تجزیه ژنتیکی بعضی از خصوصیات کمی ذرت
۱ - تجزیه میانگین عملکرد و صفات وابسته به آن

شاهین واعظی، سیروس عبدمیشانی، بهمن یزدی صمدی و محمد رضا قنادها

بترتیب دانشجوی دوره دکتری، استادان و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۷/۲۱

خلاصه

هدف از این بررسی مطالعه نحوه توارث عملکرد و صفات وابسته به آن درذرت با استفاده از تجزیه میانگین نسلها بود. دو اینبرد لاین MO17, B73 با خصوصیات متفاوت از لحاظ عملکرد و بعضی از دیگر صفات تلاقی داده شدند و نتاج F1 حاصل جهت تولید نسل F2 خودبارور شدند و همچنین با هدف تولید نتاج بک کراس با هریک از والدین نیز تلاقی داده شدند. مواد آزمایشی شامل والدین و نتاج آنها در یک طرح آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. تجزیه میانگین نسلها با استفاده از آزمون مقیاس مشترک که همزمان تمام نسلها را مورد آزمون قرارمی دهد انجام شد. میانگین مربعات برای تمام صفات بجز شاخص دانه و ضخامت دانه معنی دار بود. هتروزیس برای عملکرد دانه، وزن بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال و وزن ۳۰۰ دانه به ترتیب ۱۱۱، ۱۰۱، ۵۵، ۲۲، ۱۷ و ٦ درصد برآورد گردید. میزان پیشرفت ژنتیکی بر حسب درصد از میانگین برای صفات وزن بلال، عملکرد دانه، قطر بلال و تعداد ردیف دانه بالا بود. مقدار توارث پذیری خصوصی برای اغلب خصوصیات بجز صفات طول بلال، تعداد ردیف دانه و قطر بلال متوسط تا پایین بود. توارث پذیری عمومی متفاوتی برای تعداد داند در ردیف، وزن بلال، ردیف دانه، محیط بلال و عملکرد دانه مشاهده شد. تمام آثار ژنها شامل آثار میانگین، آثار افزایشی، آثار غالبیت، آثار متقابل اپیستازی افزایشی x افزایشی، آثار افزایشی x غالبیت و آثار غالبیت x غالبیت برای صفات مشاهده شد ولی تمام آثار ژنها در کلیه صفات مشاهده نشد. اثر غالبیت مهمترین عامل کنترل توارث در کلیه صفات مورد بررسی شناخته شد. اثر افزایشی هر چند برای کلیه صفات معنی دار شدولی نسبت به آثار غالبیت از اهمیت کمتری برخوردار بود. در کلیه صفات مورد بررسی تمامی اپیستازی‌های غالبیت x غالبیت و افزایشی x افزایشی اهمیت بیشتری نسبت به آثار متقابل افزایشی x غالبیت داشت.

واژه های کلیدی: ذرت، آثار ژنها، عملکرد دانه و صفات وابسته به آن، تجزیه میانگین نسلها

مقدمه

به نژادگران عملکرد دانه را مهمترین هدف در توسعه لاین های ذرت می دانند (۱۳). بهبود عملکرد ذرت در طول تاریخ ۸۰۰۰ ساله آن عمدتا" از طریق انتخاب بهترین بوته ها در سطح مزرعه صورت گرفته است. ولی با معرفی ذرتهای دبل کراس در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ در ایالات متحده عملکرد کشت ذرت به سرعت افزایش یافت. جایگزینی هیبریدهای دبل کراس با هیبریدهای سینگل کراس در دهه ۱۹٦۰ موجب ایجاد شتاب دومی در سرعت افزایش عملکرد شد (۹).

عملکرد صفت پیچیده ای است که اجزای کمی بسیاری را در

بر می گیرد و دارای وراثت پلی ژنیک است (۱۴). گرافیوس (۱۹) برای نشان دادن رابطه عملکرد و اجزای آن یک نمودار هندسی ارائه داد (٦). لذا عملکرد واقعی حاصل تبادل اجزا آن است. اصلاح اجزای عملکرد موجب ارتقا عملکرد می شود، هرچند که معمولا" این اجزا در عمل بصورت جبرانی عمل می کنند و افزایش یکی کاهش دیگری را در بر دارد. بر این اساس آگاهی از نحوه کنترل ژنتیکی و توارث اجزای عملکرد که موجب انتخاب بهترین روش اصلاحی برای آنها و در نهایت موجب اصلاح عملکرد نیز می شود ضروری است.

اصلاح کنندگان می توانند با استفاده از طرحهای مختلف آمیزشی اجزای ژنتیکی کنترل کننده صفات را در جمعیت گیاهان مورد مطالعه برآورد کنند. این طرحهای تلاقی از حیث مواد ژنتیکی برای برآورد پارامترها، متفاوت هستند. نوع مواد ژنتیکی قدرت برآورد اجزای افزایشی ، غالبیت و اپیستاتیک را تعیین می کند (۷). مرور جامعی را هالونر و میراندا (۲۳) از روشهای ارزیابی اجزای واریانس ژنتیکی ارائه داده اند. در تمامی این روش ها بر اساس شباهت بین والدین و نتاج و سایر خویشاوندان امکان شناسایی اجزا واریانس ژنتیکی بوجود می آید. از جمله این روشها می توان به روش تجزیه دو والدی[1]، رگرسیون نتاج - والدین، تلاقی دی آلل، طرحهای I, II, III کامستاک و رابینسون، تلاقی سه جانبه و تجزیه لاین × تستر اشاره نمود. در اغلب روش های یاد شده ارزیابی تغییرات ژنتیکی بر مبنای بررسی یک نسل صورت می گیرد. ولی در تجزیه و تحلیل میانگین نسلها برای محاسبه آثار ژنتیکی از میانگین نسلهای متفاوت استفاده می گردد (۲۳).

مدلهای مختلفی برای تجزیه میانگین نسلها ارائه شده است (۱۱، ۳۵ و ۱۸). این نوع تجزیه ژنتیکی با وجود مزایایی که دارد محدودیت هایی نیز برای آن ارائه شده است (۲۳). تجزیه میانگین نسلها را می توان با تعداد متفاوتی نسل اجرا نمود.

نسبت واریانس ژنوتیپی به واریانس فنوتیپی قابلیت توارث عمومی را نشان می دهد ولی با توجه به آنکه صرفا" آثار افزایشی ژنها به نسل بعد منتقل می شوند نسبت تغییرات این نوع آثار ژنها به کل تغییرات فنوتیپی که بیانگر توارث خصوصی است برای اصلاح گران ارزشمنداست.روش های مهم ارزیابی توارث پذیری توسط فهر (۷) بررسی شده است .

هدف از این بررسی شناسایی آثار ژنها بر نحوه توارث عملکرد و اجزا عملکرد از طریق روش تجزیه میانگین نسلها می باشد.

مواد و روشها

مواد آزمایشی

برای تهیه مواد ژنتیکی لازم، ابتدا در سال ۱۳۷۴ دو اینبرد لاین پیشرفته Mo17 , B73 تلاقی داده شدند. در سال ۱۳۷۵ نسلهای (F1xP2)BC2, (F1xP1)BC1, F2 در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدو در اواخر اردیبهشت سال ۱۳۷٦ مواد تهیه شده در قالب طرح آزمایشی بلوک های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج در ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر تکرار برای هریک از نسلهای والدی و F1یک ردیف و برای نسلهای BC2 , BC1, F2 به ترتیب چهار، دو و دو ردیف کشت گردید. طول ردیف های کاشت ۳ متر با فاصله ۷۵ سانتیمتر و فواصل بوته ها روی خط ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. کاشت بذرها به محض آماده شدن زمین انجام شد. به منظور اطمینان از سبز شدن ۲ تا۳ بذر در هر نقطه کشت قرار داده شد. بلافاصله پس از کشت اولین آبیاری انجام و تاپایان دوره رشد به فاصله ۷روز یکبار آبیاری انجام شد کنترل علفهای هرز با دست و در سه نوبت صورت گرفت تنک بوته‌های اضافی به موقع انجام شد و از مقدار متعارف کود اوره و فسفات آمونیوم قبل از کشت استفاده و سپس در دو نوبت در مراحل ٦ تا۸ برگی و اواخر رشد رویشی کود سرک به مقدار مورد نیاز مصرف شد. یادداشت برداری بر اساس تک بوته انجام گرفت. اندازه گیری ها برای افراد والدی و نسل F1 برای حداقل ۱۰ بوته انجام گرفت حال آنکه برای F2و بک کراس ها حداقل به ترتیب برای ٦۰و ۲۰ بوته بود.

صفات مورد مطالعه مطابق دستور العمل سیمیت (۱۵) و دستورالعمل انجام آزمایشهای بخش تحقیقات ذرت موسسه اصلاح و تهیه نهال بذر(۳) اندازه گیری شدند وعبارت بودند از : وزن بلال به گرم (باتصحیح رطوبت در سطح ۱۴% (EARW)طول بلال به سانتیمتر (EL)، قطر بلال به سانتیمتر (ED)، محیط بلال به سانتیمتر

1 - Bioparental progenies

(EC) ، تعداد ردیف دانه در بلال (KR)، تعداد دانه در هر ردیف بلال (NKR)، وزن ۳۰۰ دانه به گرم (با تصحیح رطوبت سطح ۱۴٪) (300-KW) ، وزن کل دانه هر بلال به گرم (با تصحیح رطوبت سطح ۱۴٪)(GY) ، ضخامت دانه به سانتیمتر (KT)، پهنای دانه که از تقسیم محیط بلال به تعداد ردیف دانه برآورد گردید (KW)، عمق دانه (KD) که از فرمول ۲:(قطر چوب بلال - قطر بلال) و شاخص دانه (KIN) از نسبت وزن کل دانه به وزن کل بلال (KIN)برآورد گردید.

تجزیه های آماری

ابتدا نسلها برای کلیه صفات مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و در صورت مشاهده تفاوت در بین نسلها از تجزیه میانگین نسلها استفاده شد. با استفاده از روش ماتروجینکز (۲۸) و بر اساس مدل ژنتیکی گامبل (۱۸) داده های حاصل از ۶ نسل BC2, BC1, F2, F1, P2, P1مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در واقع مدل ژنتیکی ارائه شده توسط این دو مرجع یکی است منتهی با علائم متفاوتی این مدل بیان شده است. مدلی که برای تجزیه و تحلیل میانگین نسلها توسط ماتر و جینکز (۲۸) ارائه شده است میانگین کلی هر صفت را بصورت ذیل نشان می دهد:

$$(۱)\quad Y=m+\alpha d+\beta h+\alpha^2 i+2\alpha\beta j+\beta^2 l$$

در این فرمول Y = میانگین یک نسل ، m= میانگین تمام نسلها (میانگین جامعه)، [d]=مجموع آثارافزایشی[h]= مجموع آثار غالبیت [i] =مجموع اثرمتقابل بین آثار افزایشی [j] = مجموع آثار متقابل بین آثارافزایشی وغالبیت و [l]= مجموع اثر متقابل بین آثار غالبیت و α $2\alpha\beta$ و β^2ضرایب هریک از پارامترهای مدل هستند (جدول ۱).

برای برآورد پارامترها از روش ماتر و جینکز (۲۷) با استفاده از روش حداقل توانهای دوم استفاده شد. در این روش با استفاده همزمان از هر شش فامیل به ترتیب برای برازش مدلهای دو، سه ، چهار ، پنج و شش پارامتری آزمون می شود تا مناسبترین مدل توانمند در تبیین میانگین های مشاهده شده برگزیده شود . سپس این مدلها به ترتیب برای میانگین های مشاهده شده توسط آزمون χ^2 به ترتیب با چهار، سه و دو و یک درجه آزادی واریانس متفاوت نسلهای مختلف استفاده می شود که اصطلاحا" آزمون مقیاس مشترک نامیده می شود و اولین بار توسط کاوالی ارائه شده است (۲۴ و۲۵).میزان توارث

جدول ۱ - ضرایب اجزای ژنتیکی در نسل های استفاده شده

نسل	m	d	h	i	j	l
P1	۱	-۱	۰	۱	۰	۰
P2	۱	-۱	۰	۱	۰	۰
F1	۱	۰	۱	۰	۰	۱
F2	۱	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰	۰	$\frac{۱}{۴}$
BC1	۱	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۴}$
BC2	۱	$\frac{-۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{-۱}{۴}$	$\frac{۱}{۴}$

پذیری عمومی با توجه به روش های متفاوتی که برای برآورد واریانس محیطی وجود دارد متفاوت است . روشهای محمود و کرامر (۲۶)، وارنر(۳۶) و آلارد (۱۰) به ترتیب طبق فرمولهای ۲، ۳ و ۴ از جمله این روشها هستند:

$$(۲)\quad h^2bs= V_{f2}-\sqrt{V_{p1}\times V_{p2}}\Big/ V_{f2}$$

$$(۳)\quad h^2bs=V_{f2}-\sqrt[3]{V_{f1}\times V_{p1}\times V_{p2}}\Big/ V_{f2}$$

$$(٤)\quad h^2bs=V_{f2}-(V_{P1}+V_{P2}+V_{f1})/3\Big/ V_{f2}$$

قابلیت توارث پذیری خصوصی به روش وارنر (۳۶):

$$(۵)\quad h^2ns=2V_{f2}-(V_{BC1}+V_{BC2})\Big/ V_{f2}$$

و همچنین بر اساس فرمول ماتر (۲۴) و پس از حل دستگاه :

$$\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{2}D+\frac{1}{4}H=V_{f2}-V_E\\ \frac{1}{4}D+\frac{1}{4}H=V_{BC1}+V_{BC2}-V_E\end{array}\right\}$$

و تخمین واریانسهای افزایشی و غالبیت بصورت :

$$(۶)\quad h^2ns=\frac{V_A=\frac{1}{2}D}{Vp=\frac{1}{2}D+\frac{1}{2}H+E}$$

قابل برآورد است میزان پیشرفت ژنتیکی براساس فرمول آلارد (۱۰) با شدت انتخاب i=٪۵ (با استخراج از جدول مربوطه) برای کلیه صفات اندازه گیری شده محاسبه شد.

$$(۷)\quad GA=i\times h^2bs\times\sqrt{V_{F2}}$$

برای محاسبه میزان توانایی نسبی[1] از فرمول گریفینگ (۲۱) استفاده شد که در آن MP میانگین والدین و HP میانگین والد برتر است.

$$(۸)\quad PI=(\overline{F_1}-\overline{MP})/(\overline{HP}-\overline{MP})$$

1 - Potance ratio

درصد هتروزیس (H_m) و هتروبلتیوسیس[1] (H_b) ازتفاوت مقدارهر صفت در F1 و به ترتیب از میانگین والدین و والد برتر محاسبه گردید.اجزاواریانس ۶ نسل مورد بررسی بر اساس فرمولهای ماتر و جینکز (۲۸) با استفاده از فرمولهای ذیل برآورد گردید:

$$(۹)\quad \left\{\begin{aligned} E_W &= \frac{1}{4}(V_{P1}+V_{P2}+2V_{F1}) \\ D &= 4V_{F2}-2(V_{B1}+V_{B2}) \\ H &= 4(V_{B1}+V_{B2}-V_{F2}-V_E) \\ F &= V_{B2}-V_{B1} \end{aligned}\right\}$$

در فرمولهای (۹) E_W واریانس آثار محیطی ، D واریانس آثار افزایشی ، H واریانس آثار غلبه و F تشریک مساعی (همبستگی) روی تمام مقرهای ژنی (۲۸) را نشان می دهد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی داری بین نسلهای مورد بررسی برای عملکرد و سایر صفات در سطح احتمال ۱% وجود دارد. برای صفات شاخص دانه و ضخامت دانه تفاوت بین نسلها معنی دار نبود. با توجه به تفاوت هریک از تک بوته‌های F2 در هریک از تکرارهای سه گانه با یکدیگر به نظر می‌رسد کاربرد تکرار برای این نسل صحیح نباشد ولی با توجه به اینکه میانگین هر نسل مورد تجزیه قرار گرفته است و لذا هر تکرار دامنه تغییرات کلی صفات راشامل می شود ، لذا امکان اطلاق تکرار برای افراد نسل F2 نیز صحیح بنظر می رسد (۲).

جدول ۳ میانگین هریک از صفات اندازه گیری شده در ۶ نسل را نشان میدهد. شکل توزیع جمعیت F2 پیوسته بود(شکل ها نشان داده نشده است). همچنین توزیع F2 برای صفات قطر چوب بلال ، محیط بلال و قطر بلال تمایل به والد B73(P1) و برای طول بلال عمق دانه ، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف متمایل به والد MO17(P2) داشت. صفات عملکرد دانه، وزن بلال و تا حدی برای محیط بلال و قطر بلال تفکیک متجاوز از والدین[2] را نشان دادند. این موضوع با توجه به داده‌های جدول ۳ نیز مشخص می شود توانایی نسبی برای اغلب مقدار نسبتا" بالایی (بزرگتر از واحد) دارد (جدول ۵) که نشان دهنده وجود غلبه نسبی یا فوق غلبه در نتاج F1 برای این صفات است همچنین مقدار هتروزیس مثبت برای کلیه صفات نشان برتری از F1 نسبت به میانگین والدین دارد، بخصوص هتروزیس برای صفت عملکرد دانه بوته بیش از دو برابر والدین بدست آمد. آگاهی از میزان پیشرفت ژنتیکی که تابعی است از میزان پراکنش صفت در جمعیت مبداء(F2) و میزان توارث پذیری صفت مورد مطالعه نیز در انتخاب روش اصلاحی مفید می باشد. برآورد میزان پیشرفت ژنتیکی و با شدت ۵% در جدول ۵ نشان داده شده است .

مقدار توارث پذیری عمومی برآورد شده از فرمولهای مختلف نشانگر متوسط توارث پذیری عمومی بالا به ترتیب برای صفات تعداد دانه در ردیف (۰/۶۱)، وزن بلال (۰/۶)، تعداد دانه در بلال (۰/۵۹) محیط بلال (۰/۵۸) تا توارث پذیری پایین برای عمق دانه (۰/۱۳) می باشد (جدول ۶).

محاسبه آثار شش گانه ژنتیکی (جدول۶) نشان می دهد که هرچند هم آثار غالبیت و هم آثار افزایشی برای کلیه صفات معنی دار شده است ولی مقادیر آثار غالبیت مقدار بزرگتری از مجموع کل آثار را به خود اختصاص داده است. برآورد آثار غالبیت به جز یک مورد دارای مقادیر مثبت است که نشانگر آن است که آثار غالبیت در توارث عملکرد و اجزا آن در نسلهای مورد مطالعه تاثیر تعیین کننده‌ای دارد. برای ۸ صفت آثار متقابل معنی دار شده است. برای سه صفت قطر چوب بلال، تعداد ردیف دانه و وزن ۳۰۰ دانه آثار متقابل [i] ,[j]معنی دار شده است که بیانگر نیاز به تعداد نسلهای بیشتری برای تشخیص دقیق تر آثار متقابل برای صفات یاد شده است. مقدار قدر مطلق آثار اپیستازی تقریبا" برای کلیه صفات بزرگتر از آثار افزایشی بود. همچنین آثار افزایشی در تجزیه میانگین نسلها برای ضخامت دانه معنی دار نشد و نشانگر وجود آثار غالبیت در بروز این صفت است درجه غالبیت برای کلیه صفات (بجز صفت ضخامت دانه) بیش از یک بدست آمد که تاییدی است بر عمل غالبیت تا فوق غالبیت ژنها در کنترل عملکرد و سایر صفات وابسته که در بعضی از صفات در جهت مثبت (عملکرد دانه ، قطر چوب بلال، محیط و قطر بلال، تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف و پهنای دانه) و یا در جهت منفی (وزن بلال ، عمق دانه ، وزن ۳۰۰ دانه ، پهنای دانه و طول بلال) نسبت به میانگین دو والد نوسان داشت .

اجزای واریانس داده های نسل های مختلف شامل واریانس

1 - Hetrobeltiosis 2- Transgressive Segregation

جدول ۲ - تجزیه واریانس عملکرد دانه در بوته و سایر صفات مربوط به بلال و دانه در نسلهای حاصل از تلاقی B733xMO17 در سال ۱۳۷۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		عملکرد دانه	وزن بلال	قطر بلال	محیط بلال	طول بلال	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن ۳۰۰ دانه	شاخص دانه	ضخامت دانه	پهنای دانه	عمق دانه	قطر چوب بلال
بلوک	۲	۵۸/۳۳	۴۰/۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۱۷۷	۰/۰۱۶	۲/۰۵۶	۲۴/۰۲۴	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
نسل ها	۵	۶۰۱۷/۲۶**	۶۷۸۵/۵۵**	۰/۴۰۱**	۴/۶۰۰**	۱۹/۳۳**	۱۲/۳۶۵**	۲۱۱/۲۸۹**	۱۰۰۳/۹۱**	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۳۲**	۰/۰۴۹**	۰/۱۷۶**
خطا	۱۰	۲۱۸/۳۷۶	۲۲۰/۲۵	۰/۰۰۹	۰/۱۲۶	۰/۷۲۴	۰/۶۶۴	۶/۲۸۹	۱۲۶/۲۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴
C.V		۱۰/۲۴	۸/۸۱	۲/۱۳	۲/۵۰	۴/۸۲	۵/۷۹	۶/۳۸	۵/۴۵	۴/۹۹	۵/۷۵	۳/۲۳	۴/۵۸	۲/۷۷

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳ - میانگین عملکرد دانه در بوته و خصوصیات بلال و دانه در نسلهای حاصل از هیبرید B73xMO17

نسل	عملکرد دانه (گرم)	وزن بلال (گرم)	قطر بلال (سانتی متر)	محیط بلال (سانتی متر)	طول بلال (سانتیمتر)	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن ۳۰۰ دانه (گرم)	پهنای دانه (سانتی متر)	عمق دانه (سانتیمتر)	قطر چوب بلال (سانتیمتر)
P1	۸۳/۱۸±۲۵/۶۰	۱۰۶/۲۳±۲۷/۴۲	۴/۲۹±۰/۲۶	۱۴/۱۹±۰/۷۳	۱۳/۲۵±۱/۳۳	۱۶/۳۷±۱/۷۹	۲۲/۳۰±۴/۶۲	۸۲/۸۰±۵/۸۱	۰/۸۷±۰/۰۶۲	۰/۸۱±۰/۱۳	۲/۶۸±۰/۱۷
P2	۱۱۳/۹۹±۳۱/۷۱	۱۲۷/۴۴±۳۴/۲۳	۳/۷۰±۰/۳۰	۱۱/۹۳±۰/۷۳	۱۹/۶۸±۲/۴۲	۱۰/۳۶±۰/۹۵	۳۸/۵۷±۵/۰۵	۹۰/۷۰±۱۲/۳۲	۱/۱۷±۰/۰۹۷	۰/۹۱±۰/۱۱	۱/۹۶±۰/۲۶
F1	۲۰۸/۷۹±۴۵	۲۳۵/۴۵±۴۹/۱۰	۴/۶۹±۰/۲۶	۱۵/۳۵±۱/۱۷	۲۰/۲۵±۲/۸۶	۴۱/۲۲±۱/۶۰	۷۴/۴±۷/۴۳	۹۲/۸۰±۸/۶	۱/۱۱±۰/۱۱	۱/۱۳±۰/۱۱	۲/۳۳±۰/۲۲
F2	۱۵۵/۶۰±۴۸/۷۶	۱۷۹/۸۲±۵۷/۱۹	۴/۴۱±۰/۴۱	۱۴/۳۱±۱/۲۳	۱۷/۹۵±۳/۰۵	۴۱/۰۷±۲/۲۱	۳۸/۳۰±۸/۵۴	۸۷/۲۳±۱۲/۷۶	۱/۰۲±۰/۱۱	۱/۰۶±۰/۱۲	۲/۲۸±۰/۲۵
BC1	۱۵۴/۸۶±۳۷/۶۹	۱۸۲/۵۴±۴۳/۸۶	۴/۶۵±۰/۲۹	۱۵/۲۰±۰/۹۷	۱۶/۸۲±۲/۳۵	۱۵/۵۷±۱/۶۱	۳۶/۰۷±۷/۴۱	۹۳/۲۰±۸/۳۷	۰/۹۷±۰/۰۸۸	۱/۰۸±۰/۱۰	۲/۴۸±۰/۱۷
BC2	۱۶۰/۲۷±۴۴/۰۰	۱۸۷/۳±۴۹/۶	۴/۴۲±۰/۳۳	۱۴/۳۲±۱/۰۷	۱۹/۱۲±۲/۴۲	۱۴/۲۴±۱/۶۴	۴۰/۳۳±۷/۰۳	۹۳/۸۴±۱۲/۵۷	۱/۰۰±۰/۰۹۹	۱/۰۵±۰/۱۳	۲/۳۲±۰/۲۱

جدول ۴ - محاسبه توانایی نسبی ، هتروزیس ، هتروبلتیوسیس در تلاقی B73xMO17 و میزان پیشرفت ژنتیکی حاصل ازانتخاب در نسل F2 این تلاقی

صفت	توانایی نسبی	هتروزیس	هتروبلتیوسیس	پیشرفت ژنتیکی (٪)
عملکرد دانه (گرم)	۷/۱۵	۱/۱۱	۰/۸۳	۲۲
وزن بلال (گرم)	۱۱/۶	۱/۰۱	۰/۸۴	۳۷
قطر بلال (سانتیمتر)	۲/۳۲	۰/۱۷	۰/۰۹	۹
محیط بلال (سانتیمتر)	۲/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۸	۸
طول بلال (سانتیمتر)	۱/۱۷	۰/۲۲	۰/۰۳	۱۲
تعداد ردیف دانه	۰/۰۲۸	۰/۰۶	-۰/۱۳	۱۴/۵
تعداد دانه در ردیف	۲/۰۶	۰/۵۵	۰/۲۲	۹/۴
وزن ۳۰۰ دانه (گرم)	۱/۴۹	۰/۰۶	۰/۰۲	۱۲/۲
پهنای دانه (سانتیمتر)	۵/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۴	۱/۲
قطر چوب بلال (سانتیمتر)	۰/۰۲	۰/۰۰۴	-۰/۱۲	۱۹

آثار محیطی (E_W)واریانس آثار افزایشی (D)و واریانس آثار غالبیت (H) در جدول ٦ آمده است . واریانس آثار غالبیت برای تمام صفات بجز صفت طول بلال با علامت منفی برآورد شده است. هرچند ظاهرا" نبایستی علامت مقدار واریانس منفی محاسبه می شد ولی با توجه به فرمول محاسبه واریانس آثار غالبیت H چون مقدار واریانس داده های نسل های تلاقی برگشتی کوچک بوده، نتیجه محاسبه جبری مقداری منفی حاصل شد. بنابراین دور از انتظار نخواهد بودکه فرمول وارنر (فرمول شماره ۵) مقدار توارث پذیری ، محاسبه شده بزرگتری نسبت به مقدار توارث پذیری واقعی بدست دهد (جدول ٦). لذا با توجه به علامت منفی می توان آثار اپیستازی را در حد ناچیز یعنی صفر در نظر گرفته و با استفاده از فرمولهای شماره ۹ مقدار واریانس غالبیت (V_D)و مقدار واریانس افزایشی (V_A)را به ترتیب برابر $\frac{1}{4}H$ و $\frac{1}{2}D$ محاسبه نمودوسپس مقدار توارث پذیری خصوصی را مجددا" از فرمول ٦ برآورد کرد (جدول٦).

بحث

دو والد اینبرد مورد استفاده برای تهیه نسلهای مورد مطالعه برای صفات عملکرد دانه بطور نسبی و برای صفات تعداد ردیف دانه و تعداددانه در ردیف و بخصوص برای قطر چوب بلال دارای فاصله زیادی هستند (جدول ۳). داده های F1بیانگر وجود آثاربسیار زیاد غلبه برای عملکرد دانه در بوته و وزن چوب بلال و سایر خصوصیات بلال و تعداد دانه در ردیف است. دامنه هتروزیس بین ۴% برای صفت قطر چوب بلال تا ۱۱۱% برای صفت عملکرد بود (جدول ۴). که نشانگر بیشترین آثار غالبیت و فوق غالبیت در توارث عملکرد دانه در بوته می باشد. توجیه ژنتیکی وقوع هتروزیس هنوز مبهم است. مشاهده هتروزیس در رابطه با عملکرد دو صفات وابسته در مواد مورد مطالعه پیش از این نیز گزارش شده بود (۱، ۴ و ۵). توزیع صفات در جمعیت F2و بک کراس ها پیوسته بود این پیوستگی هر چند دلالت بر توارث پلی ژنیک دارد و عواملی همچون توارث پذیری پایین و تفرق چندین عامل ژنتیکی (۸) نیز می توانند عامل این پیوستگی باشند. همچنین نمودار توزیع F2برای صفات عملکرد دانه و وزن بلال و محیط و قطر بلال نشانگر وجود تفکیک متجاوزدر توارث این صفات است. که دلیلی است بر وجود آللهای متقابل و مطلوب در والدین که بواسطه ترکیب پذیری و تجمع این آللها در نتاج این پدیده در افراد F2ظاهر می شود (۲۰ و ۳۲).

بیشترین مقدار بازده ژنتیکی بر اساس درصد میانگین جمعیت برای صفات وزن بلال (۳۷%)، عملکرد دانه (۲۲%) و قطر چوب بلال (۱۹%) و کمترین آنها برای عمق دانه (۱/۲%) و پهنای دانه (۵/٦%) بدست آمد که با توجه به نقش وراثت پذیری در محاسبه پیشرفت ژنتیکی مقادیر بالا برای وزن بلال قابل انتظار است. ولی برای عملکرد دانه و قطر چوب بلال دور از انتظاراست، هرچند وجود

جدول ۵ - برآورد میانگین و اجزا ژنتیکی برای عملکرد دانه و سایر صفات وابسته در ذرت بر اساس داده های نسل های والدی و نتاج BC2 (F18P2, BC1(F1*P1), F2, F1

صفات	m	[d]	[h]	[I]	[J]	[l]	χ^2	[h/d]
عملکرد دانه	۹۸/۹۱+۳/۵۰**	-۱۳/۳۲+۳/۳۳**	۱۱۵/۴۰+۷/۵**	—	—	—	۲/۲۱	۸/۶۴
وزن بلال	۱۱۷/۸۶+۳/۷۹**	-۹/۲+۳/۶**	۲۶/۶۹+۸/۳۶**	—	—	—	۲/۴۲	-۲/۸۹
قطر بلال	۳/۵+۰/۶**	۰/۲۷+۰/۰۳**	۲/۴۳+۵/۷**	۰/۴۹+۰/۱۵**	—	-۱/۲۴+۰/۲۸**	۰/۹	۹/۰۰
محیط بلال	۱۱/۳۷+۰/۵۱**	۱/۰۵+۰/۰۸**	۷/۷۸+۱/۳۶**	۱/۷۱+۰/۵۰**	—	-۳/۸+۰/۹۵**	۱/۲۵	۶/۸
طول بلال	۱۶/۲۷+۰/۲۲**	-۲/۹۶+۰/۲۱**	۳/۵۷+۰/۴۷**	—	—	—	۴/۰۴۴	-۱/۲۰
ردیف دانه	۱۰/۲۸+۰/۸۵**	۳/۰۰+۰/۱۸**	۱۱/۹۷+۲/۲۵**	۳/۳۳+۰/۸۳**	-۳/۳۵+۰/۷۱**	-۷/۱۸+۱/۵۳**	۰/۰۰۰۰۰۴	۳/۹۹
تعداد دانه درردیف	۳۰/۳۰+۰/۵۸**	-۸/۱۱+۰/۶۲**	۱۶/۱۵+۱/۲۸**	—	۷/۵۹+۲/۹**	—	۰/۳۹	۱/۹۹
وزن ۳۰۰ دانه	۲۶/۲۶+۵/۶**	-۳/۳۵+۱/۰۶**	۶۹/۳+۱۴/۰۷**	۲۱/۵+۵/۶۹**	—	-۴۱/۴۶+۹/۱۲**	۲/۲۶	-۲۰/۸
ضخامت دانه	۰/۴۳+۰/۰۰۵**	—	۰/۰۵۹+۰/۰۱۰**	—	—	—	۵/۴۳	—
پهنای دانه	۱/۱۶+۰/۰۴**	-۰/۱۵+۰/۰۱۰**	-۰/۴۹+۰/۱۲**	۰/۱۳+۰/۰۴۶**	۰/۲۴۹+۰/۰۴۱**	۰/۴۴+۰/۰۹۳**	۰/۰۰۰۰۲۹	۳/۲
عمق دانه	۰/۸۶+۰/۰۱۹**	۰/۰۴۹+۰/۰۱۹**	۰/۵۲+۰/۶**	—	۰/۱۸+۰/۰۴**	-۰/۲۵+۰/۰۶**	۰/۳۴	-۱۰/۶
قطر چوب بلال	۱/۸۳+۰/۱۰**	۰/۳۵+۰/۰۲۹**	۱/۲۸+۰/۲۸**	۰/۴۸+۰/۱۰**	-۰/۳۹+۰/۰۹**	-۰/۷۸+۰/۱۹**	۰/۰۰۰۰۷	۳/۶

*, ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و۵ درصد

جدول ٦ - برآوردتوارث پذیری عمومی و خصوصی و اجزا واریانس صفات عملکرد و اجزای آن در نسلهای حاصل از تلاقی B73xMO17

صفت	روش محمود و کرامر [1]	روش وارنر [2]	روش آلارد [3]	متوسط	روش وارنر [4]	روش ماتر [5]	٦EW	D	H	F
عملکرد دانه	٠/٦٦	٠/٥۴	٠/٣٩	٠/٥٣	٠/٥٩	٠/٣۴	١۴٣٩/٢	٢٧٩٧/٩	-١٨٣٩/٩	٥١۴/٧
وزن بلال	٠/٧١	٠/٦١	٠/۴٨	٠/٦٠	٠/٦٦	٠/٥٨	١٦٨٦/٣	۴٣۴٠/٦	-٢٣۴٣/٦	٥٥٥/٢
قطر بلال	٠/٥٣	٠/٥٦	٠/٥٧	٠/٥٥	٠/٨۴	٠/۴٨	٠/٠٧۴	٠/٢٩٣	-٠/١٨٨	٠/٠٢٧
محیط بلال	٠/٧٠	٠/٥٩	٠/۴٥	٠/٥٨	٠/٨١	٠/۴۴	٠/٩٦٠	٢/٨۴	-٢/۴٨	٠/٢٠٦
طول بلال	٠/٦٥	٠/٥٣	٠/٣٦	٠/٥١	٠/٧٧	٠/٣٥	١۴/۴٢	-١٥/٥١	٠/٣۴	—
تعداد ردیف دانه	٠/٦٥	٠/٦٠	٠/٥٣	٠/٥٩	٠/٩٢	٠/٥٠	٢/٣٠	٩/٠١	-٧/٧١	٠/٠٩٠
تعداددانه‌درردیف	٠/٧١	٠/٦١	٠/٥١	٠/٦١	٠/٦٨	٠/١٩	٣٩/٣١	٨٢/٩٦	-٣١/٥٨	-٥/٣٨
وزن ٣٠٠ دانه	٠/٥٦	٠/٥٥	٠/۴٩	٠/٥٣	٠/٦٠	٠/٣٣	٨٣/٧٩	٦٩١/٧٣	-٥٧٠/٧٩	٨٧/٩۴
پهنای دانه	٠/١٨	٠/١٠	٠/١١	٠/١٣	٠/١٩	٠/٠۴٩	٠/٠١٥	٠/٠٢٨٠	-٠/٠۴٨	—
قطر چوب بلال	٠/٢٦	٠/٢٦	٠/٢٠	٠/٢۴	٠/٨١	٠/١٦	٠/٠٥٢	٠/١٠	-٠/١٦	٠/٠١٧

١ تا ٥ - جهت اطلاع از روش محاسبه به متن مراجعه نمایید.

۶ - H, D, Ew و F به ترتیب واریانس آثار محیطی ، واریانس آثار افزایشی ، واریانس آثار غلبه و F تشریک مساعی d و h را نشان می دهند.

واریانس بالا در داده های F2صفات اخیر پایین بودن وراثت پذیری را در برآورد پیشرفت ژنتیکی جبران نموده است. از سوی دیگر میزان کم پیشرفت ژنتیکی برآورد شده برای عمق دانه و پهنای دانه متناسب با مقدار پایین توارث پذیری قابل توجیه است.

مطابق نظر فهر (۷) وراثت پذیری تابعی است از میزان تنوع والدین، مقدار اینبریدینگ قبل از تلاقی و نوع ارزشیابی که بر اساس تک بوته یا میانگین خانواده و مرتبه نسل پس از تلاقی صورت گیرد. هالوئر و میراندا (۲۳) معتقدند که میزان توارث پذیری برآورد شده به نوع طرح آزمایشی نیز بستگی دارد بطوریکه با افزایش تعداد تکرار و مکان های مورد ارزیابی مقدار توارث بزرگتری برآورد می گردد. آنها بر اساس میانگین ۱۰۰ گزارش تحقیقی اعلام کردند که میزان وراثت پذیری برای عملکرد، کمترین، صفات بلال (طول و قطر و تعداد دانه در ردیف) در بالاترین و خصوصیات دانه (وزن و عمق دانه) در حد فاصل این دو گروه قرار دارد. بیشترین مقدار توارث پذیری خصوصی مربوط به صفت وزن بلال (۰/۵۸)، تعداد ردیف دانه (۰/۵۰) و کمترین آن برای قطر چوب بلال (۰/۱۶) بدست آمد.

کاربرد آزمون وزنی توأم قوی ترین آزمون برای ارزیابی و تشخیص وجود آثار اپیستازی است زیرا با استفاده از اطلاعات کلیه نسلها می توان مدل افزایشی - غالبیت را بر آن برازش داد. طبق تاکید ماتر و جنکینز در صورت عدم برازش داده ها با مدل افزایشی - غالبیت، یک یا چند فرضیه برای استفاده از داده ها در تجزیه میانگین نسلها رعایت نشده است و بایستی برای رفع این مشکل داده ها را با تبدیل لگاریتمی یا هر نوع تبدیل مناسب دیگر تغییر داد. هرچند در این آزمایش با تبدیل داده ها (تبدیلات مرسوم) تغییری در کفایت مدل ساده افزایشی - غالبیت ایجاد نشد، روش ماتر (۲۸) همه مدلهای دو ، سه ، چهار ، پنج و شش پارامتری برای شناسایی نحوه عملکرد ژنها در توارث صفات عملکرد و اجزای آن برازش داده شدند و در نهایت مدلی برگزیده شد که اولا" تمام اجزای آن معنادار، ثانیا" خطای استاندارد آن کمتر از حالات دیگر بوده و کای اسکوئر آن غیر معنی دار شد .

آثار غالبیت ژن ها [h] : برآوردهای پارامترهای شش گانه (جدول ٦) مطابق با تحقیق گامبل (۱۸)، رسو ام (۳۱) ، فیندلی و همکاران (۱۷)، بابیک (۱۲) ، گازمن (۲۲) نشان می دهند که آثار غالبیت ژنها بیشترین آثار را در کنترل تغییرات عملکرد دانه ذرت دارد. برای تمام صفات (بجز پهنای دانه) مقدار آثار غالبیت مثبت و معنی دار است . بیشترین آثار غالبیت به ترتیب برای عملکرد دانه در بوته ، وزن بلال و وزن ۳۰۰ دانه مشاهده شد که البته میزان برتری نتاج‌نسبت به میانگین والدین (جدول ۵) موید وجود آثار بارز غالبیت در کنترل عملکرد و اجزا آن است .

آثار افزایشی [d]: هرچند آثار افزایشی در تجزیه میانگین کلیه صفات معنی دار شده است ولی مقادیر آن کوچک (صفات قطر چوب بلال ، قطر بلال ، ردیف دانه در بلال) و اغلب دارای علامت منفی است (عملکرد دانه ، وزن بلال ، عمق دانه ، پهنای دانه ، وزن ۳۰۰ دانه ، طول بلال و تعداد دانه در ردیف) رابینسون و همکاران (۲۹ و ۳۰) نشان دادند که در توارث عملکرد آثار افزایشی اهمیت بیشتری دارد ولی این نتیجه گیری با فرض عدم اپیستازی در کنترل عملکرد است (۱۲، ۱۷ ، ۱۸ و ۳۱). بنظر می رسد که اینبردهای مورداستفاده در تحقیق حاضر بر اساس آنکه بعنوان اینبردهای برتر با هدف تولید بیشتر مدتها تحت انتخاب بوده اند احتمالا" دور از انتظار نخواهد بود که برآوردهای کوچکتری از آثار ژنتیکی افزایشی را نشان دهند. بعبارتی اگر از اینبردهای تصادفی غیر برگزیده استفاده شود مقدار برآورد آثار افزایشی بزرگتر خواهد شد. برای صفت ضخامت دانه مقدار [d]معنی دار نشده است که احتمالا" بخاطر خنثی شدن مقادیر مثبت ومنفی ، آثار این پارامتر ظاهر نشده است.

آثار اپیستازی [l],[j],[i]: وجودمقادیر معنی دار نمادهای مذکور به ترتیب بیانگر وجود آثار متقابل افزایشی × افزایشی ، افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت در توارث اغلب صفات مورد بررسی بجز صفت عملکردو وزن بلال و طول بلال است (جدول ٦) بیشترین آثار متقابل از نوع [l] می باشد زیرا در هفت صفت مورد بررسی مشاهده شد و پس از آن آثار اپیستاتیک [i]با ٦ مورد و در نهایت [j] با پنج موردقرار دارند. علامت پارامترهای [j] بستگی به آن دارد که کدامیک از والدین P1یا P2 منظور شود و بنابراین علامت[J] متغیر و علامت سایر پارامترهای متقابل ثابت می مانند (۲۸). برای صفت عملکرد دانه و وزن بلال و طول بلال وجود مدل افزایشی - غالبیت کفایت می کند با پیش فرض پلی ژنیک بودن صفات مذکور چنین نتیجه ای دور از انتظار است و بایستی شاهد آثار متقابل ژنتیکی نیز باشیم ولی در اغلب صفاتی که دو اثر متقابل [j],[i] معنی دار شده

است یک روند مخالف دیده می شود. آثار [i] با علامت + عامل افزایش دهنده مقدار صفت و آثار [j] با علامت - کاهنده است . آثار غالبیت x غالبیت [l] در تمام موارد با علامت - کاهنده میانگین نسل‌ها است و لذا این نوع اثر متقابل نامطلوب است ولی با توجه به عملکرد های بالای F2,F1 تلاقی های برگشتی نسبت به میانگین والدین این نوع اثر متقابل اهمیت چندانی در بروز عملکرد و سایر صفات وابسته ندارد.

درجه غالبیت ([h]/[d])برای کلیه صفات مقدار بزرگتر از واحد دارد و نشانگر وجود آثار فوق غالبیت در صفات مورد بررسی است ولی باید دقت داشت این نوع غالبیت ممکن است از نوع کاذب باشد که بواسطه تجمع آثار غالبیت جزیی و کامل ژنهای کنترل کننده صفات مورد بررسی حاصل شده باشند. این نتیجه با مشاهدات بابیک (۱۱۲) و دبانس (۱۶) مطابقت دارد. هالوئر و میراندا بطور کلی فوق غالبیت ژنها در عملکرد دانه را از فوق غالبیت کاذب می دانند (۲۳).

اطلاعات در مورد نحوه عمل ژنها استراتژی نوع روش اصلاح برای یک صفت را تعیین می کند. برآورد بالای آثار غالبیت و اپیستازی توجه به تولید بذر هیبرید و بر عکس برآورد زیاد آثار افزایشی کاربرد روشهای مختلف عمل انتخاب نظیر انتخاب های دوره ای را بعنوان استراتژی اصلی اصلاح یک صفت تداعی می‌نماید. برای افزایش دقت این برآوردها استفاده از روش های جدید منجمله استفاده از مارکرهای مولکولی در تشخیص موقعیت نسبی دقیق تر بلوکهای ژنی کنترل کننده صفات کمی نظیر عملکرد و غیره دریچه جدیدی را در اصلاح نباتات باز نموده است که بشرط فراهم شدن امکانات لازم استفاده از این تکنیک های جدید نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات مسئولین بخش ذرت بخصوص مهندس علی مقدم که در تهیه مواد این بررسی کمک شایانی نموده اند و همچنین معاونت محترم پژوهشی وقت دانشکده کشاورزی مرحوم زنده یاد دکتر علی رستمی بخاطر تامین بودجه لازم برای این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری می شود.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱ - خاوری خراسانی ،س. ۱۳۷۴. بررسی همبستگی بین برخی لینه های اینبرد و سینگل کراس های آنها در تلاقی با محک مشترک در ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۲ - رضایی ، ع. و س . هوشمند . ۱۳۷۶. نحوه عمل ژن و وراثت پذیری برخی صفات زراعی در ۱۷ تلاقی سورگوم دانه ای، مجله علوم کشاورزی جلد ۲۸، شماره ۳: ۶۹-۷۸.

۳ - راهنمای آزمایشهای ذرت . ۱۳۵۷. بخش تحقیقات ذرت موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج .

۴ - شیر محمد علی ، الف. ۱۳۶۷. بررسی ترکیب پذیری لاینهای ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۵ - عبدی قاضی جهانی ، الف. ۱۳۷۲. مطالعه هتروزیس ، واریانس ژنتیکی ، هموستازی و همبستگی صفات در ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج .

۶ - فرشادفر ، ع. ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه

۷ - فهر - آرووالتر . مبانی اصلاح گیاهان زراعی جلد اول . ترجمه حسن زینالی و عبدالهادی حسین زاده . زیر چاپ . انتشارات دانشگاه تهران .

۸ - قنادها . م. ۱۳۷۷. مطالعه نحوه توارث طول دوره کمون در چهار رقم گندم نسبت به زنگ زرد. مجله علوم زراعی ایران جلد ۱ ، شماره ۱، ۵۳-۷۱.

۹ - گوستا و اسلاوفر . ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی و اصلاح نباتات ترجمه ح . رحیمیان و م . بنایان. جهاد دانشگاه مشهد.

10. Allard, R. W., 1960. Principles of plant Breeding . John Willy and Sons . New York.

11. Anderson. V. L. & D. Kempthorns. A model for the study of quntitative inheritance. Genetics

39:883-898.

12. Babic, M. M. 1995. Inheritance of grain yield and traits importance for quality of pop corn . Novi Sad (Yuogoslavia) 5p.
13. Bauman .1981. Review of methods used by breeders to developed corn inbreds. Proc. Cor Sourghum Ind Res Conf 36:199-208.
14. Brojervic, S. 1990. Principle and Methods of plant Breeding . ELESVIER. 368pp.
15. CIMMYT & IBPGR. 1994. Desciptors for maize. CIMMYT press. Mexico.
16. Debnath- S. C., & R. K. Sarker . 1989. Variance components analysis of six quntitative characters in maize . Journal of plant breeding and genetics (Bangaladesh) Vol 2 (1-2) 13-18.
17. Findley. W. R. , E. J., Dollinger & S. A. Eberhart. 1972. Gene action in Oh 45 and 45 B crosses of *Zea mays* L. Crop Sci. 12:287-290.
18. Gamble, E.E. 1962. Gene effects in corn . I. Separation and relative importance of gene effects for yield . Can J. of plant Sci. 42:339-348.
19. Grafius . S. L. E. 1964. A goemetry for plant breeding . Crop Sci. 4: 421-246.
20. Gresshoff. P. M. 1994. Plant genome analysis . CRC Press. Florida.
21. Griffing , B, 1950. Analysis of Quntitative gene action by constant parent regression and related technique. Genetics 35:302-324.
22. Guzman, P. S. 1992. Genetics of yield and other agronomic traits in six native maize varieties . College Laguna (Philipines)procceding . AGRIS ACCESSION NUMBER. 93-064210.
23. Haluver, A. R. & Miranda. 1985. Quntitative Genetics in Maize Breeding . Iowa state press. Ames Iowa.
24. Kearsey, M & H. S. Pooni-1996. The Genetical Analysis of Quntitative Traits. Chapman & Hall. London.
25. Khristo . K. 1995. Hetrosis and gene effects in yield of corn. Rastenierdni- Nauki. 32:9-10.
26. Mahmud, I & H. H. Karmer. 1951. Segregation for yield , height and maturity following a soybean cross . Agri. j. 43:605-609.
27. Mather. K. 1949. Biometrical Genetics . Methuen, London , 162 pp.
28. Mather, K. & K. K. L. Jinkins . 1982. Biometrical genetics - The study of Continious Variation- Chapman and Hall. London.
29. Robinson, H. F. , R. E. Comestock & P. H. Harvey . 1949. Estimates of Heritability and the degree of dominance in corn.Agr. J. 41:355-359.
30. Robinson, H. F. & R. E. Comestock . 1955. Genetic variances open- pollinated varities of corn Genetics. 40: 45-60.
31. Rosulj- M. 1996. Inheritance of oil content, grain yield and yield components in maize. Novi sad

(Yugoslavia) 56p.

32. Singh, B. D., 1990. Plant Breeding . Kalyiani pub. 619 pp. India.

33. Thompson. J. N., 1975. Quntitaive variation and gene number. Nature , 258:665-668.

34. Todorovic. G. Sataric. I, Dekic. n. & Babic , M. 1996. The heritability of ear lenght in maize . Genetik (Yugoslavia). vol 28(1):1-8.

35. Vanderveen , J. H. 1995. Tests of non-allelic interaction and linkage for quantitative characters in generations derived from two diploid pure lines. Genetics 30:201-232.

36. Warnner , J. N., 1952. A method for estimating heritability . Agro. J. 44:427-430.

Genetic Analysis of Quantitative Traits in Maize
1 - Generation Mean Analysis of Yield and Yield Components

SH. VAEZI, C. ABD-MISHANI, B. YAZDI-SAMADI AND M. R. GHANADHA

Ph. D. Student , Professors and Assistant Professor , Respectively Faculty of Agriculture, University of Tehran Karaj, Iran.

Accepted Oct, 13 1999

SUMMARY

The purpose of this investigation was to study the inheritance of grain yield and yield components in maize using generation mean analysis (GMA). Two inbred lines (B73 and MO 17), with different yield and other characters were crossed to produce the F1 generation . The resulting F1s were selfed and backcrossed to both parents to produce F2 and back cross generations. The experiment was conducted in Karaj using a randomised complete block design with three replications. GMA with joint scaleing test which simountiasly analysis all generation was performed. The mean squares of genetations were statistically significant for all the traits except for the kernel index and kernel thickness. The percentage of heterosis estimated for grain yield (GY), ear weight (EW), number of kernels per row (NKR), ear lenght (EL), 300-kernel weight (KWT) were 111%, 101%, 55%, 22%, 17% and 6% , respectively . The expected genetic advance as the percentage of mean was high for EW, GY, cob diameter (CD) and kernels row per ear (KR). Heritability in narrow sense was estimated from intermediate to low for all the traits except for the EL, KR and ED. Different estimates of heritability in broad sense were observed for NKR, ear weight (EARW) , KR, ear circumference (EC), GY. Gene effects including mean effect (m), additive (d), dominance (h), additive$_x$ additive (I)$_{,,}$ additive dominance (j) and dominance dominance (L) were obtained . However not all the interactions were significant in all traits. The dominance gene effects were most contributors to the inheritance of all the characteristics specially for GY and EW. Additive gene effect was significant but lower than dominant gene effects. For all the traits studied inheritance of dominance $_x$dominance (L) and addetive $_x$ addetive (I) were more important than that of addetive $_x$ dominance (J) effects.

Key Words: *Zea mays* L. , Gene effects, Yield and yield components, Generation mean analysis