

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های جو وحشی *Hordeum spontaneum* به شته روسی گندم *Diuraphis noxia*

نسیم وجودی یکتا^۱، زهرا طهماسبی^{۱*}، مجید میراب بالو^۲ و فواد فاتحی^۳

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ۳-

دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور کرج

تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۲

چکیده

شته روسی گندم *Diuraphis noxia* یکی از آفات مهم جو است که ناقل بیماری‌های ویروسی نیز می‌باشد. در این تحقیق مقاومت ۳۰ نمونه از ژنوتیپ‌های جو وحشی *Hordeum spontaneum*، شامل نمونه‌هایی از مناطق مختلف تنوع جو در جهان، نسبت به شته روسی گندم در گلخانه ارزیابی شد. در این آزمایش در مرحله دو برگگی، آلوده‌سازی با شته روسی گندم انجام شد و ۲۱ روز بعد از آلودگی، ارزیابی به روش کیفی و بر اساس میزان کلروز و لوله شدن برگ، با استفاده از مقیاس نه درجه‌ای وبستر و همکاران انجام شد. همچنین محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تنوع ژنتیکی زیادی بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ میزان کلروز و لوله شدن برگ وجود دارد، همچنین میزان کلروز با کلروفیل a و b همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ژنوتیپ‌های IG۴۰۱۵۵۲، IG۱۴۰۰۷۳، IG۱۲۰۷۹۴، IG۴۰۱۵۴، IG۱۴۲۳۵۶، IG۱۱۹۴۴۷، IG۴۰۱۵۵، IG۳۸۶۶۹، IG۱۴۰۱۸۹، IG۱ و IG۲ از نظر تمامی صفات مورد بررسی در گروه مقاوم جای گرفتند.

واژه‌های کلیدی: پیچیدگی برگ، کلروز برگ، کلروفیل

مقدمه

گیاه جو *Hordeum vulgare* L. یکی از قدیمی‌ترین و از اصلی‌ترین منابع تأمین غذای دام و انسان در جهان است و یکی از اولین گیاهان اهلی شده برای کشاورزی می‌باشد. جو تنوع بالایی در سازگاری و نوع استفاده دارد. این عامل به تنهایی می‌تواند دلیل این باشد که جو موضوع اصلی پژوهش‌های کاربردی و کشاورزی می‌باشد، از همه مهم‌تر داشتن ژنوم کوچک، دیپلوئید و خودگشن بودن جو باعث شده تا بررسی‌های فیزیولوژی و ژنتیکی زیادی را به خود اختصاص دهد (Mayer et al., 2012). جو وحشی، *Hordeum vulgare* L. subsp. *spontaneum* (C. Koch) Thell. والد جو زراعی است و هیبرید بین آن‌ها زایا می‌باشد. این گیاه به عنوان منبع ژن‌های مقاوم در برابر تنش‌ها و نیز ایجاد تنوع زیستی در جو زراعی استفاده می‌شود (Matus and Hayes, 2002).

در بین آفات مختلف غلات، شته روسی گندم *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Hemiptera: Aphididae) یکی از آفات مهم جو در ایران است و فقط از گیاهان خانواده غلات تغذیه می‌کند. این حشره ضمن تغذیه از شیر گیاهی، برگ‌ها را به صورت لوله درآورده و به همراه بزاق خود توکسینی به داخل گیاه تزریق می‌کند که موجب کاهش فتوسنتز و در نتیجه آسیب غشای کلروپلاست‌ها شده و روی برگ‌ها، نوارهای طولی سفید یا زرد رنگ ایجاد می‌کند. گیاهان جوان در اثر حمله‌های شدید، به طور معمول از رشد و نمو باز می‌مانند. آلودگی در مرحله قبل از ظهور سنبله می‌تواند به پیچش برگ و تغییر شکل سنبله‌ها نیز منجر شود (Kindler et al., 1995). شته روسی گندم علاوه بر خسارت مستقیم، ناقل برخی بیماری‌های ویروسی از جمله ویروس زردی کوتولگی جو و ویروس موزاییک جو نیز می‌باشد (Damsteegt et al., 1992). شته روسی گندم از گندم، جو، چاودار، تریتیکاله، یولاف و شماری از علف‌های باریک برگ تغذیه می‌کند. جو، گندم و تریتیکاله نسبت به

حمله شته روسی گندم بسیار حساس بوده ولی یولاف و چاودار حساسیت کمتری نشان می‌دهند (Webster et al., 1993). نتیجه تغذیه شته‌ها، تخریب کلروپلاست گیاه است که سرانجام به کاهش سطح کلروفیل و فعالیت فتوسنتز منجر می‌شود (Burd and Elliott, 1996). پژوهش‌های زیادی تفاوت در حفظ کلروفیل در ارقام مقاوم و حساس در پاسخ به تغذیه *D. noxia* را گزارش نموده‌اند. گیاهان حساس تغییرات در محتوای کلروفیل را نشان می‌دهند (Ni et al., 2002). از جمله تاثیرات این تغییرات می‌توان به گسترش کلروز، کاهش در کلروفیل (a و b)، کارتنوئیدها و تغییرات در فلورسانس کلروفیل اشاره کرد (Miller et al., 1994; Burd and Elliott, 1996; Rafi et al., 1997; Heng-Moss et al., 2003; Franzen et al., 2007).

خسارت این حشره در مناطق مختلف و در سال‌های مختلف با توجه به میزان، اقلیم، شرایط آب و هوایی، کنترل شیمیایی، وضعیت زراعی گیاه میزبان و غیره متفاوت و حتی در بعضی مواقع به صد درصد هم می‌رسد (Shekarian et al., 2001; Najafi Mirak et al., 2004b). یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل شته روسی، استفاده از ارقام مقاوم است که از نظر اقتصادی حائز اهمیت زیادی بوده و به راحتی قابل تلفیق با سایر روش‌های کنترل آفت خواهد بود و برخلاف روش‌های شیمیایی اثر تخریبی روی محیط زیست ندارد (Gray et al., 1990). یکی از مراحل تولید ارقام مقاوم به آفات، ارزیابی منابع گیاهی و شناسایی منابع ژنتیکی مقاومت است (Najafi Mirak et al., 2004b). بررسی‌های انجام شده در زمینه ارزیابی مقاومت به شته روسی گندم بیشتر روی گندم صورت گرفته است، از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های شکاریان (Shekarian, 1998)، کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2001)، دری و همکاران (Dori et al., 1998)، ویستر و همکاران (Webster et al., 1987)، دیوتویت (Du Toit, 1993) و پورتر همکاران (Porter et al., 1993) اشاره نمود. پژوهش‌هایی نیز در

تنوع ژنتیکی بالا بین آن‌ها شناسایی شده است (Namavar, 2013)، بنابراین احتمال پیدا کردن ژنوتیپ‌های مقاوم بیشتریست. گروه‌بندی ارقام مختلف حساس و مقاوم جو وحشی به شته روسی گندم، و انتخاب ژنوتیپ مقاوم جو وحشی به شته روسی گندم برای استفاده در برنامه بعدی اصلاحی از اهداف تحقیق حاضر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کاشت و پرورش گیاه

در این پژوهش ۳۰ ژنوتیپ جو وحشی *H. spontaneum* ارزیابی شد که شامل ۲۷ ژنوتیپ دریافت شده از ایکاردا و ۳ ژنوتیپ جمع‌آوری شده از غرب و شمال غرب ایران بود (جدول ۱).

زمینه ارزیابی مقاومت به شته روسی گندم روی سایر گونه‌های جنس گندمیان از جمله جو صورت گرفته است (Webste et al., 1990; Calhoun et al., 1991; Kindler et al., 1993; Mornhinweg et al., 1995; Nematollahy et al., 1998; Nematollahy and Ahmadi, 1998; Shekarian et al., 2000; Sourial et al., 2002; Ennahli et al., 2009; Nematollahy, 2010; Pourhaji, 2012).

در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها و جمعیت‌های گیاهی به آفات و بیماری‌ها، هر قدر دامنه انتخاب مواد مورد ارزیابی وسیع‌تر و از مناطق جغرافیایی وسیع‌تری باشد، ارزش مطالعه بیشتر و شانس انتخاب ژنوتیپ مقاوم با پتانسیل بالا افزایش می‌یابد، لذا در این مطالعه ژنوتیپ‌های جو وحشی (*H. spontaneum*) از کلیه مناطق پراکنش و خاستگاه‌های جو در سراسر جهان جمع‌آوری شدند و در بررسی‌های قبلی وجود

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های جو وحشی استفاده شده در این تحقیق

Table 1. Characteristics of wild barley genotypes used in this study

Row	Accession number	Collection location			Latitude	Longitude
		Province	Country			
1	IG 120790	Krasnvvdsk	Turkmenistan		N38 25 55	E056 16 44
2	IG 38654	Faryab	Afghanistan		N35 44	E063 59
3	IG 38669	Samangan	Afghanistan		N36 16	E068 01
4	IG 40155	Kashkadrya	Uzbekistan		N38 57	E66 50
5	IG 117888	Aydlyb	Syria		N36 12 30	E36 46 38
6	IG 40154	Kashkadrya	Uzbekistan		N38 48	E66 28
7	IG 39919	Svydya	Syria		N32 36 00	E36 44 30
8	IG 120794	Ashgabat	Turkmenistan		N38 35	E57 07
9	IG 39565	West Bank	Palestine		N31 46 20	E35 15 37
10	IG 140189	Kulyab	Tajikistan		37.82496	70.18093
11	IG 144170	Alsalt	Jordan		N32.10835	E35.74527
12	IG 137596	Arart	Armenia		N39 47	E45 22
13	IG 120793	Ashgabat	Turkmenistan		N38 30	E56 50
14	IG 129152	Nineveh	Iraq		N36 21	E43 08
15	IG 38936	West Bank	Palestine		N32 24	E35 06
16	IG 142356	Svghad	Tajikistan		N39 48 04	E68 53 35
17	IG 119447	Aydlyb	Syria		N35 32 45	E37 01 20
18	IG 38657	Kandahar	Afghanistan		N31 40	E65 29
19	IG 121853	Svydya	Syria		N32 37 30	E36 46 25
20	IG 139141	Alkrak	Jordan		N31 19.786	E35 43.341
21	IG 142486	Svghad	Tajikistan		N40 07 30	E69 13 57
22	IG 119438	Hvms	Syria		N35 00 48	E36 42 09
23	IG 40152	Svrkhan darya	Uzbekistan		N37 48	E67 00
24	IG 140352	Kulyab	Tajikistan		38.25927	69.83140
25	IG 39489		Syria		N35 00	E038 00
26	IG 140073	Dushanbe	Tajikistan		38.37815	68.70809
27	IG 140302	Kulyab	Tajikistan		38.09862	69.79325
28		Kurdistan	Iran		N35 0 55	E46 57 52
29		Kermanshah	Iran		N24 32 08	E48 01 39
30		Kermanshah	Iran		N24 25 01	E47 02 44

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی از روش لیختنتالر (Lichtenthaler, 1987) استفاده شد. در این روش ابتدا مقدار ۰/۲۵ گرم برگ فریز شده با استفاده از ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در هاون چینی به طور کامل ساییده شد تا توده یکنواختی به دست آید. مخلوط حاصل را به یک لوله فالکون منتقل کرده و حجم آن با آب مقطر به ۱۲/۵ میلی‌لیتر رسانده شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره نمونه را برداشته و با ۴/۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در فالکون دیگر ریخته، پس از مخلوط کردن آن، محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد.

پس از سانتریفیوژ، محلول رویی برداشته شده و در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر و با استفاده از اسپکتروفوتومتر طول موج جذبی خوانده شد. از استون ۸۰ درصد به عنوان بلانک دستگاه اسپکتروفوتومتر استفاده شد. رنگیزه‌های فتوسنتزی بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$Chla = 12/21(A663) - 2/81(A646)$$

$$Chlb = 20/13(A646) - 5/03(A663)$$

$$ChlT = Chla + Chlb$$

تجزیه داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها، قبل از انجام تجزیه واریانس، نسبت به برقرار بودن مفروضات تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار Minitab.16 اقدام شد. با توجه به نرمال نبودن داده‌های کلروز و لوله شدن برگ از تبدیل جذری آن‌ها استفاده شد، سپس تجزیه واریانس داده‌ها در قالب یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام شد. تجزیه خوشه‌ای و تجزیه همبستگی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS.16 انجام شد.

تعدادی از بذور نمونه‌های مورد بررسی را انتخاب و بعد از ضدعفونی کردن، در ظرف پتری کشت نموده و داخل اتاقک رشد قرار داده شدند. بذور را به مدت یک هفته در دمای ۱۷ درجه سلسیوس قرار داده، سپس بعد از جوانه‌زنی به منظور بهاره‌سازی دمای اتاقک رشد به ۴ درجه سلسیوس کاهش داده شد و بذور به مدت شش هفته در این دما نگهداری شدند. پس از جوانه‌زنی و طی دوره بهاره‌سازی، بذور در گلدان‌هایی که با ترکیبی از خاک مزرعه، ماسه و کود حیوانی به ترتیب به نسبت‌های ۱:۲:۲ پر شده بودند (۳ گلدان از هر ژنوتیپ) کشت شدند.

آلودگی با شته روسی گندم

زمانی که گیاهچه‌ها به مرحله دو تا سه برگگی رسیدند (دو هفته بعد از کشت) آلودگی با شته روسی گندم صورت گرفت. شته‌های مورد نیاز برای آلودگی از حاشیه مزارع گندم استان ایلام جمع‌آوری و به انکوباتور با شرایط دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۸۵ درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ ساعت روشنایی و تاریکی منتقل شد (Gray et al., 1990). برای دست یافتن به تعداد مورد نیاز شته جهت آلودگی گیاهان در مراحل مختلف و ایجاد جمعیت خالص، شته‌ها روی رقم جو سرارود (رقم حساس) (Hamedanian et al., 2010) تکثیر شدند. برای ایجاد آلودگی، تعداد پنج عدد شته بالغ بی‌بال طبق روش میلر (Miller, 1992) روی هر کدام از گیاهچه‌ها رهاسازی شد، و ۲۱ روز بعد از رهاسازی، علائم مربوط به خسارت ثبت شد.

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها

در این بررسی ارزیابی مقاومت گیاهان به روش کیفی و در مرحله گیاهچه انجام شد. در روش کیفی، میزان کلروز برگ‌ها و همچنین لوله شدن برگ‌ها به طور مجزا با استفاده از مقیاس‌های نه درجه‌ای وبستر و همکاران (Webster et al., 1987) اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقیاس‌های استفاده شده برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های جو به شته روسی گندم در مرحله گیاهچه بر اساس کلروز و لوله شدن برگ (Webster *et al.*, 1987)

Table 2. The used scales for evaluation of barely cultivars resistance to Russian wheat aphid in seedling stage based on leaf chlorosis and leaf rolling (Webster *et al.*, 1987)

Score ♦	Leaf rolling	Score*	Leaf chlorosis
1	<10%	1	Healthy plant
2	10-20%	2	Prominent chlorosis spots
3	20-30%	3	< 15% chlorosis
4	30-40%	4	15-25% chlorosis
5	40-50%	5	25-40% chlorosis
6	50-60%	6	40-55% chlorosis
7	60-70%	7	55-70% chlorosis
8	70-80%	8	70-85% chlorosis
9	> 80%	9	Represents dead plants

* 1-4: Resistant; 5: Intermediate; 6-9: Susceptible

♦: 1-2: Resistant; 3-4: Moderately resistant; 5-7: Moderately susceptible; 8-9: Susceptible

گروه حساس قرار گرفتند، جزء ژنوتیپ‌های حساس از نظر میزان کلروز معرفی شدند. ژنوتیپ‌های IG۱۲۱۸۵۳، IG۱۱۹۴۴۷ و IG۳۹۹۱۹ هر سه مربوط به کشور سوریه و ژنوتیپ IG۳۸۶۵۴ مربوط به کشور افغانستان، دارای نمره‌هایی بین ۵ تا ۶ بودند که بر اساس این درجه‌بندی در گروه حد واسط قرار گرفتند و مقاومت متوسطی از خود نشان دادند. ۲۲ ژنوتیپ باقیمانده بر اساس مقیاس‌های وبستر دارای نمره ۴-۱ می‌باشند و جزء ژنوتیپ‌های مقاوم از نظر کلروز محسوب می‌شوند. ژنوتیپ IG۱۴۰۰۷۳ مربوط به کشور تاجیکستان و ژنوتیپ IG۱۲۰۷۹۴ مربوط به کشور ترکمنستان، دارای کمترین مقدار کلروز برگ بودند. بنابراین بین این دو ژنوتیپ از نظر میزان کلروزه شدن مقاومت بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند.

میانگین صفت لوله شدن برگ (جدول ۳) نشان داد که ژنوتیپ IG۱۴۰۰۷۳ مربوط به کشور تاجیکستان، با نمره ۱/۱۷ دارای کمترین میزان لوله شدن برگ بود و همراه با ژنوتیپ‌های IG۱۲۰۷۹۴ و IG۱۴۲۳۵۶ مربوط به کشور ترکمنستان و مربوط به کشور تاجیکستان، مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر لوله شدن برگ هستند. ژنوتیپ‌های IG۲ مربوط به کشور ایران، IG۱۴۰۰۷۳ مربوط به کشور تاجیکستان، IG۱۲۰۷۹۴ مربوط

نتایج

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها بر اساس کلروز و لوله شدن برگ

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر صفات میزان کلروز ($F= ۲۲/۱۲$, $dft=۲۹$, $dfe=۲۰۷۳$, $p<۰/۰۰۰۱$) و میزان لوله شدن ($F= ۱۶۰/۴۱$, $dft=۲۹$, $dfe= ۲۰۷۳$, $p<۰/۰۰۰۱$) در سطح احتمال یک درصد وجود داشت.

بر اساس میانگین میزان کلروز (جدول ۳)، ژنوتیپ IG۱۴۴۱۷۰ مربوط به کشور اردن، IG ۳۸۶۵۷ مربوط به کشور افغانستان، IG۱۱۷۸۸ مربوط به کشور سوریه و IG۱۲۹۱۵۲ مربوط به کشور عراق، بر اساس درجه‌بندی وبستر و همکاران در گروه حساس جای گرفته و دارای نمره کیفی ۹-۶ می‌باشند. ژنوتیپ IG۱۲۹۱۵۲ که مربوط به کشور عراق است، بیشترین مقدار کلروز برگ را از خود نشان داد و دارای نمره کیفی ۹ می‌باشد که بیانگر این موضوع است که این ژنوتیپ به شدت حساس و دارای کلروز بالایی است. این ژنوتیپ به همراه ژنوتیپ IG۱۱۷۸۸ که دارای نمره کیفی ۸/۸۲ بود و ژنوتیپ IG۱۴۴۱۷۰ و IG ۳۸۶۵۷ که هر دو در

جدول ۳- میانگین صفات کلروز و پیچیدگی برگ ژنوتیپ‌های جو در شرایط آلودگی با شته روسی در مرحله گیاهچه

Table 3. Mean of leaf chlorosis and leaf rolling in barely genotypes under infestation with Russian wheat aphid at seedling stage

Genotype	Plant chlorosis	Reaction based on Plant chlorosis	Leaf rolling	reaction based on Leaf rolling
IG129152	9.00	susceptible	1.98	Resistant
IG117888	8.82	susceptible	6.39	Moderately susceptible
IG144170	7.93	susceptible	6.19	Moderately susceptible
IG38657	6.54	susceptible	5.01	Moderately Resistant
IG121853	5.95	Intermediate	5.04	Moderately susceptible
IG119447	5.25	Intermediate	1.92	Resistant
IG39919	5.17	Intermediate	6.2	Moderately susceptible
IG38654	5.16	Intermediate	6.00	Moderately Resistant
IG137596	4.35	Resistant	6.73	Moderately susceptible
IG139141	3.75	Resistant	4.00	Semi-Resistance
IG120790	3.69	Resistant	6.90	Moderately susceptible
IG120793	3.44	Resistant	4.73	Moderately Resistant
IG1	3.40	Resistant	3.45	Moderately Resistant
IG142486	3.38	Resistant	3.13	Moderately Resistant
IG39489	3.29	Resistant	4.2	Moderately Resistant
IG119438	3.21	Resistant	5.6	Moderately susceptible
IG38936	3.14	Resistant	5.54	Moderately susceptible
IG140352	2.72	Resistant	4.20	Moderately Resistant
IG140302	2.68	Resistant	5.18	Moderately susceptible
IG2	2.45	Resistant	1.30	Resistant
IG140189	2.44	Resistant	3.09	Moderately Resistant
IG39565	2.31	Resistant	5.04	Moderately susceptible
IG40155	2.16	Resistant	2.31	Resistant
IG38669	2.15	Resistance	2.97	Resistant
IG3	2.10	Resistance	7.4	Moderately susceptible
IG40152	2.06	Resistance	2.09	Resistant
IG142356	1.60	Resistance	1.38	Resistant
IG40154	1.46	Resistance	1.94	Resistant
IG120794	1.37	Resistance	1.40	Resistant
IG140073	1.06	Resistance	1.17	Resistant

برگ می‌باشد. ژنوتیپ ۳ IG مربوط به کشور ایران با نمره کیفی ۷/۴ دارای بیشترین پیچیدگی برگ بود. ژنوتیپ‌های IG119438 مربوط به کشور سوریه، IG 38936 مربوط به کشور فلسطین، IG140302 مربوط به کشور تاجیکستان، IG39565 مربوط به کشور فلسطین، IG3 مربوط به کشور ایران، IG117888 مربوط به کشور سوریه، IG144170 مربوط به کشور افغانستان،

به کشور ترکمنستان، IG40155 مربوط به کشور ازبکستان، IG142356 مربوط به کشور تاجیکستان، IG119447 مربوط به کشور سوریه و IG129152 مربوط به کشور عراق، به طور معنی‌داری درصد پیچیدگی کمتری داشتند و از مقاومت بالاتری برخوردار بودند. این ژنوتیپ‌ها بر اساس این درجه-بندی دارای نمره کیفی کمتر از ۲ بودند که نشان از مقاومت بالای این ژنوتیپ‌ها به شته روسی گندم بر اساس لوله شدن

نداشت و به عنوان ژنوتیپ‌های با کمترین مقادیر کلروفیل a در این ارزیابی بودند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین برای صفت کلروفیل b، ژنوتیپ IG۴۰۱۵۴ مربوط به کشور ازبکستان، دارای بیشترین مقدار کلروفیل b بود و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۰۰۷۳، IG۱۲۰۷۹۰، IG۱، IG۲، IG۳۸۹۳۶، IG۳۸۶۶۹، IG۱۴۰۱۸۹، IG۴۰۱۵۲ و IG۳ اختلاف معنی‌داری از نظر کلروفیل b نداشت و این ژنوتیپ‌ها بالاترین مقدار کلروفیل b را نسبت به سایرین داشتند. ژنوتیپ ۱۲۹۱۵۲ IG مربوط به کشور عراق، دارای کمترین مقدار کلروفیل b بود و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۴۱۷۰، IG۱۱۷۸۸۸، IG۳۸۶۵۷ اختلاف معنی‌داری نداشت. این ژنوتیپ‌ها کمترین مقدار کلروفیل b را در این ارزیابی داشتند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین برای کلروفیل کل، ژنوتیپ IG۴۰۱۵۴ مربوط به کشور ازبکستان، دارای بیشترین مقدار کلروفیل کل بود و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۰۰۷۳، IG۱، IG۲، IG۳۸۹۳۶ و IG۳۸۶۶۹ اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین این ژنوتیپ‌ها بالاترین مقدار کلروفیل کل را دارا بودند. ژنوتیپ IG۱۲۹۱۵۲ مربوط به کشور عراق، کمترین مقدار کلروفیل کل را داشت و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۴۱۷۰، IG۱۱۷۸۸۸ و IG۳۸۶۵۷ اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین این ژنوتیپ‌ها کمترین مقدار کلروفیل کل را در این ارزیابی داشتند.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس کلیه صفات

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس میزان پیچیدگی، میزان کلروز و درصد کلروفیل a، b و کل برگ در آلودگی با شته روسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای با خط برش در فاصله پنج (شکل ۱)، ارقام را در سه گروه، مقاوم، متوسط و حساس طبقه‌بندی نمود. یعنی ژنوتیپ‌های IG۴۰۱۵۵۲ مربوط به کشور ازبکستان، ژنوتیپ IG۱۴۰۰۷۳ مربوط به کشور تاجیکستان، IG۱۲۰۷۹۴ مربوط به کشور ترکمنستان، ۴۰۱۵۴ IG مربوط به کشور ازبکستان، IG۱۴۲۳۵۶ مربوط به کشور تاجیکستان، IG۱۱۹۴۴۷ مربوط به کشور سوریه، IG۴۰۱۵۵

IG۱۲۱۸۵۳ مربوط به کشور سوریه، IG۳۹۹۱۹ مربوط به کشور سوریه، IG۳۸۶۵۴ مربوط به کشور افغانستان، ۱۳۷۵۹۶ IG مربوط به کشور ارمنستان و IG۱۲۰۷۹۰ مربوط به کشور ترکمنستان، با نمره کیفی بین ۷/۴-۵/۰۱ بر اساس مقیاس‌های وبستر جزء گروه نیمه حساس تلقی می‌شوند. ژنوتیپ‌های IG۱۴۰۱۸۹، IG۱۴۰۳۵۲، IG۳۹۴۸۹، IG۱۴۲۴۸۶، IG۱، IG۱۲۰۷۹۳ و IG۱۳۹۱۴۱ دارای نمره کیفی بین ۳-۴ بودند و طبق معیارهای وبستر مقاومت متوسطی نسبت به لوله شدن برگ از خود نشان دادند. در این بررسی ژنوتیپ با حساسیت بالا نسبت به لوله شدن برگ شناسایی نشد.

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها بر اساس رنگیزه‌های فتوستیزی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری از نظر صفات کلروفیل a ($F=۳/۲$, $dft=۲۹$, $dfe=۶۰$, $p<۰/۰۰۱$)، کلروفیل b ($F=۳/۵۴$, $dft=۲۹$, $dfe=۶۰$, $p<۰/۰۰۱$) و کلروفیل کل ($F=۳/۴۵$, $dft=۲۹$, $dfe=۶۰$, $p<۰/۰۰۱$) در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که بیانگر تنوع بسیار بالا بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل (جدول ۴) ژنوتیپ‌ها در دسته‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری در میانگین این صفات مشاهده شد. بر اساس نتایج، مقایسه میانگین برای صفت کلروفیل a، ژنوتیپ IG۴۰۱۵۴ مربوط به کشور ازبکستان، دارای بیشترین مقدار کلروفیل a بود و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۰۰۷۳، IG۱، IG۲، IG۳۸۹۳۶ و IG۱۲۰۷۹۰ اختلاف معنی‌داری نداشت و همگی از مقادیر بالاتر کلروفیل a نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند. این ژنوتیپ‌ها از نظر میزان کلروز همان ژنوتیپ‌هایی هستند که مقاومت بالایی از خود نشان دادند. ژنوتیپ IG۱۲۹۱۵۲ مربوط به کشور عراق، دارای کمترین مقدار کلروفیل a بود و با ژنوتیپ‌های IG۱۴۴۱۷۰، IG۱۱۷۸۸۸ و IG۳۸۶۵۷ اختلاف معنی‌داری

کشور عراق، IG117888 مربوط به کشور سوریه، ۱۴۴۱۷۰
 IG مربوط به کشور اردن، IG121853 مربوط به کشور
 سوریه و IG38657 مربوط به کشور افغانستان در گروه
 حساس جای گرفتند و مابقی ژنوتیپ‌های مورد بررسی
 مقاومتی حد واسط از این دو گروه را دارا هستند.

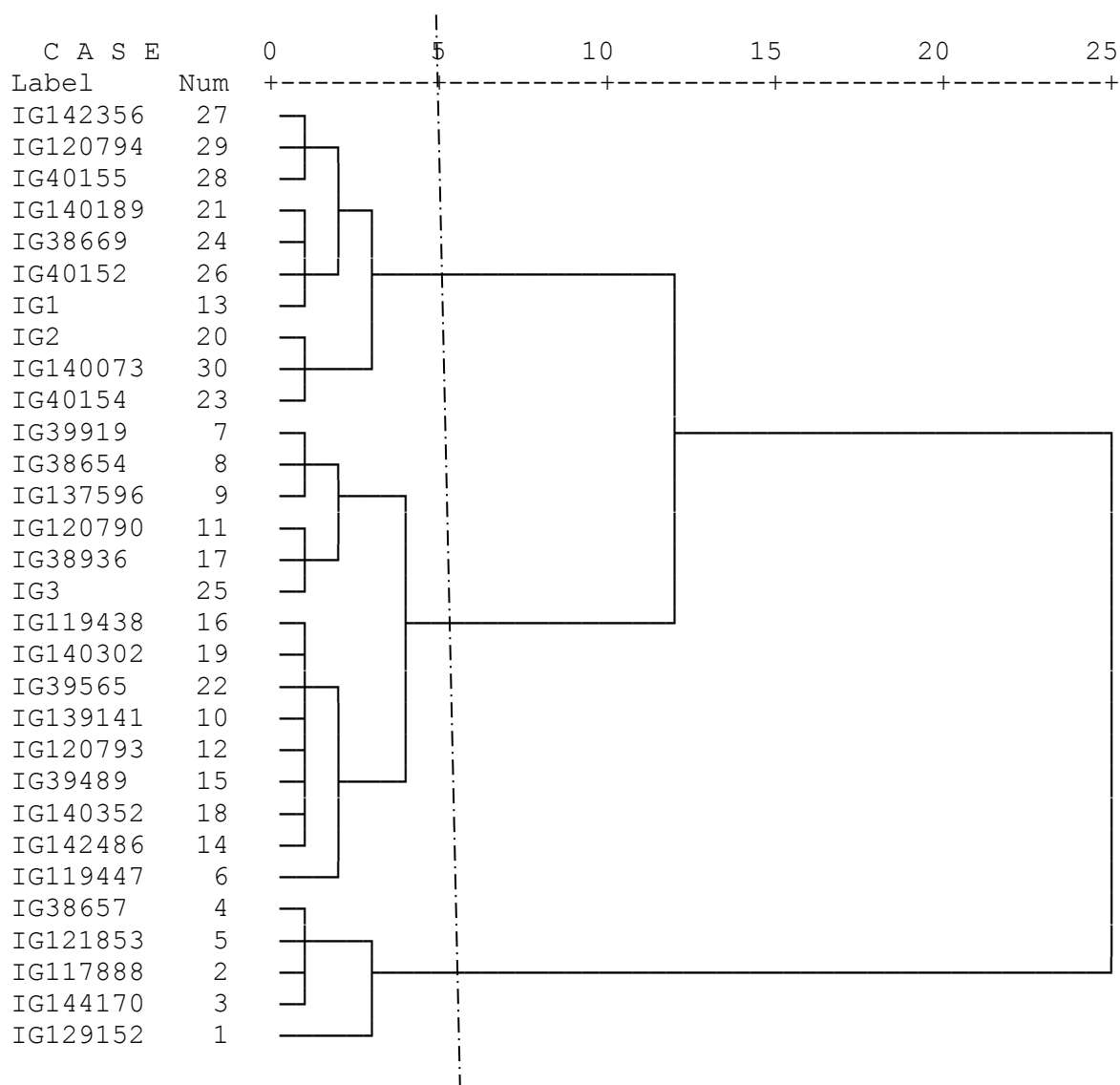
مربوط به کشور ازبکستان، IG38669 مربوط به کشور
 افغانستان، IG140189 مربوط به کشور تاجیکستان، IG1
 مربوط به کشور ایران، IG2 مربوط به کشور ایران، ۱۴۰۰۷۳
 IG مربوط به کشور تاجیکستان، از نظر تمامی صفات مورد
 بررسی در گروه مقاوم، ژنوتیپ‌های IG129152 مربوط به

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در ژنوتیپ‌های جو آلوده به شته روسی در مرحله گیاهچه

Table 4. Mean comparison of Chlorophyll a, b and total Chlorophyll in barely genotypes infested with Russian wheat aphid at seedling stage

Genotype	Total Chlorophyll	Chlorophyll b	Chlorophyll a
IG40154	1.159A	1.56 A	2.72A
IG140073	0.96AB	1.39AB	2.35AB
IG2	0.957 AB	1.28ABCD	2.23ABC
IG1	0.883ABC	1.34 ABC	2.23ABC
IG120790	0.819ABCD	1.17ABCD	1.986ABCD
IG38936	0.816 ABCD	1.14ABCDE	1.947ABCD
IG38669	0.782BCD	1.13ABCDE	1.914ABCD
IG140189	0.741BCD	1.09ABCDE	1.833BCD
IG40152	0.739BCD	1.081ABCDEF	1.819BCD
IG3	0.725BCDE	1.073ABCDEF	1.798BCDE
IG139141	0.706BCDE	1.012BCDEF	1.72 BCDE
IG39919	0.698BCDE	1.015BCDEF	1.71 BCDE
IG120794	0.696BCDE	0.978BCDEF	1.67 BCDE
IG142356	0.686BCDE	0.988BCDEF	1.68 BCDE
IG120793	0.679BCDEF	0.928 BCDEF	1.61 BCDE
IG40155	0.617BCDEF	0.877BCDEFG	1.49 BCDEF
IG38654	0.615BCDEF	0.897BCDEFG	1.52 BCDEF
IG39489	0.599BCDEF	0.847CDEFG	1.45CDEF
IG119438	0.571 CDEFG	0.802CDEFGH	1.37CDEFG
IG140352	0.570 CDEFG	0.802CDEFGH	1.37 CDEFG
IG140302	0.565CDEFG	0.760DEFGH	1.32 CDEFG
IG137596	0.519CDEFGH	0.785DEFGH	1.305DEFG
IG142486	0.496DEFGH	0.675 EFGHI	1.17DEFGH
IG39565	0.476DEFGH	0.658EFGHI	1.13DEFGH
IG119447	0.442 DEFGH	0.653EFGHI	1.09DEFGH
IG121853	0.353EFGH	0.550FGHI	0.903EFGH
IG38657	0.309FGHI	0.391 GHIJ	0.701 FGHI
IG117888	0.228GHI	0.285HIJ	0.514GHI
IG144170	0.165HI	0.191IJ	0.356HI
IG129152	0.000L	0.000j	0.000L

Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range test.



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های جو با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات پیچیدگی و کلروز برگ آلوده به شته روسی در مرحله گیاهچه

Figure 1. Classification of barley genotypes using cluster analysis based on leaf chlorosis and leaf rolling infested with Russian wheat aphid at seedling stage

میان این صفات همبستگی وجود ندارد. ولی میان کلروفیل a و کلروفیل b همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/99$) وجود داشت.

همبستگی صفات مورد ارزیابی (جدول ۵) نشان داد که میزان کلروز با لوله شدن برگ همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت. همبستگی بین میزان لوله شدن برگ با صفات کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار نبود و در نتیجه

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه جو آلوده به شته روسی در مرحله گیاهچه

Table 5. Correlation coefficients of studied traits in barely infested with Russian wheat aphid at seedling stage

	leaf chlorosis	leaf rolling	Chlorophyll a	Chlorophyll b
leaf chlorosis	1			
leaf rolling	0.487*	1		
Chlorophyll a	-0.785**	-0.271 ^{ns}	1	
Chlorophyll b	-0.789**	-0.261 ^{ns}	0.993**	1

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بحث

صفت لوله شدن برگ و کلروز برگ ناشی از تغذیه شته روسی گندم، توصیه می‌شود از آن‌ها به عنوان دو صفت مستقل برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها به شته روسی گندم استفاده شود. در این تحقیق، مشابه آزمایش‌های اسکات و همکاران (Scott *et al.*, 1991) و کونگولو و همکاران (Nkongolo *et al.*, 1990) و بر خلاف آزمایش‌های بورد و همکاران (Burd *et al.*, 1993) و کلهون و همکاران (Calhoun *et al.*, 1991) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان لوله شدن و میزان کلروزه شدن برگ‌ها مشاهده شد. ضریب همبستگی معنی‌دار بین دو جزء مقاومت یعنی میزان کلروز برگ و میزان لوله شدن برگ ($r=0.487$)، بیانگر این نکته است که غربال برای هر کدام از این صفات به تنهایی نیز می‌تواند به شناسایی ارقام مقاوم منجر شود، ولی در بعضی موارد ژنوتیپ‌هایی با لوله شدن برگ بالا و کلروز پایین و یا برعکس دیده می‌شود و این امر باعث می‌شود که استفاده از درجه‌بندی‌ها بر اساس هر دوی این صفات به طور یک‌جا مثل درجه‌بندی دیوتویت (Du Toit, 1993)، برای ارزیابی مقاومت ارقام از دقت کافی برخوردار نباشد. بنابراین برای رسیدن به نتیجه مطلوب در ارزیابی‌ها بهتر است از هر دو صفت استفاده شود و رقمی به عنوان مقاوم معرفی شود که هم میزان لوله شدن برگ کمتری داشته و هم از میزان کلروز برگ کمتری برخوردار باشد (Hamedanian *et al.*, 2010). دری و همکاران (Dori *et al.*, 1998) نیز برای بررسی نحوه توارث مقاومت به شته، کلروز و لوله شدن

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان لوله شدن برگ‌ها، میزان کلروزه شدن و میزان کلروفیل با یکدیگر داشتند و این آفت می‌تواند بیشتر صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی این گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. خسارت گیاهی حاصل از تغذیه شته روسی ترکیب پیچیده‌ای از پاسخ‌های بیوشیمیایی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی است (Hamedanian *et al.*, 2010).

به طور کلی ژنوتیپ‌های IG117888 و IG144170 از نظر لوله شدن برگ نیمه حساس و از نظر کلروز در گروه حساس قرار گرفته و در نتیجه حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر لوله شدن برگ و کلروز هستند. در حالی که ژنوتیپ‌های IG140073 مربوط به ، IG120794، IG 40154 و IG142356 از نظر هر دو صفت در گروه مقاوم قرار گرفتند و به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته می‌شوند و می‌توان در پژوهش‌های ژنتیکی و کشت در مناطق مورد حمله‌ی شته روسی گندم استفاده کرد. میزان لوله شدن برگ‌ها، در تعیین ارقام مقاوم بسیار مهم می‌باشد زیرا بر اساس تحقیقات کیندلر و اسپرینگر (Kindler and Springer, 1991) لوله شدن زیاد برگ‌ها، شته‌ها را از تماس مستقیم حشره‌کش‌ها و دشمنان طبیعی حفظ کرده و مانند یک حفاظ برای آن‌ها عمل می‌کند و در نتیجه از کارآیی کنترل بیولوژیکی و شیمیایی می‌کاهد. با وجود همبستگی بالا بین دو

ارقامی هستند که کلروز کمتر دارند و رابطه معنی داری و منفی بین این صفات وجود داد. پژوهش‌های زیادی تفاوت در محتوای کلروفیل را در ارقام مقاوم و حساس در پاسخ به تغذیه *D. noxia* را گزارش نموده‌اند. در این بررسی‌ها گیاهان مقاوم تفاوت‌های کمتری در محتوای کلروفیل خود در پاسخ به تغذیه *D. noxia* نسبت به گیاهان کنترل نشان دادند (Miller et al., 1994; Burd and Elliott, 1996; Heng-Moss et al., 2003; Franzen et al., 2007).

در کل بر اساس تمامی صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های JG۴۰۱۵۴، JG۱۲۰۷۹۴، JG۱۴۰۰۷۳، JG۴۰۱۵۵۲، JG۳۸۶۶۹، JG۴۰۱۵۵، JG۱۱۹۴۴۷، JG۱۴۲۳۵۶، JG۱۴۰۱۸۹، JG۱، JG۲، و JG۱۴۰۰۷۳ از نظر تمامی صفات مورد بررسی در گروه مقاوم جای گرفتند که می‌توان با انتقال ژن‌های مقاومت از این ژنوتیپ‌ها به ارقام جو مطلوب و سازگار به مناطق کشت جو کشور، مقاومت گندم به شته روسی گندم را به دست آورد. به منظور غلبه بر این آفت در مزارع جو، استفاده از این منابع مقاومت در برنامه‌های اصلاحی برای توسعه ارقام مقاوم ضروری به نظر می‌رسد.

برگ ناشی از تغذیه شته را به عنوان دو صفت مستقل مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس میزان لوله شدن برگ، ژنوتیپ خیلی مقاوم و یا خیلی حساس در بین ژنوتیپ‌های تحت آزمایش مشاهده نشد. کیندلر و اسپرینگر (Kindler and Springer, 1991) نیز از بین ۸۴ ژنوتیپ جو مورد آزمایش فقط دو ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ مقاوم معرفی کردند.

بین کلروفیل a و کلروفیل b همبستگی معنی دار و بالایی وجود داشت. وجود همبستگی منفی و معنی دار بین کلروفیل a، کلروفیل b با میزان کلروز بیانگر این موضوع است که تنش آفت (شته روسی گندم) موجب کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شد. کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش می‌تواند به طور عمده به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، واکنش آن‌ها با اکسیژن فعال، تخریب پیش ماده‌های سنتز کلروفیل و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشد (El-Tayeb, 2005; Neocleous and Vasilakakis, 2007) که می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر ارقامی که کلروفیل a، کلروفیل b بیشتر دارند همان

References

- Burd, J. D., Burton R. L. and Webster, J. A. 1993. Evaluation of Russian wheat aphid (Hom.: Aphididae) damage on resistant and susceptible host with comparisons of damage ratings to quantitative plant measurements. **Journal of Economic Entomology** 86: 974-980.
- Burd, J. D. and Elliott, N. C. 1996. Changes in chlorophyll a fluorescence induction kinetics in cereals infested with Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 89: 1332-1337.
- Calhoun, D. S., Burnett, P. A., Robinson, J. R. and Vivar, H. E. 1991. Field resistance to Russian wheat aphid in barley: I. Symptom expression. **Crop Science** 31: 1464-1467.
- Damsteegt, V. D., Gildow, F. E., Hewings, A. D. and Carrol, T. W. 1992. A clone of the Russian wheat aphid as a vector of the barley yellow dwarf, barley stripe mosaic and brome mosaic viruses. **Plant Diseases** 76(11): 1155-1160.
- Dori, H. R., Asad, M. and Emam E. 1998. Inheritance of resistance to Russian aphid by leaf chlorosis investigation, Proceeding of 5th National Iranian Crop Science Congress. 30 August- 2 September, Iran. pp 400. (In Farsi).
- Du Toit, F. 1993. Inheritance of resistance in two *Triticum aestivum* lines to Russian wheat aphid (Hom.: aphididae). **Journal of Economic Entomology** 82(4): 1251-1253.
- El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. **Plant Growth Regulation** 42: 215-224.

- Ennahli, S., El Bouhssini, M. and Grando, S.** 2009. Comparison of categories in wheat and barley genotypes against biotype 2 of the Russian wheat aphid. **Arthropod- Plant Interactions** 3: 45 -53.
- Franzen, L. D., Gutsche, A. R. and Heng-Moss, T. M.** 2007. Physiological and biochemical responses of resistant and susceptible wheat to injury by the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko). **Journal of Economic Entomology** 100: 1692–1703.
- Gray, M. E, Hein, G. L., Walgenbach, D. D. and Elliott, N. C.** 1990. Effects of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on winter and spring wheat infested during different plant growth stages under greenhouse conditions. **Journal of Economic Entomology** 83: 2434-2442.
- Hamedanian, P., Hosseinzadeh, A., Najafi Mirak, T. and Nourbakhsh A. H.** 2010. Evaluation of resistance of bread wheat cultivars to Russian wheat aphid at seedling and stem elongation growth stages. **Seed and plant Improvement Journal** 26(1): 27-43.
- Heng-Moss, T. M., Ni, X., Macedo, T., Markwell, J. P., Baxendale, F. P., Quisenberry, S. S. and Tolmay, V.** 2003. Comparison of chlorophyll and carotenoid concentrations among Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae)-infested wheat isolines. **Journal of Economic Entomology** 96: 475–481
- Kazemi, M. H., Talebi-Chaichi, P., Shakiba, M. R. and Mashhadi Jafarloo, M.** 2001. Comparison resistance of five wheat cultivars to the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) in greenhouse condition. Proceeding of 14th Iranian plant protection congress. 8 - 5 September, Iran. pp. 599. (In Farsi)
- Kindler, S. D. and Springer, T. L.** 1991. Resistance to Russian wheat aphid in wild *Hordeum* species. **Crop Science** 31: 94-97.
- Kindler, S., Springer, T. and Jensen, K.** 1995. Detection and characterization of the Russian wheat aphid (Hom : Aphididae) in tall wheatgrass. **Journal of Economic Entomology** 88(5):1503 -1509.
- Kindler, S., Jensen, B and Springer, L.** 1993. Resistance to the Russian wheat aphid within the perennial Triticeae. **Journal of Economic Entomology** 86:1609 -1618.
- Lichtenthaler, H. K.** 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology** 22(6): 23-24.
- Matus, I. A. and Hayes, P. M.** 2002. Genetic diversity in three groups of barley germplasm assessed by simple sequence repeats. **Genome** 45: 1095-1106.
- Mayer, K. F. X., Waugh, R., Langridge, P., Close, T. J., Wise, R. P., Graner, A., Matsumoto, T. and Sato, K.** 2012. A physical, genetic and functional sequence assembly of the barley genome. **Nature** 2(1): 10-16.
- Miller, H., Porter, D. R. and Burd, J. D.** 1994. Physiological effects of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on resistant and susceptible barley. **Journal of Economic Entomology** 87:493–499.
- Miller, R.** 1992. Insect pests of wheat and barley of Mediterranean, Africa and west Asia. ICARDA. SYRIA. P. 19.
- Mornhinweg, D. H., Porter, D. R. and Webster, J. A.** 1995. Inheritance of Russian wheat aphid resistance in spring barley. **Crop Science** 35: 1368-1371.
- Najafi Mirak, T., Zali, A., Hosseinzadeh, A., Rassoulia, G. R. and Saidi, A.** 2004b. Evaluation of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in durum and bread wheats. **Journal of Agriculture and Natural Resource** 7(4): 115-127(in Farsi).
- Najafi Mirak, T., Zali, A., Hosseinzadeh, A., Saidi, A. and Rassoulia, G. R.** 2004a. Inheritance and allelism of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in Iranian wheat cultivars. **International Journal of Agriculture and Biology** 6: 525-528.
- Namavar A.** 2013. Evaluation resistance of varieties of wheat to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*(Mordvilko). Ms.C thesis. Ilam University (In Farsi).
- Nematollahy M. R.** 2010. Evaluation of Russian wheat aphid resistance in cultivars and advance lines of wheat under field conditions in Isfahan province, Iran. **Journal of Entomological Society of Iran** 30(1): 1-13.

- Nematollahy M. R. and Ahmadi A. A.** 1998. Characterization of resistance to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko), in several wheat (*Triticum* spp.) genotypes. **Iran Agricultural Research** 18(2): 91-106.
- Nematollahy M. R., Ahmadi A. A., Emam Y. and Assad M. T.** 1998. Evaluation of wheat (*Triticum* spp.) resistance to the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordvilko). **Iran Agricultural Research** 17(1): 1-18
- Neocleous, D. and Vasilakakis, M.** 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). **Scientia Horticulturae** 112: 282-289.
- Nkongolo, K. K., Quick, J. S., Limin, A. E., Fowler, D. B., Pealirs, F. B. and Meyer, W. L.** 1990. Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*) resistance in wheat and related species. **Journal of Plant Science** 70: 691-698.
- Porter, D. R., Webster, J. A. and Baker, C. A.** 1993. Detection of resistance to Russian wheat aphid in hexaploid. **Plant Breeding** 110: 160-175.
- Pourhaji, A.** 2012. Mass screening of 76 barley genotypes for resistance to Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* (Hom.: Aphididae), in greenhouse condition. **Entomology and Phytopathology** 79(1): 1-16 (In Farsi).
- Rafi, M., Zemetra, M. and Quisenberry, S. S.** 1997. Feeding damage of Russian wheat aphid on resistant and susceptible wheat genotypes. **Cereal Research Communications** 25: 63-68.
- Scott, R. A., Worrall, W. D. and Frank, W. A.** 1991. Screening of resistance to Russian wheat aphid in triticale. **Crop Science** 31: 32-36.
- Shekarian, B.** 1998. Evaluation resistance of varieties of wheat to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) in Karaj. Msc. thesis, Tehran University (In Farsi).
- Shekarian, B., Rassoulia, G. R. and Azemayesh Fard, P.** 2001. Screening of different varieties of wheat to find resistance sources to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko). **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 32: 253-237 (in Farsi).
- Shekarian, B., Rassoulia, G. R., Azemayesh Fard, P. and Ganadha, M. R.** 2000. Evaluation resistance of varieties of wheat to Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko). Proceeding of 14th Iranian plant protection congress. 8-5 September, Iran. pp. 599 (In Farsi).
- Souriai, S. and Hmitri, S.** 2002. Laboratory screening barley genotype seedlings for aphid resistance in Egypt. **Journal of Agricultural Research** 80: 1.
- Webster, J. A., Starks, K. J. and Burton, R. L.** 1987. Plant resistance studies with the *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae), a new United States wheat pest. **Journal of Economic Entomology** 80: 944-949.
- Webster, J. A., Porter, D. R., Baker, G. A. and Mornhinweg, D. W.** 1993: Resistance to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in barley: Effects on aphid feeding. **Journal of Economic Entomology** 86(5): 1603-1608.

Evaluation of resistance to Russian Wheat aphid, *Diuraphis noxia* in genotypes of wild barely, *Hordeum spontaneum*

N. Voojudy Yekta¹, Z. Tahmasebi¹, M. Mirab-balou² and F. Fatehi³

¹: Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, 3. Department of Agriculture, Payam Noor University (PNU), Tehran, Iran.

(Received: July 23, 2016 - Accepted: July 10, 2017)

Abstract

Russian Wheat Aphid, *Diuraphis noxia* is an important pest on barely, which is also the vectors of viral diseases. In order to identify resistant genotypes, resistance of 30 wild barley genotypes, including international *Hordeum spontaneum* germplasms, was evaluated in the greenhouse experiments. In this experiment, plants infested with aphids at two-leaf stage and 21 days after infestation, were assessed qualitatively for leaf rolling and leaf chlorosis, based on a scale from 1 to 9. In the experiment, the content of chlorophyll a, b and total chlorophyll were evaluated. Results showed genetic variation among genotypes for leaf chlorosis and leaf rolling. Moreover, a significant positive correlation was found between leaf chlorosis and chlorophyll a and b, in general, according to all traits, genotypes of IG401552, IG140073, IG120794, IG40154, IG142356, IG119447, IG40155, IG38669, IG140189, IG1 and IG2 were placed in resistant group.

Key words: Chlorophyll, leaf chlorosis, leaf rolling.