مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز ۱۱ (۱۳۹٤) ٧٦-٦١

بررسی شایستگی نسبی بیوتیپ‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) مقاوم و حساس به بازدارنده‌های استولاکتات سنتتاز (ALS) در شرایط رقابت و عدم رقابت با گندم

امید لطفی‌فر[۱*]، ایرج اله دادی[۲]، اسکندر زند[۳]، غلامعباس اکبری[٤] و سمانه متقی[٥]

۱ و ۵- استادیاران گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران ۲ و ۴- به ترتیب استاد و دانشیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳- مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۷

تاریخ پذیرش:۹۴/۱۰/۲۸

چکیده

به منظور بررسی شایستگی نسبی بیوتیپ‌های خردل‌وحشی مقاوم به بازدارنده‌های ALS جمع‌آوری شده از سه استان خوزستان، گلستان و کرمانشاه، آزمایشات گلخانه‌ای در دو بخش انجام گرفت. در بخش اول روند تغییرات وزن خشک اندام‌هوایی، سطح برگ و ارتفاع بیوتیپ مقاوم هر استان با بیوتیپ حساس همان استان در شرایط عدم رقابت با گندم مقایسه شدند. در بخش دوم قدرت رشد بیوتیپ‌های حساس و مقاوم هر استان در شرایط رقابت با گندم و قدرت رشد و تولید عملکرد گندم در رقابت با بیوتیپ‌های مذکور مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج در بین بیوتیپ‌های مقاوم، رشد بیوتیپ Ker-2 از استان کرمانشاه نسبت به بیوتیپ حساس Ker-1 از نظر سطح برگ بالاتر بود و از نظر ارتفاع نهایی و وزن خشک بوته اختلاف معنی‌داری بین دو بیوتیپ دیده نشد. بیوتیپ‌های مقاوم استان‌های گلستان و خوزستان (G3 و Kh5) نسبت به بیوتیپ‌های حساس این استان‌ها (G9 و Kh3) از نظر هر سه صفت مورد مطالعه به صورت معنی‌دار پایین‌تر بودند. در شرایط رقابت با گندم نیز بیوتیپ مقاوم Ker-2 نسبت به بیوتیپ حساس Ker-1 اختلاف معنی‌داری از نظر توان رقابت با گندم نداشتند و شاخص ازدحام نسبی دو بیوتیپ استان کرمانشاه اختلاف معنی‌دار نداشتند و در نهایت نیز اختلاف رشد و تولید عملکرد گندم در رقابت با این دو بیوتیپ غیرمعنی‌دار بود. اما در رابطه با بیوتیپ‌های استان گلستان و خوزستان نتایج حاکی است که در شرایط رقابت با گندم بیوتیپ‌های حساس این دو استان (G9 و Kh3) نسبت به بیوتیپ‌های مقاوم آن‌ها (G3 و Kh5) از نظر رشد و ضریب ازدحام برتری داشتندوگندم در رقابت با بیوتیپ‌های مقاوم G3 و Kh5 نسبت به بیوتیپ‌های حساس G9 و Kh3 به ترتیب رشد و عملکرد دانه‌ای بالاتری داشتن. در نهایت نتایج نشان داد که در بین سه بیوتیپ مقاوم، تنها بیوتیپ Ker-2 دارای قدرت رشد و رقابت برابر با بیوتیپ حساس می‌باشد که می‌تواند به سرعت گسترش پیدا کرده و با توجه به مقاومت به بازدارنده‌های ALS، مزاحمت بالایی ایجاد می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: بازدارنده استولاکتات سنتتاز، خردل وحشی، رقابت، شایستگی و ضریب ازدحام

* Corresponding author. E-mail: omidlotfifar@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از مهم ترین عوامل تأثیرگذار در کاهش کمیت و کیفیت گندم کشور، خسارت علف‌های‌هرز و عدم مدیریت صحیح پیشگیری و کنترل آن‌ها می‌باشد که در ایران این خسارت به صورت میانگین ۲۳ درصد گزارش شده است (Zand *et al*., 2008). بر اساس گزارش مین‌باشی و همکاران (Minbashi *et al.*, 2008) در بین علف‌های‌هرز پهن‌برگ مشکل‌ساز مزارع گندم، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* O.F.Müll.) در رتبه سومین گونه مشکل‌ساز قرار دارد. جوانه‌زنی سریع در پاییز و تحت شرایط سرما و رشد سریع آن در ابتدای بهار باعث افزایش توان رقابتی این گیاه در محصولات مذکور می‌گردد. در اکثر مناطق دنیا، پایداری بانک بذر، قدرت رقابتی بالا، زادآوری زیاد و مقاومت به علف‌کش‌ها، از مهمترین مشکلات کنترل خردل وحشی به شمار می‌رود.

در زراعت گندم عملیات وجین معمول نیست و روش‌های مکانیکی مبارزه با علف‌های‌هرز نیز کارایی ندارد، بنابراین کنترل شیمیایی موثرترین و رایج‌ترین روش مبارزه با علف‌های‌هرز در گندم‌زارها به حساب می‌آیند (Retrum & Forcella, 2002). با این حال استفاده مکرر و غیر اصولی از علف‌کش‌ها با نحوه عمل یکسان سبب بروز پدیده مقاومت به علف‌کش‌ها شده است (Powles & Yu, 2010) که بر اساس تعریف ارائه شده از سوی انجمن علوم علف‌های‌هرز آمریکا (WSSA) عبارت است از توانایی ذاتی یک گیاه برای بقاء و تولید مثل پس از قرارگیری در معرض دزی از علف‌کش که در شرایط عادی برای گونه‌های حساس کشنده است. تا کنون ٤٥٩ بیوتیپ علف‌هرز از ٢٤٦ گونه، شامل ١٤٣ گونه دو لپه و ١٠٣ گونه تک لپه در ٨٦ گیاه زراعی از ٦٦ کشور جهان به علف‌کش‌ها مقاوم شده‌اند (Heap, 2015).

از جمله گروه‌های علف‌کش پرکاربرد در سیستم تولید گندم که بالاترین میزان مقاومت به آن دیده می‌شود، بازدارنده‌های استولاکتات می‌باشد به‌طوری‌که تاکنون ١٥٦ گونه مقاوم به این خانواده گزارش شده است (Heap, 2015).

یکی از راه‌های مبارزه با بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های‌هرز، ارزیابی شایستگی (Fitness) نسبی آن‌ها نسبت به بیوتیپ‌های حساس و استفاده از آن در مدیریت بیوتیپ‌های مقاوم است (Jordan *et al.*,1999). منظور از شایستگی، توانایی استقرار، بقاء و زادآوری موفقیت‌آمیز علف‌های‌هرز در صورت عدم کاربرد علف‌کش است (Anderson *et al.*, 1996). در اغلب موارد زمانی که در یک ژن کد کننده آنزیم یا پروتئین که در زنده ماندن گیاه نقش اساسی ایفا می‌کند جهش رخ می‌دهد، سبب می‌گردد تا در غیاب کاربرد علف‌کش، گیاه مقاوم نسبت به گیاه حساس شایستگی پایین‌تری داشته باشد (Jasieniuk *et al.*,1996). این هزینه‌های شایستگی میتواند از تثبیت آلل‌های جدید جلوگیری و به بقاء آلل‌های مختلف در یک مکان ژنی در جوامع کمک کند (Tian *et al*., 2003). اما برخی از آلل‌هایی که سبب مقاومت به علف‌کش‌ها می‌شود، اثرات قابل مشاهده‌ای روی شایستگی ندارند و سبب گسترش علف‌هرز مقاوم در مزرعه و بی‌اثر شدن کنترل شیمیایی می‌گردد (Vila-Aiub *et al.*, 2009). درک نتایج شایستگی حاصل از آلل‌های مقاوم به علف‌کش در شرایط حضور و عدم حضور علف‌کش برای پیش‌بینی سیر تکاملی مقاومت به علف‌کش، مهم است (Neve *et al.*, 2003). همچنین این موضوع در درک راه‌کارهایی که بتوان به‌وسیله آن‌ها مقاومت را مدیریت کرد تاثیر می‌گذارد (Walsh Friesen *et al.*, 2000 ;& Powles, 2007). بیان و مقدار هزینه‌های شایستگی تحت تاثیر عوامل محیطی زنده و غیر زنده و ژنتیک قرار می‌گیرد (Vila-Aiub *et al.*,2009).

هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات سنتتاز بر رشد و قدرت رقابت بیوتیپ‌های خردل وحشی بود.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو مرحله انجام گرفت:

۱- **شایستگی در مرحله رشد رویشی**: به منظور مقایسه رشد بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم و حساس به بازدارنده‌های استولاکتات سنتتاز در شرایط غیر رقابتی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. برای هر بیوتیپ چهار مرحله برداشت و در هر مرحله برداشت چهار تکرار در نظر گرفته شد.

تیمار آزمایشی شامل بیوتیپ‌های خردل حساس (سه بیوتیپ G_9، Kh_3 و Ker-1) و مقاوم (سه بیوتیپ G_3، Kh_5 و Ker-2) به بازدارنده‌های استولاکتات سنتتاز جمع‌آوری شده از مزارع گندم سه استان گلستان، خوزستان و کرمانشاه بود. بیوتیپ‌های حساس از مزارعی جمع‌آوری شده بودند که در آن از علف‌کش‌های بازدارنده ALS استفاده نشده بود. همچنین برای انتخاب بیوتیپ‌های مقاوم، ابتدا از مزارعی که در آن‌ها کشاورزان از کنترل خردل وحشی توسط بازدارنده‌های ALS ناراضی بودند برداشت بذر خردل انجام گرفت. در مرحله بعد بیوتیپ‌های مقاوم و حساس جمع‌آوری شده از سه استان مذکور تحت تاثیر سه علف‌کش بازدارنده ALS شامل سه علف‌کش تری‌بنورون‌متیل (گرانستار)، مت‌سولفورون‌متیل+سولفوسولفورون (توتال) و مزوسولفورون‌متیل + مفن‌پایر (آتلانتیس)، طبق دز توصیه شده قرارگرفتند و در نهایت میزان مقاومت بیوتیپ‌هایی که نسبت به علف‌کش‌های مورد استفاده مقاوم بودند، با استفاده از آزمون دز-پاسخ تعیین گردید و از هر استان یک بیوتیپ مقاوم و یک بیوتیپ حساس انتخاب شد که بر اساس نتایج آن، هر سه بیوتیپ مقاوم انتخاب شده بر اساس روش موس نسبت به گرانستار کاملا مقاوم بودند ولی در بین سه بیوتیپ مقاوم تنها بیوتیپ G_3 نسبت به توتال مقاوم بود و دو بیوتیپ دیگر نسبتا مقاوم بودند، همچنین دو بیوتیپ G_3 و KH_5 نسبت به علف‌کش آتلانتیس مقاوم و بیوتیپ Ker-2 نسبت به این علف‌کش حساس بودند (Lotfifar *et al*., 2013).

بذور هر یک از بیوتیپ‌ها بعد از جوانه‌دار شدن به تعداد ۲۰ عدد به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۰ سانتی‌متر و حاوی رس، شن و کود دامی با نسبت ۱:۱:۱ منتقل و گلدان‌ها در گلخانه با ۱۶ ساعت روشنایی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گرادو ۸ ساعت تاریکی با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از اطمینان از استقرار بوته‌ها تعداد آن‌ها به ۱۲ بوته کاهش یافت. در مرحله ٤ برگی اولین برداشت انجام و چهار مرتبه بعدی هر دو هفته یکبار انجام گرفت. برای هر مرحله ٤ گلدان و در مجموع ۲۰ گلدان برای هر بیوتیپ در نظر گرفته شد. در هر مرحله وزن خشک اندام‌هوایی، سطح برگ و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری و در نهایت بهترین توابع جهت پیش‌بینی رشد بیوتیپ‌های مختلف برازش داده شد و در هر استان بیوتیپ مقاوم با بیوتیپ حساس همان استان مقایسه گردید.

۲- **شایستگی در مرحله رشد زایشی**: در این بخش از تحقیق، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار و در گلخانه‌ی بخش علف‌های‌هرز سازمان گیاهپزشکی کشور صورت گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از عامل اول شامل بیوتیپ‌های مختلف مقاوم و حساس و عامل دوم نسبت گونه‌ای شامل ۵ نسبت گندم-خردل. آزمایش با استفاده از روش سری‌های جایگزینی در تراکم کل ثابت ۱۲ بوته در هر گلدان به قطر ۳۰ سانتی‌متر انجام پذیرفت که نسبت‌های گونه‌ای عبارت بودند از:

۱- ٪۱۰۰ خردل (۱۲ بوته)- صفر درصد گندم، ۲- ٪۷۵ خردل (۸ بوته)- ۲۵٪ گندم (٤ بوته)، ۳- ۵۰٪ خردل (٦ بوته)- ٪۵۰ گندم (٦ بوته)، ٤- ۲۵٪ خردل (٤ بوته)- ۷۵٪ گندم (۸ بوته). ۵- صفر درصد خردل- ٪۱۰۰ گندم (۱۲ بوته) رقم گندم مورد استفاده، پدیده بود که از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شد. شرایط رشدی گلخانه در این مرحله نیز مانند مرحله اول بود. در مرحله انتهایی رشد گندم که با

Archive of SID

www.SID.ir

سفت شدن دانه همراه بود، صفات ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه در دو گیاه گندم و بیوتیپ‌های مختلف خردل همچنین تعداد و وزن دانه تولیدی گندم اندازه گیری شد. عملکرد نسبی با تقسیم وزن خشک اندام هوایی در کشت مخلوط بر وزن خشک اندام هوایی در کشت خالص به دست آمد و مجموع عملکرد نسبی نیز در نسبت‌های رقابتی به عنوان عملکرد نسبی کل محاسبه شد (Sibony & Rubin, 2003). همچنین ضریب ازدحام نسبی وزن خشک اندام هوایی نیز با استفاده از رابطه-١ محاسبه شد (Zand & Beckie, 2002).

رابطه-١:

$$RCC=\left(\left(\left(Ww^{25:75}/Wwh^{25:75}\right)+\left(Ww^{50:50}/Wwh^{50:50}\right)+\left(Ww^{75:25}/Wwh^{75:25}\right)\right)/N\right)/\left(Ww^{100:0}/Wwh^{100:0}\right)$$

که در آن W_w و W_{wh} به ترتیب وزن خشک یولاف و گندم در نسبت n:n بوده و N= تعداد مخلوط‌ها (در این آزمایش معادل ٣) می‌باشد (Zand & Beckie; Odonovan *et al.*, 1999 2002).

جهت مطالعه روند افزایش ماده خشک و ارتفاع بوته در طول زمان نیز از رابطه ٢ استفاده شد (Benakashani, 2011).

رابطه- ٢:

$$Y=\frac{a}{10+e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

که پارامترهای معادله عبارتند از:

Y= وزن ماده خشک یا ارتفاع بوته در هر زمان

a= حداکثر وزن ماده خشک یا ارتفاع بوته

x= روزهای پس از کاشت

x_0= زمان تغییر انحنای منحنی

b= شیب منحنی در جایی که انحنای منحنی تغییر می‌کند

همچنین به منظور مطالعه روند تغییرات سطح برگ علف‌هرز از رابطه ٣ استفاده گردید.

رابطه ٣:

$$Y=aX^2+bX+Y0$$

که در این رابطه، پارامترها عبارتند از:

a و b= ضرایب رگرسیون

Y= سطح برگ

x= روزهای پس از کاشت

Y_0= سطح برگ در اولین مرحله نمونه گیری

در نهایت نتایج با استفاده از نرم افزار SAS (ver,12) تجزیه واریانس و کلیه نمودارها توسط نرم افزار Sigmaplot (ver 11) رسم گردید.

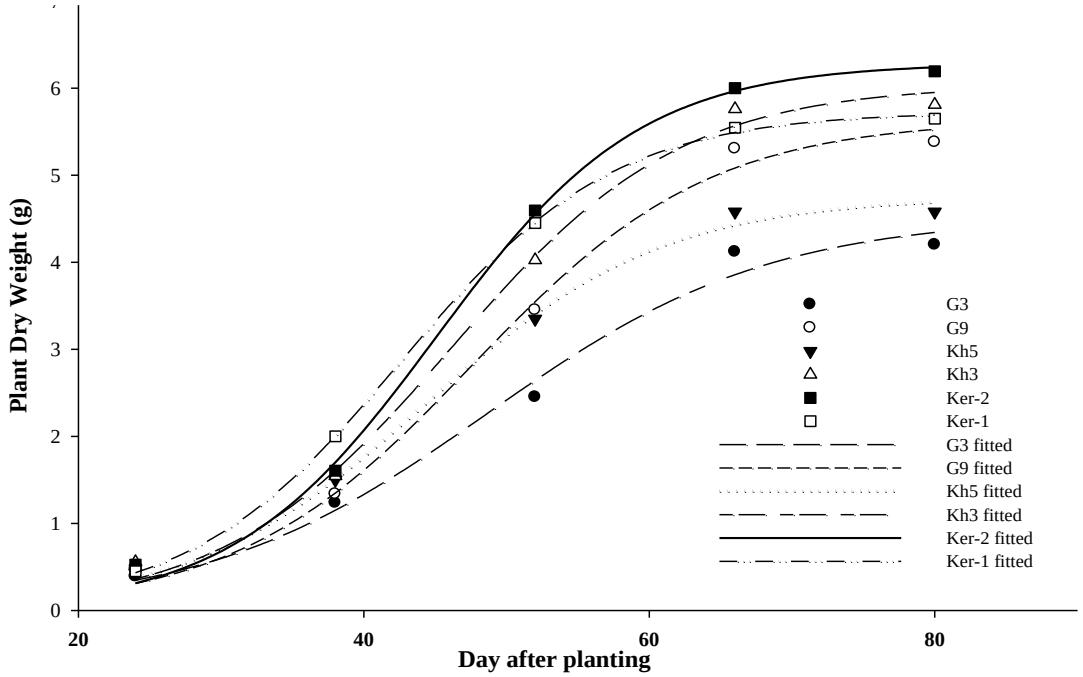
نتایج و بحث

بررسی شایستگی در دوره رشد رویشی

ماده خشک: پارامترهای حاصل از برازش معادله‌ی سیگموئیدی سه پارامتره به داده‌های وزن خشک اندام هوایی بیوتیپ‌های خردل وحشی نشان می‌دهند که در طی رشد برتری دو بیوتیپ حساس استان‌های خوزستان و گلستان نسبت به بیوتیپ‌های مقاوم این دو استان از اوایل رشد کاملا محسوس بود و این روند تا پایان دوره رشد ادامه داشت به طوری‌که وزن خشک نهایی بیوتیپ‌های مقاوم این دو استان شامل G3 و Kh5 به ترتیب نسبت به دو بیوتیپ حساس G9 و Kh3 به صورت معنی‌داری پایین‌تر بود. روند افزایش ماده خشک بیوتیپ‌های استان کرمانشاه نیز نشان می‌دهد که در ابتدای دوره رشد، ماده خشک تجمعی بیوتیپ حساس Ker-1 بالاتر بود ولی از اواسط تا اواخر دوره‌ی رشد برتری ناچیز با بیوتیپ مقاوم Ker-2 بود و در نهایت نیز هرچند میزان ماده خشک بیوتیپ Ker-2 بالاتر از Ker-1 بود ولی اختلاف بین این دو بیوتیپ معنی‌دار نشد (جدول ٤ و شکل ١).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک بوته در بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) به بازدارنده‌های ALS طی روزهای پس از کاشت

Figure 1- Plant dry matter change of wild mustard resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors during days after planting

جدول ۱- پارامترهای حاصل از معادله $Y = \frac{a}{10+e^{-(\frac{x-x_0}{b})}}$ برازش داده شده به وزن خشک اندام‌هوایی بیوتیپ‌های حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) و مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2)

Table 1- Parameters outcome from "$Y = \frac{a}{10+e^{-(\frac{x-x_0}{b})}}$" equation fitted to shoot dry weight of wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors

Biotypes	A	B	X_{50}	R^2
G3	4.52 (0.36)*	9.90 (2.19)	48.65 (2.83)	0.99
G9	5.64 (0.26)	8.31 (1.24)	47.62 (1.55)	0.99
Kh5	4.75 (0.54)	8.25 (0.89)	44.34 (1.08)	1.00
Kh3	6.04 (0.23)	8.03 (1.07)	46.15 (1.33)	1.00
Ker-2	6.29 (0.16)	7.15 (0.69)	45.08 (0.87)	1.00
Ker-1	5.73 (0.44)	7.44 (0.24)	42.62 (0.28)	1.00

*. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده‌ی میزان خطای استاندارد (SE) است.

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

ارتفاع: ارتفاع بوته از جمله خصوصیات مهم در قدرت رقابت علف‌های‌هرز با گندم است. بررسی روند افزایش ارتفاع نشان می‌دهد که بیوتیپ‌های حساس در هر سه استان از نظر ارتفاع در تمامی دوره رشد نسبت به بیوتیپ‌های مقاوم برتری داشته و در نهایت به صورت معنی‌دار ارتفاع نهایی سه بیوتیپ G9، Kh3 و Ker-1 به ترتیب نسبت به سه بیوتیپ G3، Kh5 و Ker-2 بالاتر بود (جدول ٤ و شکل ٢).

سطح برگ: بررسی روند افزایش سطح برگ نشان داد که در تمامی طول دوره رشد، دو بیوتیپ حساس *G9* و *Kh3* نسبت به دو بیوتیپ مقاوم *G3* و *Kh5* به ترتیب از استان‌های گلستان و خوزستان سطح برگ بالاتری داشت و در مرحله‌ی نهایی نمونه‌گیری، سطح برگ بیوتیپ مقاوم *G3* نسبت به بیوتیپ حساس *G9* و بیوتیپ مقاوم *Kh5* نسبت به بیوتیپ حساس*Kh3* به صورت معنی‌دار پایین‌تر بود (جدول ٤). اما در رابطه با بیوتیپ‌های استان کرمانشاه روند افزایش سطح

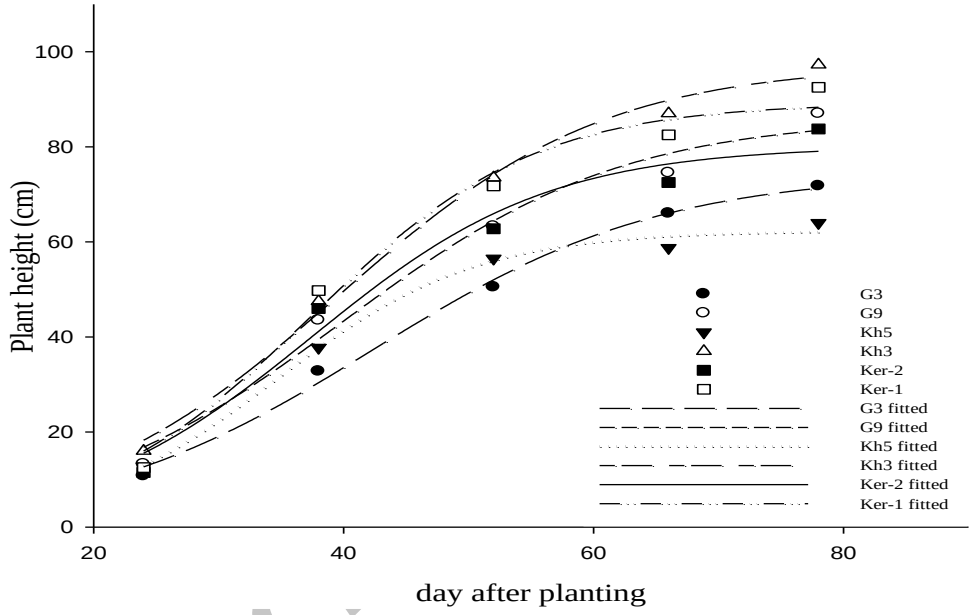
Archive of SID

www.SID.ir

برگ نشان می‌دهد که بیوتیپ مقاوم *Ker-2* نسبت به بیوتیپ حساس *Ker-1* سطح برگ بالاتری داشت (شکل ۳) و در نهایت از نظر سطح برگ، بیوتیپ مقاوم *Ker-2* نسبت به بیوتیپ حساس *Ker-1* برتری معنی‌دار داشت (جدول ٤).

شایستگی در شرایط رقابت با گندم

عملکرد نسبی وزن خشک اندام هوایی و ضریب ازدحام نسبی: مقایسه عملکرد نسبی وزن خشک اندام هوایی بیوتیپ‌های خردل نشان می‌دهد که تفاوت عملکرد نسبی وزن خشک بیوتیپ مقاوم G3 و بیوتیپ حساس G9 در هیچ یک از نسبت‌های خردل-گندم معنی‌دار نبود ولی گندم در هر سه تراکم نسبی خردل-گندم عملکرد نسبی ماده خشک بالاتری در بیوتیپ مقاوم G3 نسبت به بیوتیپ حساس G9 داشت که نشان از قدرت رقابت بالاتر گندم با بیوتیپ مقاوم داشت (جدول ۵). اما بررسی دو بیوتیپ استان خوزستان نشان داد که در هیچ یک از سه تراکم رقابتی خردل-گندم، اختلاف بین دو بیوتیپ مقاوم و حساس این استان از نظر عملکرد وزن خشک نسبی خردل و گندم معنی‌دار نگردید. در رابطه با بیوتیپ‌های استان کرمانشاه نتایج نشان داد که بیوتیپ



شکل ۲- روند تغییرات ارتفاع بوته در بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1)به بازدارنده‌های ALS طی روزهای پس از کاشت

Figure 2- Plant height change of wild mustard wild mustard resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors during days after planting

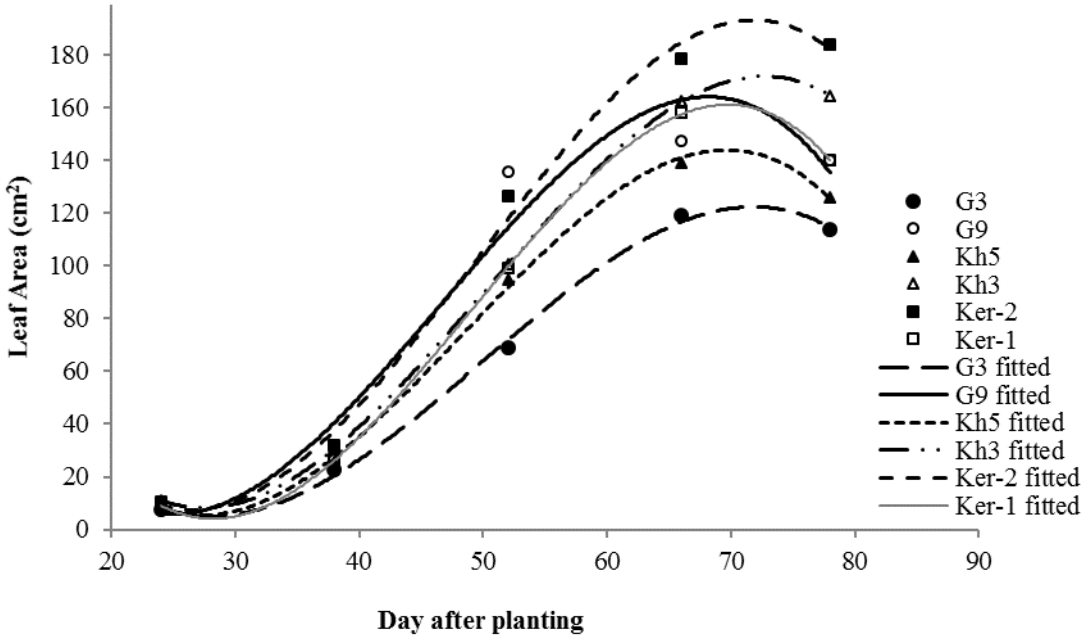
جدول ۲- پارامترهای حاصل از معادله $Y = \frac{a}{10+e^{-(\frac{x-x_0}{b})}}$ برازش داده شده به ارتفاع بوته در بیوتیپ‌های حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) و مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) در طول روزهای پس از کاشت

Table 2- parameters Outcome from "$Y = \frac{a}{10+e^{-(\frac{x-x_0}{b})}}$" equation fitted to plant height of wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors

Biotypes	a	b	X_{50}	R^2
G3	74.75 (3.49)	11.56 (1.54)	42.33 (1.83)	0.99
G9	86.22 (6.90)	11.20 (2.85)	39.88 (3.18)	0.98
Kh5	62.32 (1.73)	7.92 (1.04)	34.64 (1.11)	0.99
Kh3	97.31 (4.23)	10.64 (1.54)	39.58 (1.72)	0.99
Ker-2	80.14 (6.41)	9.46 (2.96)	37.48 (3.18)	0.97
Ker-1	89.26 (5.20)	8.89 (2.11)	37.53 (2.30)	0.98

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

www.SID.ir



شکل ۳- روند تغییرات سطح برگ بوته در بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) به بازدارنده‌های ALS طی روزهای پس از کاشت

Figure 2- Leaf area of wild mustard wild mustard resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors during days after planting

جدول ۳- پارامترهای حاصل از معادله $Y=aX^2+bX+Y0$ برازش داده شده به روند تغییرات سطح برگ بیوتیپ‌های مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) به بازدارنده‌های ALS.

Table 3- parameters Outcome from "$Y=aX^2+bX+Y0$" equation fitted to leaf area of wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors.

	Y0	a	b	R^2
Biotypes	10.60 (2.74)*	0.85 (0.17)	0.021 (0.004)	1.00
G3	11.19 (1.55)	0.99 (0.19)	0.031 (0.002)	0.96
G9	12.67 (2.45)	1.04 (0.17)	0.027 (0.004)	1.00
Kh5	13.06 (0.23)	1.06 (0.06)	0.027 (0.003)	1.00
Kh3	13.46 (1.81)	1.13 (0.47)	0.029 (0.01)	1.00
Ker-2	15.87 (0.42)	1.28 (0.03)	0.032 (0.001)	0.99

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده‌ی بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) به علف‌کش‌های بازدارنده‌ی ALS

Table 4- Mean comparison of measured traits in wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors.

Wild mustard biotypes	Mean میانگین		
	ارتفاع نهایی	وزن خشک نهایی	سطح برگ نهایی
	Final height (cm)	Final Dry Weight (g.plant^{-1})	Leaf Area (cm^2)
G3	71.8 (3.8)*	4.20 (0.44)	114.9 (05.1)
G9	87.0 (5.6)	5.38 (0.54)	147.6 (19.0)
Kh5	64.0 (3.9)	4.52 (0.40)	130.2 (10.4)
Kh3	97.3 (7.2)	5.81 (0.53)	164.7 (13.7)
Ker-2	83.8 (6.2)	6.20 (0.55)	183.9 (11.3)
Ker-1	92.5 (3.5)	5.65 (0.50)	147.3 (11.0)

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

Archive of SID

www.SID.ir

حساس Ker-1 نسبت به بیوتیپ مقاوم Ker-2 در دو تراکم ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ از خردل-گندم، عملکرد وزن خشک نسبی بالاتری داشت ولی اختلاف بین دو بیوتیپ مذکور در تراکم ۲۵-۷۵ خردل-گندم معنی‌دار نگردید. همچنین از نظر عملکرد ماده خشک گندم، نتایج نشان داد که گیاه گندم در رقابت با بیوتیپ مقاوم Ker-2 نسبت به بیوتیپ حساس Ker-1، عملکرد ماده خشک نسبی بالاتری در تراکم‌های ۷۵-۲۵ و ۵۰-۵۰ خردل- گندم داشت و در تراکم ۲۵-۷۵ از خردل-گندم عملکرد نسبی گندم در رقابت با دو بیوتیپ مذکور اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۵).

نتایج (جدول ۵) نیز نشان می‌دهد که در مورد همه‌ی بیوتیپ‌ها، مجموع عملکرد نسبی گندم و بیوتیپ‌های مختلف خردل وحشی در اکثر نسبت‌های خردل-گندم پایین‌تر از یک است که این نتایج حاکی از وجود رابطه‌ی آنتاگونیستی بین بیوتیپ‌های مورد آزمایش خردل وحشی و گندم می‌باشد (Sibony & Rubin, 2003).

نتایج ضریب ازدحام نسبی که معیاری برای ارزیابی قدرت رقابت بیوتیپ‌های حساس و مقاوم میباشد نشان داد که سه بیوتیپ حساس G9، Kh3 و Ker-2 و تنها یک بیوتیپ مقاوم (Ker-1) دارای ضریب بالای یک بودند که نشان-دهندهی قدرت رقابتی بالای این بیوتیپها نسبت به گندم است (O'donovan *et al.*, 1999). نتایج حاکی از برتری معنی‌دار دو بیوتیپ حساس G9 و Kh3 به ترتیب نسبت به دو بیوتیپ مقاوم G3 و Kh5 از نظر ضریب ازدحام بود ولی اختلاف بین دو بیوتیپ مقاوم Ker-2 و حساس Ker-1 از استان کرمانشاه از نظر این صفت معنی‌دار نگردید (شکل ٤).

جدول ۵- مقایسه عملکرد نسبی بر اساس وزن خشک گندم و بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G3، Kh5 و Ker-2) و حساس (G9، Kh3 و Ker-1) به بازدارنده‌های ALS در نسبت‌های مختلف کشت خردل- گندم

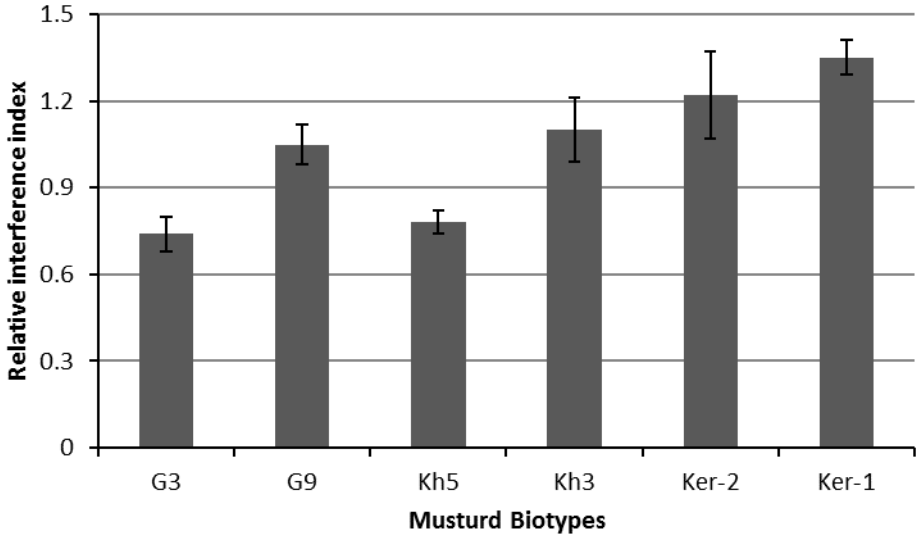
Table 5- Mean comparison of relative yield in wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors and wheat

Wild mustard biotypes	نسبت خردل:گندم Wheat : Mustard	ماده خشک نسبی خردل Mustard relative dry weight	ماده خشک نسبی گندم Wheat relative dry weight	ماده خشک نسبی کل Total relative dry weight
	25:75	0.70 (0.05)*	0.28 (0.07)	0.98 (0.05)
G3	50:50	0.38 (0.03)	0.53 (0.03)	0.91 (0.04)
	75:25	0.16 (0.02)	0.77 (0.04)	0.93 (0.04)
	25:75	0.71 (0.04)	0.19 (0.01)	0.90 (0.05)
G9	50:50	0.44 (0.04)	0.44 (0.02)	0.88 (0.04)
	75:25	0.21 (0.03)	0.67 (0.04)	0.88 (0.06)
	25:75	0.71 (0.13)	0.28 (0.01)	0.99 (0.02)
Kh5	50:50	0.41 (0.04)	0.50 (0.02)	0.90 (0.06)
	75:25	0.18 (0.01)	0.71 (0.06)	0.94 (0.05)
	25:75	0.73 (0.04)	0,27 (0.02)	0.97 (0.02)
Kh3	50:50	0.45 (0.03)	0.52 (0.01)	0.97 (0.01)
	75:25	0.21 (0.03)	0.76 (0.03)	0.99 (0.03)
	25:75	0.69 (0.06)	0.28 (0.06)	0.98 (0.05)
Ker-2	50:50	0.43 (0.03)	0.52 (0.02)	0.95 (0.02)
	75:25	0.20 (0.02)	0.78 (0.02)	0.96 (0.03)
	25:75	0.80 (0.07)	0.19 (0.01)	0.99 (0.03)
Ker-1	50:50	0.54 (0.03)	0.41 (0.03)	0.95 (0.03)
	75:25	0.29 (0.03)	0.76 (0.08)	1.04 (0.04)

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- ازدحام نسبی بیوتیپ‌های خردل وحشی مقاوم (G3، Kh5 و Ker-2) و حساس (G9، Kh3 و Ker-1) به علف‌کش‌های بازدارندهی ALS در رقابت با گندم. خطوط روی ستون‌ها نشان دهندهی میزان خطای استاندارد (SE) است

Figure 4- Relative interference index of wild mustard biotypes resistant (Ker-2, Kh5 and G3) and susceptible (Ker-1, Kh5 and G9) to ALS inhibitors during days after planting (Bars on column is standard error (SE)

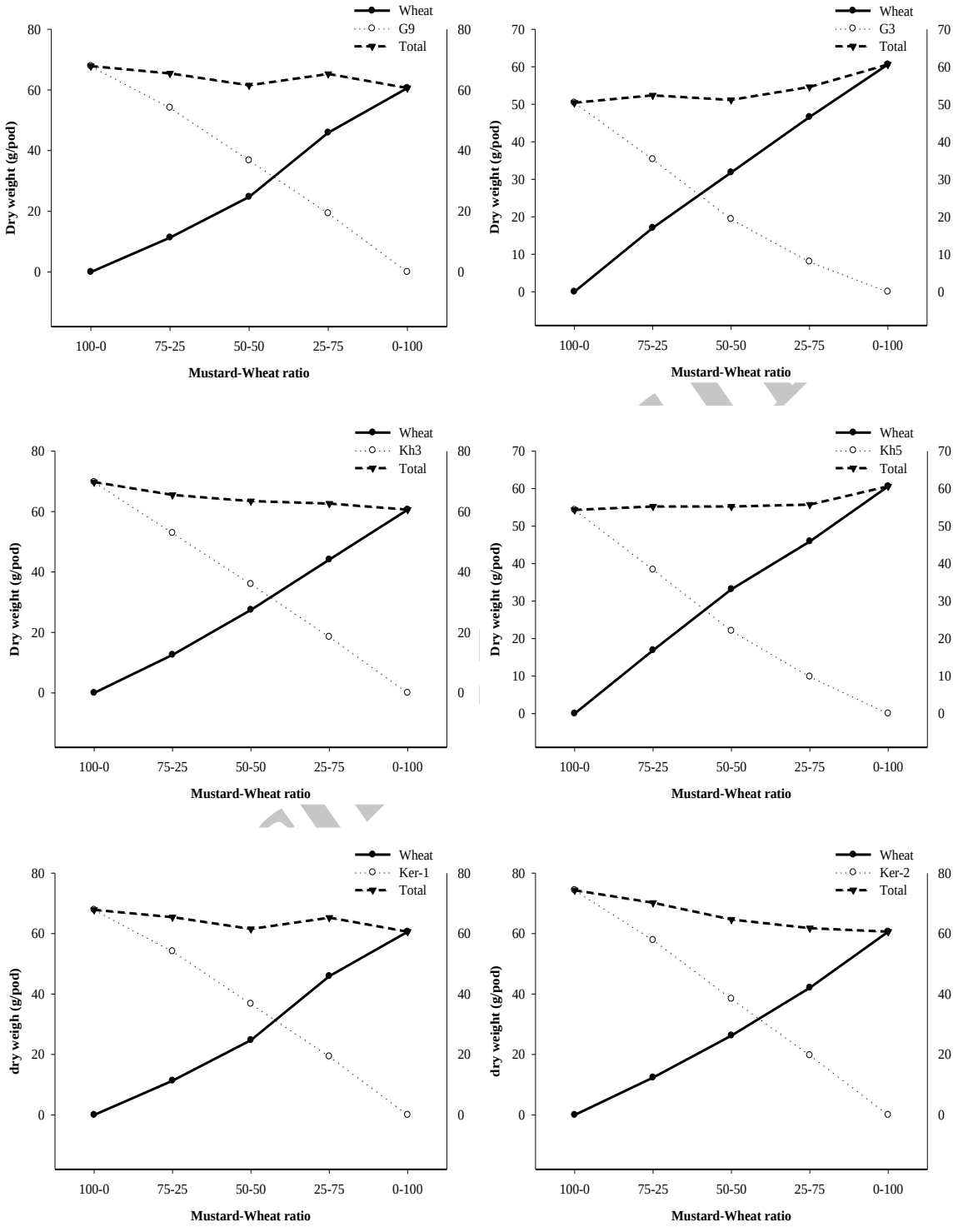
وزن خشک اندام‌هوایی در گلدان: بررسی نتایج آزمایش سری‌های جایگزین نشان می‌دهد که بیوتیپ مقاوم G3 از استان گلستان در شرایط تراکم مساوی با گندم عملکرد پایین‌تری نسبت به این گیاه داشته و ۳۸ درصد از مجموع وزن گندم و خردل را به خود اختصاص دادند. همچنین در تراکم خردل-گندم ۷۵-۲۵ و ۲۵-۷۵ که در آنها به ترتیب ۷۵ و ۲۵ درصد از بوته‌ها را این بیوتیپ خردل تشکیل داده است، تنها ۱۵ و ٦٧ درصد از وزن خشک کل متعلق به خردل بود (شکل ۵). در مورد بیوتیپ حساس G9 نتایج حاکی از قدرت رقابت تقریبا برابر این بیوتیپ با گندم بود و در تراکم‌های ۲۵-۷۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ از خردل- گندم نسبت وزن خشک خردل به کل در هر گلدان به ترتیب ۸۰، ۵۱ و ٢٤ درصد بود (شکل ۵). دو بیوتیپ استان خوزستان نیز رفتار کاملا متفاوتی در رقابت با گندم نشان دادند به طوری‌که در کشت ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ خردل-گندم درصد میزان ماده خشک بیوتیپ مقاوم Kh5 از کل وزن خشک کشت مخلوط به ترتیب ۷۰، ٤٠ و ۱۸ درصد بود، این در حالی است که در رابطه با بیوتیپ حساس Kh3 این مقادیر به ترتیب ۸۱، ۵۷ و ۳۰ درصد بود که نشان از قدرت بالاتر بیوتیپ حساس Kh3 نسبت به بیوتیپ مقاوم Kh5 در رقابت با گندم دارد (شکل ۵). همچنین ارزیابی قدرت رقابت بیوتیپ‌های استان کرمانشاه نشان داد که هر دو بیوتیپ مقاوم Ker-2 و حساس Ker-1 قدرت رقابت تقریبا مشابه با یکدیگر و البته بالاتر نسبت به گندم داشتند به طوریکه در تراکم‌های ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ خردل-گندم، درصد وزن خشک خردل از کل بوته‌های گلدان در مورد بیوتیپ مقاوم Ker-2 به ترتیب ۸۲، ۵۹ و ۳۲ درصد و در مورد بیوتیپ حساس Ker-1 به ترتیب ۸۳، ٦٠ و ۳۲ درصد بود (شکل ۵).

ارتفاع نسبی

از نظر ارتفاع نسبی دو بیوتیپ مقاوم استان‌های گلستان و خوزستان (G9 و Kh3) در نسبت‌های مختلف رقابتی نسبت به کشت خالص عدد یک و بالاتر را نشان دادند اما در مورد دو بیوتیپ حساس Kh5 و G3 ارتفاع نسبی، یک و پایین‌تر بود. در مورد دو بیوتیپ استان کرمانشاه نتایج نشان داد که در بیوتیپ مقاوم Ker-2، ارتفاع نسبی از ۰/۹ تا ۱/۰۵ و در بیوتیپ حساس Ker-1 از ۰/۹ تا ۱/۱ متغیر بود (شکل ٦).

Archive of SID

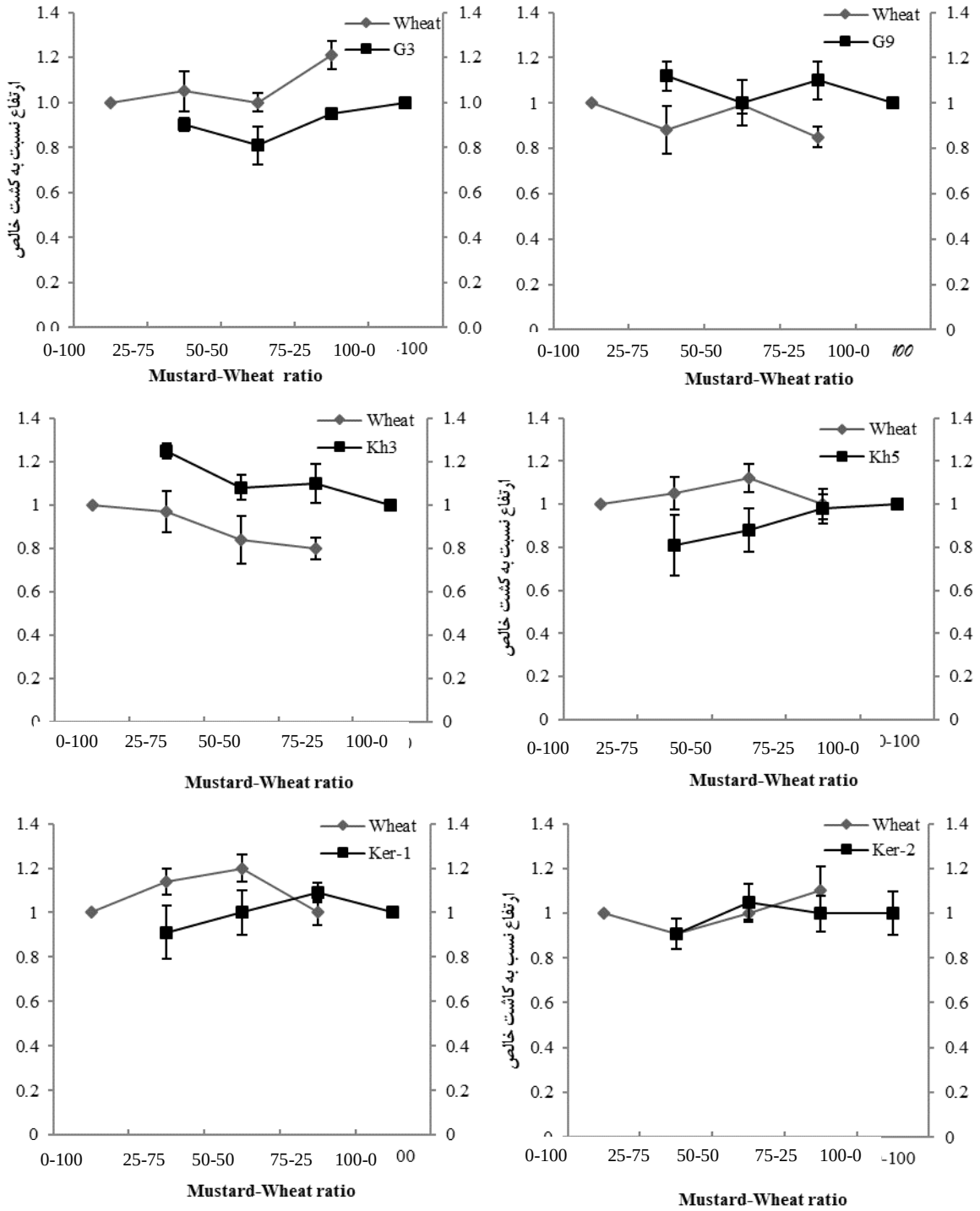
www.SID.ir



شکل ۵- نمودار سری‌های جایگزینی وزن خشک اندام هوایی در گلدان بیوتیپ مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh3 و Ker-1) خردل وحشی در رقابت با گندم

Figure 5- Replacement series diagram of dry weight in pod of wild mustard resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors in competition with wheat

www.SID.ir



شکل ٦- نمودار سری‌های جایگزینی ارتفاع نسبی بیوتیپ‌های مقاوم (G_3، Kh_5 و Ker-2) و حساس (G_9، Kh_3 و Ker-1) خردل وحشی در رقابت با گندم

Figure 6- Replacement series diagram of plant height in pod of wild mustard resistant (Ker-2, Kh_5 and G_3) and susceptible (Ker-1, Kh_5 and G_9) to ALS inhibitors in competition with wheat

www.SID.ir

عملکرد دانه گندم: بالاترین عملکرد دانه گندم در رقابت با خردل در نسبت‌های مختلف در رقابت گندم با بیوتیپ‌های مقاوم G3 و Kh5 دیده شد که نشان از قدرت رقابت پایین بیوتیپ‌های مذکور با گندم دارد. بر اساس نتایج عملکرد دانه گندم در رقابت با بیوتیپ G3 و در نسبت‌های ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ خردل گندم نسبت به کشت خالص، گندم دچار افت ۱۹، ٤۱ و ٦٤ درصدی شد که این درصد کاهش برای رقابت با بیوتیپ G9 بسیار شدیدتر و به ترتیب ۳۱، ٦۰ و ۸۳ درصد بود و بر این اساس در تمامی نسبت‌های کشت، گندم در رقابت با بیوتیپ مقاوم G3 نسبت به بیوتیپ حساس G9 توان بالاتری از نظر تولید دانه داشت (جدول ٦). در مورد بیوتیپ‌های استان خوزستان نیز نتایج نشان داد که در با افزایش درصد خردل در نسبت‌های مختلف خردل گندم، از عملکرد کاسته شد که این افت برای دو بیوتیپ این استان متفاوت بود به طوریکه در شرایط رقابت با بیوتیپ مقاوم Kh5، در نسبت‌های ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ خردل-گندم نسبت به کاشت خالص گندم، عملکرد گیاه گندم به ترتیب با کاهش ۲۲، ٤۱ و ٦۷ روبرو شدکه در مقایسه با شرایط رقابت با بیوتیپ Kh3 که در نسبت‌های فوق دچار افت ۲۸، ۵۷ و ۸۲ درصدی شد حاکی از قدرت رقابت بالاتر و البته خسارتزایی بالاتر بیوتیپ حساس Kh3 نسبت به بیوتیپ مقاوم Kh5 در تمامی نسبت‌های کشت شد (جدول ٦). درصد افت عملکرد دانه گندم در نسبت‌های کشت ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰ و ۲۵-۷۵ خردل-گندم نسبت به کاشت خالص گندم، در رقابت با بیوتیپ مقاوم Ker-2 به ترتیب ۲٦، ٦۱ و ۷۸ درصد و در رقابت با بیوتیپ حساس Ker-1 به ترتیب ۳۱، ٦۲ و ۸۳ درصد بود و نتایج حاکی از عدم معنی‌داری اختلاف عملکرد دانه گندم در رقابت با بیوتیپ‌های Ker-2 و Ker-1 است (جدول ٦).

نتیجه گیری نهایی و بحث: نتایج این تحقیق نشان داد که بیوتیپ‌های مقاوم دو استان خوزستان و کرمانشاه نسبت به بیوتیپ‌های حساس این دو استان از قدرت رشد رویشی پایین‌تری برخوردار بوده و ایجاد مقاومت سبب کاهش معنی‌دار صفات ارتفاع بوته، سطح برگ و ماده خشک نهایی گیاه گردید، اما در رابطه با بیوتیپ‌های استان کرمانشاه نتایج نشان داد که بیوتیپ مقاوم Ker-2 نه تنها در رابطه با وزن خشک و ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری با بیوتیپ حساس Ker-1 نداشتند، بلکه وزن خشک نهایی بیوتیپ مقاوم به صورت معنی‌دار بالاتر از بیوتیپ حساس بود.

همچنین در شرایط رقابت با گندم، قدرت رشد و رقابت دو بیوتیپ مقاوم استان‌های خوزستان و گلستان نسبت به بیوتیپ‌های حساس این دو استان پایین‌تر بود و گندم در رقابت با دو بیوتیپ مقاوم نسبت به رقابت با دو بیوتیپ حساس رشد و عملکرد بالاتری داشت. در رابطه با بیوتیپ‌های استان کرمانشاه نتایج حاکی است که این دو بیوتیپ از نظر توان رقابت با گندم اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته و گندم در رقابت با این دو بیوتیپ پایین‌ترین

جدول ٦- مقایسه عملکرد دانه‌ای گندم در نسبت‌های مختلف خردل-گندم (بیوتیپ‌های G_3، Kh_5 و Ker-2 مقاوم و بیوتیپ‌های G_9، Kh_3 و Ker-1 حساس می‌باشند)

Table 6- Mean comparison of wheat different mustard-Wheat ratio (Ker-2, Kh_5 and G_3 are resistant biotypes and Ker-1, Kh_5 and G_9 are susceptible biotypes)

	Wheat- Mustard ratio			
Biotypes	**25-75**	**50-50**	**75-25**	**100-0**
G3	7.61 (0.67)	12.57 (0.89)	17.36 (1.16)	21.37 (1.23)
G9	3.70 (0.19)	8.95 (1.04)	14.78 (1.43)	21.37 (1.23)
Kh5	7.08 (0.48)	12.68 (0.77)	16.74 (1.55)	21.37 (1.23)
Kh3	3.91 (0.60)	9.26 (0.30)	15.43 (0.95)	21.37 (1.23)
Ker-2	4.64 (0.54)	8.41 (0.92)	15.47 (0.98)	21.37 (1.23)
Ker-1	3.58 (1.01)	8.18 (0.35)	14.83 (1.43)	21.37 (1.23)

*. Number in parenthesis is standard error (SE).

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد را نسبت به شرایط رقابت با سایر بیوتیپ‌ها تولید کرد که دلیل آن را می‌توان در توان رشد بالاتر این دو بیوتیپ نسبت به سایر بیوتیپ‌های مورد بررسی جستجو کرد. بررسی اثر مقاومت به بازدارنده‌های ALS در علف‌هرز *Amaranthus powellii* S.Watson نشان داد که بروز پدیده مقاومت با ساقه‌ها و ریشه‌های نازکتر مرتبط است و باعث کاهش شدید در سطح برگ شده و در نهایت منجر به ٦٧٪ هزینه مقاومت (بیوماس اندام‌های هوایی رویشی) می‌شود (Tardif *et al.*,2006). از طرف دیگر (Park *et al*, 2004)، ضمن بررسی شایستگی و توانایی رقابت بیوتیپ‌های حساس و مقاوم جارو علفی پشمکی (*Bromus* tectorum L.) به بازدارنده‌های ALS گزارش کردند که در شرایط غیر رقابتی در گلخانه، رشد بیوتیپ مقاوم و حساس از نظر وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و ارتفاع گیاه مشابه هم بود. همچنین نتایج آزمایش سری‌های جانشینی نشان داد که تفاوتی بین توانایی رقابتی بیوتیپ‌های مقاوم و حساس از نظر وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ یا ارتفاع گیاه وجود نداشت. (Massinga *et al.*, 2005)، شایستگی نسبی هیبریدهای مقاوم به ایمازاموکس آفتابگردان و آفتابگردان چمنی در آزمایش‌های گلخانه‌ای تحت شرایط غیررقابتی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش نشان داد که سرعت فتوسنتز آفتابگردان چمنی حساس کمی بیشتر از گیاهان مقاوم است. اما سرعت رشد نسبی، سرعت آسیمیلاسیون خالص، سطح برگ و کل وزن خشک بیوتیپ‌های حساس و مقاوم آفتابگردان معمولی و چمنی مشابه هم بودند.

بر اساس نتایج در بین بیوتیپ‌های مقاوم مورد بررسی، بیوتیپ مقاوم استان کرمانشاه Ker-2 دارای توان رقابتی بسیار بالا بوده و برای مبارزه با آن نیاز به استفاده از روش‌های جایگزین می‌باشد، اما در رابطه با بیوتیپ‌های مقاوم دو استان گلستان و خوزستان شامل G3 و Kh5 نتایج نشان از شایستگی بسیار پایین این دو بیوتیپ دارد و بر این اساس استفاده از بازدارنده‌های ALS کماکان در مبارزه با آن‌ها از کارایی لازم برخوردار است زیرا در صورت افزایش جمعیت این دو توده‌ی مقاوم علف‌هرز به دلیل پایین بودن توان رشد، توان رقابت با گندم را ندارد.

تفاوت شایستگی گونه‌های هرز مقاوم وحساس عامل مهمی برای پیش‌بینی تکامل مقاومت به علف‌کش است. درصورت حذف فشار گزینش علف‌کش، اگر شایستگی گیاهان مقاوم کمتر از گیاهان حساس باشد، با گذشت زمان گیاهان حساس یک جمعیت جایگزین گیاهان مقاوم می‌شوند (Wiederholt & Stoltenberg, 1996A) در این صورت پس از وقوع مقاومت در جمعیت علف‌هرز برای کاهش مقاومت جای امیدواری وجود دارد (Zand & Beckie, 2002). اما اگر این اختلافات قابل توجه یا قابل استفاده نباشند، فراوانی بوته‌های مقاوم در جمعیت احتمالا کاهش نخواهد یافت، در این صورت مدیریت بلند مدت گیاهان مقاوم نیازمند اتخاذ راهبردهایی است که موجب کاهش شدت گزینش که برای گیاهان مقاوم مطلوب است و همچنین تلفیق راهبردهای مدیریتی دیگر است. این راهبردها شامل کاربرد منطقی علف‌کش، بهره برداری از جنبه‌های بیولوژیکی منحصر به فرد علف‌های‌هرز مقاوم و دست‌کاری سیستم‌های زراعی به منظور به حداکثر رساندن اثربخشی مدیریت شیمیایی و غیرشیمیایی علف‌کش است (Wiederholt & Stoltenberg, 1996B).

با توجه به قدرت بالای بیوتیپ مقاوم Ker-2 از نظر رشد و رقابت با گندم و عدم تاثیرگذاری منفی مقاومت بر شایستگی این بیوتیپ، به نظر می‌رسد استفاده از علف‌کش‌هایی از سایر خانواده‌ها و یا استفاده از سایر روش‌های مبارزه با علف‌های‌هرز بایستی به عنوان اقدامی موثر در جلوگیری از توسعه‌ی این بیوتیپ مقاوم مدنظر قرار گیرد. از راهکارهای مدیریت علف‌کش‌ها می‌توان به استفاده از علف‌کش‌هایی با محل عمل متفاوت جهت تاخیر انداختن مقاومت (Legleiter Weersink *et* ; Norsworthy *et al.*, 2009, &; Neve, 2008; *al.*, 2005)، استفاده از مخلوط علف‌کش‌ها با محل عمل متفاوت به صورت همزمان، استفاده از علف‌کش‌های پس

Archive of SID

www.SID.ir

رویشی با محل عمل یکسان با فاصله زمانی مناسب، استفاده از علف‌کش‌های پیش رویشی با بقایای بالا و پس از آن استفاده از علف‌کش‌های پس رویشی در یک محصول و در نهایت استفاده از تناوب علف‌کش‌ها با محل عمل متفاوت در طی سالیان متفاوت (Vencill *et al.*, 2012; Beckie *et al.*, 2004; Powles, 2008). کاهش استفاده از علف‌کش‌های با استفاده از علف‌کش‌ها و سم‌پاش‌ها با حداکثر کارایی (Wilson *et al.*, 2008; Sammons *et al.*, 2007)، عاری از علف‌هرز و بذر علف‌هرز بودن وسایل و ماشین‌آلات کشاورزی در حین انتقال از یک مزرعه به مزارع دیگر و عاری بودن نهاده‌ها از بذر و اندامهای قابل رشد علف‌های‌هرز مقاوم (Norsworthy *et al.*, 2009) و استفاده از دیگر روش‌های مدیریتی جهت جلوگیری یا کاهش استفاده از علف‌کش که خود از توسعه‌ی مقاومت جلوگیری می‌کند، همگی از جمله اصول مدیریتی موثر و کارآمد در کنترل مقاومت به علف‌کش‌ها است (Vencill *et al.*, 2012).

منابع

Anderson, D.D., Highly, L.G., Martin, A.R. and Roeth, F.W. 1996. Competition between triazine-resistant and susceptible common waterhemp (*Amaranthus rudis*). Weed Sci. 44:853-859.

Beckie, H.J., Hall, L.M., Meers, S., Laslo, J.J. and Stevenson, F.C. 2004. Management practices influencing herbicide resistance in wild oat. Weed Technol. 18:853-859.

Benakashani, 2011. Evaluation molecular basis and fitness of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) biotypes resistant and susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase. PhD thesis, Agriculture College, The University of Tehran. 152 Pp. (In Persian with English summary)

Friesen, L.J.S., Ferguson, G.M. and Hall, J.C. 2000. Management strategies for attenuating herbicide resistance: untoward consequences of their promotion. Crop Protect. 19:891-895.

Heap, I. 2015. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Wednesday, December 03, 2014. Available www.weedscience.org

Jasieniuk, M., Brule-Babel, A.L. and Morrison, I.N. 1996. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. Weed Sci. 44:176-193.

Jordan, N., Kelrick, M., Brooks, J. and Kinerk, W. 1999. Biorational management tactics to select against triazine-resistant Amaranthus hybridus: a field trial. J. Applied Ecology, 36:123-132.

Legleiter, T. R. and Bradley, K. W. 2008. Glyphosate and multiple herbicide resistance in common waterhemp (Amaranthus rudis) populations from Missouri. Weed Sci. 56:582–587.

Lotfifar, O., Allahdadi, I., Zand, E., Akbari, Gh.A. 2013. Investigation of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.) Biotypes Resistance to the Acetolactate Synthase Inhibitors of Khoozestan, Gorgan and Kermanshah Wheat Field. Iranian Weed Sci. 9: 39-53. (In Persian with English summary)

Massinga, R.A., Al-Khtib, K.P., Amand, S.T. and Miller, J.F. 2005. Relative fitness of imazamox-resistant common sunflower and prairie sunflower. Weed Sci. 53:166-175.

Minbashi, M., Baghestani, M.A., Rahimi, H. and Aleefard, M. 2008. Weed mapping for irrigated wheat fields of Tehran province using Geographic Informayion System (GIS). Iranian J. Weed Sci. 4: 97-118. (In Persian with English summary)

Neve, P. 2008. Simulation modeling to understand the evolution and management of glyphosate resistance in weeds. Pest Manag. Sci. 64:392–401.

Neve, P., diggle, A.J., Smith, F.P. and Powles, S.B. 2003. Simulating evolution of glyphosate resistancein *Lolium rigidum* I: population biology of a rare resistance trait. Weed Res. 43:404-417.

Norsworthy, J. K., K. L. Smith, L. E. Steckel, and C. H. Koger. 2009. Weed seed contamination of cotton gin trash. Weed Technol. 23:574–580.

Norsworthy, J. K., P. Neve, K. L. Smith, C. Foresman, L. Glasgow, and I. A. Zelaya. 2008. Use of a model to develop practical solutions for reducing risks of glyphosate-resistant Palmer amaranth in cotton. Fayetteville, AR: Arkansas Agric. Exp. Sta. Res. Ser. 573:97–102.

O,donovan, J.T., Newman, J.C., Blachshaw, R.E., Harker, K.N., Derksen, D.A. and Thomas, A.G. 1999. Growth, competitiveness and seed germination of triallat/difenzoquat-susceptible and

Archive of SID

www.SID.ir

resistant wild oat populations. Canadian J. Plant Sci. 79. 303-312

Park, K.W., Mallory-Smith, C.A., Ball, D.A., 2004. Ecological fitness of acetolactate synthase inhibitor–resistant and –susceptible downy brome (*Bromus tectorum*) biotypes. Weed Sci. 52:768–773.

Powles, S. B. and Q. Yu. 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. Annu. Rev. Plant Biol. 61:317–347.

Powles, S.B. 2008. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. Pest Manag. Sci. 64: 360–365.

Retrum, J. and Forcella, F. 2002. Giant foxtail (*Setaria faberi*) seedling assay for resistance to sethoxydim. Weed Technol. 16:464-466.

Sammons, R. D., Herring, D. C., Dinicola, N., Glick, H. and Elmore, G.A. 2007. Sustainability and stewardship of glyphosate and glyphosate-resistant crops. Weed Technol. 21:347–354.

Sibony, M. and Rubin, B. 2003. The ecological fitness of ALS-resistant *Amaranthus retroflexus* and multiple-resistant *Amaranthus blitoides*. Weed Res. 43:40-47.

Tardif, F.J., Rajcan, I. and Costea, M. 2006. A mutation in the herbicide target site acetohydroxyacid synthase produces morphological and structural alterations and reduces fitness in *Amaranthus powellii*. New Phytologist. 169:251-264.

Tian, D., Traw, M.B., Chen, J.Q., Kreitman, M. and Bergelson, J. 2003. Fitness costs of R-gene-mediated resistance in Arabidopsis thaliana. Nature. 423:74-77.

Vencill W.K., Nichols R.L., Webster T.M., Soteres J.K., Mallory-Smith C., Burgos N.R., Johnson W.G., and McClelland M.R. 2012. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. Weed Sci. 60:2-30.

Vila-Aiub, M.M., Neve, P. and Powles, S.B. 2009. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. New Phytologist. 184:751-767.

Walsh, M.J. and Powles, S.B. 2007. Management strategies for herbicide-resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. Weed Technol. 21:332-338.

Weersink, A., Llewellyn, R. S., and Pannell, D. J. 2005. Economics of preemptive management to avoid weed resistance to glyphosate in Australia. Crop Prot. 24:659–665.

Wiederholt, R.J. and Stoltenberg, D.E. 1996 A. Absence of differential fitness between giant foxtail (*Setaria faberi*) accessions resistant and susceptible to acetl coenzyme A carboxylase inhibitors. Weed Sci. 44:18-24.

Wiederholt, R.J. and Stotenberg, D.E. 1996 B. Similar fitness between large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accessions resistant or susceptible to Acetyl-CoA Carboxilase inhibitors. Weed Technol. 10:42-49.

Wilson, R. S., M. A. Tucker, N. H. Hooker, J. T. LeJune, and D. Doohan. 2008. Perceptions and beliefs about weed management: Perspectives of Ohio grain and produce farmers. Weed Technol. 22:339–350.

Zand, E. and Baghestani, M.A. 2002. Resistant of weed to herbicide. Jahad daneshgahi of Mashhad Press. 176 Pp.

Zand, E. and Beckie, H.J. 2002. Competitive ability of hybrid and open-pollinated canola (Brassica napus) with wild oat (*Avena fatua*). Canadian J plant sci. 82:473-480. (In Persian with English summary)

Zand, E., Baghestani, M.A., Mousavi, S.K. Oveisi, M., Ebrahimi, M., Rastgoo, M. and Labbafi Hoseinabadi, M.R. 2008. Weed Management Guide. Jahade Daneshgahi of Mashhad Press. (In Persian with English summary)

Archive of SID

www.SID.ir

Study Fitness of Resistant and Susceptible Biotypes of Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Biotypes to Acetolactate Synthase (ALS) Inhibitor in Competition and Non-Competition with Wheat

Omid Lotfifa[1*], Iraj Allahdadi [2], Eskandar Zand[3], Gholam Abbas Akbari[4] and SamanehMottaghi[5]

1 and 5- Assistant professor, Agriculture Department. Payam Noor University, Tehran, Iran 2 and 4- Professor and Association professor, Abooreyhan Campus, The University of Tehran, Tehran, Iran 3- Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

This research was conducted to study the relative fitness of wild mustard biotypes of Khoozestan, Golestan and Kermanshah provinces that are resistant to Acetolactate Synthase (ALS) Inhibitors. Green-house experiments were conducted in two parts. In the first part, plant dry matter, leaf area and plant height change of resistant and susceptible biotypes of each province were compared under no competition with wheat condition. In the second part, growth ability of resistant and susceptible biotypes of each province, growth ability and yield of wheat were studied under competition conditions. According to the results, resistant biotype Ker-2 had significantly higher than susceptible biotype Ker-1, but there was no significant difference between them on the point of final height and dry weight per plant. Resistant biotypes of Golestan and Khoozestan (Kh5 & G3) were lower than susceptible biotypes of these provinces (Kh3 & G9) on the point of mentioned three criteria, significantly under competition with wheat condition. Resistant biotypes of Ker-2 and susceptible biotypes of Ker-1 had no significant difference on the point of ability of competition with wheat. Relative interference index of the two biotypes of Kermanshah were not significantly, different. Finally, difference of growth and yield of wheat were not significant in competition with these two biotypes. According to the results of Golestan and Khoozestan, susceptible biotypes of them (Kh3 & G9) had significantly higher growth and interference index than resistant biotypes (Kh5 & G3) in competition with wheat. Also, wheat had higher grain growth and yield in competition with resistant biotypes rather than susceptible biotypes. Finaly, results showed that among the three resistant biotypes, only Ker-2 had the same competition and growth ability to susceptible biotypes. Therefor it, could disperse rapidly and make high interference due to its resistance to ALS inhibitors.

Key words: Acetolactate Synthase (ALS) Inhibitors, Competition, Fitness, Interference Index, Wild Mustard

Archive of SID

www.SID.ir