بررسي صفات تعيين كننده عملكرد ذرت دانه اي (*Zea mays* L.) در دو شرايط آبياري معمول و تنش كم آبي

م. گلباشي[۱]، م. ابراهيمي[۲]، س. خاوري خراساني[۳] و ر. چوكان[۴]

چكيده

به منظور مطالعه اثر تنش كم آبي برخصوصيات زراعي، عملكرد و اجزاي عملكرد ۳٤ رقم ذرت هيبريد و همچنين بررسي مهمترين صفات تاثير گذار بر عملكرد آنها، آزمايشي در قالب طرح بلوک‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار تحت شرايط تنش كم آبي (۸۰ درصد تخليه مجاز رطوبتي از خاک) و آبياري معمول (۵۰ درصد تخليه مجاز رطوبتي از خاک) در مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي خراسان رضوي اجرا گرديد. نتايج تجزيه واريانس صفات مورد بررسي نشان داد كه تحت هر دو شرايط آبياري معمول و تنش كم آبي بين هيبريدها از نظر كليه صفات مورد مطالعه اختلاف بسيار معني‌داري وجود دارد. در شرايط آبياري معمول، هيبريد تجاري سينگل كراس ۵۰۰ و در شرايط تنش كم آبي، هيبريد شماره ۱۱ از بيشترين مقدار عملكرد دانه (به ترتيب ۱۳/۷۹ و ۵/٦۹ تن در هكتار) برخوردار بودند. اين آزمايش نشان داد كه تحت شرايط آبياري معمول و تنش كم آبي به ترتيب صفات قطر بلال و تعداد دانه در رديف بلال داراي بالاترين همبستگي ژنتيكي مثبت با عملكرد دانه بودند. نتايج اين پژوهش نشان داد كه تحت شرايط بدون تنش، هيبريدهاي با ميانگين تعداد بلال كمتر در بوته كه داراي بلال قطورتر، سنگين تر و با تعداد دانه در رديف بيشتر بوده و درعين حال از درصد چوب كمتري برخوردار هستند، داراي عملكرد دانه بيشتري خواهند بود. بطور كلي با توجه به نتايج بدست آمده از تجزيه مسير، بررسي و مقايسه صفات تاثيرگذار بر عملكرد دانه در دو محيط مي‌توان نتيجه گرفت كه صفات تعداد بلال در بوته، وزن ۱۰ بلال و درصد دانه در اثر تنش كم آبي به سرعت تحت تاثير قرار گرفته و تعيين كننده محدوديت‌هاي گياه در توليد دانه مي‌باشند. با اصلاح اين صفات مي توان موانع موجود بر سر راه عملكرد را از ميان برداشته و به هدف نهايي يعني افزايش عملكرد در شرايط كم آبي دست يافت.

واژه هاي كليدي: تجزيه مسير، ذرت دانه‌اي، رگرسيون گام به گام، همبستگي ساده

---

[۱] - دانشجوي دكتري دانشگاه تهران

[۲] - استاديار پرديس ابوريحان دانشگاه تهران

[۳] - استاديار مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي خراسان رضوي

[۴] - دانشيار موسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال و بذر، كرج

مقدمه

ذرت (.Zea mays L) در جهان سومين محصول مهم غذايي بعد از گندم و برنج بوده كه غذاي اصلي ميليون‌ها انسان مي‌باشد (۱۵). ذرت از جمله گياهان زراعي مهم در ايران به شمار مي‌رود كه در ۷۰۰ هزار هكتار از اراضي ايران كشت مي‌شود و ۲/۸ درصد از كل توليد غلات را به خود اختصاص مي‌دهد (۱۲). پيش‌بيني مي‌شود كه تا سال ۲۰۲۰ تقاضا براي ذرت ٤٥ درصد افزايش يابد. ايران با متوسط نزولات آسماني ۲٤۰ ميلي‌متر در زمره مناطق خشك طبقه بندي مي‌شود (۲۹ و ۱۵). در مناطق خشك نيز كافي نبودن آب، وجود گرماي شديد و هواي بسيار خشك، توليد گياهان را در اين نواحي محدود مي‌كند (۲۳). تنش خشكي يكي از مهمترين عوامل كاهش دهنده عملكرد ذرت محسوب مي‌شود. ميزان آب مورد نياز ذرت بسته به شرايط محيطي و غذايي بين ٤ الي ۷ و حداكثر ۹ هزار متر مكعب در هكتار است (۲۰).

به طور كلي عكس‌العمل گياهان زراعي و ارزيابي آنها براي حداكثر عملكرد در شرايط محيطي متنوع وابسته به توانايي متفاوت آنها در استفاده از شرايط محيطي است. اين امر از طريق تنظيم اجزاي عملكرد و اثرات متقابل ژنوتيپ‌ها به هنگام بروز شرايط مطلوب و نامطلوب در هرمرحله‌اي از رشد و نمو گياه امكان‌پذير است (۱۵). كمبود آب در مدت ۳۰ تا ٤۰ روز پس از تشكيل دانه، يعني هم زمان با حداكثر انتقال و ذخيره مواد غذايي در دانه‌ها باعث كاهش عملكرد مي‌شود (۲۰). عملكرد دانه كاربردي‌ترين شاخص براي شناسايي ارقام سازگار به محيط‌هاي واجد تنش است (۲آ). با اين حال در محيط‌هاي پر تنش، عملكرد دانه به تنهايي هميشه مفيدترين و يا ساده‌ترين صفت انتخابي نيست. براي شناسايي ارقام سازگار به محيط‌هاي پر تنش، ضمن ارزيابي عملكرد محصول، استفاده از صفات فيزيولوژيك و مورفولوژيك مرتبط با عملكرد و موثر بر تحمل به تنش خشكي در ژنوتيپ‌هاي مختلف توصيه شده است (۱ و ۱۱).

در مورد اثرات تنش خشكي بر كاهش معني‌دار عملكرد در گياهي مثل ذرت، به ويژه در واكنش نسبت به تنش آبي در مرحله زايشي و همچنين اصلاح براي بهبود تحمل به خشكي مطالعات زيادي انجام شده است (۳۵). خشكي بر گياه ذرت بسته به مرحله‌اي از رشد كه با آن مواجه مي‌شود، اثرات متفاوتي مي‌گذارد (۲ و ۱۵). در تحقيقي روي ذرت بيشترين عملكرد در تيمار آبياري كامل بدست آمده و تنش آبي موجب ۴ģ درصد كاهش محصول شده است (آ). در آزمايش ديگري كه براي بررسي اثر تنش خشكي بر عملكرد و اجزاي عملكرد ذرت دانه‌اي انجام شد، مشاهده گرديد كه تنش در مرحله رويشي و گل‌دهي، صفات مورد بررسي را بيشتر تحت تاثير قرار داد و در بين اجزاي عملكرد ذرت، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در رديف و قطر بلال بيشترين همبستگي را با عملكرد نشان دادند (۱٤).

احمدزاده (٤) در بررسي تاثير تنش رطوبتي بر ميزان همبستگي بين عملكرد و اجزاي آن به اين نتيجه رسيد كه بين عملكرد دانه با صفات عملكرد بيولوژيك و تعداد دانه در رديف همبستگي مثبت و معني داري وجود

دارد. توكلي و همكاران (۳۱) بيان نمودند كه تنش كم آبي باعث كاهش اكثر صفات مورد مطالعه بويژه طول بلال مي شود. تراوره و همكاران (۳۲) نتيجه گرفتند كه تنش كم آبي شديد در طي اوايل پرشدن دانه، تجمع ماده خشک در دانه ها را بيشتر از هر اندام ديگري كاهش مي دهد.

شاوزون و همكاران (۲آ) طي آزمايشي روي ذرت نتيجه گرفتند كه كمبود آب خاك در مرحله گياهچه اي تاثير معني داري روي عملكرد دانه نداشت، اما گياهاني كه در اين مدت تحت تنش رطوبتي قرار گرفتند، نسبت به كمبود آب در مراحل بعدي رشد سازگاري بهتري پيدا كردند.

واسون و همكاران (۳٤) اثر حجم آبياري را در سه مرحله از رشد و توسعه ذرت، بررسي و ملاحظه كردند كه گياه ذرت حساسيت بالايي نسبت به كمبود آب در مرحله گل دهي دارد. تنش جزئي رطوبت در اين مرحله از تشكيل آغازين هاي گل جلوگيري نموده و تعداد دانه را كاهش مي دهد. كمبود آب در مرحله گل دهي باعث تأخير در ظهور گل تاجي و ابريشم شده و منجر به افزايش فاصله بين آǧ درصد گرده افشاني و آǧ درصد ظهور كاكل شده و در نهايت موجب مي شود كه انتشار و جذب دانه گرده به وسيله كلاله كاهش يابد. ابريشم هاي ظاهر شده ممكن است در اثر كمبود آب و درجه حرارت بالا خشكيده و در نتيجه پذيرش دانه گرده و بدنبال آن جوانه زدن و رشد لوله گرده در كلاله و داخل تخمک ها تحت تاثير قرار گرفته, باروري به خوبي صورت نگيرد و در نهايت تعداد دانه در بلال كاهش يابد (۲آ).

اسبرن و همكاران (۲۱) بيان كردند كه شدت خسارت خشكي بر عملكرد بسته به طول مدت و شدت تنش و مرحله رشد گياه متفاوت است، به طوري كه تنش خشكي پيش از گلدهي، هنگام گلدهي و پس از آن عملكرد ذرت را به ترتيب ۲آ، آǧ و ۲۱ درصد در مقايسه با گياهان شاهد كاهش داد.

جعفري و ايماني (١٦) در بررسي اثر تنش خشكي در سه مرحله قبل از گلدهي، زمان گلدهي و زمان پرشدن دانه هاي ذرت به اين نتيجه رسيدند كه تنش خشكي در هر یک از مراحل فوق باعث كاهش معني دار عملكرد ذرت مي شود. تنش در مرحله گل دهي بيشترين خسارت را بر عملكرد دانه داشت و باعث كاهش ٤٢ درصدي عملكرد گياه شد. تنش در مرحله پرشدن دانه ۱۵/۸ درصد و در مرحله قبل از گل دهي ۱۲/۵ درصد كاهش عملكرد را به همراه داشت.

در آزمايش ديگري كه براي بهبود مقاومت به خشكي در ذرت انجام شد، مشخص گرديد كه ذرت در مرحله گل دهي، زمان رشد خامه و گرده افشاني بيشتر به تنش خشكي حساس است (۹). كموس و همكاران (۹) گزارش كردند كه عملكرد در شرايط تنش در مرحله گل دهي، همبستگي معني دار و بسيار بالايي با تعداد دانه در هر بلال دارد. كيكر (۸) در آزمايشي كه براي مطالعه تاثير تنش رطوبتي روي رشد رويشي و زايشي ذرت انجام داد به اين نتيجه رسيد كه تنش خشكي منجر به كاهش ارتفاع گياه و نيز توسعه سطح برگ در ذرت مي شود. گلباشي و همكاران (۱۵) با مطالعه خود روي هيبريدهاي ذرت دانه اي بيان

نمودند که تنش خشکي باعث کاهش معني‌دار عملکرد و اجزاي عملکرد دانه مي‌شود. اين تحقيق به منظور بررسي تنوع صفات مهم بين تعدادي از هيبريدهاي ذرت دانه اي در دو محيط آبياري معمول و تنش کم آبي، تعيين اثرات مستقيم و غيرمستقيم صفات بر عملکرد دانه و استفاده از آنها در افزايش بازدهي انتخاب انجام شد.

مواد و روشها

در اين پژوهش اثر تنش خشکي بر خصوصيات زراعي، عملکرد و اجزاي عملکرد ۲Ī رقم هيبريد جديد متحمل به گرما (که از بين جمعيت هاي اصلاحي آزاد گرده افشان غربال و در شرايط گرم خوزستان اصلاح شده اند) به همراه Ī رقم تجاري و اميد بخش به عنوان شاهد در ايستگاه طرق مرکز تحقيقات کشاورزي خراسان رضوي مورد بررسي و ارزيابي قرار گرفت. اين ايستگاه در ٦ کيلومتري جنوب شرق مشهد در عرض جغرافيايي ٣٦ درجه و ١٦ دقيقه شمالي و طول شرقي ٥٩ درجه و ٣٨ دقيقه شرقي از نصف النهار گرينويچ قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دريا ٩٨٥ متر و متوسط بارندگي سالانه آن ٢٨٦ ميلي متر مي باشد و بارندگي ها عمدتا در دو فصل پاييز و زمستان صورت مي گيرد. آب و هواي آن براساس روش آمبرژه خشک و سرد است.

جدول ١- اسامي جمعيت هاي آزاد گرده افشان و هيبريدهاي تجاري ذرت دانه مورد استفاده

نام جمعيت	نام جمعيت	نام جمعيت	هيبريد تجاري
Th 92B 6270-10-POb-44G2	Th 91A 1353-G 41 Q NTR-1	Th 91A 1354-G 42 O NTR-2	SC704
Th 89B 6324-Rio-Hater(1)-8561	Th 88A 1344-S87 P 69Q	Th 97B 6088-POb-91 CD	DC370
Th 93B 6020--Pob-47-cC5	Th 91A 1305 Comp-1-112	Th 94A 1126-Side-9245	SC250
PR 91B 5301 EDS 90620 Flint	PR 91A 1306 Comp-1-54	Th 94A 1128-Acress 9245	SC302
PR 93B 5212-c peel.16 C21	Th 94A 1122--E	Th 87B 6089-Pob-92 C0	SC400
Th 83A 1321 R-4-Acress -8569	Th 93A 1121- Sakha-9134	Th 94A 1128 Acress 9245	SC500

بذر هر يک از ارقام هيبريد در دو خط ۳/۱Ī متري با تراکم ĪĪģģ بوته در هکتار در قالب طرح بلوک هاي کامل تصادفي با سه تکرار کشت گرديد. براي هر يک از شرايط محيطي (آبياري معمول و تنش کم آبي) يک آزمايش جداگانه در نظر گرفته شد. در هر کپه ۳ بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گياهچه ها به يک بوته تقليل يافت. کاشت در ۲ģ خرداد ماه ۱۳ĪĪ انجام شد. کليه عمليات زراعي کاشت، داشت و برداشت غير از

آبياري، كاملا براي هر دو آزمايش يكسان و طبق عرف منطقه و روش هاي علمي صورت گرفت. پس از آماده سازي بستر كاشت ۱۳۰ كيلوگرم كود فسفات آمونيوم و ۸۸ كيلوگرم اوره در هكتار به زمين داده شد و ۸۸ كيلوگرم در هكتار اوره نيز در مرحله ۷ برگه شدن بوته ها به صورت سرك و به صورت رديفي مصرف شد.

براي اعمال تيمارهاي آبياري، زمان آبياري براساس نمونه گيري از خاك و بر مبناي Tġ درصد (آبياري معمول) و Īġ درصد تخليه مجاز رطوبتي از خاك (تنش كم آبي) تعيين و آبياري بصورت شياري سطحي انجام شد.

در طي فصل رشد خصوصيات زراعي و ظاهري ارقام مد نظر قرار گرفت و سپس صفات فنولوژيك شامل تاريخ گرده افشاني و ظهور كاكل، فاصله بين گرده افشاني و ظهور كاكل (ASI)[1] و تاريخ رسيدگي فيزيولوژيك بر مبناي حداقل Tġ درصد تظاهر صفت در هر كرت آزمايشي ثبت شد. صفات زراعي مورد بررسي شامل ارتفاع بوته (سانتي متر)، ارتفاع محل بلال (سانتي متر)، طول گل آذين نر (سانتي متر)، قطر ساقه (ميلي متر)، تعداد كل برگ در بوته و تعداد برگ بالاي بلال بودند كه روي ۱ġ بوته رقابت كننده تصادفي در هر كرت اندازه گيري شد و سپس ميانگين آنها براي انجام تجزيه هاي آماري مورد استفاده قرار گرفت (۳ġ).

در مرحله برداشت ابتدا بوته هر كرت آزمايشي پس از حذف اثر حاشيه شمارش و برداشت بلالها به صورت جداگانه انجام شد. آنگاه صفات مرتبط با عملكرد دانه شامل طول بلال (سانتي متر)، قطربلال (ميلي متر)، قطر چوب بلال (ميلي متر)، عمق دانه (ميلي متر)، تعداد رديف دانه، تعداد دانه در رديف، تعداد كل دانه در بلال و وزن ۳ġġ دانه (گرم) روي ۱ġ بلال تصادفي در هر كرت اندازه گيري شد (۳ġ) و پس از جدا كردن دانه ها با شيلر و تعيين درصد رطوبت دانه ها توسط رطوبت سنج دستي ديجيتال مدل Dicky John، ميزان عملكرد نهايي دانه (تن در هكتار) در هر كرت آزمايشي براساس ۱۴ درصد رطوبت تصحيح و برحسب تن در هكتار محاسبه شد.

پس از جمع آوري داده ها، از نرم افزار آماري SAS براي تجزيه واريانس، مقايسه ميانگين هيبريدها با روش چند دامنه اي دانكن، رگرسيون گام به گام و همچنين محاسبه همبستگي ژنتيكي بين صفات استفاده شد. با توجه به فرمول همبستگي ژنتيكي $rg_{(xy)} = \frac{\sigma_{g(xy)}}{\sqrt{\sigma^2_{g(x)}\sigma^2_{g(y)}}}$، براي محاسبه اجزاي مورد نياز از تجزيه واريانس و تجزيه كوواريانس استفاده گرديد. با استفاده از گزاره MANOVA ماتريس واريانس-كوواريانس صفات براي خطا، تكرار و تيمار محاسبه شد. سپس با توجه به اميد رياضي ميانگين مربعات طرح بلوك هاي كامل تصادفي همبستگي ژنتيكي بين دو به دوي صفات محاسبه و معني دار بودن آنها از صفر در سطح احتمال ۱ و آ درصد مورد مقايسه قرار گرفتند. پس از بررسي هم راستايي روي متغيرهاي اندازه گيري شده، تجزيه رگرسيون گام به گام انجام و به كمك

1- Anthesis Silking Interval

نرم افزار آماري Path 2 تجزيه عليت با استفاده از همبستگي هاي ژنتيكي بين صفات انجام گرديد.

نتايج و بحث

قبل از انجام تجزيه واريانس، فرضيات مورد نياز براي تجزيه واريانس (نرمال بودن مشاهدات آزمايش و توزيع اشتباه هاي آزمايش، يكنواختي واريانس هاي درون تيماري و عدم وجود اثر متقابل بين تيمار و بلوك) بررسي و پس از اطمينان از برآورده شدن فرضيات مورد نظر، اقدام به تجزيه واريانس مشاهدات آزمايش گرديد.

آبياري معمول

نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه بين هيبريدها از نظر كليه صفات مورد مطالعه اختلاف بسيار معني داري در سطT احتمال ﻳŦ درصد وجود دارد. نتيجه مقايسه ميانگين هيبريدها با روp چند دامنه اي دانكن نشان داد كه هيبريد تجاري سينگل كراس Ĭġġ داراي بيشترين ميزان ارتفاڵ بوته، طول تاسل و عملكرد كل دانه (۱۳/ĬĬ تن در هكتار) بود، هرچند كه از نظر عملكرد، تفاوت معني داري بين اين هيبريد و هيبريدهاي تجاري سينگل كراس ۳ġ۲ ، Ĭġ۴ و ۲Ĭġ و همچنين هيبريدهاي شماره ۱۲، Ĭ۱، ۱ġ، Ĭ، ۲ġ، ۱۳، Ĭ، ۲، ۱۱، Ĭ۱، Ĭ۲ و Ĭ۱ ذرت دانه اي وجود نداشت (جدول ۲). كمترين عملكرد دانه (Ĭ/Ĭ تن در هكتار) مربوNj به هيبريد شماره ۲۴ بود. شعاڵ حسيني و همكاران (۲Ĭ) در دو آزمايش جداگانه بيان كردند كه تحت شرايط آبياري معمول هيبريدهاي تجاري سينگل كراس Ĭġ۱ و Ĭġ۴ داراي بيشترين مقدار عملكرد نسبت به ساير هيبريدها بودند.

نتايج اين آزمايش نشان داد كه هيبريد سينگل كراس Ĭġ۴ هرچند كه داراي بلندترين طول بلال و بيشترين تعداد دانه در رديف بلال نسبت به ساير هيبريدها بود، وليكن از نظر عملكرد كل دانه (۱۲/Ĭ۳ تن در هكتار) در جايگاه سوم بعد از هيبريدهاي SC500 (با عملكرد ۱۳/ĬĬ تن در هكتار) و SC302 (با عملكرد ۱۲/ĬĬ تن در هكتار) بود (جدول ۲). از طرف ديگر هيبريد شماره ۴ نيز از نظر صفات قطر ساقه، قطر بلال و چوب بلال، تعداد رديف دانه و تعداد كل دانه در بلال حائز بالاترين مقادير نسبت به ساير هيبريدها بود، ولي از عملكرد قابل توجهي برخوردار نبود (۱ġ/۲۳ تن در هكتار)، كه دليل آن را مي توان كم بودن عمĀ دانه (۱ġ/۳Ĭ ميلي متر) و وزن ۳ġġ دانه (Ĭ۴/۱Ĭ گرم) اين هيبريد بيان نمود. نتايج مقايسه ميانگين نشان داد كه هيبريدهاي شماره ۳ġ، ۲ġ و Ĭ (به ترتيب با مقادير ۲Ĭ/۱۲ درصد و ۲Ĭ/۲۱ درصد و ۲۳/ĬĬ درصد) داراي بالاترين درصد چوب بلال نسبت به ساير هيبريدها بودند (جدول ۲).

بررسي همبستگي ژنتيكي بين صفات نشان داد كه عملكرد دانه داراي همبستگي مثبت با اكثر صفات مورد مطالعه بجز وزن چوب بلال، درصد چوب بلال و طول بلال مي باشد (جدول ۳).

جدول ۲- مقايسه ميانگين صفات مختلف هيبريدهاي ذرت دانه اي با روp چند دامنه اي دانكن

هيبريد	ارتفاŬ بوته		ارتفاŬ بلال		تعداد كل برŨ		وزن ۳ǵǵ دانه		تعداد رديف دانه		تعداد دانه در رديف		طول بلال		عمĀ دانه		عملكرد كل	
1	i-k	۲۱ǵ/Ĩ	h-k	Ĭī/ī	b-f	۱۳/Ĩ	f-i	Ī۴/Ī	e-i	۱ĩ/Ĩ	i-k	۳Ĩ/ī	ij	۱Ĩ/۴	i-k	Ĭ/۴	d-f	ī/Ĩ
2	d-i	۲۳۱/۳	f-j	۱ǵ۲/۱	c-g	۱۳/Ĩ	a-h	īī/Ĭ	c-e	۱Ī/ĩ	c-h	۴ǵ/Ĩ	e-i	۱ĩ/Ĩ	c-g	۱۱	a-f	۱ǵ/ī
4	d-i	۲۳ǵ/۴	f-i	۱ǵ۴/۱	a-e	۱۳/Ī	f-i	Ī۴/۱	a	۲ǵ/ī	d-j	۳Ĭ/۱	c-e	۱Ī/ĩ	c-k	۱ǵ/۳	b-f	۱ǵ/۲
5	b-g	۲۴ǵ/Ĭ	d-g	۱۱۱/۱	f-j	۱۲/ī	a-f	Ĭǵ/۱	g-l	۱Ĩ/Ī	i-k	۳ĩ/ī	g-j	۱Ĩ/Ī	c-h	۱ǵ/ī	b-f	Ĭ/Ī
6	f-k	۲۲۴	d-h	۱۱۱/ī	i-m	۱۲/۲	a-i	ī۲	d-h	۱ĩ/Ĭ	h-k	۳Ī/Ī	e-i	۱ĩ/۴	d-k	۱ǵ	b-f	۱ǵ/۳
7	b-h	۲۳Ī/۲	fghi	۱ǵĪ/Ĩ	k-n	۱۱/ī	a-g	īĬ/۳	lm	۱۴/Ī	b-f	۴۱/Ĩ	ab	۱Ĭ/۴	f-k	Ĭ/Ī	a-f	۱ǵ/Ĭ
8	e-j	۲۲Ī/۳	f-j	۱ǵ۲/۲	i-n	۱۲/۱	a	Ĭĩ/Ĭ	k-m	۱۴/Ī	b-e	۴۱/Ī	e-i	۱ĩ/Ĭ	d-k	۱ǵ/۱	ef	ī/۱
9	b-h	۲۳Ī/Ĭ	f-i	۱ǵĨ	abc	۱۴/۲	ab	Ĭ۴/ī	f-l	۱Ĩ/Ĭ	c-j	۳Ĭ/ī	b-d	۱ī/۳	c-h	۱ǵ/ī	a-d	۱۱/۳
10	a-e	۲Īǵ/ī	ijk	ĬĪ/Ī	c-g	۱۳/Ĩ	a-f	Ĭǵ/۱	f-l	۱Ĩ/Ĭ	c-j	۳Ĭ/ī	e-i	۱ĩ/Ĩ	abc	۱۱/ĩ	a-d	۱۱/۴
11	g-k	۲۲۲/۲	h-k	īĬ/Ĭ	a-d	۱۳/ī	a-h	īī/۴	e-k	۱ĩ/۲	c-j	۳Ĭ/۲	e-i	۱ĩ/Ĩ	e-k	Ĭ/Ĭ	a-f	۱ǵ/ī
12	ab	۲ĨĬ	ab	۱۳۲	d-h	۱۳/۳	ab	ĬĪ/Ĩ	h-m	۱Ĩ/۲	b	۴۴/Ĩ	c-f	۱Ī/۳	c-k	۱ǵ/ĩ	ab	۱۲/Ĩ
13	abc	۲ĨĪ/۲	a	۱۴۱/Ī	abc	۱۴/۱	e-i	Īĩ/ĩ	c-g	۱Ī/۱	c-j	۳Ĭ/۲	f-j	۱Ĩ/Ĭ	b-d	۱۱/۴	a-f	۱ǵ/Ĭ
14	d-i	۲۳ǵ/Ĩ	e-i	۱ǵĬ/Ī	n	۱۱/۳	a-h	īī/Ī	k-m	۱۴/ī	b-e	۴۱/Ĭ	e-i	۱ĩ/۱	b-g	۱۱	b-f	۱ǵ
15	g-k	۲۲۱/Ĩ	hijk	Ĭĩ/ĩ	j-n	۱۲	a-i	ī۴/ī	e-j	۱ĩ/۳	i-k	۳ĩ/Ī	f-j	۱Ĩ/Ĭ	g-k	Ĭ/ĩ	c-f	Ĭ/۱
16	b-f	۲۴ǵ	f-i	۱ǵ۳/۱	l-n	۱۱/ī	a-i	īĩ/Ĭ	j-m	۱Ĩ/۱	h-k	۳Ī/Ī	e-i	۱ĩ/Ĭ	b-g	۱۱	d-f	ī/ī
17	b-g	۲۴۲/ĩ	c-g	۱۱Ĩ/Ĭ	g-j	۱۲/Ī	ab	Ĭĩ/۲	g-l	۱Ĩ/Ī	g-k	۳Ī/ī	d-h	۱Ī	c-k	۱ǵ/۲	a-f	۱ǵ/ĩ
18	b-h	۲۳ĩ/۱	bc	۱۲ĩ/ī	ab	۱۴/۳	e-i	ĪĨ/Ī	bc	۱ī/۴	c-j	۳Ĭ/۲	e-i	۱ĩ/Ĩ	a-c	۱۱/ĩ	a-c	۱۲/۳
19	e-j	۲۲Ī/Ĩ	f-j	۱ǵ۲/ĩ	d-h	۱۳/۳	abc	Ĭ۴/۴	d-i	۱ĩ/ĩ	e-k	۳ī/ĩ	e-i	۱ĩ/۴	c-j	۱ǵ/Ī	a-f	۱ǵ/Ī
20	a-d	۲Ĩ۲/۴	c-h	۱۱۴/Ĭ	e-i	۱۲/Ĭ	a-i	ī۴/ĩ	e-j	۱ĩ/۳	c-h	۴ǵ/Ī	d-h	۱Ī	d-k	Ĭ/Ĭ	a-e	۱۱
22	a-f	۲۴Ī/ĩ	h-k	ĬĪ/Ĩ	k-n	۱۱/ī	a-d	Ĭ۳/Ĭ	d-i	۱ĩ/ĩ	g-k	۳ī/۱	h-j	۱Ĩ/Ĩ	b-e	۱۱/۳	d-f	ī/Ĭ
23	a-g	۲Ī۴/۴	bcd	۱۲۴/Ī	a	۱۴/Ĩ	i	Ī۱/Ĩ	d-h	۱ĩ/Ĭ	i-k	۳ĩ/ī	e-i	۱ĩ/Ī	c-k	۱ǵ/۴	b-f	Ĭ/ī
24	k	۲ǵ۲/۴	g-j	۱ǵ۱/۳	c-g	۱۳/۴	j	ĨĪ/Ĭ	b-d	۱Ī/Ĭ	jk	۳ĩ/۴	jk	۱۴/Ĩ	h-k	Ĭ/ĩ	f	Ī/ĩ
25	c-h	۲۳۴	h-k	Ĭī/Ĩ	g-k	۱۲/ĩ	a-i	īǵ/۲	f-l	۱ĩ	c-h	۴ǵ/۴	d-g	۱Ī/۲	jk	Ĭ/۳	b-f	۱ǵ/۴
26	b-g	۲۴۲/Ī	h-k	ĬĬ/ĩ	d-h	۱۳/۲	a-e	Ĭ۲	h-m	۱Ĩ/Ĩ	c-i	۴ǵ/۱	bc	۱ī/Ī	d-k	۱ǵ/۱	a-f	۱ǵ/ĩ
27	d-i	۲۳ǵ/Ĭ	f-i	۱ǵĩ/۴	h-l	۱۲/Ĩ	a-i	ī۱/ī	m	۱۴/۱	bc	۴۲/ī	b	۱Ĭ/۲	f-k	Ĭ/Ī	d-f	ī/۱
28	g-k	۲۲ǵ/ĩ	f-j	۱ǵ۲	e-i	۱۲/Ĭ	a-g	īĬ/Ī	m	۱۴/۲	b-e	۴۲/۱	e-i	۱ĩ/Ī	c-k	۱ǵ/۳	d-f	ī/ī
29	g-k	۲۲۳/ĩ	h-k	Ĭī/Ĩ	g-j	۱۲/Ī	ghi	Ī۳/۱	c-f	۱Ī/۲	c-i	۴ǵ/۲	e-i	۱ĩ/Ĭ	k	Ĭ/۲	b-f	۱ǵ
30	b-h	۲۳Ī/ĩ	f-i	۱ǵ۴/۲	g-k	۱۲/ĩ	a-i	ī۴/Ĩ	g-l	۱Ĩ/Ī	k	۳Ĩ/۳	f-j	۱ĩ	g-k	Ĭ/ĩ	d-f	ī/۲
KDC370	g-k	۲۱Ĭ/ī	jkl	īĪ/Ĭ	mn	۱۱/Ī	c-i	Īī	f-l	۱ĩ/۱	b-g	۴۱/۴	e-i	۱ĩ/Ĭ	c-k	۱ǵ/۲	d-f	ī/ī
KSC250	h-k	۲۱Ĩ/۳	i-l	Ĭ۴/ī	i-m	۱۲/۴	hi	Ī۲/۴	b-d	۱Ī/ī	b-d	۴۲/Ĩ	kl	۱۳/ī	a	۱۲/Ī	ab	۱۲/Ī
KSC302	jk	۲ǵĩ/ĩ	l	ī۱/۴	i-m	۱۲/Ĩ	d-i	ĪĪ/ĩ	d-h	۱ĩ/Ĭ	c-j	۳Ĭ/Ī	h-j	۱Ĩ/Ī	b-g	۱۱	ab	۱۲/ī
KSC400	d-i	۲۳۲/۲	kl	īĩ	e-i	۱۲/Ĭ	a-i	īĪ/۳	d-i	۱ĩ/Ĩ	c-h	۴ǵ/Ĭ	e-i	۱ĩ/ī	c-i	۱ǵ/ī	b-f	۱ǵ/۴
KSC500	a	۲ĩĬ/۴	b-e	۱۲۲/۱	i-m	۱۲/۲	b-i	ĪĬ/Ĭ	b	۱Ĭ/۱	jk	۳ĩ/۳	l	۱۳	ab	۱۲/۴	a	۱۳/Ī
KSC704	k	۲ǵ۳	c-f	۱۱ĩ/ĩ	ab	۱۴/۳	b-i	ĪĬ/Ĭ	g-l	۱Ĩ/ĩ	a	۴Ī/ĩ	a	۲ǵ/ĩ	a-d	۱۱/۱	ab	۱۲/ī
ميانگين كل در نرمال	۲۳۳۲/Ī۳		۱ǵĨ/ĬĪ		۱۲/Ĭ۴		ī۳/Ĭ۳		۱ĩ/۳ī		۳Ĭ/Ī۳		۱ĩ/ĩī		۱ǵ/ĩĨ		۱ǵ/۴	
ميانگين كل در تنش	۱Ĩĩ/۴		Ī۳/ĨĪ		۱۳/۱۱		Ī۲/۲ĩ		۱۱/Ĭĩ		۱Ī/ĬĨ		۱۲/ǵ۴		Ī/۲Ĩ		۲/Ĭĩ	
درصد تĽييرات در تنش	-۳۲/ī		-۳ǵ/ĨĪ		۱/۳۱		-۱۳/Ĭ		-۲ĩ/Ĭī		-Ĩ۴/ī۲		-۲Ī/ī۲		-۳۱/۲ī		-Ī۱/Ĩ۴	

جدول ۳- همبستگي ژنتيكي بين عملكرد دانه و ساير صفات مورد ارزيابي در هيبريدهاي ذرت دانه اي تحت شرايط آبياري معمول و تنش كم آبي

	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع محل بلال (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد كل برگ	تعدادبرگ بالاي بلال	تعداد بلال در بوته	وزن ۱۰بلال (kg)	وزن ۳۰۰دانه (gr)
عملكرد دانه (آبياري معمول)	ģ/۱Ī	ģ/۲Ī	ģ/ģ۴	ģ/۳۴	ģ/۲ī	ģ/۲۳	ģ/Īģ	-ģ/ģ۳
عملكرد دانه (تنش كم آبي)	-ģ/۱۲	-ģ/ģī	-ģ/ģآ	ģ/۱ī	ģ/۲آ	ģ/۴ī	ģ/Ī۳	ģ/۲۲

	تعدادرديف دانه در بلال	تعداددانه در رديف	تعدادكل دانه در بلال	طول بلال (cm)	قطر بلال (mm)	قطرچوب بلال (mm)	عمق دانه (mm)	نسبت دانه به بلال (درصد)
عملكرد دانه (آبياري معمول)	ģ/۴۴	ģ/۳آ	ģ/Ī۳	-ģ/۱	ģ/ī۳	ģ/۴۴	ģ/īī	ģ/۴ģ
عملكرد دانه (تنش كم آبي)	ģ/۴Ī	ģ/ī۳	ģ/ĪĪ	ģ/ī۱	ģ/۱Ī	ģ/ģ۲	ģ/۲آ	ģ/ī۲

این نتیجه تا حدودي با گزارش سایر محققین مطابقت داشت (۱۲ و ۱۳). بالاترین همبستگي مثبت عملکرد دانه با صفت قطر بلال (ǵ/Ī۳) و پس از آن با صفت تعداد کل دانه (ǵ/Ī۳) مشاهده شد. نتایج بررسي همبستگي بین سایر صفات در این آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته و بلال با همبستگي مثبت و معني دار ǵ/Īǵ نسبت به سایر صفات داراي بیشترین همبستگي بودند (جدول ۳).

به منظور حذف اثر صفات غیر مؤثر یا کم تاثیر در مدل رگرسیوني روي عملکرد دانه و نیز برازش بهترین مدل، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. پس از بررسي هم راستایي[1] روي متغیرهاي اندازه گیري شده در هر دو محیط نرمال و تنش رطوبتي، صفات نامطلوب از ادامه محاسبات حذف (انتخاب براساس شاخص هاي تحمل[2] و عامل تورم واریانس[3] صورت گرفت) و پس از آن تجزیه رگرسیون گام به گام روي سایر صفات انجام شد. تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیرهاي مستقل صورت گرفت. براساس نتایج بدست آمده اولین صفت وارد شده به مدل قطر بلال بود که به تنهایي بیش از ۴Ī درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. در مرحله بعدي صفت تعداد بلال در بوته به مدل وارد و همراه با قطر بلال بیش از ĪĪ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. پس از آن نیز به ترتیب صفات تعداد دانه در ردیف، ارتفاع برگ پرچم، درصد چوب بلال و در نهایت وزن بلال وارد مدل شد به طوري که کل صفات وارد شده در مجموع بیش از Ī۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. ضرایب هر یک از صفات وارد شده به مدل به همراه معادله رگرسیون بدست آمده در جدول ۴ ارائه شده است.

به منظور بررسي و تعیین روابط علت و معلولي صفات وارد شده به مدل رگرسیوني با یکدیگر و با عملکرد بوته تجزیه مسیر روي همبستگي هاي ژنتیکي محاسبه شده انجام شد. نتایج تجزیه مسیر در جدول Ī ارائه شده است. همانگونه که مشاهده مي گردد بالاترین اثرمستقیم و مثبت برعملکرد دانه مربوط به قطر بلال مي باشد و اثر غیرمستقیم این صفت از طریق صفت درصد چوب بلال، مثبت و از طریق صفات تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و ارتفاع برگ پرچم، منفي مي باشد.

اثر مستقیم تعداد دانه در ردیف تقریبا برابر با اثر مستقیم درصد چوب بلال بود، با این تفاوت که تعداد دانه در ردیف برخلاف درصد چوب بلال داراي اثر مثبت بر عملکرد دانه داشت. مونوکس و همکاران (Ī۱) در مطالعه خود بیان نمودند که تعداد دانه در ردیف بیش از هر صفت دیگري، عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار مي دهد.

اثر مستقیم سومین صفت مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه یعني تعداد بلال در بوته با عملکرد دانه منفي و کلیه اثرات غیرمستقیم آن از نظر تمامي صفات بجز تعداد دانه در ردیف مثبت مي باشد. نتایج این آزمایش نشان داد، هر چند که تعداد بلال در بوته جزئي از عملکرد دانه در ذرت محسوب مي شود ولیکن داراي کمترین اثرمستقیم بر عملکرد نسبت به سایر صفات مي باشد (جدول ۴).

---

[1] Collinearity

[2] Tolerance index

[3] Variance Inflation Factor

جدول ۴- ضراﷲب معادله رگرسیون بین صفات مختلف و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و داراي تنش کم آبي

	معادله رگرسیون (ضراﷲب استاندارد نشده)		معادله رگرسیون (ضراﷲب استاندارد شده)	
	محیط بدون تنش	محیط تنش	محیط بدون تنش	محیط تنش
عرLJ از مبدا	-۱Ī/۴	-Ī/۲Ĩ	-	-
قطر بلال	ǵ/۲Ī	-	ǵ/۳۳	-
ارتفاǛ برũ پرچم	ǵ/ǵ۲	-	ǵ/۱Ĩ	-
درصد چوب	-۱۴/۲۳	-	-ǵ/۲۳	-
تعداد بلال در بوته	۴/ĨĪ	۱/۴Ī	ǵ/۳Ī	ǵ/۳Ī
تعداد دانه در ردیف	ǵ/ǵĪ	ǵ/ǵĨ	ǵ/۱۲	ǵ/۳۲
وزن بلال	۱/Ĩ	۲/ǵ۴	ǵ/۲Ĩ	ǵ/۳Ĩ
وزن ۳ǵǵ دانه	-	ǵ/ǵ۱	-	ǵ/۱۳
درصد دانه	-	۴/۲Ĩ	-	ǵ/۲Ĩ
طول بلال	-	-ǵ/ǵĨ	-	-ǵ/۱۴
معادله رگرسیون در محیط بدون تنش	(وزن بلال) ۱/Ĩ + (تعداد دانه در ردیف) ǵ/ǵĪ + (تعداد بلال در بوته) ۴/ĨĪ + (درصد چوب) -۱۴/۲۳ (ارتفاǛ برũ پرچم) ǵ/ǵ۲ + (قطر بلال) ǵ/۲Ī + -۱Ī/۴ = عملکرد دانه			
معادله رگرسیون در محیط تنش	(طول بلال) -ǵ/ǵĨ (درصد دانه) ۴/۲Ĩ + (وزن ۳ǵǵ دانه) ǵ/ǵ۱ + (وزن بلال) ۲/ǵ۴ + (تعداد دانه در ردیف) ǵ/ǵĨ + (تعداد بلال در بوته) ۱/۴Ī + -Ī/۲Ĩ = عملکرد دانه			

جدول Ĩ- اثرات مستقیم (ضراﷲب علیت) و Ǚیرمستقیم صفات مختلف برعملکرد در شرایط آبیاري معمول با استفاده از همبستگي ژنتیکي بین صفات.

		۱	۲	۳	۴	Ĩ	Ĩ	مقدار کل (همبستگي)
۱	قطر بلال	ǵ/ĪĪĨ	-ǵ/ǵĪĨ۴	-ǵ/ǵĪ۴Ī	-ǵ/ǵǵ۱۲	ǵ/ǵ۱ǵĪ	ǵ/ǵĨ۱۴	ǵ/Ī۳ĨĨ
۲	تعداد بلال در بوته	ǵ/۳Ĩ۱۱	-ǵ/۱۴۴Ī	-ǵ/ǵ۴۳۱	ǵ/ǵǵ۱	ǵ/ǵĨ۳۴	ǵ/ǵ۱Ī۴	ǵ/۲۳Ĩ۲
۳	تعداد دانه در ردیف	-ǵ/۱Ĩ۲۳	ǵ/ǵ۱ĨĪ	ǵ/۳ĪĨĪ	-ǵ/ǵǵǵ۴	ǵ/ǵĪ۳۲	ǵ/ǵ۱Ī۲	ǵ/۳Ĩ۴ǵ
۴	ارتفاǛ برũ پرچم	ǵ/۳۱۲۲	ǵ/ǵ۴۴۱	ǵ/ǵ۴ĨĪ	-ǵ/ǵǵ۳۳	ǵ/ǵǵ۱۱	ǵ/ǵĨ۳Ī	ǵ/۴ĨĪĨ
Ĩ	درصد چوب	-ǵ/ǵ۲Ĩ۳	ǵ/ǵ۲ǵĪ	-ǵ/ǵĪĨ۴	ǵ/ǵǵǵǵĨ	-ǵ/۳Ī۱Ĩ	ǵ/ǵĪ۴Ī	-ǵ/۴ǵ۱۱
Ĩ	وزن ۱ǵ بلال	ǵ/۴ǵĪĨ	-ǵ/ǵ۱۳Ī	ǵ/ǵ۳Ī۴	-ǵ/ǵǵ۱Ī	-ǵ/۱۲۳Ĩ	ǵ/۱Ĩ۴Ī	ǵ/Īǵ۱۳

اثر باقیمانده: ǵ/ǵĪ

بنابراين مي توان گفت كه در شرايط آبياري معمول، صفت مهمتري همچون قطر بلال و تعداد دانه در رديف بلال وجود دارد كه در تعيين عملكرد دانه داراي نقش مي باشد. وزن بلال نيز داراي اثر مستقيم مثبت بر عملكرد دانه و ارتفاǏ برŨ پرچم داراي اثر مستقيم منفي بر عملكرد دانه بود.

محمدي و همكاران (١Ī) در بررسي خود روي ǵĬ هيبريد ذرت در هند، صفات تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه را به عنوان دو صفتي كه بر عملكرد دانه موثر مي باشند معرفي كردند. يزدان دوست و همكاران نيز اين دو صفت را صفات موثر بر عملكرد معرفي كردند (۳Ĩ). اين آزمايش نشان داد هر چند كه وزن بلال داراي كمترين اثر مستقيم (ǵ/١Ĭ۴Ī) بر عملكرد دانه بعد از تعداد بلال در بوته (ǵ/١۴۴Ĩ-) بود، اما اثر Ǐيرمستقيم اين صفت بر عملكرد دانه از طريĀ وزن بلال (ǵ/۴ǵĪĬ) بزرگتر از اثر مستقيم تعداد دانه در رديف (ǵ/۳ĬĪĪ) كه به عنوان يكي از اجزاƉ مهم عملكرد دانه مطرح است بود. با توجه به تجزيه مسير براي صفات مرتبط با عملكرد دانه در شرايط بدون تنش و اثر مستقيم و Ǐيرمستقيم صفات مختلف بر عملكرد در اين محيط، مي توان نتيجه گرفت كه براي اصلاح و افزايش عملكرد با استفاده از شش صفت ذكر شده، هيبريدهاي با ميانگين تعداد بلال كمتر در بوته كه داراي بلال قطورتر، سنگين تر و با تعداد دانه در رديف بيشتر بوده و درعين حال از درصد چوب كمتري برخوردار هستند، داراي عملكرد دانه بيشتري خواهند بود. شعاǏ حسيني و همكاران (٢Ĭ) نيز در مطالعه خود نتيجه گرفتند كه انتخاب براساس صفات ارتفاǏ گياه، عمĀ دانه و تعداد دانه در رديف بيشترين تاثير را در شرايط آبياري معمول بر افزايش عملكرد دانه دارد.

تنش كم آبي

نتايج حاصل از تجزيه واريانس داده ها تحت شرايط تنش كم آبي نشان داد كه بين هيبريدها از نظر كليه صفات مورد مطالعه اختلاف بسيار معني داري وجود دارد. مقايسه ميانگين هيبريدها با روp چند دامنه اي دانكن نشان داد كه هيبريد شماره ١١ از نظر صفات وزن ١ǵ بلال، تعداد دانه در رديف بلال، تعداد كل دانه در بلال، درصد دانه بلال همچنين عملكرد كل دانه نسبت به ساير هيبريدها (حتي هيبريدهاي تجاري) برتر مي باشد (جدول Ī). نتايج اين آزمايش نشان داد كه هيبريد شماره ۴ ذرت دانه اي هرچند كه از نظر صفات قطر ساقه، قطر چوب بلال و درصد چوب بلال نسبت به ساير هيبريدها برتر بود وليكن از نظر عملكرد دانه داراي كمترين مقدار (Ĩ١/۴ تن در هكتار) بعد از هيبريد تجاري سينگل كراس Īǵǵ (Ĭ١/١ تن در هكتار) بود.

هيبريد تجاري سينگل كراس Īǵ۴ از نظر صفات طول بلال و عمĀ دانه برتر از ساير هيبريدها بود اما از نظر عملكرد دانه (Ī۳/٢ تن در هكتار) نسبت به ساير هيبريدهاي تجاري (سينگل كراس ǵĨ٢ و ۴ǵǵ و ۳ǵ٢) بيشتر تحت تاثير تنش كم آبي قرار گرفت. نتايج حاصل از مقايسه ميانگين هيبريدها نشان داد كه تنش كم آبي باعƤ شد تا ميانگين ارتفاǏ بوته در تيمار تنش كم آبي (١ĨĪ/۴

سانتي متر) كاهش معني داري نسبت به تيمار بدون تنش (۲۳۲/Ĩ۳ سانتي متر) داشته باشد. جزايري و رضايي (Ĩ۱) بيان نمودند كه طول دوره رشد گياه در مواجه با تنش رطوبتي كاهش مي يابد و در نتيجه هيبريدها نمي توانند توان خود را از نظر ارتفاع نشان دهند. از طرفي در نتيجه كمبود آب، ميزان آبسيزيک اسيد افزايش مي يابد. از آنجايي كه اين هورمون بازدارنده رشد است لذا مي توان اينگونه استنباط نمود كه كاهش ارتفاع گياه تحت تيمار تنش كم آبي ممكن است ناشي از كاهش دوره رشد گياه و همچنين افزايش آبسيزيک اسيد باشد.

نتايج اين آزمايش نشان داد كه هيبريدهاي شماره ۱۱ و ۱۲ به ترتيب بيشترين مقادير را از نظر تعداد كل دانه در بلال و وزن ۳ģģ دانه تحت تيمار تنش كم آبي داشته اند. سپهري و همكاران (۲۴) در مطالعه خود روي اثر تنش خشكي بر ذرت دانه اي اعلام كردند كه تاثير تنش كم آبي بر وزن هزار دانه بيشتر از تعداد دانه در بلال بود.

ميانگين عملكرد كليه هيبريدها در شرايط آبياري معمول برابر ۱ģ/۴ تن در هكتار و در شرايط تنش كم آبي برابر ۲/ĨĨ تن در هكتار بود (جدول ۲). دنميد و شاو (۱ģ) اين كاهش چشمگير عملكرد را در شرايط تنش خشكي نتيجه نمو غيرطبيعي كيسه جنيني و عقيمي دانه گرده دانستند كه به كاهش تعداد دانه هاي بارور منجر مي شود. بررسي درصد تغييرات صفات در محيط تنش كم آبي نسبت به آبياري معمول نشان داد كه در درجه اول عملكرد دانه و سپس وزن ۱ģ بلال به ترتيب با كاهش ۱Ĩ و ĨĨ درصدي بيش از هر صفت ديگري تحت تاثير اثرات سوء كم آبي قرار گرفته اند كه اين مي تواند به دليل كوتاه شدن طول دوره پرشدن دانه به دليل كمبود رطوبت در اين مرحله باشد (جدول ۲). اسبورن و همكاران (۲۱) معتقدند كه تنش رطوبتي در قبل، بعد و زمان گلدهي عملكرد ذرت را به ترتيب ۲Ĩ، ģĨ و ۲۱ درصد كاهش مي دهد.

تعداد رديف دانه در بلال و تعداد دانه در رديف نيز به ترتيب حدود ۲Ĩ و ĨĨ درصد نسبت به آبياري معمول كاهش نشان دادند. آندرد و همكاران (Ĩ) بيان نمودند كه در شرايط تنش خشكي، هم پوشاني گرده افشاني و پذيرش گرده به وسيله ابريشم ها امكان پذير نمي شود و لذا تخمدانهاي بلال به طور ناقص بارور مي شوند و در نتيجه عدم تلقيح كامل گل هاي ماده، موجب تشكيل رديف هاي نامنظم در بلال مي شود.

بررسي همبستگي ژنتيكي بين صفات تحت تيمار تنش كم آبي نشان داد كه تنها همبستگي عملكرد دانه با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع برگ پرچم، ارتفاع محل بلال، طول تاسل، قطر ساقه و درصد چوب بلال منفي مي باشد. اين آزمايش نشان داد كه به ترتيب صفات تعداد دانه در رديف بلال (ģ/Ĩ۳) و تعداد كل دانه (ģ/ĨĨ) داراي بالاترين همبستگي مثبت با عملكرد دانه مي باشد در حاليكه تحت شرايط آبياري معمول همبستگي قطر بلال با عملكرد دانه بيشتر از ساير صفات مورد مطالعه بود (جدول ۳). شعاع حسيني و همكاران (۳ģ) بيان نمودند كه تحت شرايط تنش كم آبي، عملكرد دانه داراي

همبستگي‌هاي مثبت و معني‌داري با صفات تعداد دانه در رديف و وزن ١ǵ بلال مي‌باشد. بيشترين همبستگي منفي با عملكرد دانه مربوNj به درصد چوب بلال (-ǵ/Ī٢) بود. بررسي همبستگي بين ساير صفات نشان داد كه به ترتيب ارتفاǓ بوته و بلال با همبستگي مثبت و معني دار ĪĪ/ǵ و پس از آن تعداد دانه در رديف بلال و تعداد كل دانه نيز با همبستگي معني دار ĪĪ/ǵ نسبت به ساير صفات داراي بيشترين همبستگي هستند. از آنجايي كه مرحله گرده افشاني و دو هفته پس از آن حساس ترين دوره گياه نسبت به تنش كم آبي مي باشد و چون در طي اين مدت در بين اجزاي عملكرد، تعداد دانه در بلال به شدت كاهش مي يابد (٢٢) با توجه به همبستگي بالاي اين صفت با عملكرد دانه، اينگونه استنباNj مي شود كه ميزان برداشت اقتصادي محصول نيز كاهش خواهد يافت. براساس نتايج حاصل از تجزيه رگرسيون گام به گام تحت شرايط تنش كم آبي اولين صفتي كه وارد مدل شد تعداد دانه در رديف بود كه به تنهايي بيش از Ī٣ درصد از تǓييرات عملكرد را توجيه كرد، در مرحله بعد، تعداد بلال در بوته به مدل اضافه شد كه اين صفت همراه با تعداد دانه در رديف بيش از Ī٢ درصد تǓييرات عملكرد را توجيه كردند. پس از آن نيز به ترتيب صفات وزن ٣ǵǵ دانه، درصد دانه، وزن ١ǵ بلال و در نهايت صفت طول بلال وارد مدل شد كه بيش از ĪĪ درصد از تǓييرات عملكرد را توجيه نمودند. گلباشي و همكاران (Ī١) در مطالعه خود روي هيبريدهاي ذرت دانه اي تحت شرايط تنش خشكي Ī صفت وزن ده بلال، عمĀ دانه، قطر چوب بلال، درصد چوب بلال و تعداد كل برũ را بعنوان صفات وارد شده به مدل رگرسيوني گزارp نمودند.

با در نظر گرفتن نتايج تجزيه مسير روي صفات وارد شده به مدل رگرسيوني تحت شرايط تنش كم آبي (جدول Ī) و با توجه به ضرايب معادله رگرسيوني كه قبلاً بدست آمد (جدول ۴) مي توان اينگونه استنباNj نمود كه كنترل عملكرد دانه در شرايط تنش كم آبي ساده تر بوده و اجزاء ديگر عملكرد دانه نظير وزن ٣ǵǵ دانه، درصد دانه بلال و طول بلال به مدل اضافه شده اند. در مقابل صفات قطر بلال، ارتفاǓ برũ پرچم و درصد چوب بلال از مدل حذف گرديده اند. در شرايط تنش كم آبي درصد دانه بلال بيشترين اثرمستقيم و وزن ٣ǵǵ دانه كمترين اثر مستقيم مثبت بر عملكرد دانه دارد.

طول بلال نيز داراي اثرمستقيم اندک بر عملكرد مي باشد طوري كه نقش آن از وزن ٣ǵǵ دانه بيشتر ولي از تعداد دانه در رديف بلال و ساير صفات كمتر است. بالاترين اثر Ǔير مستقيم مثبت بر عملكرد مربوNj به تعداد دانه در رديف بلال از طريĀ وزن ١ǵ بلال باشد (جدول Ī)، همچنين بيشترين اثر Ǔير مستقيم منفي بر عملكرد دانه مربوNj به تعداد بلال در بوته از طريĀ درصد دانه مي باشد هرچند كه مقدار اين اثر اندک مي باشد (ǵ/ǵ١۴۴).

جدول آ- اثرات مستقیم (ضرائب علیت) و ﻏیرمستقیم صفات مختلف برعملکرد در شرایط تنش کم آبي با استفاده از همبستگي ژنتیکي بین صفات

		۱	۲	۳	۴	آ	آ	مقدار کل (همبستگي)
۱	تعداد دانه در ردیف	ġ/ġĩĪ۴	ġ/ġĪĪآ	ġ/ġġġĪ	ġ/۲ī۱۲	ġ/۳آīī	ġ/ġ۱۳ġ	ġ/ī۳ĩī
۲	تعداد بلال در بوته	ġ/ġ۱۳۴	ġ/۳آ۲۲	-ġ/ġġġآ	-ġ/ġ۱۴۴	ġ/ġī۱آ	ġ/ġġīī	ġ/۴īġĪ
۳	وزن۳ġġ دانه	ġ/ġġ۳ī	-ġ/ġ۳۲۱	ġ/ġ۱۱۴	ġ/ġī۱۱	ġ/۱Īĩġ	ġ/ġġ۳آ	ġ/۲۲۳Ī
۴	درصد دانه	ġ/ġ۴ġ۱	-ġ/ġ۱۱آ	ġ/ġġ۲	ġ/۴Ī۲۲	ġ/۱۲۱۲	ġ/ġġġآ	ġ/ĩ۲۴۱
آ	وزن ۱ġ بلال	ġ/ġآĩآ	ġ/ġīī۱	ġ/ġġ۳ī	ġ/۱۲۱Ī	ġ/۴Īġ۴	ġ/ġ۱آī	ġ/Ī۳ĩآ
آ	طول بلال	ġ/ġ۴۳۳	ġ/۱Īġآ	ġ/ġġ۲	ġ/ġ۱۱۳	ġ/۳īĪī	ġ/ġ۲ġ۲	ġ/ĩ۱۴آ

اثر باقیمانده: ġ/۳۱آ

جدول آ- مقايسه ميانگين صفات مختلف هيبريدهاي ذرت دانه اي تحت تيمار تنش رطوبتي با روش چند دامنه اي دانكن

هيبريد	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع محل بلال (cm)	تعداد كل برگ	وزن ۳۰۰دانه (gr)	تعدادرديف دانه در بلال	تعداددانه دررديف	طول بلال (cm)	عمق دانه (mm)	عملكرد دانه (Ton/ha)
1	c-k	b-d	g-l	ij	bc	b-d	a-i	k	d-h
2	A	bc	d-g	a-i	b-d	b-g	g-k	b-i	e-i
4	a-d	bc	d-g	ej	hi	kl	i-k	jk	jk
5	d-k	d-i	f-j	b-j	bc	ab	c-j	f-j	b-g
6	d-l	b-e	f-j	a-j	b-d	b-e	a-e	c-i	b-e
7	a-d	b-e	i-n	a-d	d-h	ab	a-d	h-j	b-g
8	g-l	d-i	mn	a-i	d-i	d-j	h-k	a-g	g-k
9	a-g	b-d	ab	a-f	c-f	b-i	a-h	i-k	d-i
10	g-l	IJK	e-h	a-c	d-i	d-j	g-k	b-i	b-f
11	f-l	d-j	e-h	c-j	bc	a	a-c	b-h	a
12	b-k	b-d	b-e	a	b-d	ab	a-g	a-f	b-d
13	b-h	b	ab	g-j	b-d	b-f	e-j	a-e	d-i
14	M	k	mn	a-d	ab	c-j	kl	ab	h-k
15	i-m	g-k	k-n	f-j	i	h-l	e-j	g-j	i-k
16	f-l	f-k	l-n	a-g	c-g	c-i	b-j	a-c	f-k
17	lm	h-k	k-n	a-f	d-i	i-l	i-k	c-j	f-k
18	f-l	c-h	a-c	d-j	d-h	b-i	a-c	b-i	d-i
19	e-l	f-k	e-h	ab	f-i	g-l	j-l	c-i	d-i
20	a-g	b-e	c-f	c-j	bc	b-e	a-d	h-j	f-i
22	h-l	jk	h-m	g-j	d-i	h-l	d-j	e-j	g-k
23	a-c	a	a	a-f	e-i	g-l	a-f	jk	f-j
24	j-m	b-f	a-d	j	c-f	c-j	c-j	c-j	f-j
25	ab	c-h	g-l	a-h	g-i	g-l	c-j	k	f-i
26	a-d	b-f	g-k	a-j	c-g	e-k	e-j	c-j	f-k
27	b-i	d-i	m-n	f-j	c-f	b-g	a-g	b-i	e-i
28	a-f	b-g	k-n	a-f	c-g	b-d	ab	a-f	bc
29	b-j	d-j	j-n	a-j	b-e	d-j	a-h	a-f	d-i
30	d-k	b-f	f-i	a-f	d-i	b-g	a-e	d-j	b-g
KDC370	f-l	g-k	n	e-j	c-f	j-l	lm	g-j	i-k
KSC250	k-m	i-k	g-k	c-j	a	a-c	c-j	b-h	b
KSC302	g-l	jk	k-n	h-j	ab	b-e	c-j	a-d	b-g
KSC400	h-l	k	k-n	a-h	b-d	b-i	g-k	a-f	b-d
KSC500	a-e	b-f	g-k	e-j	c-f	l	m	c-i	k
KSC704	a-g	b-g	c-f	ab	b-d	b-h	a	a	c-h

در شرايط تنش رطوبتي اثر مستقيم تعداد بلال در بوته بر عملكرد دانه نسبتا زياد و مثبت است ولي بر خلاف شرايط بدون تنش اثر غير مستقيم آن از طريق تعداد دانه در رديف مثبت مي باشد. با توجه به نتايج حاصله مي توان گفت كه تقريبا تمامي همبستگي بين عملكرد دانه و تعداد بلال در بوته مربوط به اثر مستقيم اين صفت بوده و مابقي اثر غير مستقيم نيز تاثير اندكي دارند. تعداد دانه در رديف نيز نسبت به صفات وزن ۳ǵǵ دانه و طول بلال داراي اثر مستقيم بالاتري مي باشد (جدول آ). اثر غير مستقيم تعداد دانه در رديف بلال از طريق صفات وزن ۱ǵ بلال و درصد دانه بلال نيز زياد ولي اثر غير مستقيم آن از طريق ساير صفات تقريبا ناچيز است. اثر مستقيم درصد دانه بر عملكرد دانه بسيار زياد و بيشترين مقدار است.

محققان بسياري از تجزيه عليت جهت كشف روابط علي بين عملكرد و صفات مرتبط با آن در گياهان زراعي مختلف مانند ذرت استفاده كرده و تعداد دانه در بلال (۳۳)، تعداد بلال در بوته (۳) و طول بلال (۲Ī) را به عنوان مهمترين صفات موثر بر عملكرد دانه نام برده اند. در اين پژوهش عمده ترين اثر غير مستقيمي كه درصد دانه بلال توليد كرد از طريق وزن ۱ǵ بلال و پس از آن از طريق تعداد دانه در رديف بود. اثر غير مستقيم اين صفت از طريق تعداد بلال در بوته منفي و بيشتر از اثر غير مستقيم آن از طريق وزن ۳ǵǵ دانه و طول بلال بود.

نتايج اين مطالعه نشان داد كه هر چند اثر مستقيم طول بلال بر عملكرد دانه ناچيز بود، ولي اثر غيرمستقيم اين صفت از طريق تعداد بلال در بوته و وزن ۱ǵ بلال، بزرگ و قابل توجه بود.

همانگونه كه در جدول ۲ مشاهده مي گردد، تنش كم آبي موجب كاهش ۲Ī درصدي در اندازه طول بلال شد. تجزيه عليت در شرايط تنش كم آبي نشان داد كه با افزايش طول بلال، عملكرد دانه ابتدا از طريق افزايش وزن بلال و تعداد رديف دانه در بلال و پس از آن از طريق تعداد بلال در بوته جبران مي گردد. بيش از نيمي از همبستگي مشاهده شده بين وزن ۱ǵ بلال و عملكرد دانه مربوط به اثر مستقيم وزن بلال بر عملكرد دانه و مابقي اثرات غير مستقيم آن از طريق صفات تعداد بلال در بوته و درصد دانه مي باشد. هر چند كه اثر مستقيم طول بلال بر عملكرد دانه نسبتاً پايين است ولي اثر غير مستقيم آن از طريق صفات وزن ۱ǵ بلال و تعداد بلال در بوته اعمال مي شود.

آگراما (۳) گزارش نمود كه تعداد دانه در بلال و وزن دانه، بزرگترين اثر مستقيم را بر عملكرد دانه دارند و مي توانند به عنوان صفات بالقوه در اصلاح ذرت جهت بدست آوردن لاين هاي مطلوب سودمند باشند.

تجزيه ضرايب مسير نشان داد كه در شرايط تنش كم آبي نقش صفات تعداد بلال در بوته و وزن ۱ǵ بلال بيشتر از آبياري معمول و نقش تعداد دانه در رديف بلال كمتر مي باشد. يافته هاي محققان نشان مي هد كه با افزايش تنش خشكي عملكرد دانه كاهش يافته و در

تنش شديد در مقايسه با تيمار آبياري مطلوب، عملكرد دانه تا ۴ğ درصد كاهش مي يابد. اين كاهش به طور عمده به واسطه كم شدن، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه است (آ).

با توجه به ضرااب تجزيه مسير در شرايط تنش رطوبتي ملاحظه مي شود كه در اين شرايط به منظور اصلاح و افزايش عملكرد دانه مي توان با انتخاب هيبريدهايي كه تعداد بلال در بوته بيشتر داشته و ضمنا داراي وزن بلال بالاتر همراه با درصد دانه بيشتر هستند اين كار را انجام داد. هرچند به نظر مي رسد كه با افزايش وزن بلال ضمن افزايش تعداد دانه در رديف بلال، مقدار طول بلال و درصد چوب بلال افزايش مي يابد وليكن بدليل افزايش تعداد رديف دانه در بلال و همچنين عمĀ دانه بيشتر اين هيبريدها مي توان گفت كه از قابليت توليد عملكرد بيشتري برخوردار هستند. بطور كلي با عنايت به صفات تاثيرگذار بر عملكرد دانه در دو محيط و مقايسه آنها مي توان نتيجه گرفت كه در واقع اين صفات تعداد بلال در بوته، وزن بلال و درصد دانه هستند كه در اثر كمبود رطوبت به سرعت تحت تاثير قرار گرفته و تعيين كننده محدوديت هاي گياه در توليد دانه مي باشند. با اصلاح اين صفات مي توان موانع موجود بر سر راه عملكرد را از ميان برداشته و به هدف نهايي يعني افزايش عملكرد دست يافت (۱۳). از سوي ديگر تجزيه فاكتورهاي فيزيولوژيكي موثر بر عملكرد كه تحت تاثير تنش كم آبي قرار مي گيرند مي تواند ما را در امر اصلاح براي عملكرد بيشتر ياري نمايد. صفات و قالبي كه براي اصلاح مقاومت به خشكي انتخاب مي شوند به ميزان و زمان تنش در منطقه بستگي دارد. اگر تنش شديد باشد اصلاح در شرايط آبياري معمول نمي تواند براي بهبود مقاومت و عملكرد موفĀ باشد چون زنده ماندن گياه در شرايط تنش سخت، يŦ ضرورت خواهد بود. برعكس انتخاب براي صفت عملكرد به تنهايي در شرايط تنش ملايم مي تواند موجب ايجاد ژنوتيŘ هاي با عملكرد بالاتر، هم در شرايط بدون تنش و هم در شرايط تنش ملايم شود. اين امر نشان مي دهد كه مقاومت اجتناب گسترده نسبت به تنش هاي متوسط توسط صفاتي كه در شرايط بدون تنش هم بيان مي شوند ايجاد مي گردد (آ).

منابع

1. Abde Mishani, S. and A.A. Shahnejat Boushehri. 1997. Advanced plant breeding. Vol. 2. University of Tehran Press. p. 321. (In Persian).
2. Abo-El-Kheir, M.S.A. and B.B. Mekki. 2007. Response of maize single cross to water deficits during silking and grain filling stages. World Journal of Agricultural Sciences 3(3): 269-272. ISSI. 1817-3047.
3. Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346.
4. Ahmadzade, A. 1990. Determination of the best drought stress indices in selective corn lines. Msc thesis, Agricultural faculty of University of Tehran. p. 130. (In Persian).
5. Andrade, F.H., L. Echarte., R. Rizzalli., A. Della Maggiora., M. Casanoves. 2002. kernel number prediction in maize under nitrogen stress. Crop Sci., 42: 1173-1179.
6. Arraudeau, M.A. 1989. Breeding Strategies for drought resistance. In: Proceedings of Baker, F.W.G. (Ed). Drought resistance in cereals. CAB International. 222 pp.
7. Boyer, J.S. 2006. Relationship of water potential to growth of leaves plant. Physiol 43: 1056-1062.
8. Caker, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89(1): 1-16
9. Campose, H., M. Cooper., J.E. Habben and J.R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: A view from Industry. Field Crops Research 89: 1-16.
10. Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1990. The effects of soil moisture stress at different stage of growth on the development and yield of corn. Agron., J. 52: 272-274.
11. Ehdaei, B. 1993. Selection for drought tolerance in wheat. Proceedings of 1st Iranian Agronomy and Plant Breedig Congress. University of Tehran, Karaj, Iran. p. 105. (In Persian).
12. F.A.O. Production year book. 2005. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51: 209 pp.
13. Fazel Najaf Abadi, M., M.R. Bihamta, H.R. Nikkhah and S.A Peighambari. 2009. A Study of barley (Hordeum vulgare L.) Yield Determining Traits in Stress and Non-Stress Conditions. Iranian J Field Crop Sci., 40(1): 55-65. (In Persian).
14. Ghahfarrokhi, A.R., N. Khodabandeh, A. Ahmadi and A. Bankehsaz. 2004. Study on effect of drought stress in different growth stages on yield, yield components and quality of grain maize. Proceeding of the 8th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht. p. 239. (In Persian).
15. Golbashy, M., M. Ebrahimi, S. Khavari Khorasani and R. Choucan. 2010. Evaluation of drought tolerance of some corn (*Zea mays* L.) hybrids in Iran. African Journal of Agricultural Research Vol., 5(19), pp: 2714-2719.
16. Jaafari, P. and M.R. Imani. 2004. Study of drought stress and plant density on yield and some agronomical traits of maize KSC 301. Proceeding of the 8th. Iranian Congress of Crop Sciences. College of Agriculture, Universty of Guilan, Rasht, Iran. p. 235. (In Persian).
17. Jazaeri, M.R. and E. Rezaei. 2007. Evaluation of drought tolerant of oat cultivars in Isfahan condition. Olom va fonone keshavarzi va manabe tabiei. 10 (3). pp: 393-404. (In Persian).

18. Mohammadi, S.A., B.M. Prasanna and N.N. Singh. 2003. Sequential Path Model for Determining Interrelationships among Grain Yield and Related Characters in Maize. Crop Sci., 43: 1690-1697
19. Monneveux, P., C. Sanchez, D. Beck and G.O. Edmeds. 2006. Drought tolerance improvement in topical maize source populations: evidence of progress. Crop Sci., 46: 180-191.
20. Normohamadi, Gh. A. Siadat and A. Kashani. 1997. Agronomy (Cereal). Shahid Chamran University Publisher. p. 540. (In Persian).
21. Osborne, S.L., J.S. Scheppers, D.D. Francis and M.R. Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. Crop Sci., 42: 165-171.
22. Ouatter, S.R., J. Jones and K. Crookson. 1987. Effect of water deficit during grain filing on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science. 27: 720-730.
23. Sarmadnia, Gh. and A.R. Koochaki. 1992. Physiological Prospects of dryland Farming. thirth publish., mashad jahat publisher. p. 23-79. (In Persian).
24. Sepehri, E., S.E. Modares Sanavi, B. Ghareyazi and E. Yamini. 2003. Effect of drought stress and different nitrogen levels on growth stages, yield and yield component of corn. Oloom zeraie iran. 4(3). p: 184-201. (In Persian).
25. Shalygina, O.A. 1990. Correlation of yield in maize plants with its yield components and biological characters under irrigation in the lower Volga area. p. 433. Maize Abstract, 7: 43.
26. Shaozhong, K., W. Shi and J. Zhang. 2000. An improved water use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crop Research. 67: 207-214.
27. Shiri, M.R. 2000. The investigation of yield and yield component in wheat variety under water stress. M. Sc Thesis. Islamic Azad University, Ardabil Branch. p: 143. (In Persian).
28. Shirinzade, E., R. Zarghami and M.R. Shiri. 2009. Evaluation of drought tolerant in corn hybrids using drought tolerance indices. Oloom zeraei Iran. 10(4). (In Persian).
29. Shoae hosseini, M.M. Golbashy, M. Farsi, S. Khavari Khorasani and M. Ashofte Beiragi. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. islamic azad university, khozestan. 19 Nov. Abstract book of 1st regional conference on tropical crops production under environmental stresses condition. p. 72. (In Persian).
30. Shoae Hosseini, SM., M. Farsi and S. Khavari Khorasani. 2008. Investigation of Water Deficit Stress Effects on Yield and Yield Components Using Path Analysis in Some Corn Hybrids. danesh keshavarzi. 18(1): 71-85. (In Persian).
31. Tavakoli, H., S. Karimi and F. Mosavi. 1999. The effect of irrigation different regims on vegetative and reproductive growth of corn, Journal of Iran Agronomy Science. 20(3): 100-105. (In Persian).
32. Traore, S.B., R.E. Carlson, C.D. Pllcher and M.E. Rice. 2000. Bt and non Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agron. J. 92: 1027-1035.
33. Wang, G., M.S. Kang and O. Moreno. 1999. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. Field Crop Res., 61: 211-222.
34. Wasson, J., J. R, Schumacher and T.E. Wicks. 2000. Maize water content and solute potential at three stages of development. University of Illinois. Dept. of Crop Sciences. Maydica. 45(1):67-72.

35. Xiao, Y.N., X.H. Li, M.L. Geotge, M.S. Li, S.H. Zhang and Y.L. Zheng. 2005. Quantitative trait locus analysis of drought tolerance and yield in maize in china. Plant Molecular Biology Reporter. 23: 155-165.

36. Yazdan doost, M. and A. Rezai. 2001. A Study of Morphological and Physiological Basis of corn Yield through Path Analysis. Iranian J. Agric. Sci., 32(3): 671-680. (In Persian).

A Study of Corn (*Zea mays* L.) Yield Determining Traits in Normal Condition and Low-Irrigation

M. Golbashy[1], M. Ebrahimi[2], S. Khavari Khorasani[3] and R. Choukan[4]

Abstract

In order to study effect of drought stress on morphologic traits, yield and yield components of 28 new hybrids of corn to heat and drought stress in addition 6 commercial hybrid (as control), an experiment was carried out on based of complete randomized block design with three replication under normal irrigation and drought stress in Khorasan Razavi Agricultural Research and Natural Resources Institute Mashhad, Iran on 2010. Results of analysis of variance showed that in both condition there are significant different between all hybrids for all traits. Results of hybrid means comparison with Duncan's multiple range test showed that in normal irrigation condition S.C500 hybrid and in stress condition N.11 hybrid was better than others in yield trait (13.79 and 5.69 respectively). Genetic correlation between traits under stress condition showed that number of kernel in row was the highest correlation with yield and in normal irrigation ear diameter was higher than other traits correlated. The results showed that under no stress conditions, hybrids with the mean number of ear per plants that have more thick ear, heavier and more kernel per row and the same time have a lower percentage of wood, will be higher in total yield. Generally, according to results of path analysis, review and compare traits affecting grain yield in two environments can be concluded that plant traits in maize, kernel weight per ear, ear weight and percentage of kernel, deficit quickly affected and determining the limitations of plant production. Breeding for these traits can be obstacles on the path taken from the performance and the ultimate goal of increasing performance in low-Irrigation conditions.

Keywords: Corn, Path analysis, Simple Correlation, Stepwise Regression

---

1- Ph.D. Student, University of Tehran
2- Assistant Proffesore, Abouraihan Campus, University of Tehran
3-Assistant Proffesore of Khorasan Razavi Agricultural Research and Natural Resources Institute
4- Associate Proffesore of Seed and Plant Improvement Institute, Karadj