرت برداشت شد، بعد از تفکیک دانه، آنها در آون قرار داده شده و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده و سپس توزین شد (Schlemmer *et al*., 2005).

جهت محاسبه ضریب همبستگی و رگرسیون گام به گام از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۸، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۴ و تجزیه مسیر با کمک Path74 انجام شد.

مقادیر احتمال F_{in} و F_{out} جهت رگرسیون گام به گام به‌ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۵ در نظر گرفته شدند. مناسب بودن داده‌ها جهت تحلیل مؤلفه‌های اصلی توسط آزمون KMO با استفاده از نرم‌افزار SPSS سنجیده شد و مؤلفه‌هایی که دارای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک بودند، انتخاب شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

همبستگی ساده بین صفات

بین عملکرد و کلیه اجزای آن در شرایط عادی همبستگی مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد) مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان همبستگی با عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به شاخص برداشت ($r=۰/۹۰^{**}$) و قطر بلال ($r=۰/۶۱^{*}$) بود. در شرایط تنش اگرچه همبستگی مثبت و نسبتاً قابل توجهی بین عملکرد و اکثر صفات مشاهده شد، اما فقط همبستگی بین عملکرد و تعداد بلال در متر مربع، وزن بلال، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت معنی دار گشت (جدول ۱). همبستگی مثبت عملکرد دانه با صفات فوق‌الذکر در شرایط تنش توسط پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad *et al.*, 2009) نیز گزارش شده است.

ارتباط مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه در شرایط عادی و تنش مشاهده شد. البته در شرایط تنش این میزان قدری کاهش پیدا کرد. خیاط‌نژاد و همکاران (Khayatnezhad *et al.*, 2010)، همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و وزن ۵۰۰ دانه و خدارحم‌پور (Khodarahmpour, 2013) ارتباط مثبت بین عملکرد دانه و وزن ۳۰۰ دانه را در شرایط تنش کمبود آب گزارش کردند.

سایر اجزای عملکرد همبستگی بالایی با عملکرد دانه در شرایط نرمال داشتند. ارتباط مثبت بین تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه در شرایط نرمال احتمالاً به خاطر ظرفیت بالای مخزن و بهره‌وری از مواد فتوسنتزی بیشتر می‌باشد. در شرایط تنش این همبستگی بسیار کم و غیرمعنی‌دار بود. دلیل این پدیده احتمالاً این است که افزایش یا کاهش عملکرد ارقام در شرایط تنش به‌دلیل کاهش تعداد دانه نبوده بلکه به دلیل کاهش وزن ۱۰۰ دانه بوده است.

رگرسیون گام به گام

برای تشخیص مهم‌ترین صفات زراعی مؤثر در روند تشکیل دانه ومحاسبه میزان تاثیر آنها در عملکرد دانه در هکتار از رگرسیون گام به گام استفاده شد. با استفاده از رگرسیون گام به گام می‌توان اثر صفات غیرمؤثر یا کم تاثیر را در مدل رگرسیونی بر عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد. برای تشکیل معادله رگرسیونی چند گانه خطی، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. صفاتی که دارای همبستگی بالایی با سایر صفات هستند دارای اهمیت بیشتری بوده و وارد مدل خواهند شد. پس از تشکیل معادله، داده‌های دو صفت شاخص برداشت و وزن ۱۰۰ دانه در شرایط عادی و شاخص برداشت و تعداد بلال در متر مربع در شرایط تنش وارد معادله نهایی شدند. این دو صفت به‌ترتیب جمعاً ۷۷/۳ و ۶۶/۶ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را در شرایط عادی و تنش توجیه کردند (جدول ۲). در تجزیه رگرسیون صورت گرفته توسط محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2011) شاخص برداشت در هر دو شرایط فاریاب و تنش کمبود آب بخش مهمی از تغییرات مربوط به عملکرد دانه در گندم را توجیه می‌کرد.

نتایج رگرسیون گام به گام بسیاری از محققین صفت وزن دانه به‌عنوان یکی از صفات مهم در توجیه تغییرات عملکرد دانه در ذرت می‌باشد (Zarrabi *et al.*, 2011; Zeinali *et al.*, 2005؛ Paknejad *et al.*, 2009). در هر دو شرایط عادی و تنش کمبود آب ضرایب تبیین تصحیح شده هر یک از صفات نشان داد که بیشترین ضریب تبیین عملکرد دانه را شاخص برداشت با ۵۶/۶ و ۰/۴۶ درصد دارا می‌باشد. چنین رابطه قوی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت را

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان به رابطه مستقیم این دو صفت نسبت داد (جدول ۱). پس از آن وزن ۱۰۰ دانه و تعداد بلال در متر مربع به‌ترتیب چیزی حدود ۲۰ درصد از تغییرات را در شرایط عادی و تنش توجیه می‌کردند (جدول ۲). بین وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در شرایط عادی و همچنین تعداد بلال در متر مربع و عملکرد دانه در شرایط تنش همبستگی مثبت و قوی مشاهده گردید. سایر صفات مورد مطالعه به دلیل سهم نسبتاً کم آنها تاثیر معنی‌داری بر مـدل نداشتند. بنابراین، نتیجه می‌شود که احتمالاً این صفات نقش بیشتری نسبت به سایر صفات در عملکرد دانه در هکتار دارند. نتایج حاصله با نتایج تجزیه همبستگی سادهٔ صفات کاملاً توافق دارد (جدول ۱). نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام انجام شده توسط سیدزاور و همکاران (Seyedzavar *et al.*, 2014) در شرایط تنش کمبود آب نشان داد که وزن ۳۰۰ دانه، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف جمعاً ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. ضرایب رگرسیون صفات وارد مدل شده در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کلیه ضرایب رگرسیون مثبت می‌باشند. هر ضریب معرف میزان تغییرات در عملکرد دانه در شرایط مقادیر ثابت متغیرهای دیگر می‌باشد.

چنین به نظر می‌رسد که صفت شاخص برداشت به‌دلیل توجیه بالای تغییرات عملکرد دانه در شرایط عادی و تنش، احتمالاً یک صفت کلیدی و بسیار مؤثر در شرایط تنش کمبود آب در بسیاری از گیاهان می‌باشد (Mohammadi *et al.*, 2011; Afravi-khezri *et al.*, 2011)

تجزیه مسیر

اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه به‌نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد. لذا در برنامه اصلاحی می‌بایستی به همبستگی بین صفات توجه کرد. تجزیه علیت برای مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای علت بر روی متغیرهای معلول به‌وجود آمد و ضرایب آن اهمیت نسبی هر یک از اجزای عملکرد را مشخص می‌کند. در واقع تحلیل مسیر مشخص می‌کند هر متغیر مستقل تا چه حد بر روی متغیر وابسته به طور مستقیم و غیرمستقیم اثر دارد. لذا در این آزمایش تجزیه علیت برای عملکرد دانه و صفاتی که وارد مدل رگرسیونی شده بودند، صورت پذیرفت.

در هر دو شرایط بیشترین اثر مستقیم مثبت مربوط به شاخص برداشت بود (جدول ۳). پس از شاخص برداشت، بیشترین اثر مستقیم مثبت در شرایط عادی مربوط به وزن ۱۰۰ دانه و در شرایط تنش مربوط به تعداد بلال در متر مربع بود. این دو صفت (وزن ۱۰۰ دانه و تعداد بلال در متر مربع) به‌ترتیب در شرایط عادی و تنش، اثر غیرمستقیم مثبت از طریق شاخص برداشت بر عملکرد دانه داشتند که این اثر باعث بالا رفتن ضریب همبستگی آنها با عملکرد دانه شده بود. دلیل این امر همبستگی بین هر یک از این دو صفت با شاخص برداشت می‌باشد (جدول ۱). اثر مستقیم وزن دانه با عملکرد دانه در ذرت توسط الوی و همکاران (Alvi *et al.*, 2003) گزارش شده است. شاخص برداشت نیز دارای اثر مستقیم مثبت و قابل توجه بود. بنابراین و بر اساس نتایج این آزمایش کلی برای افزایش عملکرد دانه ذرت تحت شرایط عادی انتخاب بر مبنای شاخص برداشت و وزن ۱۰۰ دانه و در شرایط تنش کمبود آب انتخاب بر اساس افزایش شاخص برداشت و تعداد بلال در متر مربع می‌تواند مؤثر باشد.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

نتـایج آزمون KMO در شرایط عادی و تنش به‌ترتیب برابر ۰/۷۵ و ۰/۶۰ بود که بر اساس پیشنهاد کایسر (۱۹۷۴)، KMO بزرگ‌تر از ۰/۵ برای تجزیه به

www.SID.ir

Archive of SID

مؤلفه‌های اصلی و تحلیل عاملی مناسب می‌باشد. مقادیر KMO برای هر متغیر به‌وسیله ماتریس همبستگی آنتی ایمیج به‌دست آمد. در هر دو حالت عادی و تنش سه مؤلفه اول انتخاب شدند (جدول ۴). این سه مؤلفه جمعاً ۸۷ و ۸۴ درصد از تغییرات را در شرایط عادی و تنش توجیه کردند. در حالت عادی وزن بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت با مؤلفه اول همبستگی خوبی نشان دادند، بنابراین می‌توان این مؤلفه را مؤلفه اجزای عملکرد نامید زیرا تغییرات صفات مرتبط با اجزای عملکرد عمدتاً توسط این مؤلفه توجیه شده است. به‌طور کلی، همبستگی بالای بین مؤلفه اول و متغیر(ها) با جهت حداکثر میزان تغییرات در داده‌ها مرتبط است (Leilah and Al-Khateeb, 2005). قطر بلال با مؤلفه دوم و تعداد بلال در متر مربع و طول بلال با مؤلفه سوم همبستگی خوبی نشان دادند. مؤلفه اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۴۴، ۲۱ و ۱۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در شرایط عادی توجیه کردند (جدول ۴). در شرایط تنش کمبود آب در دو مرحله، صفات تعداد بلال در متر مربع و وزن بلال با مؤلفه اول، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت با مؤلفه دوم و طول و قطر بلال با مؤلفه سوم همبستگی نشان دادند. به‌طور کلی مزیت انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجمیع اطلاعات صفات مورد ارزیابی در تعداد محدودی مؤلفه و در نتیجه امکان استفاده از آنها به‌عنوان شاخصی برای گزینش و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی است (Arshad and Zahravi, 2013). در این مطالعه طول بلال، قطر بلال، وزن بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت متغیرهای مهم تاثیرگذار بر عملکرد دانه در شرایط تنش بودند.

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش بین عملکرد و اجزای آن همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده تاثیر بالای این صفات بر عملکرد دانه می‌باشد. در هر دو شرایط، بیشترین میزان همبستگی بین عملکرد و شاخص برداشت دانه مشاهده شد که نشان‌دهنده اهمیت این صفات در برنامه‌های اصلاحی است. نتایج حاصل از همبستگی ساده، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که به‌طورکلی با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد دانه در هکتار و اثر مستقیم مثبت و بالای این صفت با عملکرد، گزینش بر اساس این صفت در شرایط تنش می‌تواند بسیار مفید باشد اگرچه مطالعه مبانی فیزیولوژیکی اصلاح و افزایش عملکرد بیانگر اهمیت شاخص برداشت در شرایط با آبیاری مناسب نیز می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین برخی از صفات مورد بررسی در شرایط عادی و تنش

Table 1 - Correlation coefficients between studied traits under normal and water deficit stress conditions

صفات Traits	شرایط conditions	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Seed yield	وزن ۱۰۰ دانه 100 grains weight	تعداد دانه در ردیف No. Seed per row	تعداد ردیف در بلال No. row per silk	وزن بلال Silk weight	قطر بلال Silk diameter	طول بلال Silk length
تعداد بلال در متر مربع No. silk per m^2	عادی Normal	0.68 *	0.66 *	0.79**	0.65*	0.72**	0.54ns	-0.01ns	0.59 *
	تنش Stress	0.40ns	0.59*	0.23ns	0.21 ns	0.67*	0.40 ns	0.05 ns	0.58*
طول بلال Silk length	عادی Normal	0.81 **	0.64 *	0.74**	0.53 ns	0.57 *	0.60 *	-0.15 ns	
	تنش Stress	0.62*	0.41 ns	0.48 ns	0.28 ns	0.61*	0.42 ns	-0.17 ns	
قطر بلال Silk diameter	عادی Normal	0.14 ns	0.61 *	0.05ns	0.17 ns	0.35 ns	0.29 ns		
	تنش Stress	-0.12 ns	0.34 ns	-0.02 ns	0.26 ns	0.14 ns	0.50 ns		
وزن بلال Silk weight	عادی Normal	0.77 **	0.70**	0.66*	0.67 *	0.80 **			
	تنش Stress	0.40 ns	0.73**	0.55 ns	0.59*	0.43 ns			
تعداد ردیف در بلال No. row per silk	عادی Normal	0.79 **	0.75**	0.88 **	0.66 *				
	تنش Stress	-0.03 ns	0.53 ns	0.02 ns	-0.15 ns				
تعداد دانه در ردیف No. Seed per row	عادی Normal	0.77 **	0.64*	0.60*					
	تنش Stress	0.55 ns	0.29 ns	0.35 ns					
وزن ۱۰۰۰ دانه Seed Weight100	عادی Normal	0.81**	0.73**						
	تنش Stress	0.83**	0.67 *						
عملکرد دانه Seed yield(kg/hac)	عادی Normal	0.90 **							
	تنش Stress	0.84**							

ns، * و ** به‌ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * , **: Non significant difference and significant difference on 1 and 5 % levels of probability, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ضرایب رگرسیون گام به گام، مقادیر t و احتمال معنی‌داری متغیرها در پیش‌بینی عملکرد دانه در شرایط عادی (الف) و تنش در دو مرحله (ب)

Table 2- Stepwise regression coefficients, t values and probability of significant variables in predicting grain yield under normal conditions (a), and stress in two stage (b)

مرحله Stage	متغیرها Variables	شرایط Conditions	ضرایب رگرسیون Coefficients of regression	خطای استاندارد Standard error	ضریب تبیین (R^2) Coefficient of Determination	ضریب تبیین تصحیح شده Adjusted Coefficient of Determination	مقدار t T value	سطح اطمینان Significant levels
1	شاخص برداشت Harvest index	عادی Normal	0.254	0.026	0.587	0.566	2.06	0.000
	شاخص برداشت Harvest index	تنش Stress	0.234	0.146	0.480	0.466	2.21	0.000
2	وزن ۱۰۰ دانه 100 grains weight	عادی Normal	0.064	0.043	0.782	0.773	4.18	0.000
	تعداد بلال در متر مربع No. silk per m^2	تنش Stress	0.241	0.106	0.690	0.666	2.31	0.043

جدول ۳- تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه در هکتار در گیاه ذرت در شرایط الف) عادی و ب) تنش

Table 3- Path analysis for grain yield per hectare of corn in terms of a) normal and b) stress

الف)

متغیرها Variables	شاخص برداشت Harvest index	وزن ۱۰۰ دانه Seed Weight100	همبستگی کل Total coloration
شاخص برداشت Harvest index	0.898	0.002	0.90
وزن ۱۰۰ دانه 100 grains weight	0.302	0.427	0.73

اثرات باقیمانده=0.435

ب)

متغیرها Variables	شاخص برداشت Harvest index	تعداد بلال در متر مربع No. silk per m^2	همبستگی کل Total coloration
شاخص برداشت Harvest index	0.719	0.12	0.84
تعداد بلال در متر مربع No. silk per m^2	0.302	0.287	0.59

اثرات باقیمانده= 0.466

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک (الف) و بردارهای ویژه (ب) برای صفات ارزیابی شده تحت شرایط عادی و تنش کمبود آب با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی

Table 4- Eigen values (A) and Eigen vectors (B) for evaluated traits under normal and drought stress conditions using Principle component analysis.

الف)

مقادیر ویژه Eigen value	**عادی** Normal	5.29	1.22	0.49
	تنش Stress	3.53	1.68	1.49
درصد تغییرات توجیه شده توسط هر مولفه % Variance explained by each component	**عادی** Normal	65.7	15.3	6.2
	تنش Stress	44.2	21.0	18.7
درصد تجمعی Cumulative percentage	**عادی** Normal	65.7	81.0	87.3
	تنش Stress	44.2	65.2	83.9

ب)

متغیرها Variables	**شرایط** Conditions	**مولفه اول** The first component	**مولفه دوم** The second	**مولفه سوم** The third component
تعداد بلال در متر مربع No. silk per m^2	**عادی** Normal	-0.35	-0.17	0.64
	تنش Stress	-0.36	0.38	0.07
طول بلال Silk length	**عادی** Normal	-0.34	-0.35	-0.43
	تنش Stress	-0.42	0.19	0.30
قطر بلال Silk diameter	**عادی** Normal	-0.07	0.85	0.02
	تنش Stress	-0.08	0.04	-0.75
وزن بلال Silk weight	**عادی** Normal	-0.38	0.20	-0.38
	تنش Stress	-0.41	0.00	-0.41
تعداد ردیف در بلال No. row per silk	**عادی** Normal	-0.39	0.20	0.24
	تنش Stress	-0.25	0.66	-0.02
تعداد دانه در ردیف No. Seed per row	**عادی** Normal	-0.35	0.06	-0.12
	تنش Stress	-0.31	-0.38	-0.27
وزن ۱۰۰ دانه Seed Weight100	**عادی** Normal	-0.49	-0.12	0.30
	تنش Stress	-0.48	-0.32	0.16
شاخص برداشت Harvest index	**عادی** Normal	-0.40	-0.03	-0.27
	تنش Stress	-0.42	-0.34	0.26

www.SID.ir

Archive of SID

References

منابع مورد استفاده

- Afravi-khezri, M., A. Hosseinzade, V. Mohammadi, and A. Ahmadi. 2011. Evaluation of grought tolerance in durum wheat landrace of Iran under normal irrigation and water deficit stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 4: 741-753.
- Ahmadzade, A.Z. 1997. The best indicator of drought tolerance in maize elite lines. Master's thesis. College of Agriculture, Tehran University. (In Persian).
- Alvi, M.B.M., M. Rafique, S. Tariq, A. Hussain, T. Mahmood, and M. Sarwar. 2003. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 6(2): 136-138.
- Arshad, E., and M. Zahravi. 2013. A multivariate analysis of agronomic traits in wheat germplasm native. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 2: 271-261. (In Persian).
- Berien, J. 2007. Dry conditions: The effect on corn growyh and yield. Published Agri Gold Agronomy.
- Brown, J.S. 1979. Water transport in plant: Mechanism of apparent changes in resistance during absorbtion. *Planta*. 117: 182-207.
- Doorenbos, J. and A.K. Kassam. 1979. Yield response to water irrigation and drainage. Paper 33. FAO, United Nations, Rome, p: 176.
- Fredrick, J.R., J.O. Hesketh, D.B. Peters, and F.E. Below. 1989. Yield and reproduction trait responses of maize hybrids to drought stress. *Indian Journal of Agronomy.* 25: 244-249.
- Kaiser, H.F. 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika.* 39: 31-36.
- Kalantar Ahmadi, A. 2003. The effect of water stress on the growth and yield of commercial maize changes in climatic conditions in Khuzestan, Master's Thesis, Islamic Azad University of Dezful. (In Persian).
- Khayatnezhad, M., R. Gholamin, Sh. Jamaati-e-Somarin. 2010. Study of genetic diversity and path analysis for yield in maize (*Zea mays* L.) genotypes under water and dry conditions. *World Appl. Sci. J.* 11(1): 96–99.
- Khodarahmpour, Z. 2013. Study of some quantitative traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines under the drought stress using multivariate analysis. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(14): 1547-1552.
- Leilah A.A., and S.A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments*. 61: 483–496
- Mohammadi, H., A. Ahmadi, F. Moradi, A. Abasi, K. Postini, M. Jodi, and F. Fatehi. 2011. Evaluation of important traits for wheat yield improvement under drought stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 42: 373-385.
- Paknejad, F., S. Vazan, A. Golzardi, and S.D. Habib. 2009. Correlation, regression and path analysis for yield and yield components of corn hybrid SC 704 under different irrigation regimes and procedures. *Iranian Journal of Field Crop*. 5(2): 97-115. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Schlemmer, M.R., D.D. Francis, J.F. Shanahan, and J.S. Schepers. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal*. 97: 106–112.
- Seyedzavar, J., M. Norouzi, S. Aharizad, and S. Tahmasebpour. 2014. Evaluation of correlation among traits in corn hybrids under drought stress conditions. *International Journal of Farming and Allied Sciences.* 3(10): 1088-1091.
- Yazdani, M., M.A. Bahmanyar, H. Pirdashti, and M.A. Esmaili. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *World Academy of science, Engineering and Technology*. 3: 2-12.
- Zahir, A.Z., M. Arshad, and W.F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*. 81: 97-168.
- Zarrabi, M.E., A. Allahdadi, Gh.A. Akbari, and H. Iran-Nejad. 2011. Regression and correlation relationships between maize yield under different fertilizer treatments and drought conditions. *Agricultural Ecology*. 15: 50-64. (In Persian).
- Zeinali, H., A. Nasrabadi, H. Hosseinzadeh, R. Choukan, and M. Sabokdast. 2005. Factor analysis in grain corn hybrid cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36(4): 895- 902. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of Some Effective Traits on Corn (*Zea mays* L.) Yield by Using Biofertilizer under Water Deficit Stress Conditions

Hosseini, M.[1], A. Roozbahani[2*], and A. Azadi[3]

Received: February 2014, Accepted: 27 May 2015

Abstract

To identify the most effective traits on corn yield by using biofertilizer under water deficit stress, an experiment was carried out in split plot based on randomized complete block design with three replications in Hashtgerd region in 2012. In this experiment, water deficit stress, as the main factor, consisted of four levels (control, stress at flowering, stress at grain filling and stress at both flowering and grain filling stages). Biological fertilizers as sub-plot consisted of four levels of biological fertilizer applications (control, application of Nytrazhyn, application of Barvar 2 fertile and application of both fertilizer Nytrazhyn and Barvar 2). Traits evaluated were seed yield, harvest index, 100 seed weight, number of ears per square meter, number of rows per ear, number of seed per row, weight, diameter and length of seeds. To determine the most effective traits simple correlation, stepwise regression analysis, path analysis and principal component analysis were performed. Multivariate analysis showed that harvest index, 100 grain weight and number of ears per square meter were highly effective on grain yield. They explained 77% and 66% of the total variance under both normal and drought stress conditions respectivly. The highest direct positive effect was related to harvest index under both conditions. To improving seed yielding potential of corn under water deficite cinditions emphasis should be placed mainly on the selection of genotypes with higher harvest indices.

Key words: Path analysis, Principal component analysis, Water deficit stress, Corn, Stepwise regression analysis.

1- Former MSc. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.
2- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.
3- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Yadegar- e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-Rey Branch, Islamic Azad University, Shahre-Rey, Iran.
**** Corresponding Author:*** *aroozbahani@gmail.com*

www.SID.ir