

## تعیین توانایی رقابتی چند گونه علف‌هرز رایج در گندم (*Triticum aestivum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.)

### Evaluation of competition ability of some common weed species in wheat (*Triticum aestivum* L.) and canola (*Brassica napus* L.)

بیژن سعادتیان<sup>۱\*</sup>، فاطمه سلیمانی<sup>۲</sup>، گودرز احمدوند<sup>۳</sup>

#### چکیده:

طی چهار آزمایش مجزا، رقابت تراکم‌های مختلف چاودار (*Secale cereale*) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) با گندم (رقم سایسون)، همچنین تداخل سیرسیوم کانادایی (*Cirsium arvensis*) و خردل وحشی با کلزا (رقم اوکاپی) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. مدل هذلولی راست گوشه، روند کاهش عملکرد هر دو گیاه زراعی را نسبت به تراکم و وزن خشک علف‌هرز به خوبی توصیف کرد. افزایش وزن خشک هر سه گونه علف‌هرز نسبت به تراکم آنها در واحد سطح، به صورت خطی بود. در شرایط تداخل با گندم، شیب اولیه کاهش عملکرد (پارامتر I) و آستانه خسارت اقتصادی (ET) ناشی از رقابت علف‌هرز خردل وحشی نسبت به گونه باریک برگ چاودار به ترتیب بیشتر و کمتر بود. اثر بازدارندگی علف‌هرز سیرسیوم بر کلزا نسبت به خردل وحشی بیشتر بود و آستانه خسارت اقتصادی کمتری داشت. افزایش وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی در واحد سطح به ازای هر بوته آن، در رقابت با کلزا کمتر از گندم بود. همچنین ET این علف‌هرز در گندم بیشتر از کلزا به دست آمد. به جز آزمایش تداخل سیرسیوم با کلزا، در سایر موارد هنگامی که وزن خشک علف‌هرز به عنوان معیار سنجش افت عملکرد محصول قرار گرفت، ضریب تبیین بالاتر و میانگین مربعات باقیمانده کمتری نسبت به تراکم علف‌هرز حاصل شد. این یافته‌ها نشان داد که وزن خشک علف‌هرز در مقایسه با تراکم آن، در بیشتر مواقع نماینده بهتری از قدرت رقابتی و اثرات مخرب علف‌هرز بر گیاه زراعی است. همچنین گونه پهن برگ خردل وحشی در تداخل با گندم رقابتی تر از چاودار بود. اما در تداخل با کلزا، قدرت رقابتی کمتری در مقایسه با گونه پهن برگ سیرسیوم نشان داد.

واژه‌های کلیدی: چاودار، سیرسیوم، خردل وحشی، کاهش عملکرد.

#### مقدمه

(Pester et al., 2000; White et al., 2006).

اثرات منفی تداخل علف‌هرز به خصوصیات گیاه

زراعی و گونه‌هرز بستگی دارد (Regnier and

Stoller, 1989; Daugovish et al., 2002;

رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز بر سر

منابع مشترک، یکی از موضوعات مهم کشاورزی و

تهدیدی جدی برای تولید محصول به شمار می‌رود

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱

۱- دانشجوی دکترای زراعت دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی دکترای زراعت دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا همدان

\*- نویسنده مسئول: Email: b.saadatian@gmail.com

بوته‌های علف‌هرز چاودار وحشی نسبت به تک بوته‌های علف‌های هرز چچم (*L. multiflorum* Lam.)، بروموس چاوداری (*Bromus secalinus* L.)، مادر گندم (*Aegilops cylindrica*) و یولاف وحشی دارای قدرت رقابتی بالاتری بود. همچنین تحقیقات انجام شده بین سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ میلادی نشان داد که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع هر یک از علف‌های هرز چاودار وحشی، چچم و علف پشمکی به ترتیب عملکرد گندم را ۹۵، ۶۵ و ۴۰ درصد کاهش داد (White et al., 2006). محققان در بررسی تداخل سه گونه علف‌هرز زانتیوم (*Xanthium strumarium* L.)، برگ مخملی و تاتوره با گیاه زراعی سویا بیان داشتند که علف‌هرز توق به دلیل تولید سطح برگ بیشتر در کانوپی مخلوط و توزیع بهتر آن در لایه‌های کانوپی نسبت به دو گونه دیگر، رقیب قوی‌تری برای گیاه زراعی بوده است (Regnier and Stoller, 1989). از این رو به نظر می‌رسد که تفاوت‌های ساختار کانوپی و خصوصیات رشدی گونه‌های هرز نقش مهمی در اختلاف رقابتی بین گونه‌ای خواهد داشت.

امروزه کمیّت سازی روابط رقابتی و استفاده از آن‌ها به منظور مدیریت علف‌های هرز گسترش یافته است و نقش مدل‌های تجربی در توصیف روند تغییرات صفات گیاهی تحت تاثیر رقابت و استفاده از پارامترهای تخمینی حاصل از آن‌ها به منظور تعیین بازه اقتصادی مطلوب جهت مدیریت و کنترل علف‌هرز بسیار حائز اهمیت است (Wilkerson et al., 2002). مدل هذلولی کاهش عملکرد (Cousens, 1985) در این بین

Bensch et al., 2003; Conley et al., 2003; Eslami et al., 2006). همچنین گونه‌های مختلف علف‌هرز اثر قدرت رقابتی یکسانی بر عملکرد گیاه زراعی ندارند (Cowan et al., 1998; Bensch et al., 2003; Deines et al., 2004; Liphadzi and Dille, 2006; Montazeri, 2006; Hock et al., 2006; Everman et al., 2008). برای مثال، تراکم یک بوته در مترمربع علف‌های هرز تاتوره (*Datura stramonium*) (Scott et al., 2000)، برگ مخملی (*Abutilon theophrasti*) (Bailey et al., 1999) و کروتون (*Croton glandulosus*) (Askew and Wilcut, 2001) عملکرد وش پنبه (*Gossypium hirsutum*) را به ترتیب ۶۵، ۴۲ و ۳۰ درصد کاهش داد. همچنین در یک سری آزمایشات، نتایج نشان داد که علف‌هرز دم روباهی کبیر (*Setaria faberi*) نسبت به سلمه تره (*Chenopodium album*) در تداخل با سویا (*Glycine max*) از قدرت رقابتی بیشتری برخوردار بود (Conley et al., 2003). مطالعات صورت گرفته بر روی علف‌های هرز چاودار وحشی و لولیوم سخت (*Lolium rigidum*) حاکی از قدرت رقابتی ۱۰ برابری چاودار وحشی نسبت به گونه هرز دیگر در تراکم مشابه بود (White et al., 2006). بررسی اثر رقابت سه گونه علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena fatua*)، فالاریس بذر کوچک (*Phalaris minor*) و خردل وحشی بر گندم، حاکی از تفاوت بین گونه‌های هرز از نظر میزان خسارت در تراکم‌های یکسان بود و خردل وحشی نسبت به یولاف وحشی رقابتی‌تر بود (Montazeri, 2006). طی آزمایشات انجام شده در اکلوهامای امریکا، تک

۱۳۸۷ انجام شد. کاشت بذور گیاهان به صورت دستی صورت گرفت. تراکم گندم ۴۵۰ بوته در مترمربع و کرت‌های آزمایشی در ابعاد ۶×۱/۸ متر با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در آزمایش اول کاشت بذر علف‌هرز چاودار وحشی به ترتیب با تراکم‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع، همزمان با گیاه زراعی انجام شد. در آزمایش دوم، بذر علف‌هرز خردل وحشی پس از اختلات با ماسه نرم با توجه به درصد سبزشدگی، بر حسب تراکم‌های هدف ۰، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع در داخل کرت‌های گندم، پاشیده شد. طی چندین نوبت در اوایل فصل رشد، با کودادرات ۱×۱ متر، تعداد بوته‌های علف‌هرز در واحد سطح شمارش و در صورت نیاز، عملیات تنک برای رسیدن به تراکم‌های هدف هر دو گونه علف‌هرز مورد نظر، انجام شد.

قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶٪ نیتروژن) در هکتار و ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (۴۶ درصد  $P_2O_5$ ) در هکتار همراه با عملیات آماده‌سازی زمین به خاک مزرعه اضافه شد. در اوایل بهار همراه با شروع رشد سریع گندم، میزان ۷۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار به صورت سرک مصرف شد. در پنجم تیرماه همزمان با رسیدگی کامل گندم، از هر کرت آزمایشی با کودادرات یک متر مربعی (۱×۱) نمونه‌برداری انجام شد. پس از جداسازی بذر علف‌هرز و دانه گندم، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و توزین شدند.

اثر رقابت دو گونه علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی و سیرسیوم بر گیاه کلزا، طی دو آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. در هر دو آزمایش، کلزا

نقش بسزایی در گسترش تعاریف آستانه‌های مرتبط با سود و زیان اقتصادی داشته است. مقدار آستانه خسارت اقتصادی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله قیمت محصول در شرایط عاری از بذر علف‌هرز و میزان افت زایشی از آلودگی به بذر علف‌های هرز، هزینه‌های کنترل علف‌های هرز نظیر قیمت علف‌کش و هزینه‌های کاربرد آن (Askew and Wilcut, 2001) و گونه گیاه زراعی و علف‌هرز می‌باشد (Onofri and Tei, 1994; Jones and Meed, 2000).

با توجه به اهمیت شناخت توانایی رقابتی علف‌های هرز و تاثیر اقتصادی آنها در هر منطقه، پژوهش حاضر به منظور تعیین قدرت رقابتی چند گونه‌هرز رایج مزارع گندم و کلزا همزمان انجام شد و آستانه خسارت اقتصادی هر یک از گونه‌های هرز نیز محاسبه گردید. همچنین مقایسه گونه‌های هرز از نظر رقابتی و آستانه خسارت اقتصادی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

آزمایشات طی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همزمان اجرا شد. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی سیلتی، با pH ۷/۵ و ۱/۲۸ درصد ماده آلی بود. میانگین بارندگی سالانه محل آزمایش بر طبق آمار ۳۰ ساله هواشناسی ۳۵۰ میلی‌متر بود.

به منظور بررسی اثر رقابت دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ بر عملکرد گندم رقم سائسون، دو آزمایش مجزا در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عملیات کاشت هر دو آزمایش در ۲۰ مهرماه سال

رقم اوکایی با تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در ۱۶ شهریور ماه سال ۱۳۸۷ کشت شد. بذور خردل وحشی مخلوط شده با ماسه نرم با تراکم‌های هدف ۰، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع در کرت‌هایی به مساحت ۱۰/۸ (۱/۸×۶ متر) مترمربع پاشیده شد. این آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، انجام شد. مشابه طرح گندم، شمارش بوته‌های علف‌هرز و عملیات تنک آن در اوایل فصل رشد انجام گرفت.

برای بررسی رقابت سیرسیوم با کلزا، یک قطعه آلوده به این علف‌هرز در فاصله ۲۰ متری از طرح کلزا و خردل وحشی انتخاب و کلزا با تراکم ذکر شده در آزمایش قبل، در مساحتی معادل ۱ هکتار کشت شد.

کلیه عملیات زراعی شامل تاریخ کاشت، کود دهی و مبارزه با آفات در دو آزمایش یکسان بود. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و ۷۵ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار قبل از کاشت کلزا با خاک مخلوط شد. در اوایل ساقه‌روی و گل‌دهی کلزا، طی دو نوبت ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره به صورت سرک مصرف گردید.

در پایان فصل رشد کلزا، با کوادرات‌هایی به ابعاد ۱×۱ متر از کرت‌های مربوط به آزمایش تداخل خردل وحشی نمونه‌برداری انجام شد. از قطعه زمین دارای تراکم‌های طبیعی سیرسیوم، ۲۴ نمونه با کوادرات ۱×۱ از سطح مزرعه به صورت تصادفی برداشت و پس از شمارش تعداد بوته علف‌هرز و جداسازی آن از کلزا، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. مانند آزمایش‌های گندم، عملکرد دانه کلزا و بیومس علف‌های‌هرز خردل

وحشی و سیرسیوم به دست آمد. درصد کاهش عملکرد در کرت‌های آلوده به علف‌هرز از معادله ۱ حاصل شد.

$$YL = \frac{Y_{wf} - Y_w}{Y_{wf}} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله YL: درصد کاهش عملکرد محصول گیاه زراعی مورد نظر،  $Y_{wf}$ : میانگین عملکرد محصول در شرایط خالص،  $Y_w$ : عملکرد در شرایط تداخل با علف‌هرز است.

برای تخمین کاهش عملکرد گیاه زراعی نسبت به تراکم و بیومس علف‌هرز در واحد سطح، از معادله ۲ (Cousens, 1985) استفاده شد.

$$YL = \frac{I \cdot D_s}{1 + \frac{I \cdot D_s}{A}} \quad \text{معادله (۲)}$$

در این معادله YL: درصد کاهش عملکرد تخمینی،  $D_s$ : تراکم (بوته در مترمربع) یا بیومس علف‌هرز مورد نظر (گرم در مترمربع)، I: درصد کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی هنگامی که تراکم یا وزن خشک علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند (شیب اولیه مدل)، A: حداکثر کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی در تراکم یا بیومس بالای علف‌هرز (مجانب افقی) است.

آستانه خسارت اقتصادی هر یک از علف‌های هرز در گیاهان زراعی گندم و کلزا توسط معادله ۳ به دست آمد (O'Donovan, 1991).

$$ET = \frac{C}{\frac{I \times Y_{wf} \times P}{100} - \frac{I \times C}{A}} \quad \text{معادله (۳)}$$

در این معادله، ET: آستانه خسارت اقتصادی علف‌هرز بر حسب بوته در مترمربع، P: قیمت هر کیلوگرم محصول مورد نظر بر حسب ریال، C:

(Everman et al., 2008). مقدار شیب کاهش عملکرد دانه گندم رقم سایسون در تراکم‌های اولیه (پارامتر I) دو گونه علف‌هرز چاودار و خردل وحشی به ترتیب ۱/۲۵ و ۲/۳۲ درصد به دست آمد (جدول ۱). همچنین هنگامی که وزن خشک علف-هرز به عنوان شاخص سنجش کاهش عملکرد گندم مورد استفاده قرار گرفت، نتایج نشان‌دهنده برتری رقابتی و خسارت‌زایی بیشتر علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی نسبت به گونه باریک برگ چاودار در تداخل با گندم بود. به طوری که شیب اولیه مدل کاهش عملکرد به ازای تولید هر گرم ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی ۱/۹ برابر چاودار وحشی بدست آمد (جدول ۱).

هر چند در این تحقیق تراکم‌های مورد بررسی چاودار ۲/۵ برابر خردل وحشی بود و به سبب آن گونه باریک برگ وزن خشک بالاتری در واحد سطح داشت، با این حال خسارت خردل وحشی بر تولید دانه گندم در همه سطوح تراکم و وزن خشک آن، بیشتر از چاودار وحشی بود (شکل‌های ۱ و ۲). از این رو به نظر می‌رسد که وزن خشک علف‌هرز تنها فاکتور تعیین کننده رقابتی نبوده و سایر عوامل دیگر نیز در آن دخیل می‌باشند (Saadatian et al., 2012).

نتایج مطالعات پژوهشگران نشان داد که در سال‌ها و مکان‌های مختلف، شیب اولیه کاهش عملکرد سویا در تداخل با علف‌هرز پهن برگ آمارانتوس، بین ۳/۴ تا ۲۰/۱ درصد بود. درحالی که مقدار آن برای گیاه زراعی مزبور در رقابت با علف‌هرز باریک برگ سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در محدوده‌ای از ۰/۷ تا ۴/۸ درصد قرار داشت

هزینه کنترل علف‌هرز مورد بررسی (شامل هزینه سم و کاربرد آن) و  $Y_{mf}$ : میانگین عملکرد دانه گیاه زراعی بر حسب کیلوگرم در هکتار بود. برای کنترل علف‌های هرز چاودار، خردل وحشی و سیرسیوم به ترتیب علف‌کش‌های کلودینافاپ پروپارجیل<sup>۱</sup>، تراپینورون و کلوپیرالید<sup>۲</sup> پارامترهای I و A نیز از معادله ۲ به دست آمد. برای مقایسه و انتخاب بهترین شاخص از بین تراکم و بیومس علف‌هرز، از ضریب تبیین ( $R^2$ ) و باقیمانده میانگین مربعات مدل (RMS) استفاده شد.

### نتایج و بحث

با توجه به ضریب تبیین ( $R^2$ ) بالا و میانگین مربعات باقیمانده (RMS) کم مدل هذلولی راست گوشه، هر دو شاخص تراکم و بیومس علف‌هرز به خوبی توانستند اثر رقابت گونه‌هرز را بر افت عملکرد گیاه زراعی توصیف کنند (جدول ۱). خطای استاندارد (SE) به دست آمده در جدول ۱، کمتر از نصف مقادیر پارامترهای تخمینی بود. در نتیجه با توجه به نظر کوتسویانیس (Koutsoyianis, 1973) تمامی پارامترهای این تحقیق از درجه اعتبار لازم برای استناد برخوردار بودند.

با توجه به این که در غالب موارد آستانه خسارت اقتصادی تداخل علف‌هرز با محصولات زراعی در تراکم‌های پایین آن حادث می‌گردد، لذا شیب اولیه کاهش عملکرد گیاه زراعی (پارامتر I) بسیار مهم است و فاکتوری تعیین کننده برای نشان دادن پتانسیل رقابت با علف‌هرز به شمار می‌رود

<sup>1</sup> - Clodinafop- propargyl

<sup>2</sup> - Colopiralide

افزایش تراکم آن‌ها در مزرعه است. نتایج مشابهی نیز توسط محققان دیگر گزارش شده است (O'Donovan, 1991; Cowan *et al.*, 1998; Pester *et al.*, 2000; Bensch *et al.*, 2003; Eslami *et al.*, 2006). احتمالاً رشد سریع، توزیع بهتر لایه‌های کانوپی و در نتیجه بهره‌برداری موثرتر از منابع مشترک، موجب شده که علف‌هرز خردل وحشی نسبت به گونه باریک برگ چاودار وحشی خسارت بیشتری بر عملکرد گندم داشته باشد (Saadaian *et al.*, 2012).

عملکرد دانه کلزا به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز سیرسیوم (پارامتر I) کاهش ۱۹/۹ درصدی را به همراه داشت. در حالی که این پارامتر در شرایط تداخل با خردل وحشی تنها ۱/۲۶ درصد بود (جدول ۱). با برآزش داده‌های کاهش عملکرد کلزا به وزن خشک علف‌هرز در واحد سطح نیز پارامتر I مدل در شرایط تداخل با سیرسیوم نسبت به شرایط رقابت با خردل وحشی ۷/۹ برابر بیشتر بود (جدول ۱). حداکثر افت تخمینی کلزا در رقابت با هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ، بیش از ۹۵ درصد برآورد گردید (جدول ۱) که نشان‌دهنده پیش‌بینی زیان نزدیک به ۱۰۰ درصدی محصول در آلودگی‌های شدید این دو گونه علف‌هرز است.

در مطالعات چند ساله، میانگین شیب اولیه کاهش عملکرد گیاه ذرت در تداخل با علف‌های هرز آفتابگردان و سورگوم به ترتیب ۴۹/۲ و ۴/۲ درصد برآورد گردید، و براساس شیب اولیه تخمینی، یک بوته آفتابگردان ۱۱ بار رقابتی‌تر از سورگوم بود (Deines *et al.*, 2004). در یک سری آزمایشات انجام شده، تداخل علف‌های هرز آفتابگردان، برگ مخملی، زانتیوم و آمارانتوس

(Cowan *et al.*, 1998). همچنین در تحقیقی دیگر، قدرت رقابتی گونه پهن برگ آفتابگردان (*Helianthus annuus*) در تداخل با ذرت بیشتر از سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor*) برآورد گردید (Deines *et al.*, 2004). در تایید گزارش فوق، آزمایشات انجام شده در دو مکان مختلف نشان داد که مقدار پارامتر I عملکرد دانه ذرت در تداخل با آفتابگردان در دو منطقه متفاوت ۶ تا ۱۰ بار بیشتر از رقابت با سورگوم بود (Bensch *et al.*, 2003). در ادامه، یافته‌های پژوهش انجام گرفته در ایران نشان داد که خسارت زایی خردل وحشی نسبت به یولاف در تداخل با گندم بالاتر بود (Montazeri, 2006). همچنین محققان در آدلاید استرالیا دریافتند که تراکم ثابت ۲۰۰ بوته در متر مربع چچم نسبت به تراکم‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع ترب وحشی (*Raphanus raphanistrum*)، عملکرد گندم را کمتر تحت تاثیر قرار داد (Eslami *et al.*, 2006). عده‌ای از متخصصان علوم علف‌های هرز در آزمایشات خود عنوان داشتند که گونه‌های پهن برگ نسبت به گونه‌های باریک برگ رقابتی‌تر هستند. آنان در توجیه علت آن تولید وزن خشک کمتر در تک بوته‌های علف‌های هرز باریک برگ نسبت به پهن برگ‌ها را از عوامل اصلی تفاوت رقابتی برشمردند (Hock *et al.*, 2006).

حداکثر افت تخمینی گندم در رقابت با هر دو گونه علف‌هرز، بالا بود و اختلاف چندانی نشان نداد (جدول ۱). این نتایج حاکی از اثرات مخرب و شدید هر دو گونه پهن برگ و باریک برگ بر عملکرد اقتصادی گندم در صورت عدم کنترل و

(شکل ۳). در شرایط تداخل با کلزا، مقدار وزن خشک تولیدی هر بوته علف‌هرز سیرسیوم در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از خردل وحشی بود (شکل ۳). گونه پهن برگ کلزا نسبت به گونه باریک برگ گندم ممانعت بیشتری در افزایش وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی ایجاد کرد، به طوری که شیب افزایش وزن خشک این علف‌هرز در تداخل با کلزا ۲/۷ گرم کمتر بود (شکل ۳).

نتایج حاصل از شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که منحنی‌های کاهش عملکرد به دست آمده نسبت به وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی، برای دو گونه گیاه زراعی گندم و کلزا در مقایسه با هنگامی که تراکم مینا بود، اختلاف کمتری داشته و به هم نزدیک تر بودند و مویید این نکته است که آنچه باعث تفاوت زیاد منحنی‌های کاهش عملکرد-تراکم شده مربوط به دیگر خصوصیات گیاهی گونه‌هرز از جمله قدرت و کیفیت رقابت نوری، جذب مواد غذایی و سرعت رشد بوده که همگی به نوعی در وزن خشک تولیدی خردل وحشی در شرایط تداخل بروز نموده است. از این رو فاکتور تراکم، تفاوت رقابتی خردل وحشی را به سبب آنکه وزن تک بوته‌ها (شکل ۳) و وزن خشک تولیدی آن در واحد سطح در تداخل با گندم بیشتر از شرایط رقابت با کلزا بوده (شکل ۲ و ۳)، به صورت غیر مستقیم از طریق افت عملکرد حاصل از افزایش تراکم نشان داده است و در واقع ظاهر آن به صورت غلوآمیز است. چون وقتی شیب اولیه مدل کاهش عملکرد به ازای تولید هر گرم ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی و همچنین پارامتر A تخمینی آن را در دو گونه زراعی بررسی می‌کنیم، درمی‌یابیم که درصد افت ناشی از افزایش وزن

ریشه قرمز با گیاه سویا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که چهار گونه‌هرز یاد شده از نظر رقابتی متفاوت بودند. به طوری که آفتابگردان و آمارانتوس ریشه قرمز به ترتیب با کاهش ۵۰ و ۲۰ درصدی محصول، بیشترین و کمترین تاثیر را بر عملکرد سویا داشتند (Hock *et al.*, 2006). تفاوت قدرت رقابتی گونه‌های هرز در تداخل با گیاه زراعی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Regnier and Stoller, 1989; Daugovish *et al.*, 2002; Conley *et al.*, 2003; White *et al.*, 2006; Everman *et al.*, 2008). حتی یافته‌ها نشان داده که تداخل سه نوع متفاوت علف‌هرز پهن برگ آمارانتوس، کاهش عملکرد مشابهی را در گیاه سویا به همراه نداشته و در یک گونه نیز تفاوت رقابتی وجود دارد (Bensch *et al.*, 2003).

تولید ماده خشک هر سه گونه علف‌هرز با افزایش تراکم آن‌ها، از روندی خطی پیروی کرد (شکل ۳). با توجه به آنکه تغییرات غیر خطی عملکرد گونه‌های هرز با افزایش تراکم آن‌ها، به بیشتر شدن رقابت درون و برون گونه‌ای در کانوپی مخلوط نسبت داده شده است (Cousens, 1985)، لذا می‌توان بیان داشت که در این پژوهش احتمالاً اثر رقابتی گیاهان زراعی گندم و کلزا بر گونه‌های هرز مورد بررسی بسیار کم بوده، همچنین به دلیل کمتر بودن تراکم گونه‌های هرز از حد آستانه جهت بروز رقابت درون گونه‌ای، واکنش خطی وزن خشک نسبت به تراکم بدست آمده است. شیب افزایش وزن خشک دو گونه علف‌هرز چاودار و خردل وحشی در رقابت با گندم به ترتیب ۱۰/۳ و ۱۲/۲ گرم به ازای هر بوته به دست آمد

مربعات باقی مانده مدل (RMS) در مقایسه با شرایط استفاده از داده‌های تراکم علف‌های هرز شد (جدول ۱). این یافته‌ها حاکی از آن است که وزن خشک علف‌هرز در مقایسه با تراکم آن، نماینده بهتری از قدرت رقابتی و اثرات مخرب علف‌هرز بر گیاه زراعی است. به نظر می‌رسد که برای ارائه مدل‌های رگرسیونی کاهش عملکرد گیاه زراعی، استفاده از وزن خشک علف‌هرز به جای تراکم آن سبب افزایش کارایی مدل و قابلیت استناد بیشتر پارامترهای آن می‌گردد.

#### آستانه خسارت اقتصادی علف‌هرز

آستانه خسارت اقتصادی (ET) محاسبه شده علف‌هرز باریک برگ چاودار در گیاه زراعی گندم، ۲/۱۷ بوته در مترمربع و تقریباً دو برابر آستانه خسارت اقتصادی خردل وحشی بود (جدول ۲). علف‌هرز پهن برگ سیرسیوم آستانه خسارت اقتصادی بسیار پایینی داشت (۰/۱۱ بوته در مترمربع) که با توجه به مقدار بالای پارامتر I به دست آمده از مدل برای این علف‌هرز، آستانه محاسبه شده دور از انتظار نبود. در حالی که آستانه خسارت اقتصادی به دست آمده برای خردل وحشی در تداخل با کلزا ۲/۴ بوته در واحد سطح بود. مطالعات نشان داده که آستانه خسارت اقتصادی گونه‌های هرز بسته به اثر رقابتی و هزینه کنترل آنها متفاوت است (Onofri and Tei, 1994; Liphadzi and Dille, 2006).

آستانه خسارت اقتصادی خردل وحشی در رقابت با گندم نسبت به شرایط تداخل با گونه پهن برگ کلزا، ۴۵ درصد کمتر بود (جدول ۲). هرچند هزینه کنترل خردل وحشی در مزرعه گندم نسبت به کلزا ۱۰۰۰۰۰ ریال بیشتر برآورد شده بود، اما

خشک علف‌هرز و روند آن در تراکم‌های مورد بررسی بسیار به هم نزدیک بوده و نشان می‌دهد که هر واحد ماده خشک خردل وحشی توانسته در واحد سطح درصد افی تقریباً مشابه و نزدیک را در هر دو محصول موجب گردد. اما چون قدرت رقابتی گندم در برابر آن کمتر از کلزا بوده، لذا وزن خشک خردل وحشی و درصد افت ناشی از آن در تراکم‌های مورد استفاده، در گندم بیشتر از کلزا به دست آمده است.

بوته‌های علف‌هرز سیرسیوم به علت ایجاد یک فضای اختصاصی در اطراف خود و دارا بودن یک بدنه خار مانند (مشاهدات مزرعه‌ای)، اجازه گسترش کانوبی کلزا را نداده و نسبت به خردل وحشی (که هم خانواده کلزا و مانند سیرسیوم یک گونه پهن برگ به شمار می‌رود) در تسخیر فضایی و بهره‌برداری از منابع محیطی (با توجه به وزن بالای تک بوته‌های سیرسیوم) دارای توان رقابتی بالاتری در کانوبی مخلوط بوده است. علت تولید ماده خشک کمتر و خسارت‌زایی پایین خردل وحشی در شرایط رقابت با کلزا در مقایسه با گندم، احتمالاً می‌تواند به دلیل نزدیکی خانوادگی دو گونه و دارا بودن برخی خصوصیات رقابتی مشترک باشد که موجب شده تا کلزا در کنترل خردل وحشی بیشتر از گندم موفق باشد.

هرچند در آزمایش مربوط به تداخل سیرسیوم با کلزا، ضریب تبیین ( $R^2$ ) برازش مدل در هنگام استفاده از داده‌های تراکم سیرسیوم نسبت به داده‌های وزن خشک آن بالاتر بود، اما در سه آزمایش دیگر، استفاده از داده‌های وزن خشک علف‌هرز به عنوان معیار سنجش افت عملکرد گندم و کلزا سبب افزایش ضریب تبیین ( $R^2$ ) و کاهش میانگین



زیاد اثر تراکم‌های اولیه علف‌هرز در بروز اثرات مخرب اقتصادی بر عملکرد محصول است.

۵- آستانه خسارت اقتصادی بسته به گونه علف‌هرز متغیر است و با توجه به نتایج این تحقیق (حتی در صورت یکسان بودن قیمت کنترل) قدرت رقابت و اثر مخرب علف‌هرز پهن برگ نسبت به گونه باریک برگ در تداخل با گونه باریک برگ گندم بیشتر و به دنبال آن آستانه خسارت اقتصادی آن کمتر بود. همچنین بین گونه‌های علف‌هرز پهن برگ رقابت کننده، در بهره‌برداری از منابع و قدرت بازدارندگی اقتصادی بر یک گونه زراعی پهن برگ نیز تفاوت وجود داشت.

در سایر تحقیقات عوامل دیگری مانند شرایط آب و هوایی، رقم مورد استفاده و نوع کنترل علف‌هرز (Pester *et al.*, 2000) در تعیین آستانه خسارت اقتصادی علف‌هرز مهم عنوان شده‌اند.

به طور کلی بیومس علف‌هرز در مقایسه با تراکم، مبنای بهتری برای تخمین کاهش عملکرد گیاه زراعی بود. قدرت رقابتی خارلته در تداخل با رقم رایج کلزای کشت شده در منطقه همدان بسیار زیاد بود و توجه بیشتری را جهت کنترل و حصول عملکرد مطلوب نیاز داشت.

اگر هزینه کنترل علف‌هرز در دو گونه زراعی یکسان (۶۰۰۰۰۰ ریال) در نظر گرفته می‌شد، آستانه خسارت خردل وحشی در گندم از ۱/۳۲ بوته به ۱/۱۳ بوته در مترمربع تقلیل می‌یافت. و اگر قیمت محصول گندم ۴۵۰۰ ریال منظور می‌گردید، آستانه خسارت خردل وحشی بازهم کاهش می‌یافت و به ۰/۷۴ بوته در مترمربع می‌رسید. نتایج بدین معنی است که:

۱- خردل وحشی صدمات اقتصادی شدیدتری بر عملکرد گندم نسبت به گونه پهن برگ کلزا داشته است (چه در شرایط عرف قیمت‌ها و چه زمانی که قیمت‌ها یکسان منظور گردد).

۲- با کاهش هزینه کنترل علف‌هرز (هزینه سم و کاربرد آن)، آستانه خسارت علف‌هرز نیز کاهش می‌یابد.

۳- با افزایش قیمت محصول در بازار، از نظر اقتصادی مبارزه در تراکم‌های پایین‌تری باید انجام گیرد.

۴- به علت اثر مضاعف پارامتر I معادله کاهش عملکرد- تراکم کوزنس نسبت به پارامتر A در فرمول آستانه خسارت اقتصادی (O'Donovan, 1991)، افزایش I سبب کاهش آستانه خسارت اقتصادی محصول می‌گردد. که نشان‌دهنده اهمیت

" تعیین توانایی رقابتی چند گونه علف هرز رایج در گندم... "

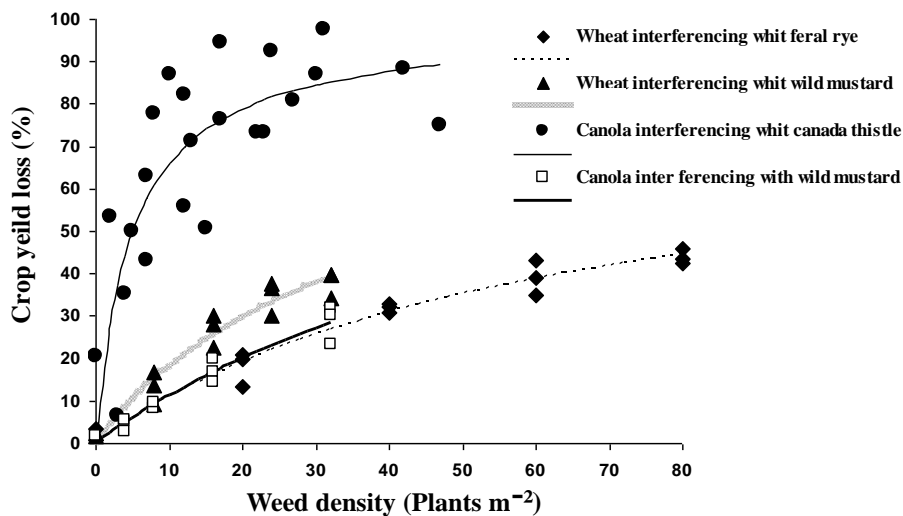
جدول ۱- روابط بین کاهش عملکرد گونه‌های زراعی نسبت به تراکم یا وزن خشک گونه‌های هرز. پارامترهای به دست آمده از برارش داده‌ها به معادله ۱ حاصل شده‌اند.

Table 1- Relationships between yield loss of crop species to density or dry weight of weed species. Parameters are the results of fitting data to Equation 1.

(R <sup>2</sup> ) <sup>5</sup>	RMS <sup>4</sup>	A <sup>3</sup> ±SE	I <sup>2</sup> ±SE <sup>1</sup>	شاخص Index	گونه‌هرز Weed species	گونه زراعی Crop species
0.97	8.23	80.12±11.004	1.25±0.157	تراکم Density	چاودار	گندم Wheat
0.99	3.57	100±13.4	0.09±0.008	وزن خشک Dry weight	Feral rye	
0.95	12.53	83.06±20.841	2.32±0.393	تراکم Density	خردل وحشی	گندم Wheat
0.98	5.50	95.7±18.55	0.17±0.018	وزن خشک Dry weight	Wild mustard	
0.74	239.75	98.7±9.90	19.9±5.86	تراکم Density	Canada سیرسیوم thistle	کلزا Canola
0.66	308.76	100±12.7	1.03±0.345	وزن خشک Dry weight		
0.95	5.28	96.4±38.88	1.26±0.173	تراکم Density	خردل وحشی	کلزا Canola
0.98	2.44	100±31.7	0.13±0.011	وزن خشک Dry weight	Wild mustard	

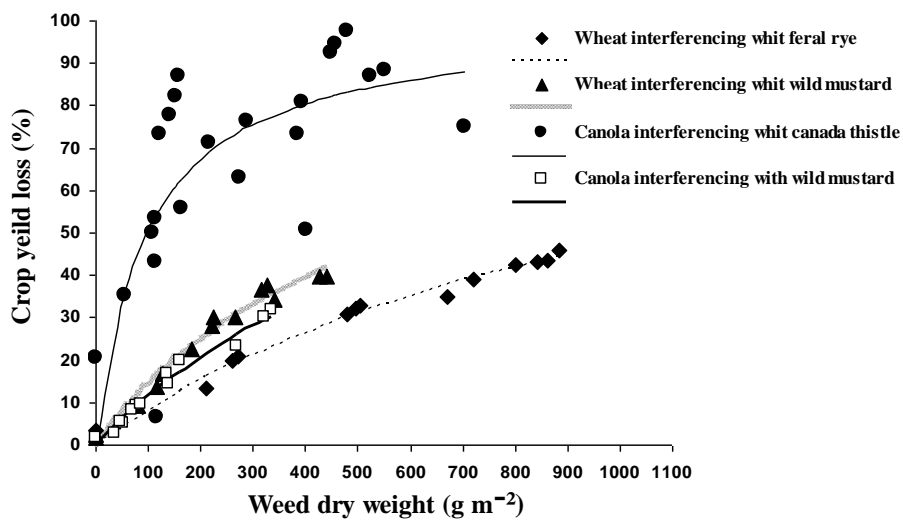
۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب خطای استاندارد، شیب اولیه کاهش عملکرد، حداکثر افت تخمینی، میانگین مربعات باقیمانده و ضریب تبیین مدل است.

1, 2, 3, 4 and 5, is Standard error, Initial slop of yield loss, Maximum estimated yield loss, and Residual mean square and Determination coefficient of model, respectively.



شکل ۱- تأثیر تراکم های مختلف علف‌های هرز چاودار، خردل وحشی و سیرسیوم بر عملکرد گندم و کلزا.

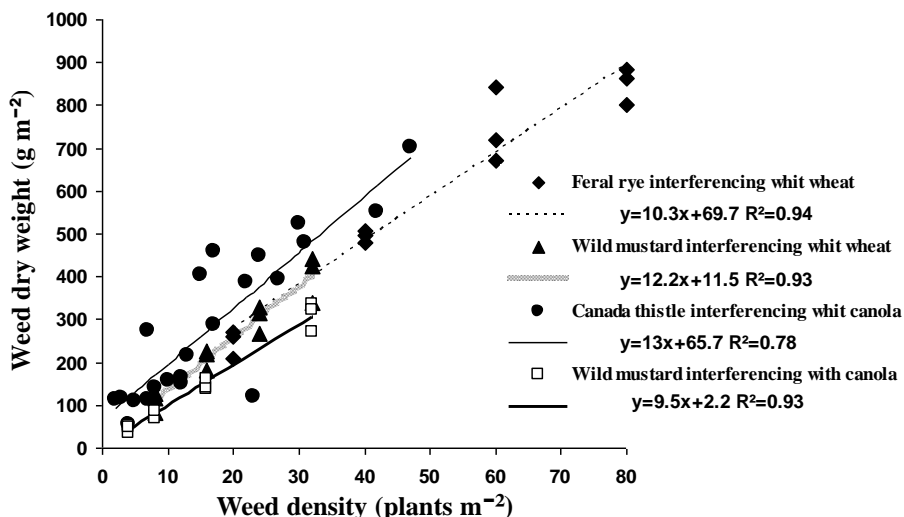
Fig 1: Effects of feral rye, wild mustard and canada thistle on wheat and canola yield.



شکل ۲- تأثیر وزن خشک حاصل از تراکم های مختلف علف‌های هرز چاودار، خردل وحشی و سیرسیوم بر عملکرد گندم و کلزا

Fig 2: Effects of feral rye, wild mustard and canada thistle dry weight on wheat and canola yield.

" تعیین توانایی رقابتی چند گونه علف هرز رایج در گندم... "



شکل ۳- رابطه بین تراکم و وزن خشک سه گونه هرز در تداخل با گندم و کلزا، در واحد سطح. هر یک از نقاط نشان دهنده یک مشاهده است.

Fig 3: Relationship between density and biomass per unit area of three weeds in interference with wheat and canola, Points show observed values.

جدول ۲- آستانه خسارت اقتصادی علف های هرز در گونه های زراعی مورد بررسی.

Table 2- Economic threshold of weeds in crop species.

ET <sup>4</sup> (plants m <sup>-2</sup> )	C <sup>3</sup> (Rial ha <sup>-1</sup> )	P <sup>2</sup> (Rial kg <sup>-1</sup> )	گونه هرز Weed species	Y <sub>wf</sub> <sup>1</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	گونه زراعی Crop species
2.17	600000	3000	چاودار Feral rye	7608	گندم Wheat
1.32	700000	3000	خردل وحشی Wild mustard	7875	
0.11	600000	4500	سیرسیوم Canada thistle	6313	کلزا
2.40	600000	4500	خردل وحشی Wild mustard	4549	Canola

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب میانگین عملکرد گیاه زراعی در کشت خالص، قیمت هر کیلو محصول، هزینه کنترل علف هرز و آستانه خسارت اقتصادی علف هرز است.

1, 2, 3 and 4 is Mean of crop yield in pure stand, Crop market price, Weed control cost and Economic threshold of weed, respectively.

## Reference

## فهرست منابع

- Askew, S. D. and J. W. Wilcut. 2001. Tropic croton interference in cotton. *Weed Sci*, 49: 184-189.
- Bailey, W. A., J. W. Wilcut and S. D. Askew. 1999. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference and seed-rain dynamics in cotton. *Proc. South. Weed Sci Soci*, 52:51-63.
- Bensch, C. N., M. J. Horak and D. Peterson. 2003. Interference of redroot pigweed

- (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. *Weed Sci*, 51: 37-43.
- Conley, S. P., D. E. Stoltenberg, C. M. Boerboom and L. K. Binning.** 2003. Predicting soybean yield loss in giant foxtail (*Setaria faberi*) and common lambsquarters (*Chenopodium album*) communities. *Weed Sci*, 51:402-407.
- Cousens, R.** 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.*, 107(25): 239-252.
- Cowan, P., S. E. Weaver and C. J. Swanton.** 1998. Interference between pigweed (*Amaranthus* spp.), barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*), and soybean (*Glycine max*). *Weed Sci*, 46: 533-539.
- Daugovish, O., D. C. Thill and B. Shafii.** 2002. Competition between wild oat (*Avena fatua*) and yellow mustard (*Sinapis alba*) or canola (*Brassica napus*). *Weed Sci*, 50: 587-594.
- Deines, S. R., J. A. Dille, E. L. Blinka, D. L. Regehr and S. A. Staggenborg.** 2004. Common sunflower (*Helianthus annuus*) and shattercane (*Sorghum bicolor*) interference in corn. *Weed Sci*, 52: 976-983.
- Eslami, S. V., G. S. Gill, B. Bellotti and G. McDonald.** 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. *Weed Sci*, 54: 749-756.
- Everman, W. J., I. C. Burke, S. B. Clewis, W. E. Thomas and J. W. Wilcut.** 2008. Critical Period of Grass vs. Broadleaf Weed Interference in Peanut. *Weed Technol*, 22: 68-73.
- Hock, S. M., S. Z. Knezevic, A. R. Martin and J. L. Lindquist.** 2006. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Sci*, 54: 38-46.
- Jones, R. E. and R. W. Meed.** 2000. Economic Thresholds and the Case for Longer Term Approaches to Population Management of Weeds. *Weed Technol*, 14: 337-350.
- Koutsoyiannis, A.** 1973. Theory of econometrics: an introductory exposition of econometric methods. London: MacMillan, 68-95 pp.
- Liphadzi, K. B. and J. A. Dille.** 2006. Annual weed competitiveness as affected by preemergence herbicide in corn. *Weed Sci*, 54:156-165.
- Montazeri, M.** 2006. Influence of winter wild oat (*Avena ludoviciana*), annual canary grass (*Phalaris minor*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) at different density on yield and yield component of wheat. *Pajouhesh & Sazandegi*, 74: 72-78. (in persian).
- O'Donovan, J. T.** 1991. Quackgrass (*Elytrigia repens*) interference in canola (*Brassica compestris*). *Weed Sci*, 39: 397-401.
- Onofri, A. and F. Tei.** 1994. Competitive ability and threshold levels of three broadleaf weed species in sunflower. *Weed Res*, 34: 471-479.
- Pester, T. A., P. Westra, R. L. Anderson, D. L. Lyon, S. D. Miller, P. W. Stahlman, F. E. Northam and G. A. Wicks.** 2000. *Secale cereale* interference and economic thresholds in winter *Triticum aestivum*. *Weed Sci*, 48: 720-727.
- Regnier, E. E. and E. W. Stoller.** 1989. The effects of soybean (*Glycine max*) interference with the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*), Jimson weed (*Datura stramonium*), and Velvet leaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Sci*, 37:187-195.
- Saadatian, B., G. Ahmadvand and F. Soleymani.** 2011. Study of canopy structure and growth characters role of two wheat cultivars in competition, on economic threshold and yield of rye and wild mustard. *Iranian J. Field Crops Res*, 9(3): 494-504.
- Scott, G. H., S. D. Askew, J. W. Wilcut and C. Brownie.** 2000. *Datura stramonium* interference and seed rain in *Gossypium hirsutum*. *Weed Sci*, 48: 613-617.

" تعیین توانایی رقابتی چند گونه علف هرز رایج در گندم... "

**White, A. D., D. J. Lyon, C. M. Smith, C. R. Medlin and J. P. Yenish.** 2006. Feral Rye (*Secale cereale*) in Agricultural Production Systems. *Weed Technol*, 20: 815-823.

**Wilkerson, G. G., L. J. Wiles and A. C. Bennett.** 2002. Weed management decision models: pitfalls, perceptions, and possibilities of the economic threshold approach. *Weed Sci*, 50: 411-424.