

بررسی ژنتیک مقاومت به شته روسی (*Diuraphis nexia* (Morduilko)) در لاین های پیشرفته گندم دوروم (*Triticum turgidum* var. durum) *

Genetic study of resistance to Russian Wheat Aphid (*Diuraphis nexia* (Morduilko)) in advanced durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) lines

امیرحسین نوربخش^۱، عباسعلی زالی^۲، عبدالهادی حسین زاده^۳ و توحید نجفی میرک^۴

چکیده

نوربخش، ا.ح، ع. زالی، ع. حسین زاده و ت. نجفی میرک. بررسی ژنتیک مقاومت به شته روسی (*Diuraphis nexia* (Morduilko)) در لاین های پیشرفته گندم دوروم (*Triticum turgidum* var. durum). مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(۱): ۱۱۱-۱۲۲.

به منظور مطالعه نحوه توارث مقاومت به شته روسی در گندم دوروم و برآورد اجزای ژنتیکی آن، شش لاین پیشرفته گندم دوروم با سطوح مختلف مقاومت در قالب یک طرح دای آلل 6×6 به صورت یکطرفه تلاقی داده شدند. 6×6 روسی به صورت مصنوعی در گلخانه آلوده و صفات کلروز و پیچیدگی برگ (درصد سطح کلروز و پیچیدگی برگ) یادداشت برداری و تجزیه دای آلل به روش دوو مدل مخلوط B گریفینگ و روش جینکز و هیمن انجام شد. ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برای هر دو صفت معنی دار شد که نشانگر نقش توأم اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفات می باشد. تجزیه جینکز و هیمن نشان داد که اثر افزایشی برای کنترل مقاومت در برابر هر دو صفت بیشتر از اثر غیر افزایشی بود و اثر غیر افزایشی ژنی برای کنترل هر دو صفت از نوع غلبه نسبی بود. کنترل صفات کلروز برگ کمتر (مقاومت بیشتر) و پیچیدگی برگ کمتر (مقاومت بیشتر) به ترتیب به صورت غالب و مغلوب بود. وراثت پذیری عمومی و خصوصی برای کلروز برگ به 6×6 و 6×6 و برای پیچیدگی برگ به ترتیب 6×6 و 6×6 برآورد شد که حاکی از بالا بودن بازده انتخاب برای افزایش مقاومت به شته روسی بر اساس صفت پیچیدگی برگ نسبت به صفت کلروز برگ می باشد.

واژه های کلیدی: گندم دوروم، شته روسی گندم، مقاومت، تجزیه دای آلل، کلروز برگ، پیچیدگی برگ.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۵

* این مقاله بر اساس نتایج حاصل از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول تهیه شده است.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (مکاتبه کننده).

۲ و ۳- عضو هیأت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

PI 225262 توسط دو ژن غالب کنترل می شود. همچنین مقاومت در PI 222668 که یک گندم زمستانه بومی آذربایجان شرقی از ایران می باشد، توسط یک ژن غالب یا یک ژن غالب و یک ژن مغلوب کنترل می شود (Haley et al., 2002). آساد و دُری (Assad and Dorry, 2001) مقاومت به شته روسی را در دو لاین گندم ایرانی بررسی کرده و نشان دادند که مقاومت بر اساس میزان کلروز برگ در هر دو لاین Shz.W-102 و Shz.W-104 زمانیکه با لاین حساس Shz.W-101 تلاقی یافتند، توسط یک ژن غالب و زمانیکه با لاین حساس Shz.W-103 تلاقی داده شدند، توسط دو ژن غالب کنترل شده است. آساد (Assad, 2002) یک ژن مقاومت را در لاین گندم دوروم شناسایی کرد که مقاومت را به صورت غالب کنترل می کرد. لیج و همکاران (Lage et al., 2004) گندم های مصنوعی هگزپلوئید بدست آمده از تلاقی *T. dicoccum* و *Ae. Tauschii* را برای مقاومت به شته روسی در مزرعه ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند از آنجایی که مقاومت این گندم ها، ناشی از والد *T. dicoccum* بوده، ژن های مقاومت باید روی ژنوم های A و B قرار گرفته باشند و بنابراین با ژن های مقاومت که قبلاً شناسایی شده و همه روی ژنوم D گندم یا قطعات جابجا شده قرار داشتند، متفاوت هستند. نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) با استفاده از تلاقی ارقام مقاوم امید و آزادی با رقم حساس شعله اعلام کرد که هر دو صفت میزان کلروز و پیچیدگی برگ در دو رقم آزادی و امید به ترتیب با یک و دو ژن اصلی کنترل می شوند و تعدادی ژن های فرعی نیز در کنترل آنها نقش دارند. برای شناسایی تیپ و طبقه بندی مقاومت به شته روسی گندم نیز مطالعات مختلفی انجام شده است. راندولف و همکاران (Randolph et al., 2005) نشان دادند که لاین های گندم واجد ژن های مقاومت به شته روسی *Dn4* و *Dn6* شامل سطوح مختلفی از انتی ییوز، انتی زنوز و ...

افات یکی از مهمترین عوامل کاهش محصولات زراعی می باشند، بطوری که بشر سالانه هزینه زیادی صرف کنترل و مقابله با آنها می نماید. شته روسی گندم (*Diuraphis noxia* (Mordvilko)) یکی از افات مهم غلات به ویژه گندم و جو در ایران محسوب می شود که در تمام نقاط کشور به جز شمال و دشت مغان باعث خسارت کمی و کیفی قابل توجهی به این محصولات می شود (Najafi Mirak, 2003). باتوجه به هزینه بالای مبارزه شیمیایی با این افت و عدم کارایی لازم این روش در اثر عدم تماس مستقیم سم با حشره به علت لوله ای شدن برگهای آلوده، بکارگیری روشهای غیر شیمیایی کنترل ضروری به نظر می رسد (Najafi Mirak, 2003). یکی از مهمترین و موثرین روشهای کنترل شته روسی استفاده از ارقام مقاوم است که اقتصادی، قابل تلفیق با سایر روشهای کنترل و فاقد آثار مخرب زیست محیطی (Hawley et al., 2003). اولین منابع مقاومت به شته روسی در گندم های منشا گرفته از کشورهای شوروی سابق، ناحیه بالکان، ایران، ترکیه و مناطقی از خاورمیانه که این آفت بومی آنهاست، شناسایی شدند (Anderson et al., 2002). حداقل ۱۱ ژن شناخته شده برای مقاومت به شته روسی گندم وجود دارند که در نمونه های ژرم پلاسما گندم، گونه های خویشاوند آن و چاودار یافت شده اند (Miller et al., 2001). سعیدی و ... (Saidi and Quick, 1996) ژن *Dn6* را در گندم PI 243781 شناسایی کرده و ژن های *Dn8* و *Dn9* در گندم PI 294994 و ژن *Dnx* در گندم PI 220127 شناسایی شده اند. لیو و همکاران (Liu et al., 2001) شناسایی شده اند. ژن های مقاومت به شته روسی در گونه های خویشاوند گندم نیز شناسایی شده اند. انتقال ژن غالب مقاومت *Dn7* از بازوی ۱RS کروموزم چاودار به ژنوم گندم از طریق جابجایی کروموزومی گزارش شده است (Anderson et al., 2003). در آزمایش دانک و کوئیک (Dong and Quick, 1995) معلوم شد مقاومت در گندم

ايجاد ارقام مقاوم در برنامه هاي به نژادي مستلزم شناسايي منابع ژنتيكي مقاومت و نيز شناخت نحوه توارث آنهاست. بر اين اساس، مطالعه حاضر با هدف تعيين نحوه توارث و برآورد اجزاء ژنتيكي مقاومت در لاین های پیشرفته گندم دوروم که در مطالعه قبلی (Najafi Mirak, 2003) درجات مختلفی از مقاومت را به شته روسي گندم نشان داده بودند طراحی و اجرا شد.

مواد و روش ها

بر پایه مطالعه انجام شده توسط نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) شش لاین پیشرفته گندم دوروم که درجات مختلفی از مقاومت را نشان داده بودند، انتخاب شدند. این لاین ها شامل DW13 (حساس)، DW11 (نیمه حساس)، DW1 و DW6 (نیمه مقاوم) و DW2 و DW4 (مقاوم) بودند.

در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۶ لاین های مذکور در دو خط دو متری و با دو تاریخ کاشت متفاوت در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج کاشته شدند (۱۵ روز فاصله بین دو تاریخ کاشت). بذور در دو ردیف به فاصله ۱۱ سانتی متر و با عمق ۵-۶ سانتی متر کاشته شدند. لاین در تمام ترکیبات ممکن (بدون تلاقی معکوس) تلاقی و سپس سنبله های مربوط به هر تلاقی در یک دسته برداشت و به صورت دستی کوبیده و تمیز شدند. در بهار سال ۱۳۸۶ والدین و نسل F₁ حاصل از تلاقی ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تیمار و ۲ تکرار، در گلخانه دانشکده کشاورزی کرج در شرایط دمای ۱۵-۲۰°C، ۱۶ ساعت نور و ۱۶ ساعت تاریکی کشت گردیدند. قبل از شروع آزمایش گلخانه بوسیله پوشش پلاستیکی، کاملاً ایزوله گردید تا کنترل حشرات و دما بهتر صورت گیرد. پنج بذر در هر گلدان پلاستیکی کشت و پس از استقرار گیاهچه ها، سه گیاه در هر گلدان نگهداری شد. گلدان ها به فاصله ۱۱ سانتیمتر از یکدیگر قرار گرفته و آبیاری بصورت منظم، هر دو روز یک بار به صورت غرقابی صورت گرفت. در

ضمن برای ایزوله بهتر آزمایش در برابر حشرات، تمام گلدانها (واحدهای آزمایشی) در داخل یک قفس توری به ابعاد ۱/۵×۱/۵×۱/۵ متر قرارداد شدند. روسي مورد نیاز برای الودگی مصنوعی در آبان سال ۱۳۸۵ از حاشیه مزارع گندم شهرستان قزوین جمع اوری شد. برای ایجاد جمعیت ایزوله، یک عدد پوره بالغ شته روسي روی جو رقم سرارود (رقم حساس) قرار گرفت و جهت تکثیر بر اساس تجربیات بدست آمده در طول اجرای تحقیق در داخل ژرمیناتور با شرایط دمایی ۱۵±۲°C، رطوبت ۷۷ درصد و ۱۶ ساعت نور و ۱۶ ساعت تاریکی، نگهداری شد. بدین منظور در هر گلدان پلاستیکی حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ بذر جوی سرارود کشت و در داخل ژرمیناتور قرار داده شد تا تکثیر شته مورد نیاز برای ایجاد آلودگی (حداقل ۱۰۰۰۰ الی ۱۰۰۰۰۰) انجام شود. تا فرا رسیدن زمان ایجاد آلودگی مصنوعی روی لاین ها و F₁ هر دو روز یک بار گلدان ها آبیاری شدند و ۱۵ روز یک بار تجدید کشت انجام شد، بطوریکه شته ها از روی گیاهانی که در اثر تغذیه شته کلروزه و خراب شده بودند به گلدان های جدید تازه کشت شده در همان شرایط منتقل شدند. آلوده سازی مصنوعی گیاهچه ها با شته به روش کونکولو و همکاران (Nkongolo et al., 1989) صورت گرفت. به این منظور پنج شته بالغ بوسیله قلم موی نرم و مرطوب روی هر کدام از گیاهچه ها در مرحله ۲-۳ برگی، رها سازی شدند. بیست و یک روز پس از رها سازی، ارزیابی مقاومت ژنوتیپ ها مطابق روش نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) به روش کمی و براساس درصد پیچیدگی و کلروز برگ ها انجام گرفت، بدین صورت که اندازه کمی سطح پیچیده و کلروز تک تک برگ ها در هر گیاهچه به صورت درصد نسبت به سطح کل برگ های گیاهچه محاسبه شد.

تجزیه دای آلل بر اساس روش دو و مدل مخلوط B (Griffing, 1956) شامل والدها و تلاقی های اصلی و همچنین روش جینکسز و هیمن

(Jinks and Hayman, 1953) و با کمک نرم افزار اماری D_2 و بر اساس روش Ungrouped انجام گردید. وراثت پذیری عمومی و خصوصی بر اساس فرمول های پیشنهادی متمر و جینکز (Mather and Jinks, 1982) برآورد گردیدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس برای صفت کلروز و پیچیدگی برگ تفاوت معنی داری را بین ژنوتیپ ها (والدین و F_1) نشان داد (جدول ۱). تجزیه واریانس ترکیب پذیری با روش گریفینک (جدول ۲) حاکی از معنی دار بودن مقادیر ترکیب پذیری عمومی و خصوصی کلروز و پیچیدگی برگ بود که نشانگر نقش توام اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات بود. همچنین نسبت واریانس ترکیب پذیر عمومی (GCA) واریانس ترکیب پذیری خصوصی (SCA) در سطح احتمال ۱٪ برای هر دو صفت معنی دار شد که نشان سهم بیشتر اثرهای افزایشی در کنترل صفت می باشد.

از آنجایی که میزان کلروز برگ نسبت عکس با مقاومت گیاه به شته روسی دارد، بنابراین لاین هایی که مقادیر ترکیب پذیری عمومی منفی تر و کمتری داشته باشند در برنامه های به نژادی گندم دوروم برای مقاومت به شته روسی گندم قابل توصیه می باشند. ترکیب پذیری عمومی برای صفت کلروز برگ (جدول ۱) برای لاین های $DW1$ $DW2$ $DW4$ $DW6$ منفی بدست آمد که حاکی از مناسب بودن این لاین ها جهت استفاده در برنامه های به نژادی است و لاین $DW2$ با کمترین مقدار ترکیب پذیری عمومی در جهت کاهش کلروز (-0.0001) برای استفاده در برنامه های به نژادی مقاومت به شته روسی توصیه می شود. تلاقی های $DW1 \times DW4$ $DW1 \times DW11$ $DW1 \times DW2$ $DW1 \times DW6$ $DW4 \times DW11$ $DW4 \times DW13$ $DW6 \times DW11$ $DW6 \times DW13$ $DW11 \times DW13$ دارای مقادیر منفی ترکیب پذیری خصوصی بودند که بیانگر نقش اثرهای غیر افزایشی

(غالبیت و اپیستازی) در کاهش کلروز در این تلاقی ها می باشد و تلاقی $DW1 \times DW2$ با بیشترین مقدار منفی، مقاوم ترین ترکیب بود. برعکس، تلاقی $DW2 \times DW6$ بیشترین مقدار مثبت ترکیب پذیری خصوصی، حساس ترین ترکیب نسبت به شته روسی تشخیص داده شد. مقادیر ترکیب پذیری عمومی برای پیچیدگی برگ (جدول ۲) در لاین های $DW1$ $DW2$ و $DW4$ بدست آمد که نشان دهنده مناسب بودن این ژنوتیپ ها جهت استفاده در برنامه به نژادی برای کاهش پیچیدگی برگ می باشد. $DW4$ با کمترین مقدار ترکیب پذیری (-0.0001) در جهت کاهش پیچیدگی، بهترین والد برای استفاده در برنامه های به نژادی برای انتقال مقاومت به شته روسی تشخیص داده شد. تلاقی های $DW1 \times DW2$ $DW1 \times DW11$ $DW2 \times DW13$ $DW4 \times DW11$ $DW6 \times DW13$ و $DW11 \times DW13$ دارای مقادیر منفی ترکیب پذیری خصوصی بودند که دارای مقاومت نسبت به شته روسی بودند و تلاقی $DW2 \times DW6$ با بیشترین مقدار ترکیب پذیری خصوصی (0.0001)، حساس ترین ترکیب نسبت به شته روسی بود (جدول ۲).

در روش جینکز و هیمن، تجزیه رگرسیون W_r روی V_r بر اساس هر دو صفت کلروز و پیچیدگی برگ نشان داد که شیب خط رگرسیون اختلاف معنی داری با صفر داشت و با در نظر داشتن معنی دار نبودن انحراف آن از واحد (جدول ۳)، می توان وجود اثر غالبیت و عدم وجود اثرهای متقابل غیر آلی (اپیستازی) را نتیجه گرفت که برخلاف نتیجه نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) مبنی بر وجود اثرهای اپیستازی بر اساس هر دو صفت در گندم نان رقم آزادی و در موافقت با آن مبنی بر عدم وجود اثرهای متقابل در رقم امید بر اساس صفت پیچیدگی برگ می باشد. بودن عرض از مبدا خط رگرسیون برای هر دو صفت (جدول ۳)، بیانگر وجود اثر غالبیت نسبی است که در نتایج نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) مشاهده

جدول ۱- تجزيه واريانس لاین ها و هیبريدهای گندم دوروم برای دو صفت کلروز و پیچیدگی برگ در شرایط آلودگی مصنوعی با شته روسی گندم

Table 1. Analysis of variance for leaf chlorosis and leaf rolling traits in durum wheat lines under artificial infection with Russian Wheat Aphid

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S.	
			کلروز برگ (%) Leaf chlorosis (%)	پیچیدگی برگ (%) Leaf rolling (%)
Block	بلوک	2	0.004 ^{ns}	0.037 ^{ns}
Treatment	تیمار	20	27.034 ^{**}	29.29 ^{**}
Error	اشتباه آزمایشی	40	0.183	0.043

** : Significant at the 1% level of probability. **: معنی دار در سطح ۱٪
ns: Non-Significant. ns: غیر معنی دار

جدول ۲- تجزيه واريانس قابلیت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی گندم دوروم برای صفات کلروز و پیچیدگی برگ در شرایط آلودگی مصنوعی با شته روسی

Table 2. Analysis of variance for general and specific combining abilities (GCA and SCA) for leaf chlorosis and leaf rolling traits in durum wheat lines under artificial infection with Russian wheat aphid

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S.	
			کلروز برگ (%) Leaf chlorosis (%)	پیچیدگی برگ (%) Leaf rolling (%)
GCA	ترکیب پذیری عمومی	5	28.813 ^{**}	29.307 ^{**}
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	15	2.411 ^{**}	3.249 ^{**}
Error	اشتباه آزمایشی	40	0.061	0.014

** : Significant at the 1% level of probability.

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

$$\text{Leaf chlorosis: } \frac{V_{GCA}}{V_{SCA}} = 11.951^{**}$$

$$\text{Leaf rolling: } \frac{V_{GCA}}{V_{SCA}} = 9.020^{**}$$

جدول ۳- برآورد اثرهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (روی قطر اصلی) و خصوصی (بالای قطر اصلی) گندم دوروم برای صفت کلروز برگ در شرایط آلودگی مصنوعی با شته روسی

Table 3. Estimation of general combining ability (on the main diameter) and specific combining ability effects (above the main diameter) of durum wheat lines for leaf chlorosis under artificial infection with Russian wheat aphid

	DW1	DW2	DW4	DW6	DW11	DW13
DW1	-1.590 ^{**}	-2.375 ^{**}	-0.561 ^{**}	0.742 ^{**}	-0.927 ^{**}	0.726 ^{**}
DW2		-1.910 ^{**}	0.792 ^{**}	1.823 ^{**}	0.353 ^{ns}	0.817 ^{**}
DW4			-0.995 ^{**}	1.570 ^{**}	-0.620 ^{**}	-1.90 ^{**}
DW6				-0.023 ^{ns}	-0.864 ^{**}	-1.54 ^{**}
DW11					2.822 ^{**}	-1.90 ^{**}
DW13						1.696 ^{**}

S.E.(GCA) = 0.080 S.E.(SCA) = 0.181
C.D. 5% = 0.162 C.D. 5% = 0.366
C.D. 1% = 0.216 C.D. 1% = 0.489

** : Significant at the 1% level of probability.

** : معنی دار در سطح ۱٪

ns: Non-Significant.

ns: غیر معنی دار

جدول ۴- مقادیر اثرهای قابلیت ترکیب پذیری عمومی (روی قطر اصلی) و خصوصی (بالای قطر اصلی) گندم دوروم برای صفت پیچیدگی برگ در شرایط الودگی مصنوعی با شته روسی

Table 4. Estimation of general combining ability (on the main diameter) and specific combining ability effects (above the main diameter) of durum wheat lines for leaf rolling under artificial infection with Russian wheat

aphid						
	DW1	DW2	DW4	DW6	DW11	DW13
DW1	-1.341**	-0.181*	0.833**	1.612**	-1.269**	+2.585**
DW2		-1.292**	-0.332**	2.737**	0.349**	-0.280**
DW4			-2.024**	1.495**	-1.256**	0.481**
DW6				0.024 ^{ns}	2.039**	-1.070**
DW11					2.218**	-1.641**
DW13						2.415**
S.E.(GCA)=0.039 (اشتباه معیار)				S.E.(SCA)=0.087		
C.D. 5%=0.079 (تفاوت بحرانی در سطح ۵٪)				C.D. 5%=0.176		
C.D. 1%=0.105 (تفاوت بحرانی در سطح ۱٪)				C.D. 1%=0.235		

** : Significant at the 1% level of probability.
ns: Non-Significant.

** : معنی دار در سطح ۱٪.
ns: غیر معنی دار

پیچیدگی برگ، مؤید تاثیر همزمان اثرهای افزایشی و غیر افزایشی ژنی در کنترل این صفت می باشد که نتایج تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی نیز مؤید این نکته بود. جزء افزایشی D از اجزاء غیر افزایشی (D) H₁ و H₂ بیشتر بود که نشان دهنده اهمیت بیشتر جزء افزایشی در جهت کاهش هر دو صفت (افزایش مقاومت) و کارایی انتخاب مستقیم برای اصلاح این صفات می باشد. محاسبه نسبت واریانس های ترکیب پذیری عمومی و خصوصی نیز مؤید این یافته بود. اهدایی و بیکر (Ehdaie and Baker, 1999) هم کنترل مقاومت در لاین گندم نان بهاره G5864 را با دو ژن غالب مستقل از هم و با اثر افزایشی اعلام کردند. دار نشدن جزء E مؤید این مطلب است که اثر عوامل محیطی در بروز این صفات تاثیر چندانی ندارند که در مطالعه نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) نیز جزء E بسیار کوچک برآورد شد.

در هر دو صفت، معنی دار شدن F حاکی از توزیع نامتقارن ژن های غالب و مغلوب در والدین و مقدار مثبت آن نشان دهنده فراوانی بیشتر الل های غالب است. میانگین درجه غالبیت ($\sqrt{\frac{H_1}{D}}$) کمتر از واحد برآورد

مشابهی در گندم نان بدست آمد.

همانطوری که در شکل ۱ مشاهده می شود، برای صفت کلروز برگ لاین های DW6 و DW2 مغلوب نزدیک ترین و دورترین لاین ها نسبت به مبدا مختصات می باشند، بنابراین بیشترین آلل های غالب در لاین DW6 و بیشترین آلل های مغلوب در لاین DW2 هستند. با توجه به این که هر دو لاین مقاوم به شته روسی هستند، می توان نتیجه گرفت که هم آلل های غالب و مغلوب در ایجاد مقاومت در لاین ها مؤثرند که در موافقت با نتایج نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) گندم نان در رقم آزادی و همچنین ژانگ و همکاران (Zhang et al., 1998) در ژنوتیپ گندم PI 294994 بر کنترل مقاومت به این شته با یک ژن غالب و یک ژن مغلوب می باشد. برای صفت پیچیدگی برگ (شکل ۲) DW13 به مبدا مختصات نزدیکتر است که بیانگر وجود بیشترین آلل های غالب در این والد است. و در نتیجه بیشترین الل های مغلوب را داراست.

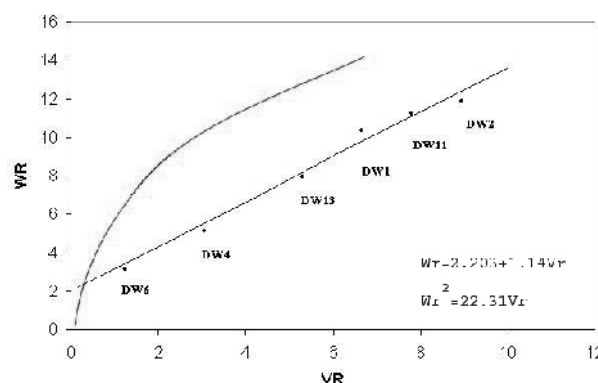
برآورد اجزاء ژنتیکی به روش جینکز و هیمن (ول ۱) و معنی دار شدن اجزای افزایشی (D) و غیر افزایشی (H₁ و H₂) برای هر دو صفت کلروز و

جدول ۵- برآوردهای عرض از مبدا و ضریب رگرسیون W_r روی V_r برای صفات کلروز و پیچیدگی برگ کندم دوروم در شرایط الودگی مصنوعی با شته روسی

Table 5. Estimation of intercept and slope of regression of W_r on V_r for leaf chlorosis and leaf rolling of durum wheat under artificial infection with Russian wheat aphid

پارامتر Parameter	کلروز برگ Leaf chlorosis	پیچیدگی برگ Leaf rolling
a	2.203*	3.017**
b	1.14**	0.84**
1-b	-0.14 ^{ns}	-0.16 ^{ns}

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. % و %: به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪. ns: Non-Significant.



شکل ۱- خط رگرسیون W_r روی V_r و سهمی W_r^2 برای صفت کلروز برگ کندم دوروم در شرایط الودگی با شته روسی

Fig.1. Regression line of W_r on V_r and parabola of W_r^2 for leaf chlorosis of durum wheat under artificial infection with Russian Wheat Aphid

کلروز برگ به ترتیب H_1 و H_2 و برای پیچیدگی برگ به ترتیب D و R برآورد شد که از بالا بودن بازده انتخاب در جهت افزایش مقاومت بر اساس صفت پیچیدگی برگ نسبت به کلروز برگ حکایت دارد و این یافته نیز با نتایج بدست آمده از مقادیر H_1 و H_2 و D و R موافقت دارد. در مطالعه نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) در کندم نان رقم ازادی نیز مقادیر وراثت پذیری بالا بدست آمد.

در صفات کلروز برگ بیانگر این است که والدینی که دارای مقادیر بالاتر کلروز برگ (مقاومت کمتر) می باشند و به عبارت دیگر ژن های افزایش دهنده بیشتری

گردد که بیانگر وجود غلبه نسبی برای ژن های کنترل کننده صفات مذکور بوده و با نتیجه حاصل از تحلیل گرافیکی رگرسیون W_r روی V_r و نتایج نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) در کندم نان مطابقت می کند. منفی بودن تفاضل ML_1-ML_0 برای صفت کلروز برگ نشان از منفی بودن جهت غالبیت داشت و اینکه کاهش صفت کلروز برگ (افزایش مقاومت) با آلل های غالب کنترل می شود و مثبت بودن این تفاضل برای صفت پیچیدگی نشان می دهد که افزایش پیچیدگی برگ (کاهش مقاومت) با آلل های غالب کنترل می شود (Hayman, 1954). وراثت پذیری عمومی و خصوصی برای صفت

جدول ۶- برآورد اجزاء واریانس ژنتیکی برای صفات کلروز و پیچیدگی برگ گندم دوروم در شرایط آلودگی با شته روسی

Table 6. Estimation of genetical variance components for leaf rolling and leaf chlorosis of durum wheat under artificial infection with Russian wheat aphid

اجزای ژنتیکی Genetical components	مقادیر برآورد شده Estimated values	
	کلروز برگ Leaf chlorosis	پیچیدگی برگ Leaf rolling
S.E. ± D(D)	0.503 ± 22.251**	0.321 ± 22.387**
± H ₁ S.E.(H ₁)	1.278 ± 10.498**	0.815 ± 13.965**
S.E. ± H ₂ .(H ₂)	1.141 ± 7.745**	0.728 ± 10.036**
S.E. ± F.(F)	1.229 ± 12.553**	0.784** ± 13.267
S.E. ± E.(E)	± 0.058 0.190 ^{ns}	0.121 ^{ns} ± 0.014
$\sqrt{H_1 / D}$	0.687	0.790
r(Pr, Wr+Vr)	0.11	-0.44
ML ₁ -ML ₀	-0.751	1.186
H _{bs}	0.58	0.86
H _{ns}	0.45	0.62

** : Significant at the 1% level of probability.

ns: Non-Significant.

** : معنی دار در سطح ۱٪.

ns: غیر معنی دار

D: واریانس افزایشی (Additive variance)

H₁: میانگین واریانس غیر افزایشی در کلیه ردیف ها (Mean non-additive variance of the arrays)

H₂: میانگین واریانس غیر افزایشی کلیه ردیف ها که برای پراکنش ژنها تصحیح شده است (Adjusted mean non-additive variance of the arrays)

F: میانگین کوواریانس های اثرات افزایشی و غیر افزایشی کلیه ردیف ها (Mean covariance of additive and non-additive effects of the arrays)

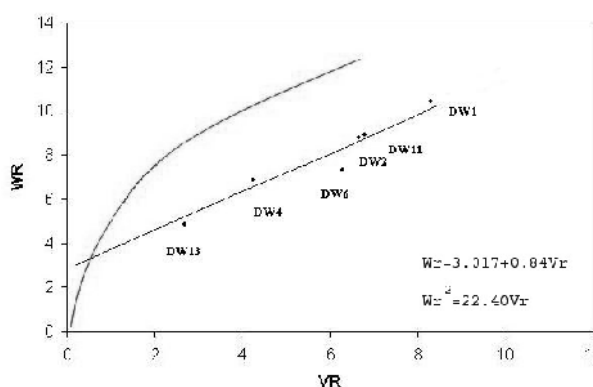
E: واریانس محیطی (Environmental variance)

$\sqrt{H_1 / D}$: میانگین درجه غالبیت (Average degree of dominance)

ML₁-ML₀ (میانگین والد ها - P² نتاج): (Parental mean – Overall means of progeny): Dominance direction

H_{bs}: وراثت پذیری عمومی (Broad sense heritability)

H_{ns}: وراثت پذیری خصوصی (Narrow sense heritability)



شکل ۲- خط رگرسیون Wr روی Vr و Wr^2 برای صفت پیچیدگی برگ گندم دوروم در شرایط آلودگی با شته روسی

Fig.2. Regression line of Wr on Vr and parabola of Wr^2 for leaf rolling of durum wheat under artificial infection with Russian Wheat Aphid .

برای کلروز دارند، دارای مقدار بیشتر $Wr + Vr$ بوده و یا ژن های غالب کمتر دارند و بالعکس. به بیان دیگر اکثر ژن های افزایش دهنده کلروز برگ (مقاومت کمتر) مغلوب و اکثر ژن های کاهش دهنده کلروز برگ

کمتر)، غالب و اکثر ژن های کاهش دهنده پیچیدگی (مقاومت بیشتر) مغلوب می باشند که در تطابق با نتایج حاصل از تحلیل گرافیکی رگرسیون W_r روی V_r و موضع والدین نسبت به خط رگرسیون و نتایج نجفی میرک (Najafi Mirak, 2003) $W_r + V_r$

(مقاومت بیشتر) $W_r + V_r$ اساد و دری (Assad and Dorry, 2001) نیز کنترل مقاومت بر اساس کلروز برک را در گندم نان توسط یک یا دو ژن غالب اعلام کردند. $W_r + V_r$ میانگین والدین در صفت پیچیدگی برک بیانگر این است که اکثر ژن های افزایش دهنده پیچیدگی (مقاومت

References

منابع مورد استفاده

- Anderson, G. R., D. Papa, J. Peng, M. Tahir and N. L. V. Lapitan. 2003. Genetic mapping of *Dn7*, rye gene conferring resistance to the Russian wheat aphid in wheat. *Theo. Appl. Genetics*. 107: 1297-1303.
- Assad, M. T. 2002. Inheritance of resistance to the Russian wheat aphid in an Iranian durum wheat line. *Plant Breeding* 121: 180-181.
- Assad, M. T. and H. R. Dorry. 2001. Inheritance and allelic relationship of resistance to Russian wheat aphid in two Iranian wheat lines. *Euphytica* 117: 229-232.
- Dong, H. and J. S. Quick. 1995. Inheritance and allelism of resistances to the Russian wheat aphid in seven wheat lines. *Euphytica*. 81: 299-303.
- Ehdaie, B. and C. A. Baker. 1999. Inheritance and allelism for resistance to Russian wheat aphid in an Iranian spring wheat. *Euphytica*. 107: 71-78.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463-493.
- Haley, S. D., T. J. Martin, J. S. Quick, D. L. Seifers, J. A. Stromberger, S. R. Clayshulte, B. L. Clifford, F. B. Peairs, J. B. Rudolph, J. J. Johnson, B. S. Gill and B. Friebe. 2002. Registration of CO960293-2 wheat germplasm resistant to wheat streak mosaic virus and Russian wheat aphid. *Crop Sci.* 42: 1381-1382.
- Hawley, C. J., F. B. Peairs and T. L. Randolph. 2003. Categories of resistance at different growth stage in Halt, a winter wheat resistant to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 96: 214-219.
- Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*. 39: 789-809.
- Jinks, J. L. and B. I. Hayman. 1953. The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics News Letter*. 27: 48-54.
- Lage, J., B. Skovmand and S. B. Anderson. 2004. Resistance categories of synthetic hexaploid wheats resistant to the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*). *Euphytica*. 136: 291-296.
- Liu, X. M., C. M. Smith, B. S. Gill and V. Tolmay. 2001. Microsatellite markers linked to six Russian wheat aphid resistance genes in wheat. *Theo. Appl. Genetics*. 102: 504-510.
- Mather, K. and J. L. Jinks. 1982. *Biometrical Genetics*. University Press, Cambridge. 3rd edition.
- Miller, C. A., A. Altinkut and N. L. V. Lapitan. 2001. A Microsatellite marker for tagging *Dn2*, a wheat gene

conferring resistance to the Russian wheat aphid. Crop Sci. 41: 1584-1589.

Najafi Mirak, T. 2003. Genetic study of resistance to Russian wheat aphid in wheat. Ph.D. Thesis. The Univ. of Tehran, Karaj, Iran.

Nkongolo, K. K., J. S. Quick, W. L. Mayer and F. B. Pears. 1989. Russian wheat aphid resistance of wheat, rye and triticale in greenhouse test. Cereal Research Communication. 17: 227-232.

Randolph, T. L., F. B. Peairs, M. Koch, C. B. Walker and J. S. Quick. 2005. Influence of three resistance sources in winter wheat derived from TAM 107 on yield response to Russian wheat aphid. J. Econ. Entomol. 98:389-394.

Saidi, A. and J. S. Quick. 1996. Inheritance and allelic relationships among Russian wheat aphid resistance genes in winter wheats. Crop Sci. 36: 256-258.

Zhang, Y., J. S. Quick and S. Liu. 1998. Genetic variation in PI 294994 wheat for resistance to Russian wheat aphid. Crop Sci. 38: 527-530.

Genetic study of resistance to Russian Wheat Aphid (*Diuraphis nexia* (Morduilko)) in advanced durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) lines

Nourbakhsh, A. H¹, A. A. Zali², A. Hosseinzadeh³ and T. Najafi Mirak⁴

ABSTRACT

Nourbakhsh, A. H., A. A. Zali, A. Hosseinzadeh and T. Najafi Mirak. Genetic study of resistance to Russian wheat aphid (*Diuraphis nexia* (Morduilko)) in advanced durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum) lines. **Iranian Journal of Crop Sciences. 10(2):125-135.**

Six advanced durum wheat lines with different levels of resistance to Russian wheat aphid (RWA) were crossed in half-diallel method. Seedlings of F1 and their parents were grown in greenhouse and artificially infected with RWA. Analysis of variance and diallel analysis using Griffing, and Jinks and Hayman methods were performed for leaf rolling and chlorosis (percentage of leaf rolling and chlorosis) traits. General and specific combining abilities for resistance to Russian Wheat Aphid were significant for both traits indicating the role of additive and non-additive gene effects in controlling these traits. Jinks and Hayman analysis revealed higher additive gene effect as compared to non-additive gene effects. Non-additive gene effects were of partial dominance type for both traits. Less leaf rolling and chlorosis (greater resistance) were under control of recessive and dominant alleles, respectively. Broad and narrow sense heritability for resistance to RWA based on leaf chlorosis damage were 58 and 45 percent and for leaf rolling were 86 and 62 percent, respectively implying potential for improving resistance to RWA based on leaf rolling as compared to leaf chlorosis trait.

Key words: Durum wheat, Russian Wheat Aphid, Resistance, Diallel analysis, Leaf chlorosis, Leaf rolling.

Received: February, 2008.

1- Former M.Sc. Student, Agriculture and Natural Resources Campus, The University of Tehran, Karaj, Iran (Corresponding author)

2 and 3- Faculty member, Agriculture and Natural Resources Campus, The University of Tehran, Karaj, Iran.

4- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.