



بررسی همبستگی و رگرسیون بین صفات و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت تحت شرایط نرمال و کم آبی

نوشین فرج زاده معماری تبریزی^۱، سعید اهری زاد^۲، وهرام رشیدی^۳، فرخ درویش کجویی^۴، سعید خاوری خراسانی^۵
تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۰۲

چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۲۲ ژنوتیپ ذرت، طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار تحت شرایط نرمال و کم آبی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد تبریز اجرا گردید. فاکتور اصلی دو سطح آبیاری (سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و سطح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A با شروع از مرحله کاکل دهی) و فاکتور فرعی ۱۸ هیبرید ذرت به همراه چهار رقم شاهد بود. تجزیه مرکب دو سال نشان داد که برای اکثر صفات مورد مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ×تنش کم آبی معنی‌دار است. ژنوتیپ‌های L3×A679 و L2×K1263/1 بیشترین عملکرد به مقدار ۶/۳۸ و ۳/۸۲ کیلوگرم به ترتیب تحت شرایط نرمال و کم آبی نشان دادند. تجزیه همبستگی نشان داد که تحت هر دو شرایط آبیاری نرمال و کم آبی، عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف داشت. در مدل نهایی تجزیه رگرسیون چندگانه تحت شرایط آبیاری نرمال، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، تعداد برگ و ارتفاع بوته و تحت شرایط کم آبی، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال و ارتفاع بوته باقی ماندند. در تجزیه علیت در شرایط آبیاری نرمال و کم آبی، بیشترین اثر مستقیم تأثیرگذار بر عملکرد دانه در بلال بود. در تجزیه علیت در شرایط آبیاری نرمال و کم آبی، بیشترین اثر مستقیم تأثیرگذار بر عملکرد دانه در بلال بود. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و کم آبی، گزینش جهت افزایش عملکرد بر اساس تعداد دانه در بلال مفید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مرکب، تجزیه علیت، متغیر وابسته، هیبرید

فرج زاده معماری تبریزی، ن. س. اهری زاد و رشیدی، ف. درویش کجویی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۹۶. بررسی همبستگی و رگرسیون بین صفات و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت تحت شرایط نرمال و کم آبی. مجله اکوفیزبولوژی گیاهی. ۲۸: ۳۰-۲۱.

۱- دانشجوی دکتری واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، مسئول مکاتبات، پست الکترونیک:

noshinmemari@yahoo.com

۲- دانشیار دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران

۴- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

۵- دانشیار سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند، انتخاب کنیم. برای حذف متغیرهای کم اهمیت در مدل و تصمیم‌گیری برای تشکیل مدل نهایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها روش گام به گام است. در رگرسیون گام به گام می‌توان طی مراحل نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام نمود (فرشادفر، ۱۹۹۸). زینالی و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای در ارقام هیبرید ذرت دانه‌ای، عملکرد دانه را به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیر مستقل، مورد بررسی قرار دادند. صفت ارتفاع بوته اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۳۸/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. صفات بعدی در مدل به ترتیب وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل و تعداد کل برگ بودند که مجموعاً ۷۲/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. در بیشتر مواقع مشاهده می‌شود که یک متغیر مستقل علاوه بر اثر مستقیم بر متغیر تابع از طریق متغیر یا متغیرهای مستقل دیگر نیز به طور غیرمستقیم بر آن اثر می‌گذارد؛ بنابراین شناسایی صفت یا صفاتی که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد اثر می‌گذارد و تعیین ماهیت و میزان تاثیر آن‌ها ضروری است (رائو، ۱۹۸۳). تجزیه علیت یکی از روش‌هایی است که در چنین مواردی و در صورت وجود رابطه علت و معلول بین متغیرها بکار برده می‌شود (کمپیتون، ۱۹۵۷). نتایج تجزیه علیت نشان داد که تحت شرایط آبیاری مطلوب صفات تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه و تحت شرایط تنش دو صفت طول بلال و فاصله میانگره بیشترین اثرات مستقیم مثبت بر روی عملکرد داشتند (کارگر و لطفی، ۱۳۹۰). از آن جا که مکانیزم‌های مقاومت به خشکی در گیاهان پیچیده بوده و صفات مختلفی در این زمینه دخیل هستند، بررسی روابط بین این صفات تحت شرایط نرمال و کم‌آبی و مشخص نمودن مؤثرترین آن‌ها روی عملکرد و اجزا آن در ذرت از اهمیت بسزایی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز به صورت اسپلینت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی دو سطح آبیاری (سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و سطح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A با شروع از مرحله کاکل‌دهی) و فاکتور فرعی ۲۲ ژنوتیپ ذرت شامل ۱۸ هیبرید به همراه چهار رقم شاهد متوسط

برای تأمین غذای مردم جهان باید تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح افزایش یابد و از گیاهان پرسودتر با دوره رشد کوتاه‌تر استفاده شود. ذرت گیاهی است پرسود و با دوره رشد نسبتاً کوتاه که میزان عملکرد دانه آن در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به مراتب بیشتر بوده و می‌تواند قسمتی از نیاز بشر را جویگو باشد (تمدن رستگار و امینی، ۱۳۸۶). اهمیت اقتصادی ذرت که کشت آن در دنیای جدید رواج پیدا کرده بر همگان روشن است زیرا کلیه قسمت‌های آن اعم از دانه، برگ و حتی چوب بلال و کاکل آن استفاده می‌شود. به طوری که در تغذیه انسان ۲۵-۲۰ درصد، تغذیه دام و طیور ۷۵-۷۰ درصد و داروسازی و صنعت ۵ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد (میر هادی، ۱۳۸۰). گرچه آب فراوان‌ترین مولکول روی سطح کروی زمین است ولی فراهم کردن آب مهم‌ترین عاملی است که در مقیاس جهانی تولید گیاهان خشک زی را محدود می‌کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۴). کاهش افت و افزایش ثبات عملکرد در شرایط بروز تنش‌های مختلف، اصلی‌ترین و مهم‌ترین راهکار برای تأمین غذا برای آینده بشر می‌باشد (کاتولیو همکاران، ۲۰۰۸). تحقیقات بسیاری نشان داده است که آبیاری به شدت عملکرد این گیاه را افزایش می‌دهد؛ بنابراین خشکی گسترده‌ترین عامل محدود کننده تولید ذرت در سرتاسر جهان است (کانگ و همکاران، ۲۰۱۰). ستر و همکاران (۲۰۰۱) بیان نمودند کمبود آب به مدت پنج روز پیش از گرده‌افشانی و نیز مراحل تولید گرده‌افشانی موجب کاهش دانه‌بندی در نواحی انتهایی بلال می‌شود. با وجود این انتخاب ژنوتیپ مناسب، می‌تواند از تأثیر خشکی بر عملکرد گیاهان به کاهد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). در برنامه‌های اصلاح نباتات، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی منفی و مثبت وجود داشته باشد. لذا روش‌های تجزیه و تحلیل که بدون از بین بردن مقادیر زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند برای پژوهشگران باارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است (سبک‌دست و همکاران، ۱۳۸۶). رفیعوهمکاران (۲۰۰۴) دریافتند همبستگی عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت در سطوح مختلف تنش مثبت و معنی‌دار می‌باشد. از آنجایی که در رگرسیون چند متغیره اثرات متقابل در بین متغیرها وجود دارد ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار باشد اما در کنار برخی دیگر از متغیرها معنی‌دار نباشد. به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که

خط بیست سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر کشت گردید. پس از استقرار بوته‌ها مبارزه با علف‌های هرز موجود در کرت‌ها به طور یکسان انجام پذیرفت. عملیات برداشت نهایی پس از رسیدن بوته‌های ذرت انجام گرفت. پس از برداشت صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، محتوی رطوبت نسبی، محتوی کلروفیل، تعداد ردیف دانه در بلال، طول بلال، عملکرد دانه، وزن صد دانه، زیست توده، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C برای تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین و از نرم افزار SPSS برای تجزیه همبستگی و رگرسیون و علیت استفاده گردید.

رس ۵۴۰، ۶۴۰ و دهقان و دیررس ۷۰۴ بود. هیبریدهای مورد مطالعه حاصل از تلاقی دو لاین اینبرد پدری به نام‌های K1263/1 (لاین اینبرد زودرس) A679 (لاین اینبرد دیررس) و نه لاین اینبرد مادری حاصل از شش نسل خود باروری ترکیبات ارقام تجاری خارجی میان رس و زودرس نظیر یوگسلاوی، کرواسی، مجارستان و... می‌باشند که به صورت تلاقی لاین × تستر حاصل شده و تحت نام‌های L1 تا L9 نامگذاری شده‌اند. ۱۸ هیبرید و یک رقم شاهد دهقان از مرکز تحقیقات خراسان رضوی و سه رقم شاهد ۵۴۰ و ۶۴۰ و ۷۰۴ و از شهرستان میاندوآب تهیه شده‌اند. هیبریدهای مورد مطالعه در هر واحد آزمایشی در سه خط به طول چهارمتر و فاصله بذور بر روی

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های ذرت مورد مطالعه

شما	اسامی ژنوتیپ	شما	اسامی ژنوتیپ
ره		ره	
۱	L2×K1263/1	۱۲	L29× A679
۲	L29×K1263/1	۱۳	L3× K1263/1
۳	L31×A679	۱۴	L10× K1263/1
۴	L2× A679	۱۵	L31× K1263/1
۵	L24× K1263/1	۱۶	L5× K1263/1
۶	L3× A679	۱۷	L5× A679
۷	L24× A679	۱۸	L10× A679
۸	L9× A679	۱۹	NS640
۹	L9× K1263/1	۲۰	NS540
۱۰	L26× K1263/1	۲۱	KSC400 (Dehghan)
۱۱	L26× A679	۲۲	KAC704

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ‌ها × کم‌آبی برای صفات تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفات ارتفاع و زیست توده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است؛ که نشان دهنده متفاوت بودن عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها تحت شرایط آبیاری مختلف می‌باشد. نتایج این آزمایش با

نتایج احمدی (۱۳۷۸) که بر روی سطوح مختلف آبیاری × ژنوتیپ‌های ذرت به این نتیجه رسیدند که در صفات مورد مطالعه اثر متقابل بین سطوح مختلف آبیاری × ژنوتیپ وجود داشت، مطابقت دارد؛ و ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات تعداد برگ، محتوای رطوبت نسبی، محتوای کلروفیل، تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری باهم داشتند که نشان دهنده وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات ارزیابی شده ژنوتیپ‌های ذرت در دو سال زراعی

منابع تغییر	درجه آزادی	زیست توده شاخص سطح عملکرد دا	عملکرد دا	تعداد دانه در	تعداد دانه در	تعداد دانه در	تعداد دانه در
		برگ	برگ	بلال	ردیف	ردیف	ردیف
سال	۱	۳۵/۷۰**	۵/۷۱ ^{NS}	۴/۲۶ ^{NS}	۹/۸*	۷/۹۳*	۲۹۷/۰۲**
تکرار در سال	۴	۰/۸۰ ^{NS}	۲/۴۲ ^{NS}	۵/۵۴ ^{NS}	۴/۲۳۱ ^{NS}	۲/۸۲ ^{NS}	۳۳**
تنش آبی	۱	۴۸۳/۱۴**	۹۶۷/۷۸**	۰۹۷/۷۳**	۹۰۸۶۴/۱۸**	۴۰۲۶۷/۰۹**	۹۳۱۴/۵۷**
تنش آبی × سال	۱	۴/۲۷ ^{NS}	۰/۶۳ ^{NS}	۲/۶۵ ^{NS}	۰/۰۴۴ ^{NS}	۰/۰۶۹ ^{NS}	۲/۳۳ ^{NS}
خطای اول	۴	۰/۲۱۰	۰/۱۴۹	۰/۱۱۱	۴۹۵/۳۵	۲/۳۹۱	۰/۰۰۳
ژنوتیپ	۲۱	۱۲/۲۸**	۱۰/۲۷**	۱۳/۳۷**	۱۸۷۵**	۲۰/۴۲**	۳۲/۱۷**
ژنوتیپ × سال	۲۱	۰/۵۴ ^{NS}	۰/۵۳۲ ^{NS}	۰/۵۷ ^{NS}	۰/۴۷۸ ^{NS}	۰/۳۷ ^{NS}	۰/۵۶ ^{NS}
تنش آبی × ژنوتیپ	۲۱	۲/۲۱*	۱/۹۲**	۵/۲۰**	۴/۲۸۸**	۵/۶۵**	۱/۹۴ ^{NS}
تنش آبی × ژنوتیپ × سال	۲۱	۰/۵۱ ^{NS}	۰/۹۵ ^{NS}	۰/۷۴ ^{NS}	۰/۸۰۲ ^{NS}	۰/۷۱ ^{NS}	۰/۹۳ ^{NS}
خطای دوم	۱۶۸	۱/۳۸	۰/۳۶۸	۰/۳۱۱	۱۶۵۶/۵۴	۷/۷۳	۰/۰۸۲
ضریب تغییرات		۱۴/۴۱	۱۵/۵۶	۱۳/۵۲	۹/۷۳	۹/۶۶	۱/۹۹

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات ارزیابی شده ژنوتیپ‌های ذرت در دو سال زراعی

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن صد دانه	طول بلال	محتوای کلروفیل	محتوای رطوبت نسبی	تعداد برگ
سال	۱	۳۲/۸۴**	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۵۳۹ ^{NS}	۶/۸۳ ^{NS}	۶/۷۹ ^{NS}	۰/۰۸۸ ^{NS}
تکرار در سال	۴	۱/۰۰۲ ^{NS}	۲ ^{NS}	۱/۲۵ ^{NS}	۲/۰۲ ^{NS}	۱/۹۹ ^{NS}	۱۱/۵۱*
تنش آبی	۱	۵۴/۳۸ ^{NS}	۷۰۲۳/۱۴**	۱۰۷۲/۵۰*	۸۷۴*	۲۶۴/۲۷*	۱۳۷۵/۰۳*
تنش آبی × سال	۱	۲۱/۶۶**	۰/۱۰۴ ^{NS}	۰/۱۵ ^{NS}	۲/۲۰ ^{NS}	۲/۰۱ ^{NS}	۰/۴۱ ^{NS}
خطای اول	۴	۱۵۵/۸۴	۱۱/۶۸	۲۰/۳۹**	۰/۴۳	۱۱/۶۹	۰/۳۱۶
ژنوتیپ	۲۱	۷/۴۹**	۳۵/۵۸**	۶/۴۱ ^{NS}	۴/۶۷**	۱۲/۲۰**	۴/۱۹**
ژنوتیپ × سال	۲۱	۰/۴۳۰ ^{NS}	۰/۴۵۶ ^{NS}	۱/۰۶۳ ^{NS}	۰/۸۸ ^{NS}	۰/۸۵ ^{NS}	۰/۹۳۰ ^{NS}
تنش آبی × ژنوتیپ	۲۱	۲/۴۳*	۴/۲۲**	۷/۳۳**	۰/۹۱ ^{NS}	۱/۹۵ ^{NS}	۰/۸۱ ^{NS}
تنش آبی × ژنوتیپ × سال	۲۱	۰/۵۳ ^{NS}	۰/۵۳۲ ^{NS}	۰/۶۴ ^{NS}	۰/۸۱ ^{NS}	۰/۶۱ ^{NS}	۱/۰۲ ^{NS}
خطای دوم	۱۶۸	۹۴۶/۵۸	۰/۲۸۹	۱۸/۹۹	۵/۰۸	۲۴/۵۷	۱/۰۸۲
ضریب تغییرات		۱۳/۹۹	۳/۲۰	۱۸/۰۵	۱۱/۱۷	۷/۹۶	۱۱/۹۱

**NS, *، ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۰.۱٪ و ۰.۵٪ و غیر معنی‌داری

کاهش یافته که میزان درصد تغییرات آن ۰.۴٪ درصد بوده است. پژوهشگران علت آن را به کاهش کارایی فتوسنتز و کوتاه شدن طول دوره رشد نسبت داده‌اند (ایرل و دیویس، ۲۰۰۳). تحقیقات نشان داده است که در هنگام گرده‌افشانی خشکی شدیدترین تأثیر را می‌تواند روی عملکرد گیاهان داشته باشد (موزر و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیقات کاکر (۲۰۰۴) بر روی ذرت بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری کامل بدست آمده است و تنش آبی موجب ۰.۴٪ کاهش محصول شده است؛ که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

از نظر صفت عملکرد دانه تحت شرایط نرمال بیشترین مقدار مربوط به ژنوتیپ ۱ با میانگین ۶/۳۸ کیلوگرم در کرت و نیز کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۱۳ به ترتیب با میانگین‌های ۴/۳۴ و ۴/۳۲ کیلوگرم در کرت و تحت شرایط کم‌آبی بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ ۶ با میانگین ۳/۸۲ کیلوگرم در کرت و کمترین مقدار ژنوتیپ ۳ با میانگین ۲/۳۹ کیلوگرم در کرت مشاهده می‌شود (جدول ۳). میزان عملکرد دانه تحت شرایط کم‌آبی نسبت به نرمال

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت تحت دو شرایط کم‌آبی و نرمال

ژنوتیپ‌ها		عملکرد دانه		ژنوتیپ‌ها		عملکرد دانه	
مطلوب		شرایط کم‌آبی		مطلوب		شرایط کم‌آبی	
L2×K1263/1	۶/۳۸	۳/۱۰	L29× A679	۴/۳۴	۲/۴۲	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
L29×K1263/1	۴/۸۷	۳/۶۲	L3× K1263/1	۴/۳۲	۲/۷۵	شرایط مطلوب	عملکرد دانه
L31×A679	۴/۹۶	۲/۳۹	L10× K1263/1	۵/۷۸	۲/۸۸	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
L2× A679	۵/۲۰	۳/۲۲	L31× K1263/1	۵/۱۷	۳/۰۱	شرایط مطلوب	عملکرد دانه
L24× K1263/1	۴/۷۵	۳/۰۵	L5× K1263/1	۴/۴۶	۲/۶۳	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
L3× A679	۶/۲۱	۳/۸۲	L5× A679	۴/۷۷	۲/۹۸	شرایط مطلوب	عملکرد دانه
L24× A679	۵/۷۶	۳/۴۶	L10× A679	۴/۶۲	۳/۵۷	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
L9× A679	۶/۱۷	۳/۲۲	640	۴/۷۸	۳/۳۷	شرایط مطلوب	عملکرد دانه
L9× K1263/1	۵/۵۷	۲/۷۳	540	۵/۲۴	۲/۵۲	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
L26× K1263/1	۶/۰۹	۳/۵۸	DEHGHAN	۵/۰۷	۲/۴۳	شرایط مطلوب	عملکرد دانه
L26× A679	۵/۸۲	۲/۶۳	704	۴/۷۳	۲/۹۳	شرایط کم‌آبی	عملکرد دانه
LSD5. /.	۰/۸۳	۰/۸۳		۰/۸۳	۰/۸۳		

و وزن دانه در بلال تحت شرایط تنش خشکی گزارش کردند. همچنین بیرگی و همکاران (۲۰۱۱) و کامارا و همکاران (۲۰۰۳) همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با تعداد دانه در ردیف گزارش کردند. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که در شرایط نرمال صفات تعداد برگ، ارتفاع، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه مجموعاً ۹۷٪ تغییرات متغیر وابسته و در شرایط تنش خشکی صفات ارتفاع، تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه با ۹۱٪ از تغییرات متغیر وابسته را توجیه نمودند (جدول ۸). زینالی و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای در ارقام هیبرید ذرت دانه‌ای، عملکرد دانه را به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیر مستقل مورد بررسی قرار دادند. صفت ارتفاع بوته اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۳۸/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. صفات بعدی در مدل به ترتیب وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال و تعداد کل برگ بودند که مجموعاً ۷۲/۵ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند که تقریباً با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تجزیه علیت با توجه به (جدول ۹) در شرایط نرمال چهار صفت وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال، ارتفاع و تعداد برگ اثر مستقیم بر عملکرد دانه داشتند که صفت تعداد دانه در بلال بیشترین اثر مستقیم را نشان داد. این صفت از طریق وزن صد دانه بیشترین اثر غیرمستقیم بر عملکرد دانه داشت. دومین صفت که بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه داشته، وزن صد دانه می‌باشد که از طریق

همبستگی فنوتیپی برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام گرفت، همانطور که در (جدول ۴) دیده می‌شود، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، تعداد دانه در بلال و طول بلال با عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد؛ و تحت شرایط تنش صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵)؛ و تحت شرایط بدون تنش بین تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف با طول بلال همبستگی مثبت و معنی‌دار شد که حاکی از آن است که هر چه طول بلال‌ها بیشتر شده تعداد دانه در بلال نیز بیشتر شده و در نهایت عملکرد بیشتری حاصل شده است و همچنین بین تعداد دانه در بلال با تعداد دانه در ردیف همبستگی مثبت و معنی‌داری تحت دو شرایط تنش و بدون تنش مشاهده شد. ویدال مارتینز و همکاران (۲۰۰۱) همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری را بین تعداد دانه در ردیف بلال با عملکرد دانه گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کامپوس و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی که برای بهبود مقاومت به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله گل‌دهی، زمان رشد خامه و گرده‌افشانی بیشتر به خشکی حساس است. آن‌ها گزارش کردند که عملکرد در شرایط تنش در مرحله گل‌دهی، همبستگی بسیار قوی با تعداد دانه در هر بلال دارد. شعاع حسینی و همکاران (۱۳۸۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد دانه در ردیف

شرایط تنش از صفات مؤثر بر عملکرد می‌باشد. بررسی رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت هم مؤید اثر مستقیم قابل توجه تعداد دانه در بلال بر عملکرد بود. یزدان دوست و رضایی (۲۰۰۱) نیز در تجزیه علیت نشان دادند تعداد دانه در بلال بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه دارد و مهم‌ترین جزء عملکرد است. با توجه به نتایج حاصل مشاهده می‌شود که عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی کاهش یافته است. می‌توان این چنین استنباط کرد که آسیب مربوط به عملکرد دانه در اثر تنش خشکی ناشی از مصادف شدن زمان پر شدن دانه‌ها با خشکی می‌باشد که این عامل باعث می‌شود، دانه‌های (تخمدان‌ها) انتهای بلال از نظر سیکل زایشی دیرتر از دانه‌های ابتدا و وسط بلال لقاح یابند، و جنین در آن‌ها دیرتر تشکیل شود و در اثر تنش خشکی سقط شوند و دانه‌ها تکامل نیابند در نتیجه عملکرد دانه را از طریق کاهش تعداد دانه در بلال کاهش دهد. همچنین با توجه به نتایج همبستگی، رگرسیون و تجزیه علیت تحت شرایط تنش و بدون تنش این صفت بیشترین اثر مستقیم با عملکرد دانه داشته است، می‌توان این چنین استنباط کرد در برنامه‌های به نژادی ذرت با استفاده از این صفت جهت گزینش بهترین ژنوتیپ ذرت با عملکرد بالا تحت شرایط آبیاری نرمال و کم‌آبی بهره‌مند شد و می‌توان در انتقال صفات و فعالیت‌های دو رگ گیری مورد نظر قرارداد. صفات دیگر نظیر ارتفاع بوته از طریق وزن صد دانه تحت شرایط نرمال و کم‌آبی و تعداد برگ از طریق تعداد دانه در بلال تحت شرایط نرمال اثر غیرمستقیم بر روی عملکرد گذاشته که می‌توانند شاخص‌های مهمی برای گزینش هیبریدهای ذرت با عملکرد بالا به حساب آیند؛ که این نتایج با نتایج احمدی (۱۳۷۸) مطابقت دارد.

تعداد دانه در بلال بیشترین اثر غیرمستقیم بر عملکرد داشت. ارتفاع سومین صفت با اثر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه می‌باشد و از طریق صفت وزن صد دانه بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت و از طریق صفت تعداد برگ بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه داشت و تعداد برگ کمترین اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه داشته و از طریق تعداد دانه در بلال بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه داشته است. همچنین نتایج حاصل از تجزیه علیت تحت شرایط تنش نشان داد که سه صفت وزن صد دانه و تعداد دانه در بلال و ارتفاع اثر مستقیم بر روی عملکرد دانه داشتند که صفت تعداد دانه در بلال بیشترین اثر مستقیم و از طریق ارتفاع بوته بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه داشته است؛ و بعد از تعداد دانه در بلال به ترتیب وزن صد دانه بیشترین اثر مستقیم را داشته و از طریق تعداد دانه در بلال نیز اثر غیرمستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه داشت. سومین صفت که اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه داشته، ارتفاع بوته بوده که از طریق تعداد دانه در بلال بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه داشته است (جدول ۱۰). کارگر و لطفی (۱۳۹۰) گزارش نمودند که تحت شرایط آبیاری هر هفت روز یک‌بار و هر ۱۴ روز یک‌بار صفات تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه بیشترین اثرات مستقیم مثبت بر روی عملکرد داشتند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. فاطمی و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند، به طور کلی صفات وزن صد دانه و ASI از عوامل تعیین کننده عملکرد دانه در شرایط خشکی می‌باشند. استخروچوگان (۲۰۰۶) نیز گزارش نمودند صفات وزن صد دانه و تعداد دانه با عملکرد رابطه قابل توجهی دارد. کاکیر (۲۰۰۴) نیز اشاره نموده که ارتفاع بوته تحت

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت مورد بررسی تحت شرایط نرمال

محتوی	محتوی	طول بلال	وزن صد دانه	ارتفاع بوته	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	زیست توده
محتوی رطوبت نسبی <td>کلروفیل <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td>	کلروفیل <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>									
										زیست توده
									۰/۱۸۱	شاخص سطح برگ
									-۰/۱۲۳	تعداد برگ
									-۰/۲۴۶	تعداد دانه در بلال
									۰/۱۵۹	تعداد دانه در ردیف
									۰/۱۶۳	تعداد ردیف دانه در بلال
									۰/۲۲۵	ارتفاع بوته
									۰/۱۳۵	وزن صد دانه
									۰/۳۵۹	طول بلال
									۰/۱۸۲	محتوی کلروفیل
									۰/۱۸۳	محتوی رطوبت نسبی
									۰/۲۵۱	عملکرد دانه
									۰/۱۱۳	
									۰/۲۷۴	
									۰/۴۴۶*	
									-۰/۲۷۴	
									-۰/۱۲۲	
									۰/۳۵۵	
									۰/۰۸۲	
									-۰/۰۹۴	
									۰/۸۹۲**	
									۰/۸۴۹**	
									۰/۲۱۶	
									-۰/۱۶۷	
									۰/۲۱	
									۰/۳۴۷	
									-۰/۱۱۹	
									۰/۴۳۵**	
									-۰/۱۵۹	
									۰/۰۴۴	

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت مورد بررسی تحت شرایط تنش آبی

محتوی رطوبت نسبی	محتوی کلروفیل	طول بلال	وزن صد دانه	ارتفاع بوته	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	زیست توده
										زیست توده
									-	-۰/۳۹۷
										شاخص سطح برگ
									۰/۰۷۹	۰/۲۲۱
										تعداد برگ
									-	۰/۳۲۷
									۰/۲۲۱	تعداد دانه در بلال
										تعداد دانه در ردیف
									۰/۱۲۰	۰/۲۷۳
									۰/۹۷۵**	تعداد ردیف دانه در بلال
									-	۰/۲۶۱
									۰/۲۹۲	تعداد ارتفاع بوته
									۰/۱۹۵	۰/۱۰۷
									۰/۲۴۷	ارتفاع بوته
									-	۰/۲۸۷
									۰/۰۷۹	وزن صد دانه
									-	۰/۲۵۳
									۰/۰۷۴	طول بلال
									۰/۲۰۱	محتوی کلروفیل
									۰/۲۶	۰/۱۰۷
									۰/۲۴۸	وزن صد دانه
									-	۰/۲۸۷
									۰/۳۳۲	طول بلال
									۰/۲۴۲	محتوی کلروفیل
									۰/۲۴۷	۰/۲۵۳
									۰/۱۰	محتوی رطوبت نسبی
									۰/۱۸۲	۰/۰۴۰
									۰/۱۷۶	عملکرد دانه
									-	۰/۲۵۵
									۰/۰۰۴	۰/۲۵۵
									۰/۵۴۹**	عملکرد دانه
									-	۰/۲۵۵
									۰/۱۵۰	۰/۲۵۵
									۰/۹۱۵**	۰/۲۵۵
									۰/۸۶۹**	۰/۲۵۵
									۰/۳۸۱	۰/۲۵۵
									۰/۱۱۰	۰/۲۵۵
									۰/۱۸۸	۰/۲۵۵
									۰/۲۳۸	۰/۲۵۵

به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۰/۵٪، **، *

جدول ۶- تجزیه رگرسیون عملکرد دانه با صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های ذرت تحت شرایط نرمال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F مقدار
رگرسیون	۴	۲/۱۴	۳۰۴/۲۴**
انحراف از رگرسیون	۱۷	۰/۰۰۷	

جدول ۷- تجزیه رگرسیون عملکرد دانه با صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های ذرت تحت شرایط کم‌آبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F مقدار
رگرسیون	۳	۱/۱۹	۷۹/۷۹**
انحراف از رگرسیون	۱۸	۰/۰۱۵	

جدول ۸- مدل نهایی حاصل از تجزیه رگرسیونی عملکرد دانه در شرایط نرمال و کم‌آبی

شرایط آزمایشی	مدل استاندارد	R ²
نرمال	تعداد برگ ۰/۰۶۹- ارتفاع بوته ۰/۰۰۴- تعداد دانه در بلال ۰/۰۱۱+ وزن صد دانه ۰/۳۳+ ۰/۵۲- = عملکرد دانه	۰/۹۷
کم‌آبی	ارتفاع بوته ۰/۰۰۵- تعداد دانه در بلال ۰/۰۱۱+ وزن صد دانه ۰/۱۹+ ۲/۸۱- = عملکرد دانه	۰/۹۱

جدول ۹- تجزیه مسیر عملکرد دانه با اجزای آن در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت شرایط نرمال

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم		
		وزن صد دانه	تعداد دانه در بلال	ارتفاع
وزن صد دانه	۰/۳۹	-	۰/۲۶	-۰/۰۰۸۴
تعداد دانه در بلال	۰/۷۷	۰/۱۳۲	-	۰/۰۰۵۲
ارتفاع	-۰/۱۳	۰/۰۲۵	-۰/۰۰۳	-
تعداد برگ	-۰/۰۷	-۰/۰۹۳	۰/۱۲۲	-۰/۰۴۷
ضریب همبستگی				
				۰/۶۷
				۰/۸۹
				-۰/۱۶
				-۰/۰۹۴

جدول ۱۰- تجزیه مسیر عملکرد دانه با اجزای آن در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت شرایط کم‌آبی

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم		
		وزن صد دانه	تعداد دانه در بلال	ارتفاع
وزن صد دانه	۰/۲۵	-	-۰/۰۳۴	-۰/۱۱
تعداد دانه در بلال	۰/۹۶	-۰/۰۰۹۲	-	-۰/۰۳۷
ارتفاع	-۰/۱۹	۰/۰۲۷	۰/۱۸	-
ضریب همبستگی				
				۰/۹۱
				۰/۱۹

سپاسگزاری

سال تحت شرایط آبیاری محدود و مطلوب)) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می‌باشد. لذا از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران که در اجرای پایان‌نامه کَشیده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه تحت عنوان ((بررسی اثرهای ژنتیکی با استفاده از تلاقی لاین × تستر در ذرت و اثر متقابل آن‌ها با

منابع

- احمدی، الف. ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجارتي ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۲۴ صفحه.
- تمدن رستگار، م. و ا. امینی. ۱۳۸۶. بررسی تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در منطقه ساری. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ۱۷: ۷۵-۲۸.
- حسینی، س. ف. ر. چوکان، م. ر. بی‌همتا و ع. محمدی. ۱۳۹۲. برآورد ترکیب پذیری و اثر ژن در لاین‌های ذرت با استفاده از تجزیه لاین × تستر در شرایط تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران. شماره ۱۵(۱): ۷۰-۶۰.
- سبکدست، م. و ف. خیال پرست. ۱۳۸۶. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در ۳۰ رقم لوبیا. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱. شماره ۴۳: ۱۲۳-۱۳۳.
- شعاع حسینی، م.، س. خاوری خراسانی و م. فارسی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش کمبود آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی ۱۸. شماره ۱: ۷۱-۸۵.
- کارگر، س. م. و ا. لطفی. ۱۳۹۰. بررسی همبستگی و تجزیه علیت صفات بر عملکرد سینگل کراس ۷۰۴ ذرت تحت شرایط تنش کم‌آبی. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی. سال سوم. شماره ۳ و ۴: ۴۳-۵۵.
- کوچکی، ع. ر. الف. زند و س. ر. وصال. ۱۳۸۴. اکوفیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۵۳ صفحه.
- میرهادی، م. ۱۳۸۰. ذرت. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر خدمات و تکنولوژی آموزشی.

Beiragi, M. A, S. Khavari Khrasani, S. H. Shojaei, M. Dadresan, Kh. Mostafavi and M. Golbashy. 2011. A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 Corn hybrids (*Zea mays L.*). Agric. J. America. 1(3): 110-120.

- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89(1): 1-16.
- Campos, H., M. Cooper, J. E. Habben, G. O. Edmeades and J. R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crops Res.* 90(1). 19-34.
- Cattivelli, L., F. Rizza and A.M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants. an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Res.* 105:1-14.
- Estakhr, A and R.Chogan. 2006. The evaluation yield and components yield and correlation between them on foreign and native hybrids corn. *Iranian. J.Agric. Sci.* 37(1). 85-91.
- Farshadfar, E. 1998. Application of biometrical genetics in plant breeding. (1st Ed.) Razi University of Kermanshah Publications. pp 527.
- Fatemi, R., B. Kahrarian, A. Ghnbary and M.Valizadeh. 2006. The Evaluation of Different Irrigation Regimes and Water Requirement on Yield and Yield Components of Corn. *J. Agric.Sci. (Islamic Azad University)* 12(1):133-141.
- Kamara, A.Y., A. Menkir, B. Badu-Apraku and O. Ibikunle. 2003. Reproductive and stay-green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated cultivars and farmers' local cultivars to terminal drought stress. *J. Medical.* 48:29-37
- Kang, Y and S. Chena Mand Wana. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (*Zea mays L. var. ceratina Kulesh*) in North China Plain. *Agric. Water.Man.* 97(9). 1303-1309.
- Kempthorne, O. 1957. An introduction to genetic statistics. Iowa State University press. *Crop Sci.* 17:47-50.
- Rafiee, M., M. Karimi, Gh. Nour-Mohammadi and H.A. Nadian. 2004. Investigation of traits correlation and path analysis of corn (*Zea mays L.*) Seed yield in different treatments of Drought stress. *J. Agric. Res.* 4(2): 33-45.
- Rao, G.N. 1983. *Statistics for Agricultural Science.* Oxford and IbhPubl. Co. London.
- Setter, T. L., A. Brian, F. Lannigan and J. Melkonian. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: Carbohydrate supplies abscise acid, and cytokines. *Crop Sci.* 41(2): 1530-1540.
- Srdic, J., S. S. Mladenovic-Drinic and Z. Pajic. 2006. Combining abilities and genetic resemblance of maize inbred lines. *Act.Agron. Hung Arica.* 54(3): 337-342.
- Stiller, V. 2009. Soil salinity and drought alter wood density and vulnerability to xylem cavitation of bald cypress (*Taxodium distichal (L.) Rich.*) Seedlings. *Environ. Exp.Bot.* 67: 164-171
- YazdanDoost Hamedani, M and A.Rezai. 2001. A study of morphological and physiological basis of corn yield through path analysis. *Iranian. J. Agric. Sci.* 32(3):51-69.
- Zinali, H., E. Naser-Abadi, H. Hossein-zadeh and M. Sabokdast. 2004. Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize. *Iranian. J. Agric. Sci.* 36: 4. 895-902. (In Persian)

Correlation and regression between traits and grain yield in maize hybrids under normal and stress conditions

N. Farajzadeh Meemari Tabrizi¹, S. Aharizad², V. Rashidi³, F. Darvish Kojoei⁴, S. Khavari Khorasani⁵

Received: 2015-06-23 Accepted: 2016-03-21

Abstract

To investigate yield and yield components in 22 corn hybrids, a split plot experiment based on randomized complete block design with three replicates was conducted under water stress and non-water stress during 2013 and 2014 at the Research Station Agriculture, Islamic Azad University of Tabriz, Iran. Treatments were two irrigation levels (Irrigation after 70mm evaporation from class A evaporation pan and irrigation after 140mm evaporation from class A evaporation pan at the beginning of the Tasseling) as main plots and 18 maize hybrids and 4 maize varieties as sub-plots. Combined analysis in two years showed that genotype \times water stress interaction had significant effect on the most of measured traits. Genotype L2 \times K1263/1 and L3 \times A679 showed the highest yield by 6/38 and 3/82 kg ha⁻¹ under normal conditions and stress conditions, respectively. Correlation analysis showed that number of kernels per row and numbers of grains per ear have a maximum positive significant correlation under stress and non-stress conditions. Based on the results of step wise regression in non-stress conditions, 100 seed weight, number of kernel per ear, number of leaves and plant height and under stress conditions 100 grain weight, number of kernels per ear and plant height were remained. Path analysis showed that non-stress conditions and stress conditions number of number of grains per ear had a direct effect on grain yield. Results showed that in the both condition (stress-non stress), selection for increased yield could be performed by selecting genotypes with number of grains per ear.

Keywords: Combined analysis, dependent variable, drought, hybrid, path analysis

1- PhD Student, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2- Professor Associated, Tabriz University, Tabriz, Iran

3- Professor Assistant, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran

4- Professor Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

5 - Professor Associated, Mashhad Agricultural and Natural Resource Research Center, Mashhad, Iran