Archive of SID

تجزیه و تحلیل همبستگی و علیّت عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ذرت

شاهین واعظی ، سیروس عبد میشانی ، بهمن یزدی صمدی و محمد رضا قنادها

به ترتیب دانشجوی دوره دکتری ، اساتید و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۷/۲۱

خلاصه

هدف از این مطالعه بررسی تجزیه علیّت و تشریح روابط بین اجزای عملکرد با عملکرد بود . تجزیه همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی صفات با استفاده از مواد ژنتیکی نسلهای والدی P2,P1و نتاج BC1, F2, F1 و BC2 دواینبرد لاین برگزیده MO17 و B73 نشان داد که صفت عملکرد دانه در بوته همبستگی معنی دار و مثبتی را با اغلب صفاتی که بعنوان اجزا عملکرد شناخته می شوند بخصوص با وزن بلال ، محیط و قطر بلال ، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف داشت . تجزیه علیت ضرایب همبستگی ژنوتیپی نشان داد که وزن ۳۰۰ دانه و عمق دانه دارای بزرگترین اثر مثبت مستقیم و وزن بلال بزرگترین اثر مستقیم منفی را بر روی عملکرد دارد. علیرغم آنکه وزن بلال آثار غیر مستقیم منفی بسیار معنی داری را بر روی عملکرد دانه نشان داد ولی بواسطه اثر غیر مستقیم بزرگ و مثبت از طریق وزن ۳۰۰ دانه و عمق دانه ، میزان همبستگی آن با عملکرد مثبت و معنی دار گردید. تجزیه و تحلیل های فرعی علیت برای شناسایی آثار صفات بر دو جزء مهم عملکرد یعنی وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف گویای آن بود که قطر بلال دارای بزرگترین اثر مستقیم بر روی تعداد دانه در ردیف است .با استفاده از تجزیه و تحلیل علیت متوالی بر مبنای صفاتی که از لحاظ زمانی تقریبا بصورت متوالی ظاهر می شوند مشخص گردید که وزن ۳۰۰ دانه دارای بزرگترین اثر مستقیم معنی دار بر روی عملکرد دانه است هر چند که وزن بلال و تعداد دانه در ردیف نیز اثر غیر مستقیمی از طریق وزن ۳۰۰ دانه بر روی عملکرد دارند .مقایسه تجزیه علیت کلی ضرایب همبستگی و تجزیه علیت متوالی بیانگر تطابق نسبی این دو تجزیه و تحلیل در نشان دادن اثر اجزاء مهم در افزایش عملکرد دانه بود و بطور کلی از این بررسی مشخص شد که وزن ۳۰۰ دانه ؛ تعداد دانه در ردیف از عوامل تعیین کننده مهم عملکرد دانه در مواد ژنتیکی مورد بررسی بودند .

واژه های کلیدی: عملکرد دانه و اجزاء عملکرد، ذرت ، تجزیه همبستگی ، تجزیه و تحلیل علیت متوالی

مقدمه

ذرت (*zea mays* L.)یکی از مهمترین گیاهان مهم زراعی دنیا است که یکی از اهداف کشت آن عملکرد دانه است . بر اساس گزارش ۱۹۹۴ سیمیت (۱۱) میزان عملکرد ذرت بطور متوسط ۲/۴ تن در هکتار (در کشورهای در حال توسعه) تا ۶/۷ تن در هکتار در کشورهای توسعه یافته متغیر بوده است .عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تابعی از تغییرات صفات مختلف دیگر است که اصطلاحا" به اجزا عملکرد موسوم اند . تاکنون مدلهای مختلفی برای توجیه روابط این صفات با عملکرد ارائه شده است (۹) که از لحاظ زمان ظهور و مراحل رشد و نموی نیز ممکن است نسبت به یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

دارای تقدم و تأخر باشند . فیشر و پالمر (۱۴) روند ظهور متوالی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر رشد و نمو بلال و اثر آنها را بر عملکرد دانه مورد بحث قرار داده است . شناسایی و درک روابط بین صفاتی که دارای توارث پیچیده و در عین حال میزان توارث پذیری کمی هستند با صفاتی که توارث ساده و بالاتری دارند عامل افزایش بازده ژنتیکی اصلاح صفات پیچیده ای همچون عملکرد دانه در واحد سطح خواهد بود زیرا انتخاب برای صفات همبسته موجب تغییر در صفت اصلی نیز می شود (۱۹). میزان همبستگی ممکن است نشاندهنده درجه ارتباط ژنتیکی بین دو یا چند صفت باشد . بعبارتی ارزشهایی که بعنوان همبستگی فنوتیپی برآورد می گردند به دو بخش ژنتیکی و محیطی قابل تفکیک هستند (۱۲). سه عامل مهم ایجاد همبستگی بین صفات عبارتند از آثار پلیوتروپیک ژنها برای دو یا چند صفت ؛ پیوستگی بین ژنهای متفاوت و آثار محیطی که از این بین مهمترین عامل ایجاد همبستگی ژنوتیپی اثر پلیوتروپی ژنها است (۸).

بررسیهای متعددی در زمینه ارتباط و همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات مهم زراعی و عملکرد در ذرت انجام گرفته است . استوبر و همکاران (۲۳) در مطالعه یک جمعیت هیبرید ذرت رابطه ژنتیکی قوی را بین عملکرد و تعداد بلال ؛ تعداد بلال و تعداد پنجه ؛ ارتفاع بوته و ارتفاع بلال بدست آوردند . محققین ایرانی نیز در این زمینه بررسیهایی از ارتباط و میزان همبستگی عملکرد و اجزا آن و سایر صفات مهم زراعی ارائه داده اند (۱، ۲، ۳، ۵ و ۶).

هر چند تعیین ارتباط بین صفات مهم با عملکرد دانه مهم است با وجود این محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را مشخص نمی کند (۷). با استفاده از تجزیه علیت (مسیر)امکان شناسایی آثار مستقیم صفات مختلف و اثر غیر مستقیم آنها بر صفت عملکرد قابل شناسایی است . تجزیه علیت اجزا عملکرد برای اولین بار توسط لی (۱۷) مطرح گردید. کارایی این روش آماری در شناسایی روابط علت و معلولی صفت از کاربردهای فراوان آن در مطالعات به نژادی‌گیاهان مختلف منجمله ذرت توسط چیس و نادا (۱۰) ؛ تیاجی و همکاران (۲۴)؛ سینگ و سینگ (۲۰) و بسیاری از منابع چینی زبان مشخص می گردد.

شادل و همکاران (۲۱) نشان دادند که گزینش غیر مستقیم برای طول‌بلال ، تعداد ردیف دانه و تعداد برگ در فصل بهار و سطح برگ ، تعداد برگ و طول بلال در فصل پاییز موجب افزایش عملکرد می شود.

مطابق نظر آگراما (۹)تجزیه علیت نیازمند تعیین رابطه بین صفات مختلف بر اساس یک رابطه شناخته شده قبلی یا بر اساس یک پیش فرض می باشد . تجزیه علیت برای صفاتی راکه از لحاظ زمانی بطور متوالی ظاهر میشوند را تجزیه علیت متوالی[1] و یا تجزیه علیت هستی زائی[2] می نامند .

هدف از این تحقیق شناسایی تعیین خصوصیات موثر بر عملکرد دانه در بوته ؛ درک بهتری از روابط این صفات با یکدیگر و همچنین بررسی تجزیه علیت و ترسیم رابطه بین عملکرد و اجزاء عملکرد با استفاده از تجزیه علیت متوالی می باشد .

مواد و روش ها

مواد آزمایشی شامل ٦ نسل والدینی P1 ؛ P2(دواینبرد لاین پیشرفته B73 و MO17)و نتاج حاصل از تلاقی آنها شامل F1, F2 و نسلهای تلاقی برگشتی BC1 ؛ BC2(که به ترتیب از تلاقی نتاج F1 با والدین P1 و P2 در مزرعه بخش تحقیقات ذرت موسسه اصلاح و تهیه نهال بذر کرج تهیه شد)بود که در قالب یک طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۷۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کشت گردید. مراقبت های زراعی متعارف شامل آبیاری و دادن کود ازته مورد نیاز؛ وجین علفهای هرز و غیره در طول فصل کشت انجام گردید. در هر تکرار برای هر یک از نسلهای والدی ؛ F1؛F2؛BC1 و BC2 به ترتیب یک؛ یک ؛چهار ،دو و دو ردیف کشت گردید. یادداشت برداری بر اساس تک بوته انجام گرفت . اندازه گیری ها برای افراد والدی و نسل F1 بر روی حداقل ۱۰ بوته و برای F2 و بک کراس ها حداقل به ترتیب بر روی ٦۰ و ۲۰ بوته انجام گرفت . صفات مورد مطالعه عبارت بودند از : ارتفاع بوته (سانتیمتر)؛وزن بلال (گرم با تصحیح در رطوبت در سطح ۱۴٪)؛ طول بلال (سانتیمتر)؛محیط بلال (سانتیمتر)؛تعداد ردیف دانه در بلال ؛تعداد دانه در هر ردیف بلال ؛ وزن ۳۰۰ دانه به گرم(با تصحیح رطوبت سطح ۱۴٪)؛ ضخامت دانه (سانتیمتر)؛پهنای دانه (سانتیمتر) که از تقسیم محیط بلال

1 - Sequential path analysis 2- Ontogenic

www.SID.ir

Archive of SID

به تعداد ردیف دانه برآورد گردید؛ عمق دانه (سانتیمتر) که از فرمول ۲:(قطر چوب بلال - قطر بلال)بر آورد گردید و شاخص دانه که بیانگر نسبت وزن کل دانه به وزن کل بلال است .همبستگی های ژنوتیپی (r_g)و فنوتیپی (r_p)از تجزیه کواریانس و واریانس داده ها بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات (MS)و امید ریاضی میانگین حاصلضربها (MP) بر اساس جدول ذیل محاسبه

امید ریاضی میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس و کواریانس صفات X و Y برای G ژنوتیپ و rتکرار

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات صفت X	میانگین مربعات صفت Y	میانگین حاصلضربها XY	امید ریاضی میانگین مربعات	امید ریاضی میانگین حاصلضرب
تکرار	r-1	Msr(x)	Msr(y)	Mpr(xy)	$\sigma^2+t\sigma^2$ r	$\sigma(xy)+ t\sigma$ r(xy)
ژنوتیپ	g-1	Msg(x)	Msg(y)	Mpg(xy)	$\sigma^2+r\sigma^2$ g	$\sigma(xy)+$ r σg(xy)
خطا	g(r-1)	Mse(x)	Mse(y)	Mpe(xy)	σ^2 .	σ (xy)

گردید(۴).

با استفاده از داده های جدول فوق واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی به ترتیب ذیل محاسبه گردید.

(۱)$V_g(x)= Msg(x)-Mse/r$

(۲)$V_p(x)= V_g(x)+ V_e(x)$

(۳)$COV_g(x,y)=MP_t(x,g)-MP_e(x,r)$

(۴)$COV_p(x,y)= COV_g(x,y) + COV_e(x,y)/r$

(۵)$V_g(y)= M_{sg}(y)-M_{se}/r$

(۶)$V_p(y)= V_p(y) + V_e(y)$

و آنگاه مقدار همبستگی های ژنوتیپی و فنوتیپی به ترتیب ازفرمولهای ذیل محاسبه شدند:

(۷)$r_g= COV_g(x,y) / \sqrt{V_g(x)\times V_g(y)}$

(۸)$r_{ph}= COV_{ph}(x,y) / \sqrt{V_p(x)\times V_p(y)}$

ضرایب علیت P_{ij}با استفاده از ضرایب همبستگی (r_g)از حل معادلات ذیل قابل بر آورد است :

$r_{1y}= p_{1y} + r_1, 2p_{2y} + r_1, 3P_{3Y} + ... + r_{1,10}P_{10y}$

$r_{2y} = p_{2y} + r_2, 3p_{3y} + r_2, 4p_{4y} +..... r_{2,11}P_{10y}$

(۹)$r_{10y} = p_{10y}$

که در آن عملکرد دانه در بوته = 9؛ وزن بلال = ۱ ؛ قطر بلال = ۲؛...و محیط بلال = ۱۰ است و مثلا در معادله اول P_{1y} عبارتست از ضریب علیت یا مقدار اثر مستقیم همبستگی صفت وزن بلال بر روی عملکرد دانه در حالی که $r_1, 2P_{2y}$ میزان اثر غیر مستقیم وزن بلال بر روی عملکرد دانه از طریق صفت قطر بلال و به همین ترتیب تا آخرین جمله معادله اول .

نتایج و بحث

نتایج آمار توصیفی و تجزیه واریانس طرح آزمایشی در جدول ۱ نشانگر آن است که ژنوتیپ های مورد بررسی برای تمام خصوصیات مورد بررسی بجز شاخص دانه و ضخامت دانه دارای تفاوت معنی داری هستند . بنابراین نسل های مورد بررسی دارای تنوع کافی برای صفات ارزیابی شده هستند .مقایسه میانگین صفات در نسلهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن با احتمال ۵% (جدول آورده نشده است) مشخص کرد که نتاج F1 یا نتاج حاصل از تلاقی برگشتی نسبت به نسلهای والدی برتری دارند که براساس بروز پدیده هتروزیس در این نتاج پدیده دور از انتظار نیست .

با توجه به نزدیکی و هم علامت بودن اکثر همبستگی های فنوتیپی و ژنوتیپی (جدول ۲) می توان دریافت که واریانس و کواریانس آثار محیطی بسیار کم یا در حد صفر است (۲۲).بیشترین مقادیر همبستگی مثبت فنوتیپی و ژنوتیپی به ترتیب بین وزن بلال و عملکرد دانه (r_p = ۰/۹۹**)عمق دانه و وزن بلال (r_g = ۱/۰۰**)محیط بلال و قطر بلال (r_g = ۱/۰۰**)و همچنین وزن ۳۰۰ دانه و تعداد ردیف دانه (r_g = ۱/۰۰**)بدست آمد و بر عکس بیشترین مقادیر همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی منفی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - حدود تغییرات ،میانگین ،انحراف ،ضریب تغییرات طرح آزمایشی و مقادیرF نسلهای مختلف در تجزیه واریانس صفات

صفات	حدود تغییرات	میانگین ±SE	CV طرح آزمایشی	مقادیرF طرح آزمایشی
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۵۵ - ۲۲۴	۱۴۴/۲۷ ± ۱۰/۲۹	۱۰/۲۴	۲۷/۵۵**
وزن بلال (گرم)	۸۱ - ۲۶۱	۱۶۸/۴۴ ± ۱۰/۸۷	۸/۸۱	۳۰/۸۰**
قطر بلال (سانتی متر)	۳/۵۹ - ۴/۷۴	۴/۳۵ ± ۰/۰۸۲	۲/۱۳	۴۶/۸۱**
محیط بلال (سانتی متر)	۱۱/۷۴ - ۱۵/۳۹	۱۴/۲۱ ± ۰/۲۸	۲/۵۰	۳۶/۳۶**
طول بلال (سانتی متر)	۱۲/۹۰ - ۲۱/۸۰	۴/۳۵ ± ۰/۰۸۲	۴/۸۲	۲۶/۱۳**
تعداد ردیف دانه در بلال	۱۰/۰ - ۱۷/۷	۱۴/۰ ± ۰/۵	۵/۷۹	۱۸/۶۲**
تعداد دانه در ردیف	۱۸/۰ - ۵۰/۰	۳۶/۶ ± ۱/۹۱	۶/۳۸	۳۴/۱۴**
شاخص دانه	۰/۵۴۱ - ۰/۹۵۲	۰/۸۵۰ ± ۰/۰۲	۴/۹۹	۴/۹۰
وزن ۳۰۰ دانه (گرم)	۷۹/۲ - ۱۰۱/۵	۹۰/۱۴ ± ۱/۴۱	۵/۴۵	۱۵/۴۶**
ضخامت دانه (سانتی متر)	۰/۳۷ - ۰/۴۹	۰/۴۱ ± ۰/۷۷	۵/۷۵	۳/۹۴
پهنای دانه (سانتی متر)	۰/۸۳ - ۱/۲۲	۱/۰۲ ± ۰/۰۲۳	۳/۲۳	۲۹/۲۹**
عمق دانه (سانتی متر)	۰/۷۲ - ۱/۱۵	۱/۰۰ ± ۰/۰۲۹	۴/۵۸	۲۳/۳۱**
قطر چوب بلال (سانتی متر)	۱/۹۲ - ۲/۸۰	۲/۳۴ ± ۰/۰۵۵	۲/۷۷	۴۱/۸۶**

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد .

www.SID.ir

جدول ۲ - برآورد ضرایب همبستگی فنوتیپی (اعداد بالا) و ژنوتیپی (اعداد پایین)صفات مورد بررسی در لینه های اینبرد B73 و M017 و نسلهای حاصل از تلاقی آنها

صفات مورد بررسی		عملکرد دانه	وزن بلال	قطر بلال	محیط بلال	طول بلال	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن ۳۰۰ دانه	پهنای دانه	عمق دانه	قطر چوب بلال
عملکرد دانه												
وزن بلال	P	۰/۹۹**										
	G	۰/۹۹**										
قطر بلال	P	۰/۶۵**	۰/۷۱**									
	G	۰/۶۲**	۰/۷۳**									
محیط بلال	P	۰/۶۳**	۰/۷۰**	۰/۹۸**								
	G	۰/۵۷**	۰/۶۸**	۱/۰۰**								
طول بلال	P	۰/۶۸**	۰/۶۲**	-۰/۰۶	-۰/۰۹							
	G	۰/۷۳**	۰/۶۶**	-۰/۰۳	-۰/۱۰							
تعداد ردیف دانه	P	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۷۴**	۰/۷۸**	-۰/۶۴**						
	G	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۷۶**	۰/۷۸**	-۰/۶۹**						
تعداد دانه در ردیف	P	۰/۸۹**	۰/۸۵**	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۹۰**	-۰/۳۷					
	G	۰/۸۹**	۰/۸۴**	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۹۶**	-۰/۴۷					
وزن ۳۰۰ دانه	P	۰/۵۶**	۰/۵۵**	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۵۵*	-۰/۴۵	۰/۵۶*				
	G	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۹۴**	-۰/۱۸	۱/۰۰**				
پهنای دانه	P	۰/۳۶	۰/۲۹	-۰/۳۷	-۰/۴۰	۰/۸۵**	-۰/۸۷**	۰/۷۰**	۰/۴۴			
	G	۰/۴۵	۰/۲۸	-۰/۳۸	-۱/۰۰**	۰/۹۲**	-۰/۸۸**	۰/۸۱**	۰/۶۲**			
عمق دانه	P	۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۷۰**	۰/۶۵**	۰/۵۴*	۰/۱۱	۰/۸۱**	۰/۶۵**	۰/۲۷		
	G	۰/۹۵**	۱/۰۰**	۰/۶۹**	۰/۶۴**	۰/۶۳**	۰/۰۶	۰/۸۴**	۰/۹۷**	۰/۳۶		
قطر چوب بلال	P	-۰/۲۲۷	-۰/۱۳	۰/۵۳*	۰/۵۷*	-۰/۷۳**	۰/۸۷**	-۰/۶۰**	-۰/۳۹	-۰/۸۵**	-۰/۲۲	
	G	-۰/۰۴	-۰/۱۳	۰/۵۸*	۰/۶۳**	-۰/۸۵**	۰/۹۹**	-۰/۶۴**	-۰/۵۲*	-۰/۵۴*	-۰/۱۷	

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد R_{adj} = ۰/۹۹۷** ضریب همبستگی چند گانه تصحیح شده صفات مورد بررسی P = فنوتیپی و G = ژنوتیپی

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

برای پهنای دانه و قطر چوب بلال (r_p= -۱/۰۰**)و محیط بلال و پهنای دانه (r_g = -۱/۰۰**)حاصل شد . بطور کلی صفت مهم اقتصادی عملکرد دانه با اغلب اجزا عملکرد دارای همبستگی بسیار معنی داری (در سطح ۱%) و مثبت شد که نشانگر تأثیر تعیین کننده هر یک از این اجزا در تغییرات عملکرد دانه در بوته است . بررسی همبستگی بین اجزای فرعی عملکرد با یکدیگر نشان داد که : وزن ۳۰۰ دانه با وزن بلال (r_g = ۰/۸۴**)، طول بلال (r_g = ۰/۹۴**)و عمق دانه (r_g = ۰/۹۷**)رابطه قوی دارد. همچنین تعداد دانه درردیف با صفات وزن بلال (r_g = ۰/۸۴**) و عمق دانه (r_g= ۰/۸۴**)رابطه قوی دارد . همچنین تعداد دانه در ردیف با صفات وزن بلال (r_g= ۰/۸۴**) و عمق دانه (r_g= ۰/۸۴**) همبستگی بالایی را نشان داد. این نتایج با تحقیقات پیشین (۱،۶و۳) مطابقت دارد .

با توجه به اینکه همبستگی های عملکرد با اجزا آن و یا همبستگی هر یک از این اجزا با یکدیگر زمانی ارزش پیدا می کند که هدف از انتخاب غیر مستقیم برای بهبود ژنتیکی عملکرد از طریق انتخاب برای اجزای آن باشد از این رو ارزش این انتخاب بستگی به میزان توارث پذیری هر یک از صفات مورد توجه نسبت به عملکرد دارد ؛ در غیر اینصورت انتخاب مستقیم برای عملکرد بازده ژنتیکی بالاتری را بدست خواهد داد (۱۷). میزان همبستگی چند گانه تصحیح شده که بیانگر میزان تاثیر تجمعی اجزاء بر عملکرد است ، بسیار معنی دار (R^2 = ۰/۹۹۷**) گردید .

برای حصول برآورد دقیق تری از اهمیت نسبی و تاثیر مستقیم و غیر مستقیم هر یک از اجزا عملکرد بر عملکرد، تجزیه علیت با استفاده از ترکیبات مختلفی از همبستگی های ژنوتیپی انجام گردید . علیرغم آنکه تاکید منابع مختلف بر استفاده از گروهی از صفات است که بیشترین توجیه واریانس در تغییرات داده ها پس از انجام یک رگرسیون گام گام بدست میدهند، توجه به مقدار باقیمانده‌ای از آثار نامشخص که تجزیه علیت قادر به تشخیص آنها نبوده است نیز می تواند بعنوان معیاری برای شناسایی بهترین گروه همبستگی ها بکار گرفته شود . براین اساس با ترکیبات متفاوتی از همبستگی های منطقی صفات تجزیه علیت انجام گرفت و بهترین نتیجه در جدول ۳ ارائه شده که مقدار باقیمانده آثار نامشخص در کمترین مقدار ۰/۱۹۲ بدست آمد .

وزن بلال با وجود آن که اثر مستقیم و منفی (۱/۰۰۲** -) بر عملکرد دانه داشت بواسطه آثار غیر مستقیم بخصوص از طریق وزن ۳۰۰ دانه (۱/۰۶۵**) و عمق دانه (۰/۹۱۹**) همبستگی مثبت و بسیار معنی داری را (۰/۹۹** =r) با میزان محصول دانه در بوته نشان داد . نتیجهٔ مشابهی نیز برای طول بلال بدست آمد یعنی این صفت با وجود اثر مستقیم منفی (۰/۶۶۱** -) بواسطه آثار غیر مستقیم معنی دار از طریق وزن ۳۰۰ دانه (۱/۰۱۱**) و عمق دانه (۰/۵۷۹*) با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری را بدست داد . تعداد ردیف دانه با وجود اثر مستقیم (۰/۵۶۵*) بواسطه آثار غیر مستقیم منفی که از طریق سایر صفات داشت در مجموع همبستگی معنی داری را نشان نداد (r= ۰/۰۷).بزرگترین آثار مستقیم مثبت و معنی دار به ترتیب وزن ۳۰۰ دانه (۱/۰۷۶**) و عمق دانه (۰/۹۱۹**) و بزرگترین اثر مستقیم منفی را وزن بلال (۱/۰۰۲**) با عملکرد داشتند .بزرگترین آثار غیر مستقیم مثبت و منفی را به ترتیب صفت تعداد دانه در ردیف از طریق وزن ۳۰۰ دانه (۱/۷۰۶**) و عمق دانه از طریق وزن بلال (۱/۰۰۲** -) بر روی عملکرد دانه نشان دادند .

بیشترین تعداد اثر گذاری غیر مستقیم معنی دار بر عملکرد را صفات طول بلال ، وزن ۳۰۰ دانه ، پهنای دانه و تعداد دانه در ردیف (هر یک با سه اثر معنی دار) از طریق سایر صفات داشتند .به نظر می‌رسد مهمترین عوامل موثر بر عملکرد دانه وزن ۳۰۰ دانه از لحاظ بزرگترین اثر مستقیم و رابط بین صفات دیگر و صفت عملکرد دانه و از جمله تعداد دانه در ردیف از لحاظ بزرگترین اثر غیر مستقیم بوده اند .لذا به جهت بررسی روابط این دو صفت بعنوان اجزا اصلی عملکرد دانه با سایر صفات . تجزیه علیت برای وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف با صفاتی که براساس رگرسیونی مرحله ای تغییرات آنها را توجیه نمودند انجام شد لذا پس از تجزیه رگرسیونی مرحله ای حذفی پس رونده[1]، با صفاتی که در مدل رگرسیونی وارد شدند ، تجزیه علیت انجام گرفت .

برای تعداد دانه در ردیف صفات طول بلال ، عمق دانه ، قطر بلال ، پهنای دانه و عمق دانه با ضریب تبیین تصحیح شده R^2 = ۰/۹۸ وارد مدل شدند ، که پس از تجزیه علیت برای این صفات مشخص شد که بیشترین اثر مستقیم را قطر بلال و کمترین را پهنای دانه بر تعداد دانه در ردیف دارد (جدول ۴). بیشترین اثر

1 - Back ward

www.SID.ir

جدول ۳ - میزان اثر مستقیم و غیر مستقیم اجزا عملکرد بر روی عملکرد دانه در بوته بر اساس ضرایب همبستگی ژنوتیپی نسلهای مختلف تلاقی ذرت B73×MO17

صفات	وزن بلال	قطر بلال	محیط بلال	طول بلال	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن ۳۰۰ دانه	پهنای دانه	عمق دانه
وزن بلال	-۱/۰۰۲**	-۰/۷۳۱**	-۰/۶۸۱**	-۰/۶۶۱**	-۰/۰۷۱	-۰/۸۴۲**	۰/۹۹۲**	-۰/۲۸۱	-۱/۰۰۲
قطر بلال	-۰/۱۱۵	۰/۱۵۷	۰/۱۵۷	۰/۰۰۴	-۰/۱۱۹	-۰/۰۱۳	-۰/۰۶۶	۰/۰۵۹	-۰/۱۰۸
محیط بلال	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	-۰/۰۲۲	۰/۰۱۳
طول بلال	۰/۳۴۸	-۰/۰۱۶	-۰/۰۵۳	-۰/۵۲۸*	-۰/۳۶۵	۰/۵۰۷*	۰/۴۹۶*	۰/۴۸۵*	۰/۳۳۲
تعدادردیف دانه	۰/۰۳۹	۰/۴۲۹	۰/۴۴۱	-۰/۳۹۱	۰/۵۶۵*	-۰/۲۶۶	-۰/۱۰۲	۰/۴۹۸*	۰/۰۳۳
دانه در ردیف	-۰/۲۷۵	۰/۰۲۷	-۰/۰۶۳	-۰/۳۱۴	۰/۱۵۳	-۰/۳۲۷	-۰/۳۲۷	-۰/۲۶۵	۰/۲۷۵
وزن ۳۰۰ دانه	۱/۰۶۵**	۰/۴۵۲	۰/۴۴۱	۱/۰۱۱**	-۰/۱۹۴	۱/۰۷۶**	۱/۰۷۶**	۰/۶۶۷**	۱/۰۴۴**
پهنای دانه	-۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۱۹	-۰/۰۳	-۰/۰۱۱
عمق دانه	۰/۹۱۹**	۰/۶۳۴**	۰/۵۸۸*	۰/۵۷۹*	۰/۰۵۵	۰/۷۷۲**	۰/۸۹۲**	۰/۳۳۱	۰/۹۱۹**
همبستگی‌باعملکرد با دانه	۰/۹۹**	۰/۶۲**	۰/۵۷*	۰/۷۳**	۰/۰۷	۰/۸۹**	۰/۹۷**	۰/۴۵	۰/۹۵**

* و **به ترتیب در سطح ۵% و ۱% معنی دار هستند

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده نشان دهنده اثر مستقیم .

۰/۱۹۲ = آثار باقیمانده

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

غیر مستقیم را قطر بلال برای انتقال آثار تعداد ردیف دانه بر روی تعداد دانه در ردیف داشته است . همبستگی ژنوتیپی صفات ردیف دانه و قطر بلال با تعداد دانه در ردیف معنی دار نشد ولی تجزیه علیت نشانگر آن است که هر دو دارای آثار غیرمستقیم معنی داری هستند که بواسطه جمع جبری با آثار غیر مستقیم صفات، مقدار همبستگی معنی دار نشده است . و عکس این حالت صفات طول بلال و پهنای دانه دارای اثر مستقیم معنی دار نیستند ولی بواسطه اثر غیر مستقیم سایر صفات ؛ همبستگی ژنوتیپی معناداری را با تعداد دانه در ردیف نشان می دهند .

جدول ۵ نشان می دهد که تنها سه صفت با ضریب تبیین نه چندان قابل توجه R^2 = ۰/۵۵۲ در مدل رگرسیونی برای توجیه تغییرات وزن ۳۰۰ دانه باقی مانده و تنها اثر مستقیم طول بلال (۰/۷۳۲**) و اثر غیر مستقیم تعداد دانه در ردیف از طریق بلال (۰/۷۰۳**) معنی دار شده است .

از آنجاکه حداکثر تظاهر هر یک از اجزا عملکرد بر حسب توالی بروز هر یک از آنها در طی رشد و نمو گیاه پی ریزی میشود بعبارتی خصوصیاتی که دارای تقدم بروز هستند می توانند آثار مستقیمی بر تولید داشته و همچنین از طریق سایر صفات که در مراحل بعدی رشد و نمو گیاه ظاهر میشوند اثر غیر مستقیمی بر عملکرد داشته باشند (۹).تجزیه علیت متوالی با استفاده از صفاتی که بطور نسبتا متوالی ظاهر میشوند (۱۸و۱۵) انجام گرفت . نتایج تجزیه علیت متوالی که بصورت شکل ۱ نشان داده شده مؤید این مطلب است که می توان صفات انتخابی را در دو گروه هم عرض قرار داد : گروه صفات قطر بلال و تعداد ردیف دانه و گروه صفات طول بلال ، تعداد دانه در ردیف و وزن ۳۰۰ دانه . در هر گروه صفات تقریبا در طول یکدیگر قرار گرفته اند .

وزن ۳۰۰ دانه به تنهایی دارای بزرگترین اثر مستقیم معنی‌دار (۰/۷۵۵**) بر روی عملکرد است و تعداد دانه در ردیف دارای اثر غیر مستقیم بزرگی (۰/۷۷۵**) از طریق وزن ۳۰۰ دانه بر روی عملکرد است . به نظر می رسد مطابق نظریه حمید و گرافیوس (۱۵) چون همبستگی بالایی بین این دو صفت (r_g = ۱/۰۰**) وجود دارد و رابطه علت و معلولی بین این دو صفت نیز ضعیف و معنی دار نمی باشد (r_g = ۰/۰۷۳ از جدول ۵) بنابراین بادست ورزی مستقل این دو صفت می توان به افزایش کلی عملکرد کمک نمود . تجزیه علیت متوالی همچنین نشانگر آن است که اثر مستقیم وزن بلال و تعداد دانه در ردیف بر عملکرد معنی دار نشده ولی اثر غیر مستقیم این صفات از طریق وزن ۳۰۰ دانه (به ترتیب ۰/۷۶۷** و ۰/۷۷۵**) معنی دار شده است این نتایج با بررسی های پیشین (۹، ۲۴) مطابقت دارد .

مقایسه تجزیه علیت کلی (جدول ۳) و تجزیه علیت متوالی (شکل ۱) نشانگر تطابق کلی مسیرهای اثر صفات وابسته به عملکرد است . در هر دو روش بزرگترین اثر مستقیم برای وزن ۳۰۰ دانه بر عملکرد دانه بدست آمد . همچنین اثر غیر مستقیم مشاهده شده صفات وزن بلال ، طول بلال ، تعداد دانه در ردیف با استفاده از تجزیه علیت متوالی نیز نشان داده شد . اما اثر مستقیم معنی داری برای وزن بلال حاصل نشد . بر خلاف نتایج جدول ۳ در تجزیه علیت متوالی اثر مستقیم تعداد ردیف دانه و اثر غیر مستقیم قطر بلال بر عملکرد دانه معنی دار نشد . که احتمالا نشانگر اهمیت کمتر این صفات در افزایش عملکرد در مقایسه با سایر صفات وابسته بوده است.

بطور کلی می توان نتیجه گرفت که عملکرد در گیاه ذرت ویژگی پیچیده ای است وبرای رسیدن به تولید بیشتر وبهبود ژنتیکی علاوه بر شناخت روابط هندسی و اثر متوالی گونه این صفات بر عملکرد که تا حدود زیادی این روابط با استفاده از تجزیه علیت قابل ترسیم است نبایستی عامل مهم میزان توارث پذیری صفات را نیز از نظر دور داشت . البته در روند ظهور، هر چه این صفات در عرض یکدیگر باشند بعبارتی دارای منشا اشتراکی هر چه کمتری باشند موفقیت اصلاح عملکرد از طریق اجزا موفقیت آمیزتر خواهد بود .

سپاسگزاری

بدینوسیله از بخش تحقیقات ذرت و علوفه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و بخصوص مدیریت محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران به خاطر در اختیار گذاشتن نهاده های لازم جهت انجام مراحل عملی این تحقیق تشکر می نمایم .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - تجزیه علیت همبستگی تعداد دانه در ردیف با صفات باقی مانده در مدل رگرسیونی نزولی مربوطه

مسیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	همبستگی کل
۱ - طول بلال :			
	۰/۲۹۶		
از طریق:			
- عمق دانه		-۰/۳۳	
- ردیف دانه		۰/۹۵۵**	
- قطر بلال		-۰/۰۴۷	
- پهنای دانه		۰/۰۸۷	۰/۹۵۹**
۲ - عمق دانه :			
	-۰/۵۲۴*		
از طریق :			
- طول بلال		۰/۱۸۶	
- ردیف دانه		۰/۰۸۳	
- قطر بلال		۱/۰۶**	
- پهنای دانه		۰/۰۳۲	۰/۸۳۹**
۳ - ردیف دانه			
	-۱/۳۸۶**		
از طریق :			
- طول بلال		-۰/۲۰۵	
- عمق دانه		۰/۰۳۱	
- قطر بلال		۱/۱۶۸**	
- پهنای دانه		-۰/۸	-۰/۴۷
۴ - قطر بلال			
	۱/۵۳۷**		
از طریق :			
- طول بلال		-۰/۰۹	
- عمق دانه		-۰/۳۶۱	
- ردیف دانه		-۱/۰۵۳**	
- پهنای دانه		-۰/۰۳۵	۰/۰۷۹
۵ - پهنای دانه			
	۰/۰۹		
از طریق :			
- طول بلال		۰/۲۷۲	
- عمق دانه		-۰/۱۸۹	
- ردیف دانه		۱/۲۱۹**	
- قطر بلال		-۰/۵۸۵*	
			۰/۸۱**

آثار باقیمانده = ۰/۵۵ R^2 تصحیح شده = ۴۰/۸۹ * و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

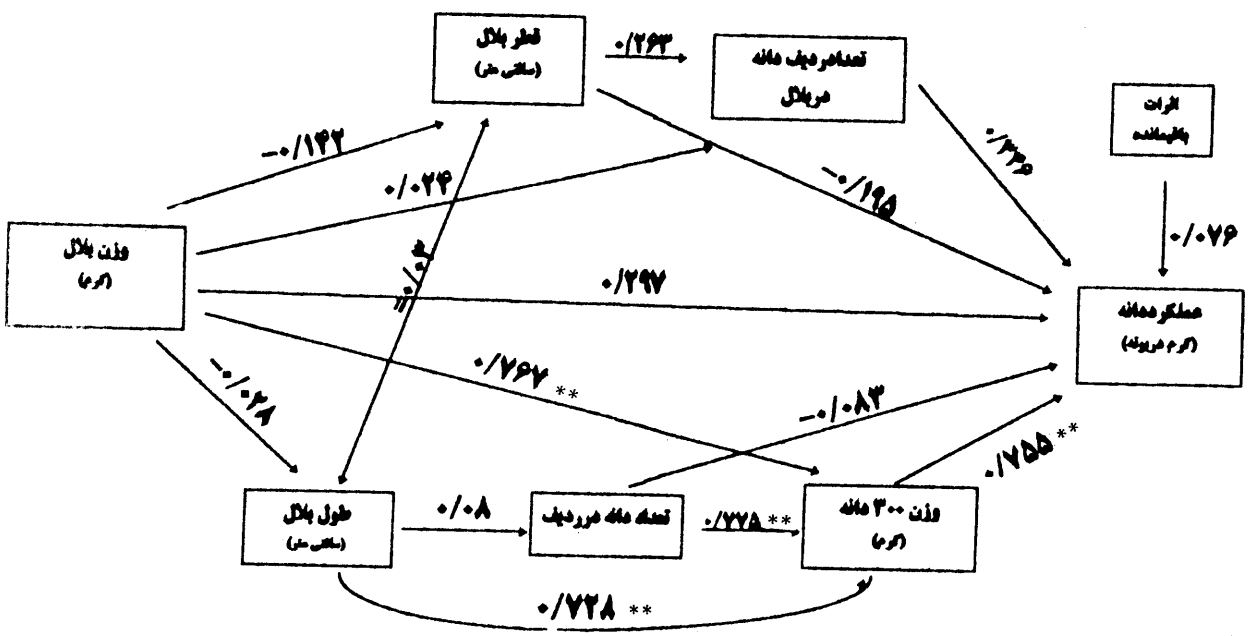
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ - تجزیه علیت همبستگی وزن ۳۰۰ دانه با صفات باقی مانده در مدل رگرسیونی نزولی مربوطه

مسیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	همبستگی کل
۱ - تعداددانه‌دررديف :			
	-۰/۰۷۳		
از طریق :			
- عمق دانه			
- طول بلال		۰/۳۶۸	
		۰/۷۰۳**	
			۱/۰۰**
۲ - عمق دانه			
از طریق :	۰/۴۳۹		
- تعداد دانه در ردیف			
- طول بلال		-۰/۰۶۱	
		۰/۴۶۱	
			۰/۸۳۹**
۳ - طول بلال			
از طریق :	۰/۷۳۲**		
- تعداد دانه در ردیف			
- عمق دانه		-۰/۰۷	
		۰/۲۷۶	
			۰/۹۳۹**

آثار باقیمانده = ۰/۱۲۱ ؛ R^2 تصحیح شده = ۰/۵۲۵ ؛ * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد



شکل ۱ - نمودار ارتباطات ٦ خصوصیت متوالی از اجزا عملکرد دانه - پیکانهای یکطرفه میزان ضرایب مسیر و پیکان دو طرفه میزان ضریب همبستگی را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱ - احمد زاده ،ا. ۱۳۷٦. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاینهای برگزیده ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات . دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .

۲ - خاوری خراسانی ، س . ع طالعی و ا. بانکه ساز . ۱۳۷٦. بررسی همبستگی بین برخی صفات لینه های اینبرد و تست کراس های آنها در تلاقی با محک مشترک در ذرت . مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۸ (۴) ۱۸۴ - ۱۷۱.

۳ - دهقانی ، ح . ۱۳۷۲. همبستگی صفات مختلف مورفولوژیک با عملکرد و پارامترهای پایداری عملکرد در هیبریدهای دیرس و متوسط رس ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات . دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس .

۴ - رضایی ، ع .و منزوی کرباسی . ۱۳۷۰. همبستگی های فنوتیپی و ژنوتیپی درصد پروتئین دانه با چند صفت دیگر در گندم . مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۲ (۱ و ۲) ۱۱ - ۱ .

۵ - شیر محمد علی ،ا. ۱۳٦۸. بررسی قدرت ترکیب پذیری لاینهای ذرت. پایان نامه اخذ کارشناسی ارشد اصلاح نباتات . دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس .

٦ - عبدی قاضی جهانی، ا. م .مقدم، ن . خدابنده وا. بانکه ساز .۱۳۷۲. مطالعه همبستگی و هموستازی در ذرت.مجموعه خلاصه مقالات سومین کنگره علوم زراعت واصلاح نباتات دردانشگاه تبریز.

۷ - مقدم ، ع . م. مقدم، ی .عرشی و ه آلیاری . ۱۳۷۵. تعیین درصد خودباروری و تجزیه همبستگی صفات در ارقام آفتابگردان . دانش کشاورزی جلد ٦ (۳ و ۴)۱۰۵ - ۹۳.

8. Aastveit , A. H & K. Aastvvit . 1993. Effect of genotype - environment interaction on genetic correleation. Theor Appl Genet 86: 1007 - 1013.

9. Agrama, H. AS. 1996. Sequential Path analysis of grain yield and its components in maize . Plant Breeding 115,343-346.

10. Chase , S. S, D .M . Nanda , 1967: Number of leaves and maturity classification in *zea mays*(L). Crop Sci. 7, 431-437.

11. CIMMYT, 1994: 1993/94 CIMMYT World Maize Facts and Trends . Maize seed Industries In: Emerging Roles of the Public and Private Sectors, CIMMYT. Mexico, DF.

12. Falconer. D. S. 1996. Introduction to Quantitative Genetics . 4rd ed. Longman, New York.

13. Grafius, I. E, 1964. A geometry for plant beeding . Crop Sci. 4: 241-246.

14. Fisher, K. S., A. F. Palmer, 1983: Maize . In Agrama, H. AS. 1996. Sequential Path analysis of grain yield and its components in maize . Plant Breeding 115,343-346. H. AS. Agrama , Plant Breeding 115, 343-346.

15. Harmid, Z. A. , Grafius, I,E. 1978. Developrnental allometry and its implication on grain yield in barley. Crop sci., 18: 83-86.

16. Halluer, A. R,& J. B. Miranda . 1988. Quntitative genetics in maize breeding . Iowa State Uni. Press , Ames. Iowa.

17. Li, C. C.,1956: The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics 12: 190-210.

www.SID.ir

Archive of SID

18. Richie, S. W. & J, Manvay. 1989. How a corn plant development. No 48. Iowa State Uni. Press, Ames. Iowa.

19. Russel, W. A , A. H. Teich. 1967. Selection in *zea maize* (L) by inbred line apperence and test cross performance in low and high plant densities. Iowa agric. Home Econ, Exp Stn Res Bult 552.

20. Singh. G., M. Singh, 1993: Correlation and path analysis in maize under milled-hills of skim. Crop Imprvement 20, 222-227.

21. Saadalle, H. A. 1993. Correlation and Path analysis study of certain characteristics in corn. In AGRIS ACCCESSION NUM. 95-001287.

22. Stilai. A , B, Ehdaie., 1992. Correlation and path analysis of argonomic traits in guayle. Crop Sci. 32: 953-957.

23. Stuber, C. W. and etal. 1966. Genetic variances and interrlationships of six traits in hybrids population of *zea maize*. Crop Sci. 6(5): 455-456.

24. Tyaji, A. P. pokharial, and O. M. odongo , 1988: Correlations and path cofficient analysis for yield components and maturity traits in maize . Maydica 33, 109-119. Iowa State Uni. Press, Ames. Iowa.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian J. Agric. Sci. Vol. 31 No. 1 2000

Correlation and Path Analysis of Grain Yield and its Components in Maize

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

Ph. D student, Professors and Assistant professor, respectively of faculty Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted Oct. 13, 1999

SUMMARY

The efficiency of a breeding program depends mainly on direction and magnitude of association between yield and its components. The purpose of this study was to describe the application of correlation and path analysis to grain yield (GY) in maize . Six generations including two parents and their prgenies (F1,F2, BC1 and BC2) were grown in Karaj. Genotypic and phenotypic correlation for GY and its components were calculated. Genotypic and phenotypic correlation for GY and its components were calculated. GY was significantly and positively correlated to the ear weight (EW) , ear circumference (EC), ear diameter, 300-kernel weight (KWT) and number of kernels per row (NKR). Path analysis for GY showed that KWT and kernel depth (KD) had the highest positive effect on GY . However the ED had negative indirect effect on GY through some traits . It had a positive correlation with GY because of indirect effects through KWT and KD . Path analysis for KWT and NKR showed that ear diameter(ED) had high positive direct on NKR. Sequential path analysis of six trait components studied revealed that KWT had the highest significant effect on GY but NKR and KW had an indirect effect, through KWT, on GY. The comparison of path analysis with all correlations and sequential path analysis showed that the two methods lead to nearly the same results and altogether KWT and NKR were the most important yield components.

Key Words: *Zea mays* L., Yield and yield components ,Correlation and path analysis , Sequential path analysis.

www.SID.ir