"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۷

بررسي ژنتيک مقاومت به شته روسي (***Diuraphis nexia* (Morduilko)**) در لاين هاي پيشرفته 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

اميرحسين نوربخش[۱]، عباسعلي زالي[۲]، عبدالهادي حسين زاده[۳] و توحيد نجفي ميرک[٤]

چکيده

نوربخش، ا. ح.، ع. زالي، ع. حسين زاده و ت. نجفي ميرك . ۱۳۸۷. بررسي ژنتيک مقاومت به شته روسي ((*Diuraphis nexia* (Morduilko) در لاين هاي پيشرفته گندم دوروم (*Triticum turgidum* var. durum) . مجله علوم زراعي ايران. ۱۰(۲): ۱۳۵-۱۲۵.

به منظور مطالعه نحوه توارث مقاومت به شته روسي در گندم دوروم و برآورد اجزاي ژنتيکي آن، شش لاين پيشرفته گندم دوروم با سطوح مختلف مقاومت در قالب يک طرح داي آلل ۶×۶ به صورت يکطرفه تلاقي داده شدند. گياهچه ها توسط شته روسي به صورت مصنوعي در گلخانه آلوده و صفات کلروز و پيچيدگي برگ به صورت کمي (درصد سطح کلروز و پيچيدگي برگها) يادداشت برداري و تجزيه داي آلل به روش دو و مدل مخلوط B گريفينگ و روش جينکز و هيمن انجام شد. ترکيب پذيري عمومي و خصوصي براي هر دو صفت معني دار شد که نشانگر نقش توأم اثرهاي افزايشي و غير افزايشي در کنترل اين صفات مي باشد. تجزيه جينکز و هيمن نشان داد که اثر افزايشي براي کنترل مقاومت در برابر هر دو صفت بيشتر از اثر غير افزايشي بود و اثر غير افزايشي ژني براي کنترل هر دو صفت از نوع غلبه نسبي بود. کنترل صفات کلروز برگ کمتر (مقاومت بيشتر) و پيچيدگي کمتر (مقاومت بيشتر) به ترتيب به صورت غالب و مغلوب بود. وراثت پذيري عمومي و خصوصي براي کلروز برگ به ترتيب ۵۸% و ۴۵% و براي پيچيدگي برگ به ترتيب ۸۶% و ۶۲% برآورد شد که حاکي از بالا بودن بازده انتخاب براي افزايش مقاومت به شته روسي بر اساس صفت پيچيدگي برگ نسبت به صفت کلروز برگ مي باشد.

واژه هاي کليدي: گندم دوروم، شته روسي گندم، مقاومت، تجزيه داي آلل، کلروز برگ، پيچيدگي برگ.

تاريخ دريافت: ۱۳۸٦/۱۲/٦

* اين مقاله بر اساس نتايج حاصل از پايان نامه کارشناسي ارشد نگارنده اول تهيه شده است.

۱- دانشجوي سابق کارشناسي ارشد اصلاح نباتات، پرديس کشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران (مکاتبه کننده).
۲ و ۳- عضو هيأت علمي پرديس کشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
٤- عضو هيأت علمي مؤسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال و بذر

مقدمه

آفات يكي از مهمترين عوامل كاهش محصولات زراعي مي باشند، بطوري كه بشر سالانه هزينه زيادي صرف كنترل و مقابله با آنها مي نمايد. شته روسي گندم (*Diuraphis noxia* (Mordvilko)) يكي از آفات مهم غلات به ويژه گندم و جو در ايران محسوب مي شود كه در تمام نقاط كشور به جز شمال و دشت مغان باعث خسارت كمي و كيفي قابل توجهي به اين محصولات مي شود (Najafi Mirak, 2003). باتوجه به هزينه بالاي مبازه شيميايي با اين آفت و عدم كارايي لازم اين روش در اثر عدم تماس مستقيم سم با حشره به علت لوله اي شدن برگهاي آلوده، بكارگيري روشهاي غير شيميايي كنترل ضروري به نظر مي رسد (Najafi Mirak, 2003). يكي از مهمترين و موثرين روشهاي كنترل شته روسي استفاده از ارقام مقاوم است كه اقتصادي ، قابل تلفيق با ساير روشهاي كنترل و فاقد آثار مخرب زيست محيطي مي باشد (Hawley *et al.*, 2003). اولين منابع مقاومت به شته روسي در گندم هاي منشأ گرفته از كشورهاي شوروي سابق، ناحيه بالكان، ايران، تركيه و مناطقي از خاورميانه كه اين آفت بومي آنهاست، شناسايي شدند (Anderson *et al.*, 2002). حداقل ۱۰ ژن شناخته شده براي مقاومت به شته روسي گندم وجود دارند كه در نمونه هاي ژرم پلاسم گندم، گونه هاي خويشاوند آن و چاودار يافت شده اند (Miller *et al.*, 2001). سعيدي و كوئيك (Saidi and Quick, 1996)، ژن *Dn6* را در گندم PI 243781 شناسايي كرده و ژن هاي *Dn8* و *Dn9* در گندم PI294994 و ژن *Dnx* در گندم PI 220127 توسط ليو و همكاران (Liu *et al.*, 2001) شناسايي شده اند. ژن هاي مقاومت به شته روسي درگونه هاي خويشاوند گندم نيز شناسايي شده اند. انتقال ژن غالب مقاومت *Dn7* از بازوي 1RS كروموزم چاودار به ژنوم گندم از طريق جابجايي كروموزومي گزارش شده است (Anderson *et al.*, 2003). در آزمايش دانگ و كوئيک (Dong and Quick, 1995) معلوم شد مقاومت در گندم PI 225262 توسط دو ژن غالب كنترل مي شود. همچنين مقاومت در PI 222668 كه يك گندم زمستانه بومي آذربايجان شرقي از ايران مي باشد، توسط يك ژن غالب يا يك ژن غالب و يك ژن مغلوب كنترل مي شود (Haley *et al.*, 2002). آساد و دري (Assad and Dorry, 2001) مقاومت به شته روسي را در دو لاين گندم ايراني بررسي كرده و نشان دادند كه مقاومت بر اساس ميزان كلروز برگ در هر دو لاين Shz.W-102 و Shz.W-104 زمانيكه با لاين حساس Shz.W-101 تلاقي يافتند، توسط يک ژن غالب و زمانيكه با لاين حساس Shz.W-103 تلاقي داده شدند، توسط دو ژن غالب كنترل شده است. آساد (Assad, 2002) يك ژن مقاومت را در لاين ۱۸۸۱ گندم دوروم شناسايي كرد كه مقاومت را به صورت غالب كنترل مي كرد. ليج و همكاران (Lage *et al.*, 2004) گندم هاي مصنوعي هگزاپلوئيد بدست آمده از تلاقي بين *Ae. Tauschii* و *T. dicoccum* را براي مقاومت به شته روسي در مزرعه ارزيابي كردند و نتيجه گرفتند از آنجايي كه مقاومت اين گندم ها، ناشي از والد *T. dicoccum* بوده، ژن هاي مقاومت بايد روي ژنوم هاي A يا B قرارگرفته باشند و بنابراين با ژن هاي مقاومت كه قبلاً شناسايي شده و همه روي ژنوم D گندم يا قطعات جابجا شده قرار داشتند، متفاوت هستند. نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) با استفاده از تلاقي ارقام مقاوم اميد و آزادي با رقم حساس شعله اعلام كرد كه هر دو صفت ميزان كلروز و پيچيدگي برگ در دو رقم آزادي و اميد به ترتيب با يك و دو ژن اصلي كنترل مي شوند و تعدادي ژن هاي فرعي نيز در كنترل آنها نقش دارند. براي شناسايي تيپ و طبقه بندي مقاومت به شته روسي گندم نيز مطالعات مختلفي انجام شده است. راندولف و همكاران (Randolph *et al.*, 2005) نشان دادند كه لاين هاي گندم واجد ژن هاي مقاومت به شته روسي *Dn4* و *Dn6* شامل سطوح مختلفي ازآنتي بيوز، آنتي زنوز و تحمل مي باشند.

ايجاد ارقام مقاوم در برنامه هاي به نژادي مستلزم شناسايي منابع ژنتيکي مقاومت و نيز شناخت نحوه توارث آنهاست. بر اين اساس، مطالعه حاضر با هدف تعيين نحوه توارث و برآورد اجزاء ژنتيکي مقاومت در لاين هاي پيشرفته گندم دوروم که در مطالعه قبلي (Najafi Mirak, 2003) درجات مختلفي از مقاومت را به شته روسي گندم نشان داده بودند طراحي و اجرا شد.

مواد و روش ها

بر پايه مطالعه انجام شده توسط نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) شش لاين پيشرفته گندم دوروم که درجات مختلفي از مقاومت را نشان داده بودند، انتخاب شدند. اين لاين ها شامل DW13 (حساس)، DW11 (نيمه حساس)، DW1 و DW6 (نيمه مقاوم) و DW2 و DW4 (مقاوم) بودند.

در سال زراعي ۸۳-۱۳۸۲ لاين هاي مذکور در دو خط دو متري و با دو تاريخ کاشت متفاوت در مزرعه دانشکده کشاورزي کرج کاشته شدند (با ۱۵ روز فاصله بين دوتاريخ کاشت). بذور در دو رديف به فاصلة ۲۵ سانتي متر و با عمق ٤- ۳ سانتي متر کشت شدند. شش لاين درتمام ترکيبات ممکن (بدون تلاقي معکوس) تلاقي و سپس سنبله هاي مربوط به هر تلاقي در يك دسته برداشت و به صورت دستي کوبيده و تميز شدند. در بهار سال ۱۳۸٤ والدين و نسل F_1 حاصل از تلاقي ها در قالب طرح بلوك هاي کامل تصادفي با ۲۱ تيمار و ۳ تکرار، در گلخانه دانشکده کشاورزي کرج در شرايط دماي ۲۵°C- ۲۲، ١٤ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاريکي کشت گرديدند. قبل از شروع آزمايش گلخانه بوسيله پوشش پلاستيکي، کاملاً ايزوله گرديد تا کنترل حشرات و دما بهتر صورت گيرد. پنج بذر در هر گلدان پلاستيکي کشت و پس از استقرار گياهچه ها، سه گياه در هر گلدان نگهداري شد. گلدان ها به فاصله ۱۰ سانتيمتر از يکديگر قرارگرفته و آبياري بصورت منظم، هر دو روز يك بار به صورت غرقابي صورت گرفت. در ضمن براي ايزوله بهتر آزمايش در برابر حشرات، تمام گلدانها (واحدهاي آزمايشي) در داخل يك قفس توري به ابعاد ۱/۵×۱/۵×۲/۵ متر قرارداده شدند. شته روسي مورد نياز براي آلودگي مصنوعي در آبان سال ۱۳۸۳ از حاشيه مزارع گندم شهرستان قزوين جمع آوري شد. براي ايجاد جمعيت ايزوله، يك عدد پوره بالغ شته روسي روي جو رقم سرارود (رقم حساس) قرار گرفت و جهت تکثير بر اساس تجربيات بدست آمده در طول اجراي تحقيق در داخل ژرميناتور با شرايط دماي $۱^{oc} \pm ۲۵$، رطوبت ٦٥ درصد و ١٤ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاريکي، نگهداري شد. بدين منظور در هر گلدان پلاستيکي حدود ۳۰ الي ٤٠ بذر جوي سرارود کشت و در داخل ژرميناتور قرار داده شد تا تکثير شته مورد نياز براي ايجاد آلودگي (حداقل ۱۰۰۰ شته بالغ) انجام شود. تا فرا رسيدن زمان ايجاد آلودگي مصنوعي روي لاين ها و F_1 ها، هر دو روز يک بار گلدان ها آبياري شدند و هر ۱۰روز يك بار تجديد کشت انجام شد، بطوريکه شته ها از روي گياهاني که در اثر تغذيه شته کلروزه و خراب شده بودند به گلدان هاي جديد تازه کشت شده در همان شرايط منتقل شدند. آلوده سازي مصنوعي گياهچه ها با شته به روش کونگولو و همکاران (Nkongolo *et al*., 1989) صورت گرفت. به اين منظور پنج شته بالغ بوسيلة قلم موي نرم و مرطوب روي هر کدام از گياهچه ها در مرحله ۲-۱ برگي، رها سازي شدند. بيست و يك روز پس از رها سازي، ارزيابي مقاومت ژنوتيپ ها مطابق روش نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) به روش کمي و براساس درصد پيچيدگي و کلروز برگ ها انجام گرفت، بدين صورت که اندازه کمي سطح پيچيده و کلروز تک تک برگ ها در هر گياهچه به صورت درصد نسبت به سطح کل برگ هاي گياهچه محاسبه شد.

تجزيه داي آلل بر اساس روش دو و مدل مخلوط B گريفينگ (Griffing, 1956) شامل والدها و تلاقي هاي اصلي و همچنين روش جينکز و هيمن

(Jinks and Hayman, 1953) و بـا كمـک نـرم افـزار آماري D_2 و بر اسـاس روش Ungrouped انجـام گرديـد. وراثت پذيري عمومي و خصوصي بر اساس فرمول هـاي پيـشنهادي متـر و جينكـز (Mather and Jinks, 1982) برآورد گرديدند.

نتايج و بحث

تجزيه واريانس براي صفت كلروز و پيچيدگي برگ تفاوت معني داري را بين ژنوتيـپ هـا (والـدين و F_1 هـا) نشان داد (جدول ۱). تجزيه واريانس تركيـب پـذيري بـا روش گريفينـگ (جـدول ۲) حـاكي از معنـي دار بـودن مقـادير تركيـب پـذيري عمـومي و خـصوصي كلـروز و پيچيـدگي بـرگ بـود كـه نـشانگر نقـش تـوأم اثرهـاي افزايشي و غير افزايشي در كنترل ژنتيكي اين صفات بود. همچنين نسبت واريانس تركيب پذير عمومي (GCA) بـه واريـانس تركيـب پـذيري خـصوصي (SCA) در سـطح احتمال ۱% براي هر دو صـفت معنـي دار شـد كـه نـشانه سهم بيشتر اثرهاي افزايشي در كنترل صفت مي باشد.

از آنجايي كه ميـزان كلـروز بـرگ نـسبت عكـس بـا مقاومت گياه به شته روسي دارد، بنابراين لاين هـايي كـه مقادير تركيب پذيري عمومي منفي تـر و كمتـري داشـته باشند در برنامه هاي به نژادي گندم دوروم براي مقاومت به شـته روسـي گنـدم قابـل توصـيه مـي باشـند. تركيـب پذيري عمومي براي صفت كلروز برگ (جدول ۳) براي لاين هاي DW1، DW2، DW4، DW6 منفي بدست آمـد كه حاكي از مناسب بودن اين لاين ها جهت اسـتفاده در برنامه هاي به نژادي است و لاين DW2 با كمترين مقـدار تركيـب پـذيري عمـومي در جهـت كـاهش كلـروز (۱/۹۱۰-) بـراي اسـتفاده در برنامـه هـا ي بـه نـژادي مقاومت به شته روسي توصيه مي شود. تلاقي هاي DW2 ×DW1، DW1× DW4، DW1×DW11، DW4×DW11، DW4×DW13، DW6×DW11، DW6×DW13، DW11×DW13 داراي مقـادير منفـي تركيـب پـذيري خصوصي بودند كـه بيـانگر نقـش اثرهـاي غيـر افزايـشي (غالبيت و اپيستازي) در كاهش كلروز در اين تلاقـي هـا مي باشد و تلاقي DW1×DW2 با بيـشترين مقـدار منفـي، مقاوم ترين تركيب بود. برعكس، تلاقي DW2×DW6 بـا بيشترين مقدار مثبت تركيب پذيري خـصوصي، حـساس ترين تركيب نـسبت بـه شـته روسـي تـشخيص داده شـد. مقادير تركيـب پـذيري عمـومي بـراي پيچيـدگي بـرگ (جـدول ٤) در لايـن هـاي DW1، DW2 و DW4 منفـي بدست آمد كه نشان دهنده مناسب بودن اين ژنوتيـپ هـا جهت استفاده در برنامه به نژادي براي كاهش پيچيـدگي برگ مي باشـد. لايـن DW4 بـا كمتـرين مقـدار تركيـب پذيري (۲/۰۲٤-) در جهـت كـاهش پيچيـدگي، بهتـرين والد براي استفاده در برنامه هـاي بـه نـژادي بـراي انتقـال مقاومت به شته روسـي تـشخيص داده شـد. تلاقـي هـاي DW1× DW2، DW1×DW11، DW2×DW4، DW2×DW13، DW4×DW11، DW6× DW13 و DW11×DW13 داراي مقـادير منفـي تركيـب پـذيري خصوصي بودند كه داراي مقاومت نسبت به شـته روسـي بودنـد و تلاقـي DW2×DW6 بـا بيـشترين مقـدار مثبـت تركيب پذيري خصوصي (۲/۷۳۷)، حساس ترين تركيب نسبت به شته روسي بود (جدول ٤).

در روش جينكز و هيمن، تجزيه رگرسـيون Wr روي Vr بر اساس هر دو صفت كلروز و پيچيدگي برگ نشان داد كه شيب خط رگرسيون اختلاف معني داري با صـفر داشت و با در نظر داشتن معني دار نبودن انحـراف آن از واحد (جـدول ۵)، مـي تـوان وجـود اثـر غالبيـت و عـدم وجـود اثرهـاي متقابـل غيـر آللـي (اپيـستازي) را نتيجـه گرفـت كـه بـر خـلاف نتيجـه نجفـي ميـرک (Najafi Mirak, 2003) مبني بر وجود اثرهاي اپيستازي بر اسـاس هـر دو صـفت در گنـدم نـان رقـم آزادي و در موافقت با آن مبني بر عدم وجود اثرهاي متقابـل در رقـم اميد بر اساس صـفت پيچيـدگي بـرگ مـي باشـد. مثبـت بودن عرض از مبدأ خط رگرسيون بـراي هـر دو صـفت (جدول ۵)، بيانگر وجود اثر غالبيت نـسبي اسـت كـه در نتـايج نجفـي ميـرک (Najafi Mirak, 2003) هـم نتـايج

جدول ۱- تجزيه واريانس لاين ها و هيبريدهاي گندم دوروم براي دو صفت کلروز و پيچيدگي برگ در شرايط آلودگي مصنوعي با شته روسي گندم

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

			میانگین مربعات .M.S	
		درجه آزادي	کلروز برگ (%)	پيچيدگي برگ (%)
S.O.V.	منابع تغييرات	df	Leaf chlorosis (%)	Leaf rolling (%)
Block	بلوک	2	0.004^{ns}	0.037^{ns}
Treatment	تيمار	20	27.034**	29.29**
Error	اشتباه آزمايشي	40	0.183	0.043

**: Significant at the 1% level of probability. **: معني دار در سطح ۱%.

ns: Non-Significant. ns: غير معني دار

جدول۲- تجزيه واريانس قابليت ترکيب پذيري عمومي و خصوصي گندم دوروم براي صفات کلروز و پيچيدگي برگ در شرايط آلودگي مصنوعي با شته روسي

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

			میانگین مربعات.M.S	
		درجه آزادي	کلروز برگ (%)	پيچيدگي برگ (%)
S.O.V.	منابع تغييرات	df	Leaf chlorosis (%)	Leaf rolling (%)
GCA	ترکيب پذيري عمومي	5	28.813**	29.307**
SCA	ترکيب پذيري خصوصي	15	2.411**	3.249**
Error	اشتباه آزمايش	40	0.061	0.014

**: Significant at the 1% level of probability. **: معني دار در سطح احتمال ۱%.

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

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

جدول۳- برآورد اثرهاي قابليت ترکيب پذيري عمومي (روي قطر اصلي) و خصوصي (بالاي قطر اصلي) گندم دوروم براي صفت کلروز برگ در شرايط آلودگي مصنوعي با شته روسي

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 (اشتباه معيار)	S.E.(SCA) = 0.181
C.D. 5% = 0.162 (تفاوت بحراني در سطح ۵%)	C.D. 5% = 0.366
C.D. 1% = 0.216 (تفاوت بحراني در سطح ۱%)	C.D. 1% = 0.489

**: Significant at the 1% level of probability. **: معني دار در سطح ۱%.

ns: Non-Significant. ns: غير معني دار

جدول ٤- مقادير اثرهاي قابليت ترکيب پذيري عمومي (روي قطر اصلي) و خصوصي (بالاي قطر اصلي) گندم دوروم براي صفت پيچيدگي برگ در شرايط آلودگي مصنوعي با شته روسي

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				0.024ns	2.039**	-1.070**
DW11					2.218**	-1.641**
DW13						2.415**

S.E.(GCA)=0.039(اشتباه معيار) S.E.(SCA)=0.087

C.D. 5%=0.079 (تفاوت بحراني در سطح ۵%) C.D. 5% =0.176

C.D. 1% =0.105 (تفاوت بحراني در سطح ۱%) C.D. 1% =0.235

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

**: معني دار در سطح ۱%.

ns: Non-Significant.

ns: غير معني دار

مشابهي در گندم نان بدست آمد.

همانطوري که در شکل ۱ مشاهده مي شود، براي صفت کلروز برگ لاين هاي DW6 و DW2 به ترتيب نزديک ترين و دورترين لاين ها نسبت به مبدأ مختصات مي باشند، بنابراين بيشترين آلل هاي غالب در لاين DW6 و بيشترين آلل هاي مغلوب در لاين DW2 مي باشند. با توجه به اين که هر دو لاين مقاوم به شته روسي هستند، مي توان نتيجه گرفت که هم آلل هاي غالب و هم مغلوب در ايجاد مقاومت در لاين ها مؤثرند که در موافقت با نتايج نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) گندم نان در رقم آزادي و همچنين ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 1998) در ژنوتيپ گندم PI 294994 مبني بر کنترل مقاومت به اين شته با يک ژن غالب و يک ژن مغلوب مي باشد. براي صفت پيچيدگي برگ (شکل ۲)، لاين DW13 به مبدأ مختصات نزديکتر است که بيانگر وجود بيشترين آلل هاي غالب در اين والد است. همچنين لاين DW1 دورترين والد از مبدأ مختصات بوده و در نتيجه بيشترين آلل هاي مغلوب را داراست.

برآورد اجزاء ژنتيکي به روش جينکز و هيمن (جدول ٦) و معني دارشدن اجزاي افزايشي (D) و غير افزايشي (H_1 و H_2) براي هر دو صفت کلروز و پيچيدگي برگ، مؤيد تأثير همزمان اثرهاي افزايشي و غير افزايشي ژني در کنترل اين صفت مي باشد که نتايج تجزيه ترکيب پذيري عمومي و خصوصي نيز مؤيد اين نکته بود. جزء افزايشي D از اجزاء غير افزايشي (غالبيت) H_1 و H_2 بيشتر بود که نشان دهنده اهميت بيشتر جزء افزايشي در جهت کاهش هر دو صفت (افزايش مقاومت) و کارايي انتخاب مستقيم براي اصلاح اين صفات مي باشد. محاسبه نسبت واريانس هاي ترکيب پذيري عمومي و خصوصي نيز مؤيد اين يافته بود. اهدايي و بيکر (Ehdaie and Baker, 1999) هم کنترل مقاومت در لاين گندم نان بهاره G5864 را با دو ژن غالب مستقل از هم و با اثر افزايشي اعلام کردند. معني دار نشدن جزء E مؤيد اين مطلب است که اثر عوامل محيطي در بروز اين صفات تأثير چنداني ندارند که در مطالعه نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) نيز جزء E بسيار کوچک برآورد شد.

در هر دو صفت، معني دارشدن F حاکي از توزيع نامتقارن ژن هاي غالب و مغلوب در والدين و مقدار مثبت آن نشان دهنده فراواني بيشتر آلل هاي غالب است.

ميانگين درجه غالبيت ($\sqrt{\frac{H_1}{D}}$) کمتر از واحد برآورد

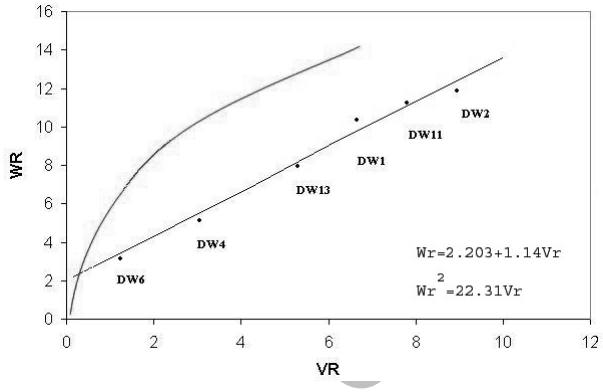
جدول ۵- برآوردهاي عرض از مبدأ و ضريب رگرسيون Wr روي Vr براي صفات کلروز و پيچيدگي برگ گندم دوروم در شرايط آلودگي مصنوعي با شته روسي

Table 5. Estimation of intercept and slope of regression of Wr on Vr for leaf chlorsis and leaf rolling of durum wheat under artificial infection with Russian wheat aphid

پارامتر Parameter	کلروز برگ Leaf chlorosis	پيچيدگي برگ Leaf rolling
a	2.203^{*}	3.017^{**}
b	1.14^{**}	0.84^{**}
1-b	$-0.14^{n.s}$	$-0.16^{n.s}$

* و **: به ترتيب معني دار در سطح ۵% و ۱%. * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: غير معني دار ns: Non-Significant.



شکل ۱- خط رگرسيون Wr روي Vr و سهمي Wr^2 براي صفت کلروز برگ گندم دوروم در شرايط آلودگي با شته روسي

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

گرديد که بيانگر وجود غلبه نسبي براي ژن هاي کنترل کننده صفات مذکور بوده و با نتيجه حاصل از تحليل گرافيکي رگرسيون Wr روي Vr و نتايج نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) در گندم نان مطابقت مي کند. منفي بودن تفاضل ML_1-ML_0 براي صفت کلروز برگ نشان از منفي بودن جهت غالبيت داشت و اينکه کاهش صفت کلروز برگ (افزايش مقاومت) با آلل هاي غالب کنترل مي شود و مثبت بودن اين تفاضل براي صفت پيچيدگي نشان مي دهد که افزايش پيچيدگي برگ (کاهش مقاومت) با آلل هاي غالب کنترل مي شود (Hayman, 1954).

وراثت پذيري عمومي و خصوصي براي صفت کلروز برگ به ترتيب ۵۸% و ٤٥% و براي پيچيدگي برگ به ترتيب ٨٦% و ٦٢% برآورد شد که از بالا بودن بازده انتخاب در جهت افزايش مقاومت بر اساس صفت پيچيدگي برگ نسبت به کلروز برگ حکايت دارد و اين يافته نيز با نتايج بدست آمده از مقاديرD، H_1 و H_2 نيز موافقت دارد. در مطالعه نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) در گندم نان رقم آزادي نيز مقادير وراثت پذيري بالا بدست آمد.

ضريب همبستگي مثبت بين Wr+Vr و ميانگين والدين در صفت کلروز برگ بيانگر اين است که والديني که داراي مقادير بالاتر کلروز برگ (مقاومت کمتر) مي باشند و به عبارت ديگر ژن هاي افزاينده بيشتري

جدول ٦- برآورد اجزاء واريانس ژنتيكي براي صفات كلروز و پيچيدگي برگ گندم دوروم در شرايط آلودگي با شته روسي

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

اجزاي ژنتيكي Genetical components	مقادير برآورد شده Estimated values	
	كلروز برگ Leaf chlorosis	پيچيدگي برگ Leaf rolling
D ± S.E.(D)	22.251 ± 0.503**	22.387 ± 0.321**
H_1 ± S.E.(H_1)	10.498 ± 1.278**	13.965 ± 0.815**
H_2 ± S.E.(H_2)	7.745 ± 1.141**	10.036 ± 0.728**
F ± S.E.(F)	12.553 ± 1.229**	13.267 ± 0.784**
E ± S.E.(E)	0.058 ± 0.190ns	0.014 ± 0.121ns
$\sqrt{H_1/D}$	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. ** : معني دار در سطح ۱%.

ns: Non-Significant. ns: غير معني دار

D: واريانس افزايشي (Additive variance)

H_1: ميانگين واريانس غير افزايشي در كليه رديف ها (Mean non-additive variance of the arrays)

H_2: ميانگين واريانس غير افزايشي كليه رديف ها كه براي پراكنش ژنها تصحيح شده است (Adjusted mean non-additive variance of the arrays)

F: ميانگين كوواريانس هاي اثرات افزايشي و غير افزايشي كليه رديف ها (Mean covariance of additive and non-additive effects of the arrays)

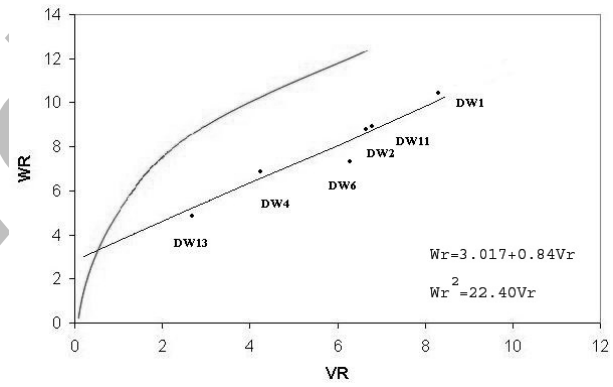
E: واريانس محيطي (Environmental variance)

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

ML_1-ML_0 (ميانگين والدها – ميانگين P^2 نتاج): جهت غالبيت (Parental mean – Overall means of progeny): Dominance direction

H_{bs}: وراثت پذيري عمومي (Broad sense heritability)

H_{ns}: وراثت پذيري خصوصي (Narrow sense heritability)



شكل ۲- خط رگرسيون Wr روي Vr و سهمي Wr^2 براي صفت پيچيدگي برگ گندم دوروم در شرايط آلودگي با شته روسي

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 .

براي كلروز دارند، داراي مقدار بيشتر Wr +Vr بوده و يا ژن هاي غالب كمتر دارند و بالعكس. به بيان ديگر اكثر ژن هاي افزايش دهنده كلروز برگ (مقاومت كمتر) مغلوب و اكثر ژن هاي كاهش دهنده كلروز برگ

(مقاومت بيشتر) غالب مي باشند. آساد و دري (Assad and Dorry, 2001) نيز کنترل مقاومت بر اساس کلروز برگ را در گندم نان توسط يک يا دو ژن غالب اعلام کردند. ضريب همبستگي منفي بين Wr+Vr و ميانگين والدين در صفت پيچيدگي برگ بيانگر اين است که اکثر ژن هاي افزايش دهنده پيچيدگي (مقاومت کمتر)، غالب و اکثر ژن هاي کاهش دهنده پيچيدگي (مقاومت بيشتر) مغلوب مي باشند که درتطابق با نتايج حاصل از تحليل گرافيکي رگرسيون Wr روي Vr و موضع والدين نسبت به خط رگرسيون و نتايج نجفي ميرک (Najafi Mirak, 2003) مي باشد

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. Rasistance 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 *Dn*2, 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. H[1]., A. A. Zali[2], A. Hosseinzadeh[3] and T. Najafi Mirak[4]

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.