مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۳۷- ۱۹

ارزیابی اثرات تداخلی چاودار وحشی (*Secale cereale* L.) بر ارقام گندم (*Triticum aestivum*) و تعیین آستانه‌های خسارت اقتصادی و کیفی علف هرز

Evaluation of feral rye (*Secale cereale* L.) interference effects on wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and determination of economic and qualitative threshold of weed

بیژن سعادتیان[1*]، فاطمه سلیمانی[2]، گودرز احمدوند[3]

چکیده:

به منظور بررسی توان رقابتی چند رقم گندم در شرایط آب و هوایی شهرستان درگز، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار رقم گندم (سایسون، الوند، چمران و سپاهان) و تراکم‌های علف هرز چاودار در پنج سطح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. بر اساس نتایج به دست آمده، رقم سپاهان دارای کمترین شیب اولیه کاهش (پارامتر I) و افت تخمینی ناشی از تراکم‌های بالای چاودار (پارامتر A) در صفات عملکرد بیولوژیک و دانه بود. رقم الوند بالاترین عملکرد دانه و تعداد سنبله بارور را در شرایط رقابت دارا بود. مقادیر پایین شیب کاهش شاخص برداشت و شیب اولیه افزایش درصد اختلاط بذر چاودار (پارامتر s) در دو رقم الوند و سپاهان به دست آمد. بیشترین افت ناشی از تداخل چاودار در اکثر صفات مورد بررسی در رقم چمران حاصل شد. همچنین رقم یاد شده، بیشترین سرعت افزایش بالقوه جمعیت علف هرز و پایین‌ترین سطح آستانه خسارت اقتصادی را در بین ارقام داشت. به طور کلی ارقام سایسون و چمران به علت قابلیت رقابتی پایین‌تر نسبت به دو رقم دیگر مناسب کشت در زمین‌های آلوده به چاودار نبودند. همچنین، دیررسی و تلاقی مراحل حساس فاز زایشی رقم سایسون با بادهای گرم غالب منطقه، موجب شد تا برای کشت مناسب نباشد. به طور کلی رقم الوند به دلیل کنترل بهتر جمعیت بالقوه علف هرز، آستانه خسارت کیفی و عملکرد دانه بالا کلیه منافع کوتاه مدت و دراز مدت را در مزارع آلوده به علف هرز چاودار تامین نمود.

واژه‌های کلیدی: اختلاط بذر، تراکم علف هرز، کاهش عملکرد، مدل

مقدمه

در حال حاضر رقابت بین گندم (*Triticum aestivum*) و علف‌های هرز از مهم ترین محدودیت‌های تولید جهانی این گیاه است (Lemerle *et al*., 2001; Bushong *et al*., 2011). چاودار وحشی (*Secale cereale* L.) یک علف هرز مهم گندم زمستانه در سطح جهان به

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۰۶

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه بوعلی سینا همدان
۳- دانشیار گروه زراعت دانشگاه بوعلی سینا همدان
*- نویسنده مسئول Email: b.saadatian@gmail.com

شمار می‌رود و یکی از اولین گونه‌های باریک برگ گزارش شده در محصولات گندم و جو (*Hordeum vulgar*) می‌باشد (Stump and Westra, 2000; Roberts *et al*., 2001; White *et al*., 2006). در کشورهای خاورمیانه مانند افغانستان و ایران که خاستگاه اصلی چاودار وحشی نیز هستند، تولید کنندگان گندم با مشکلات بسیاری در مبارزه با این علف هرز مواجه‌اند (ICARDA, 2005). این گیاه به علت تنوع ژنتیکی بالا، قادر است در دامنه وسیعی از شرایط محیطی و جغرافیایی رشد کند (White *et al*., 2006). کنترل چاودار به علت دارا بودن خواص رشدی از جمله انعطاف‌پذیری به شرایط مختلف محیطی، مقاومت در برابر خشکی، ظرفیت تولید بالا و نیاز رطوبتی پایین، قدرت جذب بالای آب و مواد غذایی، چرخه زندگی مشابه با گندم و داشتن خواص آللوپاتیک، بسیار مشکل است (Pester *et al*., 2000).

طی آزمایشات انجام شده در اکلوهامای امریکا، تک بوته‌های علف هرز چاودار وحشی نسبت به تک بوته‌های علف‌های هرز چچم (*Lolium multiflorum* Lam.)، بروموس چاوداری (*Bromus secalinus* L.)، ایجیلوپس مفصل دار[1] (*Aegilops cylindrica*) و یولاف وحشی (*Avena fatua*) دارای قدرت رقابتی بالاتر 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 بروموس چاوداری به ترتیب عملکرد گندم را ۹۵، ۶۵ و ۴۰ درصد کاهش داد و در یک سری آزمایشات تکرار شده در دو منطقه متفاوت، چاودار وحشی در تراکم‌های مشابه ۱۰ بار رقابتی‌تر از چچم بود (White *et al*., 2006).

کاربرد وسیع و مکرر علف‌کش‌ها منجر به ظهور بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز شده، که اغلب افزایش هزینه کنترل را در پی داشته است (Eslami *et al*., 2006; Anderson, 2009). همچنین، آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کنترل شیمیایی و عدم وجود علف‌کش انتخابی برای بسیاری از علف‌های هرز منجمله چاودار (Roberts *et al*., 2001)، بر ضرورت توجه به روش‌های جایگزین مصرف علف‌کش‌ها تأکید می‌کند (Anderson, 2009). برخی از این روش‌ها شامل مدیریت کودی مناسب (Anderson, 2009; Paynter and Hills, 2009;Soleymani *et al*., 2011)، افزایش تراکم کاشت تا حد مطلوب (Roberts *et al*., 2001; Holmann *et al*., 2004; Yenish and Young, 2004) و استفاده از ارقامی با قدرت رقابت بالا در برابر علف‌های هرز می‌باشد (O'Donovan *et al*., 2000; Lemerle *et al*., 2001; Ngouajio *et al*., 2001; Mennan H and Zandstra, 2005; Paynter and Hills, 2009; Paynter, 2010). به اعتقاد برخی محققین، بررسی خصوصیات ارقام مختلف و تعیین قدرت رقابتی آن‌ها در برابر علف‌های هرز می‌تواند راهگشای توسعه برنامه‌های اصلاحی با تکیه بر خصوصیات مطلوب رقابتی باشد و در نهایت تولید واریته‌های بسیار رقیب را در پی داشته باشد (Paolini *et al*., 2006).

اختلاط بذور علف هرز چاودار بر خصوصیات

[1]- Jointed goatgrass

آسیاب و پخت آرد گندم اثر گذاشته و باعث کاهش کیفیت آن می‌گردد (Stump and Westra, 2000; Roberts *et al*., 2001). ضخامت سطح مقطع دانه‌های چاودار بسیار مشابه دانه گندم بوده، در نتیجه جداسازی بذر این علف هرز از گندم مشکل است. همچنین برخلاف بسیاری از علف‌های هرز، چگالی دانه چاودار مشابه با گندم می‌باشد که توانایی جداسازی بر اساس چگالی بذر را نیز محدود می‌کند. تکنولوژی‌های حاضر جهت تفکیک بذر چاودار از گندم مبتنی بر درجه‌بندی طول بذر یا جداکننده‌های دندانه‌دار است که قادر به جداسازی درصد کمی از بذر این علف هرز است (White *et al*., 2006). در نتیجه هنگام تحویل محصول به مراکز خرید چنانچه بذر چاودار بیش از یک حد قابل قبول اختلاط یافته باشد نه تنها نوع مصرف از نانوایی به مصارف دام و طیور تغییر خواهد کرد بلکه با کاهش شدید قیمت خرید نیز همراه خواهد بود، که از آن تحت عنوان آستانه خسارت کیفی محصول نام برده شده است (Soleymani *et al*., 2011).

امروزه کمی‌سازی 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 بازده اقتصادی مطلوب جهت مدیریت و کنترل علف هرز بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Wilkerson *et al*., 2002) و مدل کاهش عملکرد (Cousens, 1985) در این بین نقش بسزایی در گسترش تعاریف آستانه‌های مرتبط با سود و زیان اقتصادی دارد. یکی از عوامل موثر بر آستانه خسارت اقتصادی، خصوصیات رقابتی و تولیدی رقم گیاه زراعی مورد نظر است (Roberts *et al*., 2001; Yenish and Young, 2004; Mennan and Zandstra, 2005).

در چندسال اخیر مسائل اقتصادی موجب رویکرد کشاورزان درگز در خراسان رضوی به سمت کشت مداوم گندم شده، که این سیستم تک کشتی، ظهور و توسعه گونه باریک برگ چاودار وحشی در منطقه را به همرا داشته است. لذا در این تحقیق توان رقابتی چند رقم گندم مرسوم منطقه و به تازگی توصیه شده نسبت به تداخل گونه هرز چاودار مورد بررسی قرار گرفته و همگام با روش‌های شیمیایی مورد استفاده در منطقه، ارقام دارای قدرت رقابتی بالا جهت کشت در مزارع آلوده به این علف هرز معرفی شد. همچنین برای نخستین بار در ایران آستانه خسارت کیفی ارقام گندم نیز مورد مطالعه قرار گرفت و از آن به عنوان یکی از فاکتورهای تعیین کننده ارقام مطلوب از نظر رقابتی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه نمونه گندم در شهرستان درگز با مختصات عرض جغرافیایی °۳۷ و ´۴۰ شمالی و طول جغرافیایی °۵۹ و ´۲۰ شرقی، با ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال انجام شد. خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای ۰/۱ درصد ماده آلی، pH حدود ۷/۹ و بافت لومی بود.

محل اجرای آزمایش سال قبل، آیش‌گذاری شده و کنترل مکانیکی علف‌های هرز صورت

گرفته بود. عملیات آماده‌سازی زمین، شامل شخم و دیسک در مهرماه سال ۱۳۸۹ انجام شد. برای تأمین نیاز غذایی ارقام گندم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره (به عنوان کود پایه) به صورت خاک مخلوط همراه با عملیات آماده‌سازی به زمین اضافه شد. همچنین در طی مراحل اواخر پنجه‌زنی و اوایل گل‌دهی، مقادیر باقی‌مانده از کل کود اوره توصیه شده (جدول ۱) برای ارقام، به طور مساوی تقسیط و به صورت سرک مصرف گردید.

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار رقم گندم با مشخصات ارائه شده در جدول ۱ و تراکم‌های علف هرز چاودار در پنج سطح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. در بیستم آبان ماه سال ۱۳۸۹ بذور ارقام گندم با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه، با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع به صورت کاملاً یکنواخت در کرت‌هایی به ابعاد ۲ ۴ متر و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری با دست روی پشته‌ها کشت شد. با توجه به شرایط محیطی و قوه نامیه بذر علف هرز چاودار، برای اطمینان از حصول تراکم-های مورد نظر، تعداد بذر کشت شده چاودار ۲۰ درصد بیشتر منظور گردید و بذور علف هرز نیز در زمان کاشت در ردیف‌های گندم جاگذاری شد.

در مرحله ۳ الی ۴ برگی، بوته‌های چاودار شمارش و با توجه به تراکم مورد نظر در صورت لزوم تنک گردید. در طی فصل رشد، به منظور مبارزه با آفت سن از دلتامترین[1] به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. در طول فصل رشد به جز علف هرز چاودار، سایر گونه‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین گردید. آبیاری به صورت نشتی در پنج مرحله از رشد گندم (خاک آب، ساقاب، خوشاب، گل آب، داناب) انجام شد.

در پنجم تیرماه سال ۱۳۹۰، برداشت نهایی از نیمه پایینی هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت ۱ متر مربع صورت گرفت. سپس بوته‌های گندم از علف هرز چاودار تفکیک شد و تعداد سنبله بارور در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله گندم شمارش گردید. همچنین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه گندم اندازه‌گیری و تعیین شد. عملکرد دانه و وزن هزار دانه چاودار نیز اندازه‌گیری و در انتها تعداد بذر تولیدی علف هرز در واحد سطح به دست آمد.

مدل هذلولی سه پارامتری (Cousens, 1985) به داده‌های عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله بارور در واحد سطح ارقام گندم در تیمارهای تداخل علف هرز برازش داده شد. در مدل (معادله۱) Y: عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)، عملکرد دانه (گرم در مترمربع) یا تعداد سنبله بارور گندم در واحد سطح، D: تراکم علف هرز چاودار (بوته در متر مربع)، Y_{wf}: مقادیر صفات مورد بررسی در شرایط عدم تداخل، I: درصد کاهش صفت مورد نظر به ازاء ورود اولین بوته علف هرز هنگامی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است.

[1] - Deltamethrin (Decis ™)

معادله [۱]
$$Y = Y_{wf} \times \left[1 - \frac{I.D}{100\left(1 + \frac{I.D}{A}\right)}\right]$$

به منظور محاسبه آستانه خسارت اقتصادی چاودار، از معادله زیر استفاده شد (O'Donovan *et al.*, 2007).

معادله [۲]
$$ET = \frac{C}{\frac{I \times Y_{wf} \times P}{100} - \frac{I \times C}{A}}$$

در این معادله ET: آستانه خسارت اقتصادی علف هرز (بوته در متر مربع)، C: هزینه کنترل علف هرز چاودار (۳۰۰۰۰۰ ریال در هکتار بر مبنای استفاده از سم باریک برگ کش کلودینافاپ- پروپارجیل (تاپیک)[1]، هزینه کارگر و تراکتور در منطقه)، P: قیمت تضمینی هر کیلوگرم گندم (۳۶۷۳ ریال)، Y_{wf}: متوسط عملکرد گندم در شرایط عاری از علف هرز (کیلوگرم در هکتار)، I و A نیز پارامترهای تخمینی حاصل از معادله ۱ بودند.

مدل هذلولی دو پارامتری تغییر شکل یافته کوزنس به درصد وزنی آلودگی محصول گندم تیمارهای تداخل علف هرز برازش داده شد:

معادله [۳]
$$P = \frac{s.D}{1 + \frac{s.D}{a}}$$

در این معادله P: درصد وزنی آلودگی محصول گندم در واحد سطح، D: تراکم علف هرز چاودار (بوته در متر مربع)، s: درصد آلودگی محصول به ازاء ورود اولین بوته علف هرز هنگامی که تراکم آن به سمت صفر میل می‌کند و a: حداکثر درصد آلودگی محصول گندم است. با استفاده از پارامترهای این معادله، تغییر نوع مصرف بذر گندم آلوده به چاودار از تولید نان به دان مرغی بر اساس ۷ درصد افت غیرمفید (درصد آلودگی محصول گندم به بذر علف‌های هرز) محاسبه و آستانه کیفی برای ارقام گندم به دست آمد.

برای محاسبه سرعت افزایش جمعیت علف هرز چاودار در سطوح تراکم آن، از معادله زیر استفاده شد (Eslami *et al.*, 2006).

معادله [۴]
$$R = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$

R: سرعت افزایش جمعیت علف هرز چاودار، N_t: تعداد بذر کشت شده علف هرز در متر مربع و N_{t+1}: تعداد بذر تولید شده علف هرز در واحد سطح است.

بهترین خط رگرسیونی بر اساس ضریب تبیین تصحیح شده (R^2_{adj})، میانگین مربعات باقیمانده تجزیه واریانس رگرسیون (RMS) و خطای استاندارد (SE) پارامترهای تخمینی انتخاب شد (Koutsoyiannis, 1973). از برنامه آماری SAS 9.1 ver و رویه‌های PROC NLIN برای برازش مدل رگرسیون غیرخطی دو پارامتری و سه پارامتری و PROC REG برای مدل‌های خطی استفاده شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

ضرایب تبیین تصحیح شده جدول ۲ نشان داد که مدل سه پارمتری کوزنس (Cousens, 1985) به خوبی روند تغییرات صفات عملکرد بیولوژیک، دانه و تعداد سنبله بارور ارقام گندم را توصیف

[1] - Clodinafop- propargyl (Topic ™)

کـرده اسـت. همچنـین خطـای اسـتاندارد تمـامی پارامترها کمتر از نصف مقادیر به دست آمـده بـود، از این رو تمامی پارامترها از درجه اعتبار لازم بـرای اسـتناد برخـوردار بودنـد (Koutsoyiannis, 1973).

در کشـت خـالص، دو رقـم الونـد و چمـران بیشـترین عملکـرد بیولوژیـک را دارا بودنـد و در مکان‌های بعدی به ترتیب ارقـام سـپاهان و سایسـون قرار داشتند (شکل۱-a). پـارامتر تخمینـی (Y_{wf}) بـه دست آمده از مدل نیـز عـلاوه بـر تاییـد ایـن نتـایج، بسیار نزدیک به میانگین واقعی عملکـرد بیولوژیـک در هر رقم بود (جدول۲، شکل۱-a). اما در شـرایط رقابت، رقم چمران، تحت تاثیر تراکم‌هـای مختلـف علف هرز چـاودار کـاهش بیشـتری نسـبت بـه سـایر ارقام داشت (شکل۱-a)، به طوری که بـه ازاء ورود اولین بوته علف هرز (پارامترI)، عملکرد بیولوژیـک این رقم ۶/۱۹ درصد افت نشان داد و ارقام سایسون، الونـد و سـپاهان بـه ترتیـب بـا ۲/۰۸، ۱/۳۶ و ۱/۲۷ درصد کـاهش، در مکـان‌هـای بعـدی قـرار داشـتند (جـدول۲). بـا افـزایش تـراکم چـاودار، عملکـرد بیولوژیک رقم سپاهان نسبت به دیگر ارقـام، نقصـان کمتری نشان داد. به طوری که در تـراکم‌هـای ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار در متر مربع نسبت به ارقـام دیگـر از نظـر صـفت مزبـور برتـری داشـت (شـکل۱-a). همچنین حداکثر افت تخمینی (پارامتر A) بـه دسـت آمـده از مـدل نیـز مبـین آن بـود کـه رقـم سـپاهان کمتـرین افـت عملکـرد بیولوژیـک را در بـالاترین تراکم‌های ممکنه علف هرز چاودار خواهـد داشـت (جدول۲).

نتـایج نشـان داده کـه مـاده خشـک تولیـدی ارقـام مختلـف گیـاه گوجـه فرنگـی (*Lycopersicon esculentum*) در اثـر رقابـت بـا بـرگ مخملـی (*Abutilon theophrasti*) کاهش یافت، امـا مقـدار افـت ایـن صـفت در ارقـام رقیـب کمتـر بـود (Ngouajio *et al*., 2001). در بررسی دیگر، ارقـام کلـزا (*Brassica napus* L.) در تداخل با خردل وحشـی (*Sinapis arvensis*)، از نظـر صـفت عملکـرد بیولوژیـک بـا یکـدیگر اخـتلاف داشـتند و ارقـام دارای قـدرت رقـابتی بـالا نسبت به سایر ارقام از عملکـرد بیولوژیـک بیشـتری برخوردار بودند (Safahani *et al*., 2007). نتـایج تحقیقات متعدد دیگر نیز نشان داده که ارقـام رقیـب گیاهان زراعی در شرایط تداخل با علـف‌هـای هـرز کاهش کمتری در عملکرد بیولوژیک خـود داشـتند (Roberts *et al*., 2001; Yenish and Young, 2004; Mennan and Zandstra, 2005; Paynter and Hills, 2009). برخـی محققان بر ایـن عقیـده انـد کـه بـالا بـودن عملکـرد بیولوژیک در شرایط رقابت می‌تواند سـبب کـاهش بیوماس و تولید بذر علف هرز شود (Safahani *et al*., 2007; Saadatian *et al*., 2012).

میانگین تولید دانه ارقام گنـدم سایسـون، الونـد، چمـران و سـپاهان در کشـت خـالص، بـه ترتیـب ۴۷۲/۵، ۶۹۷/۱، ۶۳۰/۴ و ۵۰۶/۵ گرم در متـر مربـع بود (شکل۱-b). همچنین عملکردهـای تخمینـی بـه دست آمده از مدل نیز بسیار نزدیک به اعداد واقعی آزمایش بود که نشان‌دهنـده دقـت مـدل در بـرآورد شرایط واقعی آزمایش است (جـدول۲). بـا افـزایش تراکم علف هرز چاودار، عملکرد ارقام گندم تحت تـاثیر رقابـت نقصـان یافـت و در بـین ارقـام مـورد بررسی، دو رقم سـپاهان و چمـران بـه ترتیـب دارای کمتـرین و بیشـترین مقـادیر شـیب اولیـه کـاهش عملکرد دانه بودند (جدول۲، شکل۱-b). به طـوری

که رقم سپاهان که در شرایط عاری از علف هرز در رتبه سوم عملکرد دانه قرار داشت، از تراکم ۲۰ بوته چاودار در متر مربع پس از رقم الوند در رده دوم تولید دانه قرار گرفت (شکل۱-b). در مقابل، رقم چمران علیرغم برتری عملکرد نسبت به ارقام سپاهان و سایسون در کشت خالص، در تراکم‌های ۲۰ الی ۸۰ بوته چاودار وحشی در متر مربع توان تولیدی مشابهی با رقم سایسون داشت به طوری که منحنی کاهش عملکرد دانه دو رقم از تراکم ۴۰ بوته چاودار در متر مربع بر هم منطبق گردید (شکل۱-b). حداکثر کاهش تخمینی به دست آمده برای عملکرد دانه ارقام گندم نشان‌دهنده تاثیر منفی بسیار شدید تداخل علف هرز چاودار در صورت عدم کنترل آن در مزرعه است. حداکثر افت برآورد شده ارقام سایسون و چمران نسبت به الوند و سپاهان بیشتر بود (جدول۲).

گزارشات محققین دیگر نیز نشان‌دهنده رابطه غیرخطی بین افزایش تعداد بوته علف هرز و کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی است (Roberts *et al*., 2001; Yenish and Young, 2004; O'Donovan *et al*., 2007; Anderson, 2009; Saadatian *et al*., 2011; Soleymani *et al*., 2011). گزارشات نشان داده که ارقام رقیب جو در شرایط تداخل با علف هرز چچم از کاهش عملکرد کمتری نسبت به دیگر ارقام برخوردار بودند (Paynter, 2010). همچنین نتایج کلی بررسی‌های دو ساله در پنج منطقه مختلف مبین آن بود که ارقام جو دارای قدرت رقابتی بالاتر، در هر دو شرایط کشت خالص و تداخل با علف هرز چچم دارای عملکرد بیشتری نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی بودند (Paynter and Hills, 2009). در تحقیقی دیگر عملکرد دانه ارقام رقیب کلزا در شرایط تداخل با ۳۰ بوته خردل وحشی در متر مربع، ۵۲ درصد کاهش یافت، اما در ارقام غیررقیب این میزان بین ۶۴ تا ۹۵ درصد بود (Safahani *et al*., 2008). به اعتقاد محققین بسیاری، رقابت نوری گندم با علف هرز مهمترین عامل کاهش عملکرد این گیاه زراعی است (Roberts *et al*., 2001; Yenish and Young, 2004; Saadatian *et al*., 2011).

مقایسه پارامترهای به دست آمده برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم نشان داد که تولید ماده خشک کل در مقایسه با عملکرد اقتصادی گندم کمتر تحت تاثیر اثرات تداخلی علف هرز چاودار قرار گرفت. مطالعه رقابت بین دو رقم گندم با گونه‌های هرز چاودار و خردل وحشی نیز حاکی از تاثیر بیشتر رقابت علف هرز بر صفت عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک آن بود (Saadatian *et al*., 2012). محققان علت این امر را حساسیت بیشتر رشد زایشی گیاهان به تنش‌ها در مقایسه با رشد رویشی و کوتاه بودن طول دوره تشکیل‌دهنده عملکرد دانه نسبت به دوره تشکیل دهنده عملکرد بیولوژیک دانستند (Safahani *et al*., 2008).

با افزایش تراکم علف هرز چاودار تعداد سنبله بارور ارقام گندم نیز به صورت غیرخطی کاهش نشان داد (شکل۲-a). رقم چمران در شرایط عدم تداخل کمترین تعداد سنبله بارور در واحد سطح را دارا بود (جدول۲، شکل۲-a). به عبارت دیگر با توجه به تراکم کاشت یکسان، رقم مزبور تعداد پنجه بارور کمتری نسبت به دیگر ارقام در واحد سطح تولید کرده است. کمترین شیب اولیه کاهش صفت تعداد سنبله بارور با ۰/۵۵ درصد، به رقم

الوند تعلق داشت. منحنی تعداد سنبله در واحد سطح حاصل از برازش مدل سه پارامتری، نشان داد که در تراکم‌های بیشتر از ۲۰ بوته چاودار در متر مربع ، صفت مزبور در رقم الوند نسبت به دیگر ارقام گندم بالاتر بود (شکل۲-a). همچنین کمترین مقدار حداکثر خسارت پیش‌بینی شده ناشی از تراکم‌های بالای علف هرز چاودار (پارامتر A) در رقم الوند به دست آمد (جدول۲). تاثیر منفی تراکم‌های اولیه علف هرز چاودار (پارامترI) بر تعداد سنبله بارور گندم در رقابت با ارقام سایسون، چمران و سپاهان نسبت به شرایط تداخل با رقم الوند به ترتیب ۳/۱۶، ۲/۹۹ و ۰/۷۳ درصد بیشتر بود (جدول۲). حداکثر افت تخمینی تعداد سنبله بارور (پارامترA) ارقام سایسون و چمران بالای ۹۰ درصد برآورد گردید که با پیش‌بینی حداکثر کاهش عملکرد دانه برای دو رقم یاد شده مطابقت داشت.

تحقیقات نشان داد که ارقام گندم پابلند نسبت به ارقام پاکوتاه در شرایط تداخل با علف هرز ایجیلوپس مفصل دار، به طور معنی‌داری تعداد سنبله بیشتری داشتند (Yenish and Young, 2004). در آزمایشی دیگر، افزایش تراکم علف هرز چاودار سبب کاهش معنی‌دار و غیرخطی تعداد سنبله بارور گندم شد و میزان کاهش تخمینی ناشی از ورود اولین بوته آن بر صفت مزبور در رقم غیررقیب سایسون بالاتر از الوند بود. همچنین حداکثر کاهش تخمینی تعداد سنبله بارور ناشی از تراکم‌های بالای علف هرز مزبور در رقم سایسون ۱/۳ برابر بیشتر از رقم الوند به دست آمد (Saadatian *et al*., 2012). به اعتقاد برخی محققان افزایش رقابت و محدودیت فضای رشد عامل کاهش پنجه‌زنی گندم در شرایط رقابت است.

به طوری که با افزایش تراکم علف هرز و به تبع آن تراکم کل، رقابت بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای شدت یافته و از طریق کاهش تعداد پنجه‌های بارور و افزایش میزان مرگ و میر پنجه‌ها، عملکرد نهایی گندم کاهش می‌یابد (Ahmadvand, 2002; Saadatian *et al*., 2012). در بررسی دیگر، پژوهشگران کاهش معنی‌دار تعداد سنبله گندم در اثر افزایش تراکم چاودار را به ارتفاع زیاد علف هرز در مقایسه با گندم و سایه‌اندازی آن به خصوص در مرحله رشد زایشی نسبت دادند و در ادامه عنوان داشتند که احتمالا خاصیت دگرآسیبی چاودار توانایی تاثیر منفی بر قدرت پنجه‌زنی گندم و نهایتاً کاهش تشکیل سنبله‌های بارور در گندم را دارد (Baghestani *et al*., 2003).

تحت تاثیر تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار، صفت تعداد دانه در سنبله گندم به صورت خطی کاهش نشان داد (شکل۲-b). در شرایط عدم رقابت، دو رقم چمران و سپاهان به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را دارا بودند. اما در شرایط تداخل، رقم سپاهان کمترین شیب کاهش تعداد دانه در سنبله به ازاء افزایش هر بوته چاودار در واحد سطح را داشت، به طوری که در تراکم ۸۰ بوته چاودار در متر مربع، پس از رقم سایسون در جایگاه دوم از نظر صفت مزبور قرار گرفت (شکل۲-b). بیشترین شیب کاهش تعداد دانه در سنبله نیز به رقم چمران تعلق داشت و در مرتبه بعدی رقم الوند قرار گرفت (شکل۲-b). علت کاهش شدیدتر تعداد سنبله رقم الوند نسبت به ارقام غیررقیبی همچون سایسون احتمالاً به دلیل ثبات بالاتر و تعداد بیشتر سنبله‌های بارور رقم الوند بوده

که با توجه به محدودیت منابع در شرایط رقابت موجب محدودیت شدیدتر منبع در مرحله گلدهی این رقم گردیده و در نتیجه تعداد دانه تشکیل شده در سنبله رقم الوند نقصان شدیدی نشان داده است. نتایج دیگر تحقیقات نیز حاکی از اثرات منفی رقابت بر این جزء از عملکرد است (Ahmadvand, 2002; Baghestani *et al*., 2003; Paynter and Hills, 2009; Soleymani *et al*., 2012).

میانگین وزن هزار دانه ارقام سایسون، الوند، چمران و سپاهان در شرایط عاری از علف هرز به ترتیب ۲۲/۲، ۴۱/۳، ۳۸/۷ و ۳۲/۹ گرم بود. با توجه به مشاهدات مزرعه‌ای، نقصان شدید وزن هزار دانه رقم سایسون نسبت به عدد ارائه شده در جدول۱ (۴۴ گرم) می‌تواند به علت گلدهی دیرهنگام این رقم نسبت به سایر ارقام مورد بررسی و برخورد دوره حساس پرشدن دانه با بادهای گرم آخر فصل منطقه مورد آزمایش باشد تحت تاثیر تراکم‌های مختلف چاودار، وزن هزار دانه ارقام گندم به صورت خطی کاهش یافت (شکل۳-a). به طوری که به ازاء افزایش هر بوته علف هرز در واحد سطح، این صفت در ارقام یاد شده به ترتیب ۰/۰۹۲، ۰/۱۰۴، ۰/۰۸۵ و ۰/۱۴۸ گرم افت نشان داد (شکل۳-a). احتمالاً ثبات بالاتر صفت تعداد دانه در سنبله رقم سپاهان در شرایط تداخل با علف هرز همراه با کاهش دسترسی به منابع لازم برای تامین مواد غذایی مورد نیاز مقاصد فتوسنتری (دانه‌ها)، موجب کاهش سهم هر دانه و افت بیشتر (شیب منفی‌تر) وزن هزار دانه رقم مزبور نسبت به سایر ارقام مورد بررسی شده است.

پژوهشگران در توجیه کاهش وزن هزار دانه گندم در تداخل با علف هرز اظهار داشته اند که ارتفاع بالاتر و سایه‌اندازی علف هرز در مرحله پرشدن دانه سبب کاهش جذب تشعشع و تسریع در زرد شدن برگ‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز جاری (محدودیت منبع) و افت وزن دانه‌های گندم خواهد شد (Ahmadvand, 2002; Saadatian *et al*., 2012). گزارشات دیگر نیز نشان‌دهنده تاثیر منفی تداخل علف هرز بر صفت وزن هزار دانه گیاه زراعی است (Holmann *et al*., 2004; Safahani *et al*., 2007; Paynter and Hills, 2009).

بیشترین شاخص برداشت ارقام مورد آزمایش در کرت‌های خالص حاصل شد و تحت شرایط تداخل با علف هرز چاودار این صفت کاهش نشان داد (شکل۳-b). بیشترین شیب منفی رگرسیون در دو رقم سایسون و چمران به دست آمد و خطوط بر هم منطبق گردید (شکل۳-b). در تمامی تیمارهای تداخل علف هرز چاودار، شاخص برداشت رقم الوند نسبت به دیگر ارقام گندم بالاتر بود. رقم سپاهان نیز علیرغم شاخص برداشت کمتر نسبت به رقم الوند، دارای شیب کاهشی مشابه با رقم مزبور بود (شکل۳-b). به نظر می‌رسد همراه با افزایش تداخل علف هرز چاودار، رقابت بر سر منابع مشترک همچون نور، آب و مواد غذایی بیشتر شده در نتیجه تعداد ساقه‌های غیر بارور و بازمانده از رشد گندم افزایش یافته و به تبع آن سهم قسمت-های رویشی نسبت به زایشی بیشتر شده و شاخص برداشت ارقام گندم کاهش داشته است (Saadatian *et al*, 2012). در یک بررسی، یافته‌ها نشان داد که افزایش تراکم چچم از ۱۶ به ۱۲۵ بوته در مترمربع کاهش شاخص برداشت هر

شش رقم جو مورد مطالعه را در پی داشت و در این بین، ارقام رقیب دارای شاخص برداشت بالاتری بودند (Paynter and Hills, 2009). در مطالعه-ای دیگر، شاخص برداشت گندم در تداخل با دو گونه‌هرز چاودار و خردل وحشی به طور خطی کاهش یافت و رقم رقیب الوند از شیب کمتری در صفت مزبور برخوردار بود (Saadatian *et al*, 2012).

تمامی پارامترهای مدل تغییر شکل یافته ارائه شده در جدول۳، از درجه اعتبار لازم برای استناد برخوردار بودند (Koutsoyiannis, 1973). کمترین شیب اولیه افزایش اختلاط بذر چاودار (پارامترs) در محصول گندم رقم الوند به دست آمد. در حالی که مقدار این پارامتر در ارقام سایسون و چمران نسبت به رقم مزبور به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۵۹ درصد بیشتر بود (جدول۳). روند تغییرات اختلاط بذر چاودار در تراکم‌های مورد بررسی و شیب اولیه افزایش آن در دو رقم سپاهان و الوند بسیار نزدیک بود و از این نظر اختلاف چندانی نشان نداد (جدول۳، شکل۴). حداکثر آلودگی بذر محصول گندم در بالاترین تراکم‌های ممکنه آن (پارامترa) در رقم سپاهان نسبت به سایر ارقام کمتر بود. همچنین این پارامتر در دو رقم سایسون و چمران بیشتر از ۹۵ درصد به دست آمد (جدول۳) که علاوه بر انطباق با اثرات کاهشی تداخل چاودار بر صفات دیگری همچون عملکرد دانه و تعداد سنبله بارور ارقام مزبور، نشان‌دهنده آن است که در شرایط عدم کنترل، تولید مزرعه از گندم به سمت چاودار تغییر خواهد یافت. نتایج یک تحقیق دو ساله نشان داده که در کرت‌های عدم کنترل چاودار وحشی، درصد آلودگی محصول گندم به بذر علف هرز به ترتیب به ۷۳ و ۴۶ درصد رسید (Stump and Westra, 2000).

کیفیت محصول گندم از جهت اختلاط بذر علف‌های هرز برای تحویل به سیلو بسیار مهم بوده و افت ناشی از این اختلاط را تحت عنوان افت غیرمفید برای قیمت‌گذاری گندم تحویلی کشاورز لحاظ می‌کنند. اما حداکثر افت غیرمفید مورد قبول برای مصارف خوراکی (تهیه نان، ماکارونی و ...) ۷ درصد می‌باشد یعنی در صورت اختلاط وزنی ۷ درصد یا بیشتر بذور علف‌های هرز با محصول، مراکز خرید تضمینی مانند سیلوها از پذیرش گندم خودداری می‌کنند و محصول علاوه بر قیمت بسیار پایین‌تر، تنها دارای مصارف دان مرغی و دامی است. لذا آستانه کیفی محصول تحویلی در این بررسی براساس شرایط واقعی، ۷ درصد منظور گردید و با استفاده از معادله ۳ و پارامترهای ارائه شده در جدول ۳ به طور دقیق محاسبه شد.

آستانه خسارت اقتصادی با توجه به قیمت نهاده مصرفی برای مقابله با علف هرز چاودار و قیمت محصول گندم برای همه ارقام مورد بررسی کمتر از یک بوته چاودار در مترمربع به دست آمد (جدول۴). در این بین، رقم چمران کمترین آستانه خسارت اقتصادی را به خود اختصاص داد به عبارت بهتر، تولید این رقم آنقدر به حضور علف هرز چاودار حساس بوده که تنها حضور یک بوته آن در هر صد متر مربع زمین زراعی باعث افتی برابر با هزینه کنترل علف هرز در محصول آن می‌گردد. بر خلاف آستانه خسارت اقتصادی، مقادیر به دست آمده برای آستانه خسارت کیفی محصول ارقام گندم بالاتر از یک بوته علف هرز در متر مربع بود

(جدول۴). این نتایج مبین آن است که آستانه خسارت اقتصادی چاودار نسبت به آستانه خسارت کیفی آن در تراکم‌های بسیار کمتری حاصل می‌گردد. لذا در صورت کنترل چاودار در سطح آستانه خسارت اقتصادی و یا پایین نگه داشتن تراکم چاودار در سطوح پایین‌تر از تراکم‌های به دست آمده، می‌توان به احتمال بسیار بالا از کیفیت مطلوب محصول گندم برداشت شده مطمئن بود.

علاوه بر روش محاسبه که موجب اختلاف زیاد مقادیر به دست آمده بین آستانه‌های اقتصادی و کیفی ارقام گندم شد، به علت ماهیت مقادیر برازش داده شده به مدل‌ها، روند تغییرات مقادیر به دست آمده بین ارقام گندم در دو نوع آستانه متفاوت بود. چون برای آستانه خسارت اقتصادی تنها تولید محصول گندم مد نظر قرار گرفت اما در آستانه خسارت کیفی، مجموع عملکرد دانه گندم و علف هرز استفاده شد.

محققین با احتساب هزینه‌های کنترل علف هرز و قیمت محصول گندم، آستانه خسارت اقتصادی علف هرز باریک برگ جو وحشی را بین ۳ تا ۸ بوته در متر مربع به دست آوردند. آنان شرایط آب و هوایی و رطوبت خاک را از عوامل مهم تأثیرگذار بر مقدار آستانه اقتصادی علف هرز بر شمردند (O'Donovan *et al*., 2007). بررسی اثر تراکم‌های علف هرز چاودار وحشی بر گندم نشان داد که آستانه خسارت اقتصادی این گیاه زراعی در مناطق و سال‌های مختلف متغییر است، به طوری که مقادیر آستانه خسارت اقتصادی علف هرز چاودار بسته به سال و منطقه بین ۲/۷ و ۴۳/۴ بوته در متر مربع به دست آمد (Pester *et al*., 2000). در آزمایشی دیگر، آستانه خسارت اقتصادی دو گونه علف هرز چاودار و خردل وحشی در رقم رقیب الوند به ترتیب ۱/۲ و ۰/۲ بوته در متر مربع برآورد گردید، در حالی که آستانه خسارت اقتصادی گونه‌های هرز ذکر شده در تداخل با رقم غیررقیب سایسون به ترتیب ۰/۷ و ۰/۱ بوته در متر مربع بود (Saadatian *et al*., 2011). توجه به آستانه‌های مرتبط با کیفیت محصول عرضه شده از نظر آلودگی به بذر علف هرز در کنار آستانه‌های خسارت اقتصادی ناشی از کاهش عملکرد گیاهان زراعی مهم، می‌تواند به عنوان راهکاری در جهت مدیریت بهتر و عرضه محصولات با خلوص مطلوب به شمار آید (Soleymani *et al*., 2012).

با توجه به این که مزرعه مورد نظر عاری از علف هرز چاودار بود، لذا تعداد بذر کشت شده در خاک به عنوان بانک بذر در نظر گرفته شد و ضمن محاسبه تعداد بذر تولیدی چاودار در واحد سطح، سرعت افزایش بالقوه جمعیت آن به ازاء هر بذر موجود در خاک به دست آمد. افزایش تعداد بذر علف هرز در خاک موجب کاهش سرعت بالقوه افزایش جمعیت آن شد (شکل۵). به نظر می‌رسد افزایش تعداد بذر و به تبع آن افزایش تراکم علف هرز، علاوه بر تشدید رقابت برون گونه‌ای با گیاه زراعی، باعث ایجاد رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های علف هرز شده و پتانسیل تولید بذر تک بوته‌های علف هرز در نتیجه افزایش فشارهای ناشی از تداخل، کاهش یافته است. در تمامی سطوح مورد بررسی، سرعت افزایش جمعیت چاودار در تداخل با رقم چمران بیشتر از سایر ارقام بود. به جز

سطح ۲۰ بوته چاودار در متر مربع (۲۴ عدد بذر در خاک) در سایر تیمارهای تداخلی مقادیر سرعت افزایش بالقوه جمعیت علف هرز در دو رقم الوند و سپاهان بسیار نزدیک بود (شکل۵). همچنین مقادیر کمتر به دست آمده برای صفت یاد شده در دو رقم مزبور نسبت به ارقام چمران و سایسون نشان‌دهنده اثرات رقابتی شدیدتر ارقام الوند و سپاهان بر توانایی تولید مثلی علف هرز چاودار در تیمارهای مورد بررسی است.

بررسی‌های دو ساله بر روی سرعت بالقوه افزایش جمعیت علف هرز پهن برگ ترب وحشی (*Raphanus raphanistrum*) حاکی از افزایش بسیار زیاد مقدار بذر علف هرز مورد مطالعه در هر سال بود، به طوری که در شرایط خالص، سرعت توسعه بانک بذر این علف هرز به طور میانگین به ۸۰۰ برابر بذر کشت شده در سال قبل رسید (Eslami *et al*., 2006). نتایج مشابهی از سرعت بالای افزایش بانک بذر علف هرز خردل وحشی در رقابت با کلزا نیز ارائه شده است (Soleymani *et al*., 2012). پژوهشگران در توجیه این روند اظهار داشتند که احتمالاً افزایش تراکم علف هرز سبب تشدید رقابت درون و برون-گونه‌ای شده به طوری که نسبت تولید بذر بوته‌های علف هرز به بذر کشت شده کاهش یافته است (Saadatian *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این بررسی مبین آن بود که ارقام سایسون و چمران به علت دارا بودن قابلیت رقابتی پایین‌تر و تولید بذر بیشتر علف هرز، نسبت به دو رقم دیگر مناسب کشت در زمین‌های آلوده به چاودار نبوده و در صورت کشت، جمعیت علف هرز در سال‌های بعد مشکلات بیشتری را برای محصول گندم در پی خواهد داشت. همچنین دیررسی و تلاقی مراحل حساس فاز زایشی رقم پر محصول سایسون با بادهای گرم غالب موجب شد تا مناسب کشت در منطقه مورد آزمایش نباشد. رقم سپاهان (رقم اصلاح شده مختص مناطق نیمه خشکی همچون درگز) از ثبات تولید بالاتری نسبت به دیگر ارقام برخوردار بود، اما رقم الوند نیز علاوه بر کنترل جمعیت علف هرز، دارای عملکرد بالاتری در تراکم‌های به کاربرده شده بود و از آنجا که مبنای کشاورزی امروز بر تولید بیشتر در واحد سطح استوار است، لذا به نظر می رسد که رقم الوند کلیه منافع کوتاه مدت و دراز مدت را در مزارع آلوده به علف هرز چاودار در منطقه مورد آزمایش تامین خواهد کرد.

جدول۱- مشخصات ارقام گندم مورد بررسی

Table 1- Characteristics of studied wheat cultivars

رقم Cultivar	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (Cm)	کود اوره (کیلوگرم در هکتار) Urea (Kg h^{-1})	زمان رسیدن Maturing time	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه (تن درهکتار) Grain yield (ton h^{-1})
سایسون Sayson	90	175	دیررس Late	42	7.5
الوند Alvand	115	125	نسبتا دیررس Relatively late	40	6.4
چمران Chamran	95	175	زودرس Early	39	6.2
سپاهان Sepahan	100	150	زودرس Early	40	7.1

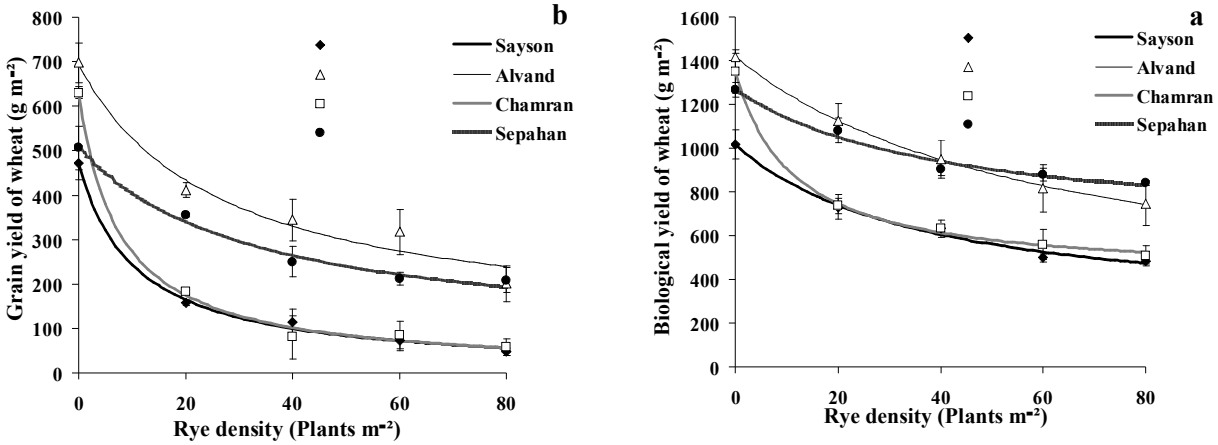
جدول۲- نتایج حاصل از برازش مدل سه پارامتری کوزنس به داده‌های صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله بارور در واحد سطح ارقام گندم، در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.

Table 2- Results of fitting three-parameter model of cousens to data of biological yield, grain yield and fertile spike number per unit area of wheat cultivars in interference with different densities of feral rye.

صفت Trait	رقم Cultivar	Y_{wf}[1]	I^3±SE[2]	A^4±SE	R^2_{adj}[5]	RMS[6]
عملکرد بیولوژیک Biological yield	سایسون Sayson	1015.6±41.77	2.08±0.686	78.69±15.843	0.88	5282
	الوند Alvand	1417.4±77.01	1.36±0.655	84.18±36.972	0.77	18177
	چمران Chamran	1349.5±56.09	6.19±2.433	69.86±6.925	0.91	9443
	سپاهان Sepahan	1271.2±34.88	1.27±0.439	52.69±11.447	0.88	3688
عملکرد دانه Grain yield	سایسون Sayson	472.1±20.83	9.39±2.767	99.76±7.118	0.95	1302
	الوند Alvand	693.9±42.05	3.29±1.349	87.20±16.906	0.84	5326
	چمران Chamran	630.6±24.67	13.13±3.987	99.68±5.585	0.96	1826
	سپاهان Sepahan	508.7±28.46	2.66±1.041	86.93±18.727	0.84	2445
تعداد سنبله بارور در واحد سطح Number of fertile spike per unit area	سایسون Sayson	936.0±51.57	3.71±1.197	99.89±15.676	0.89	8012
	الوند Alvand	905.8±20.21	0.55±0.270	36.31±16.159	0.77	1255
	چمران Chamran	666.8±27.39	3.54±0.934	91.34±11.239	0.93	2260
	سپاهان Sepahan	1001.8±34.61	1.28±0.585	49.16±13.352	0.80	3628

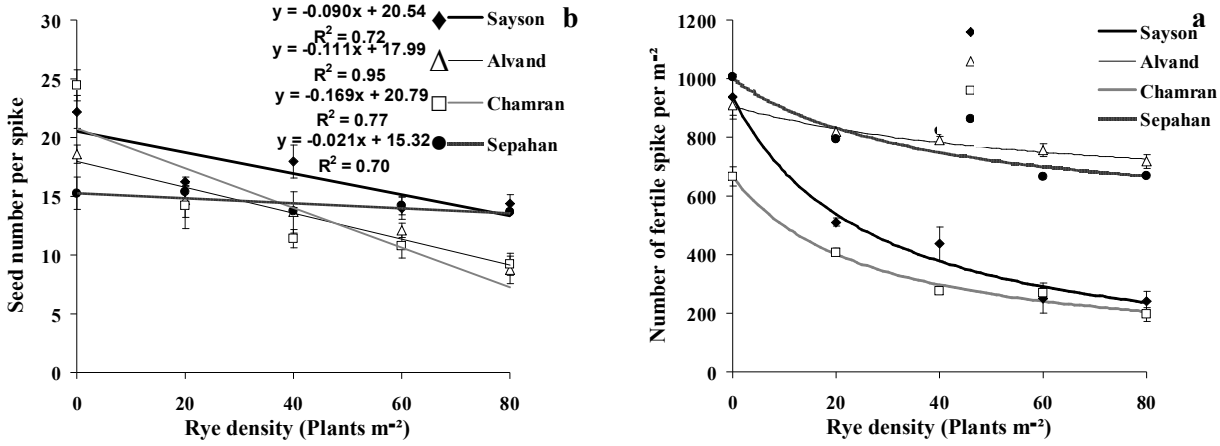
۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب مقدار صفات عملکرد بیولوژیک و دانه (گرم در مترمربع) یا تعداد سنبله بارور (درمترمربع) گندم در شرایط عدم رقابت، خطای استاندارد، شیب اولیه مدل سه پارامتری کاهش عملکرد، حداکثر افت تخمینی صفت مورد نظر، ضریب تبیین تصحیح شده و باقیمانده میانگین مربعات مدل است.

1, 2, 3, 4, 5 and 6 is biologic and grain yield ($g.m^{-2}$) or fertile spike number (m^2) of wheat in non-competition condition, Standard error, Initial slope of three-parameter yield loss model, Maximum estimated yield loss of studied trait, Adjustment determination coefficient, Residual mean square of model, respectively.



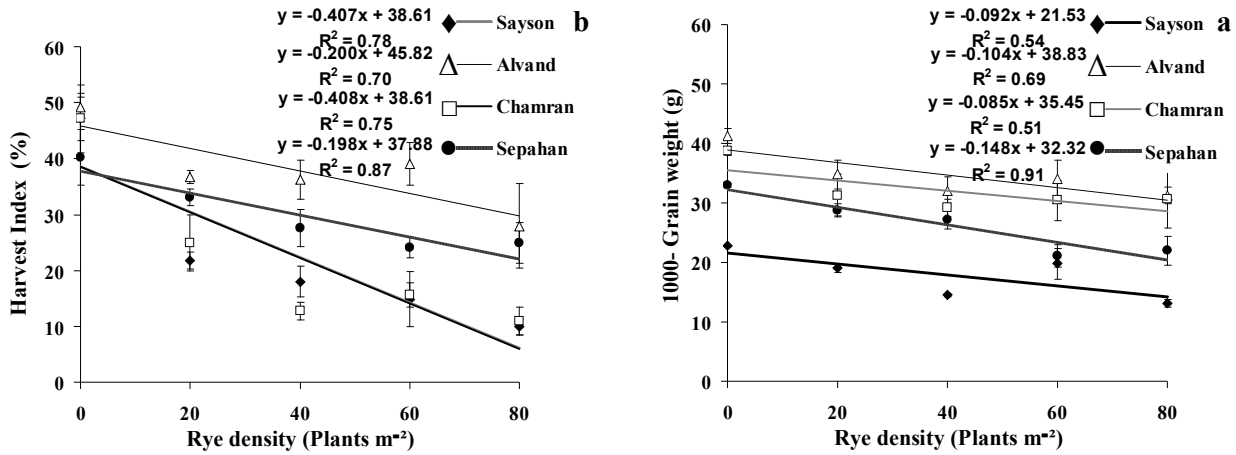
شکل۱- روند تغییرات صفات عملکرد بیولوژیک (الف) و عملکرد دانه (ب) ارقام گندم در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار. (هر نقطه نشان دهنده میانگین تیمار مورد نظر است. خطوط عمودی، خطای استاندارد هر یک از نقاط می‌باشد)

Fig 1: Changing trend of biological yield (a) and grain yield (b) of wheat cultivars in interference with different densities of feral rye. (Each point is an indicator of a mean of studied treatment. Vertical bars are standard errors of each point)



شکل۲- روند تغییرات صفات تعداد سنبله بارور در واحد سطح (الف) و تعداد دانه در سنبله (ب) ارقام گندم، در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار. (هر نقطه نشان‌دهنده میانگین تیمار مورد نظر است. خطوط عمودی، خطای استاندارد هر یک از نقاط می‌باشد)

Fig 2: Changing trend of number of fertile spike per unit area (a) and seed number per spike (b) of wheat cultivars in interference with different densities of feral rye. (Each point is an indicator of a mean of studied treatment. Vertical bars are standard errors of each point)



شکل۳- روند تغییرات صفات وزن هزار دانه (الف) و شاخص برداشت (ب) ارقام گندم در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار. (هر نقطه نشان‌دهنده میانگین تیمار مورد نظر است. خطوط عمودی، خطای استاندارد هر یک از نقاط می‌باشد)

Fig 3: Changing trend of 1000-grain weight (a) and harvest index (b) of wheat cultivars in interference with different densities of feral rye. (Each point is an indicator of a mean of studied treatment. Vertical bars are standard errors of each point)

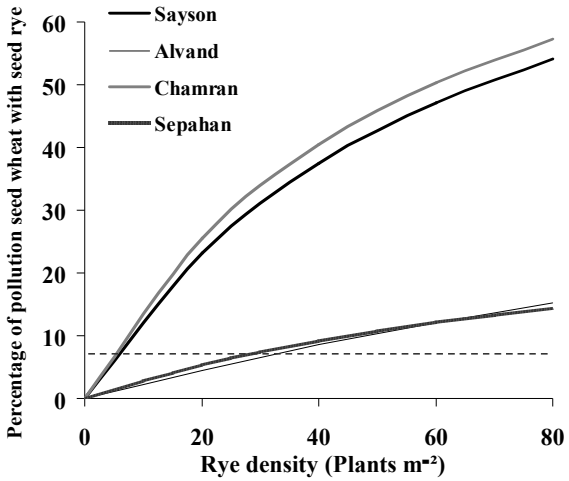
جدول۳- نتایج حاصل از برازش مدل دو پارامتری تغییر شکل یافته به داده‌های درصد اختلاط وزنی محصول گندم به بذر علف هرز چاودار در تیمارهای مختلف تداخل.

Table 3- Results of fitting transformed two-parameter model to data of weighting mixture percent of wheat yield with feral rye seed in different interference treatments.

RMS[5]	R^2_{adj}[4]	a[3]±SE	s[2]±SE[1]	رقم Cultivar
6.74	0.98	96.83±17.048	1.53±0.247	سایسون Sayson
0.25	0.99	74.43±36.315	0.24±0.024	الوند Alvand
20.36	0.96	97.92±26.016	1.73±0.464	چمران Chamran
1.54	0.95	33.21±15.556	0.32±0.088	سپاهان Sepahan

۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب خطای استاندارد، شیب اولیه افزایش اختلاط بذر چاودار در محصول دانه گندم، حداکثر آلودگی محصول به بذر علف هرز، ضریب تبیین تصحیح شده و میانگین مربعات باقیمانده مدل است.

1, 2, 3, 4, 5 and 6, is Standard error, Initial slope of mixing seed feral rye in wheat grain yield, Maximum pollution to seed of weed, Adjustment determination coefficient, Residual mean square of model, respectively.



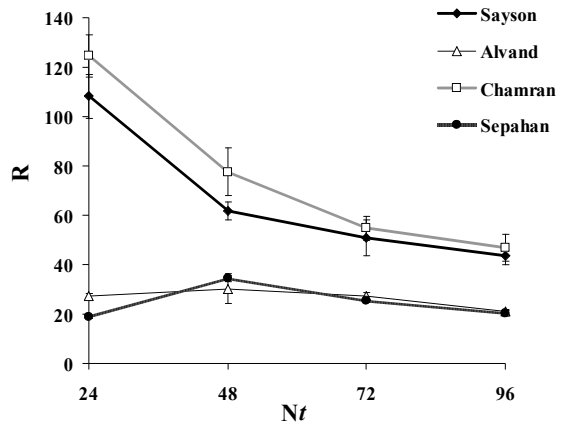
شکل۴- روند تغییرات درصد آلودگی بذر گندم به بذر علف هرز چاودار. (خط نقطه‌چین، آستانه خسارت کیفی محصول گندم و تغییر مصرف آن به دان مرغی است که بر اساس ۷ درصد اختلاط محصول به بذر علف هرز منظور گردیده است)

Fig 4: Changing trend of contaminated percentage of grain wheat by rye seed. (Dotted line is qualitative threshold of wheat and its consumption to birdseed that is calculated on the basis of 7 percent mixing of yield with weed seed)

جدول۴- مقادیر آستانه‌های اقتصادی و کیفی ارقام مختلف گندم

Table 4- Values of economic and qualitative threshold of different wheat cultivar

آستانه خسارت کیفی QT^2	آستان خسارت اقتصادی ET^1	رقم گندم Wheat cultivar
4.93	0.19	سایسون Sayson
32.19	0.36	الوند Alvand
4.36	0.01	چمران Chamran
27.72	0.61	سپاهان Sepahan



شکل۵- سرعت افزایش بالقوه جمعیت علف هرز چاودار در تراکم‌های مختلف آن، در شرایط رقابت با ارقام گندم. (هر نقط نشان‌دهنده میانگین تیمار مورد نظر است. خطوط عمودی، خطای استاندارد هر یک از نقاط می‌باشد)

Fig 5: Rate of population increase (R) of feral rye in its different densities, in competition with wheat cultivars. (Each point is an indicator of a mean of studied treatment. Vertical bars are standard errors of each point)

Reference

فهرست منابع

Ahmadvand, G. 2002. Canopy structure and light and nitrogen absorption and use efficiency as affected by wheat and wild oat inter and intra- specific competition. Ph.D thesis. Ferdowsi university of Mashhad. Iran.

Anderson, R. L. 2009. Impact of preceding crop and cultural practices on rye growth in winter wheat. Weed Technology, 23: 564-568.

Baghestani Meybodi, M. A., A.G. Akbari, A. R. Atri and M. Mokhtari. 2003. Competitive effects of rye (*Secale cereale* L.) on growth indices, yield and yield components of wheat. Pajouhesh and Sazandegi, 61: 2-11. (in persian)

Bushong, J., T. Peeper, M. Boyles and A. Stone. 2011. Italian ryegrass (*Lolium perenne*), feral cereal rye (*Secale cereale*), and volunteer wheat (*Triticum aestivum*) control in winter canola. Weed Technol, 25(3): 344-349.

Coble, H.D. and D.A. Mortensen. 1992. The threshold concept and its application to weed science. Weed Technol, 6: 191-195.

Cousens, S.R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Biol., 107: 239-252.

Eslami, S.V., G.S. Gill, B. Bellotti and G. McDonald. 2006. Wild radish *(Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Sci, 54: 749-756.

Holmann, J.D., A. Bussan, B. Maxwell, P. Miller and J. Mickelson. 2004. Spring wheat, canola, and sunflower response to Persian darnel (*Lolium persicum*) interference. Weed Technol, 18: 509-520.

[ICARDA] International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. 2005. Seed and crop improvement situation assessment in Afghanistan. Web page: http://www.icarda.org/Afghanistan/NA/Full/Early_F.htm. Accessed: September 9, 2005.

Koutsoyiannis, A. 1973. Theory of econometrics: an introductory exposition of econometric methods. London: MacMillan. pp. 68-95.

Lemerle, D., G.S. Gill, C.E. Murphy, S.R. Walker, R.D. Cousens, S. Mokhtari, S.J. Peltzer, R. Coleman and D.J. Luckett. 2001. Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weed. Austuralian Journal Agricaltural Research, 52: 527-548.

Mennan, H. and B.H. Zandstra. 2005. Effect of wheat *(Triticum aestivum)* cultivars and seeding rate on yield loss from *Galium aparine* (cleavers). Short communication. Journal of Crop Protection, 24: 1061-1067.

Ngouajio, M., J.M.E. McGiffen and K.J. Hembree. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. Weed Sci, 49: 91-98.

O'Donovan, J.T., K.N. Harker, G.W. Clayton and L.M. Hall. 2000. Wild oat *(Avena fatua*) interference in barley *(Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. Weed Technol, 14: 624-629.

O'Donovan, J.T., K.N. Harker, G.W. Clayton, L.M. Hall, J. Cathcart, K.L. Sapsford, F.A. Holm (Rick) and K. Hacault. 2007. Volunteer Barley Interference in Spring Wheat Grown in a Zero-Tillage System. Weed Sci, 55: 70-74.

Paolini, R., F. Faustini, F. Saccardo and P. Crino. 2006. Competitive interactions between chick-pea genotypes and weeds. Weed Res, 46: 335-344.

Paynter, B.H. and A.L. Hills. 2009. Barley and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition is influenced by crop cultivar and density. Weed Technol, 23:40-48.

Paynter, B.H. 2010. Wide row spacing and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition can decrease barley yield. Weed Technol, 24: 310-318.

Pester, T.A., P. Westra, R.L. Anderson, D.J. 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.

Roberts, J.R., T.F. Peeper and J.B. Solie. 2001. Wheat *(Triticum aestivum)* row spacing, seeding rate and cultivar affect interference from rye *(Secale cereale)*. Weed Technol, 15: 19-25.

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 Journal Field Crops Research, 9(3): 494-504.

Saadatian, B., G. Ahmadvand and F. Soleymani. 2012. Effect of rye (*Secale cereale*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition on yield and yield components of two winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Journal Plant Protection, 26(1): 8-19.

Safahani, A., B. Kamkar, E. Zand, N. Bagherani and M. Bagheri. 2007. Reaction of grain yield and its components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) in Gorgan. Iranian Journal of Crop Sciences. 9 (4): 356-370.

Safahani Langrodi1, A. S., B. Kamkar, E. Zand and M. A. Baghestani. 2008. Evaluation of ability tolerance competition of canola cultivars to wild mustard (*Sinapis arvensis*) using some empirical models in Golestan province. Journal Agriculture Science Natural Resource, 15(5):101-111.

Soleymani, F., G. Ahmadvand and B. Saadatian. 2011. Investigation the Effect of Nitrogen on Competitive Ability of Canola (*Brassica napus*) Against Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Using Empirical Models. Journal Plant Protection, 25 (2): 158-167.

Soleymani, F., G. Ahmadvand and B. Saadatian 2012. The effect of nitrogen levels and wild mustard densities on yield and economic threshold of canola. Electronic Journal Crop Production, 4(4):85-102.

Stump, W.L. and P. Westra. 2000. The seedbank dynamics of feral rye (*Secale cereale*).

Weed Technology, 14: 7-14.

White, A.D., D.J. Lyon, C. Mallory-Smith, C.R. Medlin and J.P. Yenish. 2006. Feral Rye (*Secale cereale*) in Agricultural Production Systems. Weed Technology, 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 Science, 50: 411-424.

Yenish, J.P. and F.L.Young, 2004. Winter wheat competition against jointed goatgrass *(Aegilops cylindrica)* as influenced by wheat plant height, seeding rate, and seed size. Weed Science, 52: 996-1001.