Archive of SID

مطالعه ژنتیکی برخی صفات گندم در شرایط تنش خشکی با استفاده از تجزیه میانگین نسلها

محمدحسین فتوکیان [۱،*]، جعفر احمدی [۲] و صدیقه فابریکی اورنگ [۳]

[۱] تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده کشاورزی

[۲] قزوین، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

[۳] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه بیوتکنولوژی

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۲

چکیده

آگاهی از نوع عمل ژنهای کنترل کننده صفات در روشهای اصلاح ژنتیکی جمعیتهای گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور به دست آوردن بهترین مدل ژنتیکی برای صفات مختلف تحت شرایط تنش خشکی در گندم آزمایش تجزیه میانگین نسلها با استفاده از نسلهای والدینی (P_1 , P_2)، و نسلهای F_1، F_2، BC_1 و BC_2 انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: تعداد سنبله، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، طول ریشک، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، عملکرد دانه تک بوته و وزن ۱۰۰ دانه. برای تجزیه میانگین نسلها از مدل مدر و جینکز استفاده شد. عدم تطابق مدل ساده افزایشی- غالبیت برای توجیه کنترل ژنتیکی تمام صفات ملاحظه شد و مشخص گردید که مکانهای ژنی کنترل کننده صفات مورد مطالعه به طور مستقل عمل نکرده و بین آنها اثرات متقابل غیرآللی (اپیستازی) وجود دارد. توزیع صفات مورد مطالعه در جمعیتهای F_2 و بک‌کراس پیوسته بود و این پیوستگی دلالت بر توارث پلی‌ژنیک درصفات مورد بررسی دارد. در این مطالعه مدل افزایشی ـ غالبیت در تمام موارد مدل مناسبی نبوده و در اکثر موارد همه اجزای مدل بسیار معنی‌دار و به طور کلی اثرات اپی‌ستاتیک دارای اهمیت بودند. درجه غالبیت برای اغلب صفات مقدار نسبتاً بالائی (بزرگتر از یک) بوده و نشانگر وجود فوق غالبیت در نتاج F_1 برای این صفات بوده است.

واژه های کلیدی: گندم، تنش خشکی، تجزیه میانگین نسلها.

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۲٤۲۳۸٦۰۳، پست الکترونیک: fotokian@yahoo.com

مقدمه

تنشهای محیطی از مهمترین عوامل کاهش دهندهٔ عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. ایران یکی از جمله کشورهایی است که در اکثر نقاط آن تنشهای مهم غیر زنده نظیر خشکی، شوری، گرما و سرما موجب کاهش عملکرد، از بین رفتن حاصلخیزی خاک و در مواردی عدم امکان تداوم کشاورزی می‌شود. میزان عملکرد گیاهانی که تحت شرایط تنش رطوبتی رشد می‌کنند، کمتر از حالتی است که در شرایط رطوبت کافی کشت می‌شوند. اصلاح ژنتیکی گیاهان زراعی برای مقاومت به خشکی و افزایش کارآیی مصرف آب اهمیت زیادی در کاهش هزینه‌های آبیاری و افزایش سطح کشت در مناطق خشک و نیمه خشک دارد.

به‌نژادگران (۸ و ٢٤) و متخصصان فیزیولوژی گیاهی (۷ و ۱۵) در حال تحقیق بر مبنای این فرض هستند که می‌توان ژنوتیپهای با عملکرد بالا و دارای سازگاری بهتر را به طور مؤثری به وسیله ترکیب عملکرد بالقوه بالا و عوامل گیاهی

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب که موجب مقاومت به خشکی می‌شوند، به دست آورد و بنابراین از کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش جلوگیری نمود (۱۰). مطالعات ژنتیکی و دانستن نوع عمل ژن درگیر در بیان یک صفت در روشهای اصلاحی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به خصوص آنکه اطلاعات و مطالعه دقیق ترکیب‌پذیری می‌تواند در رابطه با انتخاب روشهای اصلاحی و انتخاب لاین‌ها برای تولید هیبرید (hybrid) مفید واقع گردد (۲).

گامیل و ساحل (به نقل از فرشادفر، ۳) با استفاده از تجزیه میانگین نسلها (generation mean analysis) و آزمون مقیاس مشترک (joint scaling test)، تعدادی از صفات گیاهی در گندم مانند ظهور سنبله، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، عملکرد دانه، طول سنبله، وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله را مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که مدل افزایشی- غالبیت برای توضیح وراثت این صفات کافی نیست. آنها بیان کردند که این مطلب نشان دهنده آن است که عمل اپیستازی (epistasis) ژن نیز در وراثت این صفات دخالت دارند. همچنین در این مطالعه مشخص شد که آزمون مقیاس مشترک به دلیل استفاده از اطلاعات حاصل از ٦ نسل بهتر از هر آزمون دیگری می‌تواند عمل اپیستازی ژن را شناسایی کند. لونک (۲۰) نشان داد که ژنهای با اثر فوق غالبیت تعداد پنجه را کنترل می‌کنند و ژنهای غالب در افزایش ارتفاع بوته نقش دارند، لیکن افزایش عملکرد در بوته توسط ژنهای مغلوب به توارث می‌رسد. وی اثرات متقابل غیرآللی را برای تعداد پنجه، طول سنبله و وزن هزار دانه مشخص کرد. وی همچنین نشان داد که ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد سنبله اصلی، عملکرد بوته و وزن هزار دانه توسط اثرات غالبیت جزئی ژنها کنترل می‌شوند.

خیرالله و همکاران (۱۸) در مطالعه‌ای که به منظور تجزیه ژنتیکی عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت در گندم تحت شرایط تنش آبی و غیر تنش انجام دادند، نتیجه گرفتند که مدل افزایشی- غالبیت برای عملکرد دانه و بیوماس تحت شرایط غیرتنش کافی می‌باشد. فوق غالبیت برای عملکرد دانه تحت شرایط بدون تنش و برای شاخص برداشت هم تحت شرایط تنش و هم غیرتنش عمل می‌کند. توارث‌پذیری عمومی (general combining ability) برای تمام صفات فوق تحت شرایط غیرتنش بالا بود اما تحت شرایط تنش تنها شاخص برداشت توارث‌پذیری خصوصی (specific combining ability) متوسطی را نشان داد.

کولاکو (۱۲) در آزمایشی که به منظور مطالعه گزینش برای عملکرد و اجزای آن در جمعیت گندم زمستانی تحت شرایط تنش آبی انجام داد نشان داد که بالاترین مقدار توارث‌پذیری مربوط به ارتفاع بوته، وزن دانه و طول سنبله می‌باشد. در این بررسی به علت تنش خشکی توارث‌پذیری تعداد دانه در سنبله پائین بود.

بلام (۹) اظهار داشت که در شرایط تنش خشکی واریانس ژنتیکی و قابلیت توارث عملکرد کاهش می‌یابد و کارآیی و پیشرفت گزینش برای عملکرد محدود می‌گردد. سینک و همکاران (۲٦) از طریق تجزیه میانگین نسلها با ٦ نسل پایه و اصلی از تلاقی دو واریته گندم معمولی برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله عمل افزایشی ژن و اثر متقابل افزایشی × افزایشی را در اغلب صفات مورد مطالعه مهم تشخیص دادند. همچنین آنها عمل افزایشی، غالبیت و اپیستازی غالبیت × غالبیت (نوع l) را در صفات طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله معنی‌دار به دست آوردند. سینک و داهیا (۲۷) نیز با تجزیه میانگین نسلها اثر اپیستازی ژنها را برای صفات ارتفاع گیاه، تعداد پنجه در گیاه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه گیاه مهم تلقی کردند به طوری که هر سه نوع اپیستازی افزایشی × افزایشی (نوع i)، افزایشی × غالبیت (نوع j) و نوع l اهمیت یکسانی نشان دادند. همچنین آنها اظهار داشتند که اپیستازی‌های نوع j و l به مقدار زیادی نسبت به اپیستازی نوع i به عوامل محیطی حساس هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

به نقل از صبا (۱) طاهر و کتاتا با انجام آزمایشی در شرایط تنش کم‌آبی، ابراز داشتند که تعداد دانه در سنبله عمدتاً توسط ژنهای هسته‌ای کنترل می‌شود و وراثت‌پذیری این صفت از کم تا نسبتاً زیاد گزارش شده است. گزارشات دیگر نیز هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی را در توارث این صفت دخیل دانستند. به نقل از صبا (۱) والیا و همکاران نیز به وجود اپیستازی افزایشی × افزایشی در کنترل صفت تعداد دانه پی بردند. در بررسیهای صبا (۱) در توارث عملکرد و صفات زراعی هر دو نوع اثر ژنتیکی افزایشی و غالبیت سهیم بودند ولی سهم جزء افزایشی بیشتر از جزء غالبیت بود و از میان صفات زراعی وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور و طول ریشک برای اصلاح غیر مستقیم عملکرد دانه و مقاومت به خشکی انتهائی توصیه شدند. همچنین در توارث تمامی صفات فنولوژیک سهم جزء افزایشی بیشتر از غالبیت گزارش شد و صفات تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا گلدهی برای اصلاح غیر مستقیم عملکرد دانه و مقاومت به خشکی انتهائی توصیه گردیدند. اهدایی و وینز (١٤) با انجام تجزیه میانگین نسلها در دو شرایط نرمال و تنش خشکی وراثت‌پذیری خصوصی صفت بیوماس کل و شاخص برداشت را در شرایط تنش به ترتیب ٤٤ درصد و ٢٠ درصد و در شرایط معمولی (بدون تنش) ٣٦ درصد و ٦٠ درصد برآورد نمودند. چادهاری و همکاران (١١) با استفاده از تجزیه میانگین نسلها در سه تلاقی گندم تحت شرایط تنش خشکی تجزیه ژنتیکی تعدادی از صفات کمی از جمله عملکرد و اجزاء آن را مورد بررسی قرار دادند که هم آزمون وزنی و هم آزمون مقیاس مشترک نقش عمل اپیستازی ژن را در اکثر صفات در هر سه تلاقی آشکار نمود.

مواد و روشها

مواد گیاهی نسلهای مورد نیاز برای انجام آزمایش تجزیه میانگین نسلها شامل نسلهای والدین (P_1 , P_2)، و نسلهای F_1 ، F_2، BC_1 و BC_2 گندم بودند که در تلاقی ۷۰۰۷ × سرداری ، و تلاقی ۷۱۰۷ × سرداری به دست آمدند. در هر دو تلاقی رقم گندم سرداری به عنوان والد مادری مورد استفاده قرار گرفت. نسل F_2 در اثر خودگشنی نسل F_1، BC_1 در اثر تلاقی F_1 با والد سرداری، و BC_2 در اثر تلاقی F_1 با والد دیگر بدست آمدند. رقم سرداری مقاوم به خشکی و لاینهای ۷۰۰۷ و ۷۱۰۷ حساس به خشکی هستند. پس از تهیه ژنوتیپها و نسلهای لازم به منظور به دست آوردن بهترین مدل ژنتیکی برای صفات مختلف تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. در هر بلوک کرتهای مربوط به والدین، بک کراسها و F_1 ها در سه ردیف سه متری و کرتهای مربوط به جمعیت F_2 در شش ردیف سه متری کشت شدند به طوری که فاصله بین ردیفها ٤٠ سانتیمتر بود. بذرهای کشت شده یکبار جهت سبز شدن پس از کاشت به طور کامل آبیاری شدند و پس از سبز شدن کامل مزرعه تا پایان برداشت هیچگونه آبیاری انجام نگرفت و شرایط تنش خشکی مناطق دیم برای آنها فراهم گردید. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش عبارت بودند از: تعداد سنبله ، ارتفاع بوته (سانتیمتر)، طول پدانکل (peduncle) (سانتیمتر)، طول سنبله (سانتیمتر) ، طول ریشک (میلی-متر)، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله (گرم)، عملکرد دانه تک بوته (گرم) و وزن ۱۰۰ دانه (گرم). منظور از طول پدانکل فاصله بین گره سنبله تا گره بعدی به سمت پایین بوته است.

برای جمع‌آوری داده‌ها در نسلهای والدینی و F_1 ها از هر کرت ۱۰ بوته، در بک کراسها از هر کرت ۵۰ بوته و در F_2 ها از هر کرت ۱۰۰ بوته که شرایط رقابت مزرعه‌ای را دارا بودند به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از به دست آوردن داده‌های خام، تجزیه و تحلیلهای آماری مورد نیاز انجام گرفت. تجزیه واریانس وزنی به

www.SID.ir

Archive of SID

منظور آزمون معنی‌داری برای اختلافات بین میانگین خانواده‌ها، و در نهایت تجزیه میانگین نسلها برای هر دو تلاقی در مورد صفات مختلف به طور جداگانه انجام شد. برای تجزیه میانگین نسلها از مدل مدل مدر و جینکز (۲۳) استفاده شد که این مدل می‌تواند رابطه بین اجزای میانگین را نشان دهد. برای برآورد اثرات ژن، اجزاء ژنتیکی به شش جزء به شرح زیر تفکیک گردید.

$Y=m+\alpha[d]+\beta[h]+\alpha^2[i]+2\alpha\beta^2[j]+\beta^2[l]$

که در آن Y میانگین یک نسل، m میانگین تمام نسلها در یک تلاقی، [d] مجموع اثر افزایشی، [h] مجموع اثر غالبیت، [i] مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی، [j] مجموع اثر متقابل بین اثرات افزایشی و غالبیت، [l] مجموع اثر متقابل اثرات غالبیت و α، β ، α^2 و $\alpha\beta^2$ و β^2 حاصل‌ضربهای پارامترهای ژنتیکی می‌باشند.

در این مطالعه هر شش نسل با مدل دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتری آزمون شدند تا مناسب‌ترین مدل بتواند میانگینهای مشاهده شده را تشریح نماید. این مدلها برای میانگینهای مشاهده شده به وسیلهٔ آزمون کای اسکوار (chi-square) برای نیکویی برازش (goodness of fit) بررسی شدند، که این روش بنام آزمون مقیاس مشترک نام گرفته است. برآورد درصد هتروزیس (heterosis) و هتروبلتوسیس (heterobeltosis) و میزان توانائی نسبی (درجه غالبیت) با فرمولهای زیر انجام شد:

$$\text{درصدهتروسیس}=\frac{\overline{F_1}-\overline{P}}{\overline{P}}\times 100$$

$$\text{درصد هتروبلتوسیس}=\frac{\overline{F_1}-\text{والدبرتر}}{\text{والدبرتر}}\times 100$$

h/d= میزان توانایی نسبی (درجه غالبیت)

که در آن $\overline{F_1}$ میانگین نسل F_1، $\overline{P}$ میانگین والدین، h اثر غالبیت و d اثر افزایشی است.

سایر پارامترهای ژنتیکی به کمک فرمولهای زیر به دست آمدند:

$$D=\frac{1}{3}\left(\sigma^2F_2-\sigma^2BC_1-\sigma^2BC_2\right)$$

$$H=4\left(\sigma^2F_2-\frac{1}{2}\sigma^2D-E\right)$$

$$\sigma^2F_2=\frac{1}{2}D+\frac{1}{4}H+E$$

$$\sigma^2BC_1=\frac{1}{4}D+\frac{1}{4}H-\frac{1}{2}F+E$$

$$\sigma^2BC_2=\frac{1}{4}D+\frac{1}{4}H+\frac{1}{2}F+E$$

$$\sigma^2F_2=\frac{1}{2}D+\frac{1}{4}H$$

$$\sigma^2F_2=\frac{1}{2}d^2+\frac{1}{4}h^2 \quad , \quad H=h^2 \quad , \quad F=dh$$

$$D=d^2$$

$$\sigma^2BC_1=\frac{1}{4}d^2+\frac{1}{4}h^2-\frac{1}{2}dh\rightarrow\sigma^2BC_1=\frac{1}{4}D+\frac{1}{4}H-\frac{1}{2}F$$

$$\sigma^2BC_2=\frac{1}{4}D+\frac{1}{4}H+\frac{1}{2}F$$

$$m=\frac{1}{2}\overline{P_1}+\frac{1}{2}\overline{P_2}+4\overline{F_1}-2\overline{B_1}-2\overline{B_2}$$

$$[d]=\frac{1}{2}\overline{P_1}-\frac{1}{2}\overline{P_2}$$

$$[h]=6\overline{B_1}+6\overline{B_2}-\overline{F_1}-8\overline{F_2}-\frac{3}{2}\overline{P_1}-\frac{3}{2}\overline{P_2}$$

$[i]=2\overline{B_1}+2\overline{B_2}-4\overline{F_2}$ = اثرمتقابل افزایشی × افزیشی

$[j]=2\overline{B_1}-2\overline{B_2}-\overline{P_1}+\overline{P_2}$ =اثرمتقابل فزایشی×غالبیت

$[l]=\overline{P_1}+\overline{P_2}+2\overline{F_1}+4\overline{B_1}-4\overline{B_2}$ =اثرمتقابلغالبیت×غالبیت

نتایج و بحث

آزمون وزنی توأم قوی‌ترین آزمون برای برآورد پارامترهای ژنتیکی و تشخیص وجود اثرات اپیستازی است، زیرا با استفاده از اطلاعات کلیه نسلها می‌توان مدل افزایشی-غالبیت را بر آن برازش داد. مطابق روش مدر (۲۳) همهٔ مدلهای دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتری برای شناسایی نحوهٔ عملکرد ژنها در توارث تمام صفات برازش داده شدند و در نهایت مدلی برگزیده شد که اولاً تمام اجزای

www.SID.ir

Archive of SID

آن معنی‌دار، ثانیاً خطای استاندارد آن کمتر از حالات دیگر بوده و کای اسکوار آن غیر معنی‌دار باشد.

جدول ۱- برآورد مدل ژنتیکی (میانگین و اجزاء ژنتیکی آن) برای صفات مورد اندازه‌گیری در تلاقی والد ۷۱۰۷ × سرداری بر اساس داده‌های نسلهای P_1 ، P_2 ، F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2. داده‌ها به صورت $\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$ ارایه شده است.

صفت	میانگین نسلها در یک تلاقی m	اثر افزایشی D	اثر غالبیت h	اپیستازی افزایشی×افزایشی i	اپیستازی افزایشی×غالبیت j	اپیستازی غالبیت×غالبیت l	χ^2
تعداد سنبله	۳۵/۵±۱/۸**	-۰/۷٤±۰/۲٦**	-۵۲/۵±٤/۳**	-۲٤/٦±۱/۷٦**	ــــ	۲۹/٦±۲/۷**	ns
ارتفاع بوته (cm)	۱۳۵/۲±٤/۲**	-۰/٦۵±۰/٦**	-۸٤/٤±۱۰/۵**	-۳۳/۲±٤**	-٦/٦±۲/۹*	۵٤±۷**	ns
طول پدانکل (cm)	۵۰/۸±۱/۳۵**	۳/۱±۰/٤٤**	-۲٤/۳±۳/۵**	-۸/۵±۱/۲۷**	-۳/۵±۱/۲۳**	۱٦/٦±۲/۵**	ns
طول سنبله (cm)	۲۹/٦±۱/۱۷**	۱/۳±۰/٤**	۱۲/۱±۱/۸**	۸/۳±۱/۲۸**	ــــ	ــــ	ns
طول ریشک (mm)	۱۰۲/۱±۵/۸**	-۱۳/٦±۱/۸**	-۱۲٤/٦±۱٤/٦**	-۵۳/۸±۵/٦**	-۱۹/۳±٤/۷**	-۱۹/۳±٤/۷**	ns
وزن سنبله (gr)	۳/۸۷±۰/۱٤**	۰/۰۹۸±۰/۰۳**	-۲/۸±۰/۳۸**	-۱/۸±۰/۱٤**	۰/۳۱±۰/۱۲**	۲/۲±۰/۲۸**	ns
تعداد دانه در سنبله	۸٦/۱±۳/٤**	۱/۹۵±۰/۹۳*	-۹۰/۳±۸/۵**	-٤۳/۷±۳/۳**	٦/۱±۲/۸**	۵۵/۱±۵/٤**	ns
وزن ۱۰۰ دانه (gr)	-۰/۹۷±۰/۲٤**	-۰/۲۳±۰/۰۵**	۱۰/۱±۰/۵۹**	٤/٤±۰/۲۳**	۰/۸٤±۰/۱۹**	-٤/۹۷±۰/۳۹**	ns
عملکرد دانه (gr)	۳/٤±۰/۳۳**	۰/۲۹±۰/۷	۵/۵±۰/۸٦**	۵/۵±۰/۳۲**	ــــ	۹/۹±۰/۷٤**	ns

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و یک درصد

جدول ۲- برآورد مدل ژنتیکی (میانگین و اجزاء ژنتیکی آن) برای صفات مورد اندازه‌گیری در تلاقی والد ۷۰۰۷ × سرداری بر اساس داده‌های نسلهای P_1 ، P_2 ، F_1 ، F_2 ، BC_1 و BC_2. داده‌ها به صورت $\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$ ارایه شده است.

صفت	میانگین نسلها در یک تلاقی m	اثر افزایشی d	اثر غالبیت h	اپیستازی افزایشی×افزایشی i	اپیستازی افزایشی×غالبیت j	اپیستازی غالبیت×غالبیت l	χ^2
تعداد سنبله	۱۱/۹±۰/۳۵**	-۰/۱۵±۰/۳۵ns	-۵/۷±۱/٤**	ــــ	٤/۵±۱/۱۸**	۵/٤±۱/۵**	ns
ارتفاع بوته (cm)	۸٤/٦±٤/٤**	۰/٦۹±۰/۷۸**	۳۲±۱۰/۷**	۱۱/۷±۳/٤**	۱۹/۳±۳**	-۱٦/۵±٦/۹*	ns
طول پدانکل (cm)	۳۰/٤±۲/۸**	۱/۸±۰/۵**	۲٤/۱±٦/۷**	۷/۳±۲/۷**	۵/۷±۱/۸**	-۱٤۸±٤/۳**	ns
طول سنبله (cm)	۱۱/۱۳±۰/۱۳**	۰/۰۲۵±۰/۱۳*	۱/۰۹±۰/۵۵*	ــــ	۲/۸۲±۰/۵**	-۰/۷٤±۰/۵۵	ns
طول ریشک (mm)	۱۰±۰/۵۳**	۰/۵۳±۰/۱٦**	-۷/۸±۱/۳٦**	-۲/٦±۰/۵**	-۲/۵±۰/٤٦**	-۲/۵±۰/۹٦**	ns
وزن سنبله (gr)	۱/۷±۰/۲۵**	-۰/۱٦±۰/۰٤۷**	۲/۲±۰/٦٤**	۰/٤۲±۰/۲۵ns	۱/۲±۰/۱۹**	-۱/۳±۰/٤۲**	ns
تعداد دانه در سنبله	٤٦/٤±۰/۷۷**	-۷/۵±۰/۷۷**	۷/۳±۳/۹*	ــــ	۲۳/۸±۳/٤**	-٦/۵±٤/۹ns	ns
وزن ۱۰۰ دانه (gr)	۳/۱۲±۰/۰٤۲**	۰/۵۵±۰/۰٤**	۰/۸۸±۰/۱۹**	ــــ	۰/۷۱±۰/۱٦**	-۰/۹۸±۰/۲٤**	ns
عملکرد دانه (gr)	۷/۱±۱/۰۸**	۰/۷٤±۰/۲۲**	۵/۱±۱/۸*	۱/۸±۱/۰۹ns	ــــ	ــــ	ns

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و یک درصد

نتایج تجزیه میانگین نسلها و برآورد پارامترهای شش‌گانه ژنتیکی برای دو گروه تلاقی (۷۰۰۷ × سرداری، ۷۱۰۷ × سرداری) در شرایط تنش رطوبتی در مورد صفات مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. غیر معنی‌دار شدن آزمون کای

www.SID.ir

Archive of SID

اسکوار در هر دو گروه تلاقی عدم تطابق مدل ساده افزایشی- غالبیت را در تمام صفات نشان داد. به عبارت دیگر مدل ساده افزایشی- غالبیت نمی‌تواند واریانس ژنتیکی بین میانگین نسلها را توضیح دهد بلکه مدلهای پیچیده‌تری از طریق شش پارامتر m, [d], [h], [i], [j], [l] برای هر کدام از دو گروه تلاقی برازش داده شد که نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. اجزاء واریانس داده‌های نسلهای مختلف شامل واریانس اثرات محیطی (Ew)، واریانس اثرات افزایشی (D)، واریانس اثر غالبیت (H)، مقدار F ، $\sqrt{\frac{H}{D}}$ و $\frac{F}{\sqrt{\frac{H}{D}}}$ در جدول ۲ برآورد شده است.

معنی‌دار نشدن χ^2 در هر دو گروه تلاقی پیچیده بودن کنترل ژنتیکی صفت تعداد سنبله توسط اثرات متقابل ژنی را نشان می‌دهد. همچنین بزرگ بودن پارامتر غالبیت ژنی (h) نسبت به اثرات افزایشی (d) نقش بیشتر غالبیت ژنی را نسبت به اثر افزایشی نشان می‌دهد. بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر اثرات ساده افزایشی و غالبیت، اپیستازی ژنی به خصوص نوع (l) در کنترل صفت تعداد سنبله مهم بوده است. با مقایسهٔ واریانس افزایشی (D) و واریانس غالبیت (H) در این صفت (جدول ۲) برتری واریانس افزایشی به واریانس غالبیت در هر دو گروه تلاقی ملاحظه می‌شود. به طوری که مقدار ۵۱/. برای $\sqrt{\frac{H}{D}}$ اهمیت واریانس افزایشی را برای این صفت مشخص می‌کند. منفی بودن ضرایب F، غالبیت آللهای والد با میانگین کوچکتر نسبت به والد با میانگین بزرگتر را برای صفت تعداد سنبله نشان می‌دهد. مقدار $\frac{F}{\sqrt{\frac{H}{D}}}$ نیز عدم یکسانی درجه غالبیت در مکانهای ژنی را نشان می‌دهد. درجه غالبیت $(\frac{h}{d})$ برای صفت تعداد سنبله بیشتراز یک برآورد شده (جدول ٤) که کنترل صفت تعداد سنبله با اثر فوق غالبیت را نشان می‌دهد. نتایج آزمایشهای شارما و همکاران (۲۵)، جدنیسکی (۱٦)، گامیل و ساحل (به نقل از فرشادفر، ۳)، پاتهاک و نما (به نقل از فرشادفر، ۳)، چادهاری و همکاران (۱۱) نیز دخالت و نقش اپیستازی ژنی، برتری اثر غالبیت و اثر فوق غالبیت را در کنترل تعداد سنبله مشابه با نتایج این آزمایش نشان دادند.

مقادیر غیرمعنی‌دار کای اسکوار در هر دو گروه تلاقی مبین مناسب نبودن مدل ساده افزایشی- غالبیت برای ارتفاع بوته می‌باشد و نشان می‌دهد که مکانهای ژنی کنترل کننده ارتفاع بوته به طور مستقل عمل نکرده و بین آنها اثرات متقابل غیرآللی (اپیستازی) وجود دارد که این نتایج با نتایج آزمایشات یاداوا و همکارانش (۲۸)، نورمحمدی (۵)، گامیل و ساحل (به نقل از فرشادفر ، ۳)، ادواردز و همکاران (۱۳)، لونک (۲۱) و نیکخواه (٦) تطبیق داشته و آزمایش لیانگ و والتر (۱۹) نیز سهم بیشتر اثر افزایشی را در کنترل این صفت نشان داد. ضریب F در هر دو گروه مثبت بوده و درجه غالبیت در کنترل این صفت از غالبیت نسبی تا غالبیت کامل تعیین شد.

آزمون کای اسکوار در هر دو گروه تلاقی برای صفت طول پدانکل نیز عدم کفایت مدل ساده افزایشی- غالبیت را نشان می دهد و اثر اپیستازی ژنی در کنترل این صفت نیز دیده می‌شود. نتایج آزمایشهای یاداوا و همکاران (۲۸) و نیکخواه (٦) نقش اپیستازی ژنی را در کنترل این صفت نشان داد. زالوسکی و همکارانش (۲۹) عمل افزایشی ژن را در کنترل این صفت گزارش کردند. ضرایب مثبت F جهت غالبیت والد با میانگین بیشتر در هر دو گروه تلاقی را نشان می‌دهد. همچنین درجه غالبیت از غالبیت نسبی تا غالبیت کامل در کنترل این صفت برآورد شد.

مدل ساده افزایشی- غالبیت برای توجیه کنترل ژنتیکی طول سنبله کافی نمی‌باشد و می‌بایست اثرات اپیستازی ژنها را در کنترل این صفت مد نظر قرار داد. مقادیر d و h به ترتیب اهمیت اثرات افزایشی و غالبیت را در کنترل این صفت نشان می‌دهند به طوری که در تلاقی دوم اثر افزایشی غیر معنی‌دار بوده و نقش بیشتر اثر غالبیت را نشان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد ولی در تلاقی اول اثرات افزایشی و غالبیت ژنها مشترکاً در توارث این صفت نقش دارند. درجه غالبیت برای این صفت فوق غالبیت تعیین گردید. نتایج آزمایشهای شارما و همکاران (۲۵)، نورمحمدی (۵)، لونک (۲۱)، گامیل و ساحل (به نقل از فرشادفر ،۳) و نیکخواه (٦) مطابقت کامل با نتایج این آزمایش برای این صفت دارد.

جدول ۳- برآورد اجزاء واریانس مدل ژنتیکی برای صفات مورد اندازه گیری در تلاقی والد ۷۱۰۷ × سرداری بر اساس داده‌های نسلهای P_1 ، P_2، F_1 ، F_2، BC_1 و BC_2.

صفت	Ew*	D	H	F	$\sqrt{H/D}$	$F/\sqrt{H/D}$
تعداد سنبله	۱/۹٤	۲۸/۲	-۱۱/٤	-۰/٤۹	ــــ	ــــ
ارتفاع بوته (cm)	۱۷/۵	۵۲/۸	۷۰/۵	۵۳/۸	۱/۱٦	۰/۸۸
طول پدانکل (cm)	٤	٤/۳	-۲/۳	۰/۷	ــــ	ــــ
طول سنبله (cm)	۷/۱۹	۲۹/۹	-۲۵/۳	۲/۷	ــــ	ــــ
طول ریشک (mm)	۱۰۳	۲۹۰/۷	-٤٦۰	۳/٤	ــــ	ــــ
وزن سنبله (gr)	۰/۰۵	۰/۰۷	-۰/۰٦	-۰/۰۱	ــــ	ــــ
تعداد دانه در سنبله	۱۱/۲	۵۲	۱۱/۸	۹۰/۱	۰/٤۸	**۰/۳۷**
وزن ۱۰۰ دانه (gr)	۰/۰۵۷	۰/۵۱	۰/۱۲	-۰/۰۳٦	۰/۷٤	**۰/۲۳**
عملکرد دانه (gr)	۰/٤٤	۰/۳۹	-۱/۱	۰/۱٤	ــــ	ــــ

*:EW، D و H به ترتیب عبارتند از واریانس محیطی، واریانس افزایشی و واریانس غالبیت.

ادامه جدول ۳- برآورد اجزاء واریانس مدل ژنتیکی برای صفات مورد اندازه گیری در تلاقی والد ۷۰۰۷ × سرداری بر اساس داده‌های نسلهای P_1 ، P_2، F_1 ، F_2، BC_1 و BC_2.

صفت	Ew*	D	H	F	$\sqrt{H/D}$	$F/\sqrt{H/D}$
تعداد سنبله	۲/۷	۱۰/۲	۱/۷	-۳/۵	۰/۵۱	**-۰/٦۷**
ارتفاع بوته (cm)	۱۳/۹	۱۱٦/٤	-۱/۱۸	۱۷/٤	ــــ	ــــ
طول پدانکل (cm)	٦/٤	۷۸	-٤۸/۷	۱۷/٤	ــــ	ــــ
طول سنبله (cm)	۰/۳۱	٤/۹	-۱/۵	-۰/۳۷	ــــ	ــــ
طول ریشک (mm)	۰/۵۵	۰/٦۷	-۰/۰۵	-۰/۷۱	ــــ	ــــ
وزن سنبله (gr)	۰/۰۵٤	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۰٦	۰/۸۹	**-۰/۲٦**
تعداد دانه در سنبله	۲٦/٦	۱۳۸/۲	-۱۰/۹	-۳۳/۱	ــــ	ــــ
وزن ۱۰۰ دانه (gr)	۰/۰۷	۰/۲٤	-۰/۰۳٦	-۰/۰۱۲	ــــ	ــــ
عملکرد دانه (gr)	٦/۱	۱۲/۱	-۱۵/٤	-٤/۵	ــــ	ــــ

*:EW، D و H به ترتیب عبارتند از واریانس محیطی، واریانس افزایشی و واریانس غالبیت.

با توجه به پارامترها و مقادیر مربع کای جدول ۱ اثر اپیستازی ژنی در کنترل صفت طول ریشک نیز دیده می‌شود. با توجه به برآوردهای درجه غالبیت در دو گروه تلاقی کنترل این صفت به صورت غالبیت نسبی تا فوق غالبیت تعیین شد. مقدار F در گروه اول (۷۱۰۷ × سرداری) مثبت بوده و غالبیت آللهای والد با میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

بزرگتر و در گروه دیگر (۷۰۰۷ × سرداری) منفی بوده و غالبیت آللهای والد کوچکتر را نشان می‌دهد. اثر متقابل اپیستازی ژنی در کنترل صفت وزن سنبله نیز نقش داشته و درجه غالبیت به صورت غالبیت ناقص تا فوق غالبیت برای این صفت تعیین گردید. لیانگ و والتر (۱۹) سهم بیشتر اثر غالبیت و لونک (۲۱) اثر فوق غالبیت را در تظاهر این صفت گزارش کردند.

مدل افزایشی ـ غالبیت برای توجیه ژنتیکی صفت تعداد دانه در سنبله کفایت نکرده و اثر متقابل اپیستازی ژنی در تظاهر آن دخیل است. همانگونه که دیده می‌شود اپیستازی‌های نوع i و l مهمترین اثرات متقابل در کنترل این صفت می‌باشند. درجه غالبیت در کنترل این صفت غالبیت ناقص تا فوق غالبیت برآورد شد. نتایج آزمایشات جدنیسکی (۱۶)، نورمحمدی (۵)، پاتهاک و لنا (نقل از فرشادفر، ۳)، لونک (۲۱)، گامیل و ساحل (نقل از فرشادفر، ۳)، چادهاری و همکاران (۱۱) و نیکخواه (۶) در تطابق کامل با نتایج حاصل از این آزمایش می‌باشند.

جدول ٤- برآورد مقادیر توانائی نسبی، هتروزیس و هتروبلتوسیس برای صفات مورد بررسی تلاقی (۷۱۰۷ × سرداری).

درجه غالبیت (h/d)	درصد هتروبلتوسیس	درصد هتروزیس	میانگین F_1	میانگین والد سرداری	میانگین والد ۷۱۰۷	صفت
۱/۷٤	۰/۷	۱۳/۱	۱۲/٦	۱۱/۹	۱۰	تعداد سنبله
۰/۵۲	-۲/۷	۲/۸	۱۰٤/۸	۹٦/۳	۱۰۷/٦	ارتفاع بوته (cm)
۰/۲۷	-۲/۲۵	۱/۹	٤۳/۱	۳۹/۲	٤۵/۳۵	طول پدانکل (cm)
۲/۸	۰/۵۲	٦/٦	۱۲/۱۵	۱۱/۰۷	۱۱/٦۳	طول سنبله (cm)
-۰/٦۹	-۱/٦۸	-۱۱	٦/۱۷	۷/۸۵	۵/۸٦	طول ریشک (mm)
۱۲/۵	۱/۱۳	۳۷/۵	۳/۲۸	۱/۹۵	۲/۱۵	وزن سنبله (gr)
٤/٤	٦/٦	۱٦/۸	۵۰/۹	٤۰/٤	٤٤/۳	تعداد دانه در سنبله
۳/۲۸	۰/۵۳	۱۸/٤	٤/۱٦	۳/٦۲	۳/۱٦	وزن ۱۰۰ دانه (gr)
٤٦/٦	۹/۷	۵۲/٤	۱۸/۸۸	۸/۷٦	۹/۱۹	عملکرد دانه (gr)

ادامه جدول ٤- برآورد مقادیر توانائی نسبی، هتروزیس و هتروبلتوسیس برای صفات مورد بررسی تلاقی (۷۰۰۷ × سرداری).

درجه غالبیت (h/d)	درصد هتروبلتوسیس	درصد هتروزیس	میانگین F_1	میانگین والد سرداری	میانگین والد ۷۰۰۷	صفت
-۲/۳۳	-۰/۵	-۳	۱۱/٦	۱۲/۱	۱۱/۸	تعداد سنبله
۵/۵	۳/۰۸	۳/۷٦	۱۰۰	۹۵/۵	٦۹/۹	ارتفاع بوته (cm)
۱/۱۱	۰/۲	۵/۰٤	۳۹/۷	۳۵/۹	۳۹/۵	طول پدانکل (cm)
۱٤/۲	۰/۳۳	۳/۱	۱۱/٤۸	۱۱/۱	۱۱/۱۵	طول سنبله (cm)
-۲/۳۵	-۱/۷۸	-۲۰/۲	٦/۱۸	٦/۹	۷/۹٦	طول ریشک (mm)
۰/٦۵	-۰/۰۵٦	٤/۷	۲/۲٤	۲/۳	۱/۹۷	وزن سنبله (gr)
۰/۱	-٦/۷	۱/٦	٤۷/۱	۵۳/۸	۳۸/۹	تعداد دانه در سنبله
-۰/۱۹	-۰/٦٦	-۳/٤	۳/۰۲	۲/۵۷	۳/٦۸	وزن ۱۰۰ دانه (gr)
۱٦	۳/۹۵	۳۱/۹	۱۳/۱۹	۸/۷	۹/۲٤	عملکرد دانه (gr)

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون کای اسکوار برای وزن ۱۰۰ دانه در هر دو گروه تلاقی غیر معنی‌دار بود و با توجه به معنی‌دار بودن اکثریت پارامترهای اثر متقابل، دخالت و نقش اثرات متقابل غیرآللی (اپیستازی ژنی) در کنترل و تظاهر این صفت مشاهده می‌شود. درجه غالبیت در کنترل این صفت غالبیت ناقص تا فوق غالبیت تعیین گردید. نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج گزارشهای یاداوا و همکارانش (۲۸)، جدنیسکی (۱٦)، نورمحمدی (۵)، پاتهاک ولنا (نقل از فرشادفر، ۳)، سان و همکاران (نقل از فرشادفر، ۳)، چادهاری و همکاران (۱۱)، زالوسکی و همکاران (۲۹)، لونک (۲۱) و نیکخواه (٦) مطابقت داشت.

در کنترل وراثت عملکرد دانه علاوه بر اثرات افزایشی و غالبیت ژنها، اثرات اپیستازی ژنی نیز حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به بزرگی ضریب h نسبت به d در هر دو گروه تلاقی، نقش بیشتر اثر غالبیت نسبت به اثر افزایشی در وراثت این صفت دیده می‌شود به طوری که اثرات افزایشی و غالبیت در اکثر گروهها باعث افزایش عملکرد دانه شده‌اند. برآوردهای درجه غالبیت در هر دو گروه تلاقی، اثر فوق غالبیت را در کنترل عملکرد دانه در شرایط تنش آبی نشان دادند. نتایج آزمایشات لیانگ و والتر در سورگوم دانه‌ای (۱۹)، نورمحمدی در گندم (۵)، پاتهاک و لنا در گندم (نقل از فرشادفر، ۳)، چادهاری و همکاران در گندم نان (۱۱)، زالوسکی و همکاران در گندم نان (۲۹)، لاریک و همکاران در گندم نان (۱۷)، لونک در گندم نان (۲۱) و نیکخواه در گندم نان (٦) تطابق کامل با نتایج این آزمایش داشت در حالی که مان و شارما در گندم دوروم (۲۲) عمل افزایشی ژن را برای عملکرد دانه گزارش کردند.

جداول ۳ و ٤ درصد هتروزیس و هتروبلتوسیس برای صفات مختلف در دو گروه تلاقی در شرایط تنش رطوبتی را نشان می‌دهد. همانگونه که در این جداول دیده می‌شود میزان هتروزیس برای عملکرد دانه در دو گروه تلاقی در شرایط تنش ۵۲/٤ و ۳۱/۹ درصد برآورد شده و دیده می‌شود که متوسط هتروزیس عملکرد دانه بالا بوده و نقش آن را در بهبود عملکرد دانه بیان می‌کند. در مورد مقادیر هتروبلتوسیس برای عملکرد دانه نیز این افزایش ملاحظه می‌شود. مقادیر هتروزیس و هتروبلتوسیس وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه سنبله به عنوان مهمترین اجزای عملکرد دانه برای هر دو گروه تلاقی نیز بیانگر بالا بودن هتروزیس و هتروبلتوسیس در شرایط تنش می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه میزان غالبیت (درجه غالبیت) برای اغلب صفات مقدار نسبتاً بالائی (بزرگتر از یک) بوده است, نشانگر وجود فوق غالبیت در نتاج F_1 برای این صفات می‌باشد. درجه غالبیت برای عملکرد دانه در هر دو گروه تلاقی بسیار زیاد بوده و نقش فوق غالبیت را در نتاج F_1 به وضوح بیان می‌کند. برای سایر صفات این مقادیر و درصدها از جداول مربوطه قابل استخراج و بررسی می‌باشد.

به طور کلی توزیع صفات مورد مطالعه در جمعیتهای F_2 و بک‌کراس پیوسته بود و این پیوستگی دلالت بر توارث پلی‌ژنیک درصفات مورد بررسی دارد. در نتایج این آزمایش با توجه به اینکه مدل افزایشی ـ غالبیت در تمام موارد مدل مناسبی نبوده و در اکثر موارد همه اجزای مدل بسیار معنی‌دار و به طورکلی اثرات اپی‌ستاتیک دارای اهمیت بودند می‌توان نتیجه گرفت که اکثر صفات مورد مطالعه از نوع پلی‌ژن بودند. بنابراین با مشاهده اپیستازی منطقی است فرض شود که ژنهای بیشتری این صفات را کنترل می‌کنند و به توجه به اینکه هر چه تعداد ژنهای کنترل کننده یک صفت افزایش یابد، قابل قبول است که فرض شود تعداد عواملی که با هم اثر متقابل دارند افزایش می‌یابد (٤). در توارث عملکرد دانه با توجه به اینکه نقش ژنهای با اثر غالبیت بیشتر از ژنهای با اثرات افزایشی بود می‌توان توصیه نمود که در اصلاح ژنتیکی این صفت در ارقام گندم به ویژه ارقامی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند از تولید بذر هیبرید (hybrid seed) استفاده شود. البته باید توجه نمود که در حال حاضر تکنولوژی

www.SID.ir

Archive of SID

تولید بذر هیبرید بیشتر در گیاهان دگرگشن مانند ذرت متمرکز بوده و در گیاهانی مثل برنج نیز در حال توسعه است. در گندم به دلیل اینکه با روشهای کلاسیک اصلاح نباتات مانند دورگ گیری به موفقیتهای خوبی از نظر عملکرد دانه نایل شده است و همچنین به دلیل خودگشن بودن این گیاه و صرف هزینه زیاد در تولید بذر هیبرید استفاده از این روش اصلاح ژنتیکی در اصلاح گندم عملاً موفقیت چندانی نداشته است.

منابع

۱- صبا، ج. ۱۳۷۹. وراثت شاخص های مقاومت به تنش خشکی و صفات مرتبط با آن در گندم. پایان نامه دکتری. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

۲- طالعی، ع. ر. ۱۳۷۵. بررسی میزان ترکیب پذیری و هتروزیس در ارقام گندم نان به روش دورگ گیری دی آلل. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۷، شماره ۲. ص ٦٧-٧٥.

۳- فرشادفر، ع. ا.... ۱۳۷٦. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات، جلد اول، انتشارات طاق بستان.

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

۵- نورمحمدی، س. ۱۳۷۱. محاسبه وراثت پذیری و نوع عمل ژن برای صفات آگرونومیکی گندم در سه تلاقی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

٦- نیکخواه ، ح. ۱۳۷۷. مطالعه نحوه توارث عملکرد و اجزای آن در سه تلاقی گندم نان تحت شرایط تنش آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

7- Bidinger, F. R., B. S. Talukdar, and G. Algarswamy. 1982. Improvement of drought resistance in pearl millet. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. P: 357-375. IRRI. Los Banos.

8- Blum, A. 1983. Genetic and physiological relationships in plant breeding for drought resistance. In: J. F. Stone and W. O. Willis (eds). Stress physiology in crop plants. P: 195-205. Elsevier, Amsterdam.

9- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton.

10- Blum, A. 1989. Breeding methods for drought resistance. In: Jones, H., T. J. Flowers, and M. B. Jones (eds), plant under stress. Cambridge university press. P: 197-215.

11- Chaudhary, B.D., R. K. Pannu, D. P. Singh and P. Singh. 1996. Genetics of metric traits related with biomass partitioning in wheat under drought stress. Annals of Biology, 12: 361-367.

12-. Collaku, A. 1994. Selection for yield and its components in a winter wheat population under different environmental condition in Albania. Plant Breeding. 112: 40-46.

13- Edwards, L. H., H. Keteta and E. L. Smith. 1976. Gene action of heading date, plant height and other characters in two winter wheat crosses. Crop Sci., 16: 275-277.

14- Ehdaie, B. and J. G. Waines. 1994. Genetic analysis of carbon isotope discrimination and agronomic characters in a bread wheat cross. Theor. Appl. Genet. 88: 1023-1028.

15- Garrity, D. P., C. Y. Sullivan and W. M. Ross. 1982. Alternative approaches to improving grain sorghum productivity under drought stress. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. P: 339-359. IRRI. Los Banos.

16- Jedynski, S. 1988. Heritability and diallel analysis of several agronomic characters in winter wheat hybrids. Wheat, Barley and Triticale Abs. 6: 4, 3365.

17- Kathiria, K. B., R. K. Sharma. 1994. Diallel cross analysis for tillering ability and kernel weight in bread wheat (*T. aestivum L.*) under normal- sodic and salin-sodic soils. Gujarat Agricultural University Reseach Journal. 20:1, 79-83.

18- Kheirella, K. A., M. Defrawy and T. Sherif. 1993. Genetic analysis of grain yield, biomass and harvest index in wheat under drought stress and normal moisture conditions. Assiat J. of Agric. Sci., 24: 163-183.

19- Liang, G. H. and T. L. Walter. 1968. Heritability estimates and gene effects for agronomic traits in grain sorghum. Crop Sci. 8: 77-81.

20- Lonc, W. 1988. Types of gene effect governing quantitative characters in winter wheat. Plant Breeding Abs. 60(3): 260.

www.SID.ir

Archive of SID

21- Lonc, W. 1988. A diallel analysis of useful traits of spring wheat (*T. aestivum L.*) hybrids. Genetica Polonica. 29: 3-4, 265-273.

22- Mann, M. S. and S. N. Sharma. 1995. Combining ability in the F1 and F2 generations of diallel cross in macaroni wheat *(T. durum)*. Indian J. of Genet. and Plant breeding, 55:2, 160-165.

23- Mather, K. and J. L. Jinks. 1982. Biometrical genetics, the study of continous variation. Chapman & Hall.

24- Rosenow, D., T. Quizenberry, J. E. Wendt, and L.E. Clark. 1983. Drought tolerance sorghum and cotton germplasm. In: J.F. Stone and W.F. Willis (eds), Plant production and management under drought conditions. P:207-222. Elsevier, Amsterdam.

25- Sharma, S. K., S. Iqbal and K. P. Singh. 1980. Heterosis and combining ability in wheat. Crop Imp., 13(1): 101-103.

26- Singh, G., G. S. Bhullar and K. S. Gill. 1984. Inheritance of plant height, days to heading, spike length, peduncle length and spikelets per spike in a spring wheat cross. Indian J. of Genet. and Plant Breeding. 44:3, 522-524.

27- Singh, S. and M. S. Dahiya. 1984. Detection and estimation of component of genetic variation and genotype × environment interaction in three wheat crosses. J. of Agric. Sci. U. K. 103:3, 543-547.

28- Yadava, R. K., N. Maherchandani, M. Singh and K. Singh. 1995. Comparison of the observed and predicted frequencies of transgressive for yield and related traits in two bread wheat population. Indian J. of Genet. and Plant breeding, 55:3, 266-272.

29- zalewski, D., W. Lonc and R. Dolinski. 1997. Diallel analysis of stem morphological features and some yield components related to lodging resistance in winter wheat. Biuletyn Institute Hodowli Aklimatyzacji Roslin. 204, 57-65

Genetic assay of some traits in wheat (*Triticum aestivum* L.*)* under drought stress condition using Generation Mean Analysis

Fotokian M.H.[1] , Ahamadi J.[2], F. Orang S. [3]

[1] Shahed University, Faculty of Agriculture, Tehran, I.R. of IRAN

[2] Imam Khomeini International University, Qazvin, I.R. of IRAN

[3] Biotechnology Dept., Faculty of Science, Tarbiat Moddarres University, Tehran, I.R. of IRAN

Abstract

Awareness of gene action of traits is very important in plant breeding methods. Generation mean analysis (GMA) using parents. (P1 & P2) and their progenies (F1, F2, BC1 & BC2) in two mating groups was used to study the type of gene action and the best genetically model of traits under drought stress condition. The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications for each mating group. Generation mean analysis was performed using Mather and Jinks model and joint scaling test. The nine traits included spike length, spike number, pedancle length, awn length, grain yield, plant height, spike weight, grains per spikes and 100 grain weight were evaluated. The analysis showed disagreement of additive-dominance model for all traits, resulted that there is epistatic non-allele interactions between the genes of each trait. The distribution of traits was continuous in F2 and backcrossed populations, as a reason for polygenic inheritance of the traits. For the majority of the traits, additive gene effect was significant, but its magnitude was less than dominant gene effect. The amount of h/d for many traits such as grain yield was high (h/d>1), indicated the predominance of dominant gene effects in F1 progeny.

Key words: wheat (*Triticum aestivum* L.), drought stress, generation mean analysis (GMA).

www.SID.ir