نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره اول، بهار ۹۲
۱۷۰-۱۴۹
http://ejcp.gau.ac.ir

نگرشی کاربردی در پیش‌بینی تولید و سود اقتصادی ارقام گندم در تداخل با چاودار وحشی با استفاده از مدل‌های رگرسیونی

*بیژن سعادتیان[۱]، محمد کافی[۲] و فاطمه سلیمانی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی‌سینا همدان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۶

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین روشی کاربردی برای پیش‌بینی تولید اقتصادی محصول گندم در رقابت با چاودار وحشی با استفاده از مدل‌های رگرسیونی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان درگز انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام گندم (سایسون، الوند، چمران و سپاهان) و سطوح تراکم علف هرز چاودار وحشی (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع) بود. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم چاودار وحشی، عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم کاهش یافت. در مقابل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله در واحد سطح چاودار وحشی و درصد آلودگی محصول افزایش یافت. کم‌ترین و بیش‌ترین شیب اولیه کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه (پارامتر I) به‌ترتیب در ارقام سپاهان و چمران به‌دست آمد. عملکرد دانه رقم الوند در تمامی سطوح تراکم اعمال شده نسبت به سایر ارقام برتری داشت. بیش‌ترین مقادیر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله علف هرز و درصد آلودگی محصول در رقم چمران به‌دست آمد. در بازه آلودگی قابل‌قبول محصول گندم به بذر علف هرز (۷-۰ درصد)، کم‌ترین و بیش‌ترین تراکم چاودار وحشی که موجب آلودگی یکسان محصول شد، به‌ترتیب در ارقام چمران و الوند برآورد گردید. بالاترین تولید محصول و سود ناخالص در ارقام الوند و چمران به‌دست آمد. به‌طورکلی رقم الوند علاوه‌بر تأثیر منفی بر تولید علف هرز، سود ناخالص بالایی داشت. بنابراین در منطقه مورد آزمایش، رقم یاد شده برای کشت در مزارع دارای بانک بذر چاودار وحشی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: درصد آلودگی محصول، رقابت، سود ناخالص، عملکرد

* مسئول مکاتبه: b.saadatian@gmail.com

مقدمه

چاودار وحشی (*Secale cereale*) یکی از علف‌های هرز مهم گندم زمستانه (*Triticum aestivum* L.) در سطح جهان به‌شمار می‌رود و از اولین گونه‌های باریک برگ گزارش شده در محصولات گندم و جو (*Hordeum vulgare*) می‌باشد (استامپ و وسترا، ۲۰۰۰؛ رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ وایت و همکاران، ۲۰۰٦). این گیاه به‌علت دارا بودن تنوع ژنتیکی، قادر است در دامنه وسیعی از شرایط محیطی و جغرافیایی رشد کند (پستر و همکاران، ۲۰۰۰؛ وایت و همکاران، ۲۰۰٦). کنترل چاودار به‌علت 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، دارا بودن چرخه زندگی مشابه با گندم و داشتن خواص دگرآسیب، بسیار مشکل است (پستر و همکاران، ۲۰۰۰). در کشورهای خاورمیانه که خاستگاه اصلی چاودار وحشی نیز هستند، تولیدکنندگان گندم با مشکلات بسیاری در مبارزه با این علف هرز مواجه‌اند (ایکاردا، ۲۰۰۵).

چاودار وحشی به‌دلیل خصوصیت‌های یاد شده دارای قدرت رقابتی بالا در تداخل با گونه‌های دیگر است. آزمایش‌های انجام گرفته در امریکا نشان داد که تک‌بوته‌های علف هرز چاودار وحشی نسبت به تک‌بوته‌های هر یک از گونه‌های هرز چچم (*Lolium multiflorum* Lam.)، علف پشمکی (*Bromus secalinus* L.)، دانه تسبیحی (*Aegilops cylindrica* L.) و یولاف وحشی (*Avena fatua*) دارای قدرت رقابتی بالاتر بود (وایت و همکاران، ۲۰۰٦). اثرات کاهشی چاودار وحشی بر تولید محصول گندم در غالب موارد شدید بوده است (پستر و همکاران، ۲۰۰۰؛ دیانت و همکاران، ۲۰۰۷؛ سعادتیان، ۲۰۱۰). مطالعه‌ای دوساله نشان داد که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع هر یک از علف‌های هرز چچم و علف پشمکی به‌ترتیب عملکرد گندم را ٦۵ و ٤۰ درصد کاهش داد. اما در تراکم یاد شده، چاودار وحشی کاهشی ۹۵ درصدی را در تولید محصول سبب شد. همچنین در یک سری آزمایش‌های تکرار شده در دو منطقه متفاوت، چاودار وحشی در تراکم‌های مشابه، ۱۰ بار رقابتی‌تر از چچم بود (وایت و همکاران، ۲۰۰٦).

ظهور علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش، موجب افزایش هزینه کنترل شده (اسلامی و همکاران، ۲۰۰٦؛ اندرسون، ۲۰۰۹)، از طرفی آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کنترل شیمیایی نگرانی‌ها را درباره اثرات مضر آن بر زندگی انسان در پی داشته است (میلر، ۲۰۰۸). همچنین نبود علف‌کش انتخابی برای بسیاری از علف‌های هرز از جمله چاودار (رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱)، بر ضرورت توجه

به روش‌های جایگزین مصرف علف‌کش‌ها تأکید می‌کند (دیانت و همکاران، ۲۰۰۷؛ اندرسون، ۲۰۰۹؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از روش‌هایی که امروزه توجه ویژه‌ای به آن شده، استفاده از ارقامی با قدرت رقابت بالا در برابر علف‌های هرز است (اودونووان و همکاران، ۲۰۰۰؛ رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ نگوآجیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ ینیش و یانگ، ۲۰۰٤؛ منان و زاندسترا، ۲۰۰۵؛ دیانت و همکاران، ۲۰۰۷؛ صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ امین‌پناه و همکاران، ۲۰۰۹؛ پینتر و هیلز، ۲۰۰۹؛ پینتر، ۲۰۱۰).

به اعتقاد سعادتیان و همکاران (۲۰۱۱) ارقام رقیب گندم علاوه بر تولید محصول بیش‌تر، اثرات بازدارندگی بالاتری را نیز بر عملکرد گونه‌های هرز خواهند داشت. صفاهانی و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که در شرایط تداخل با خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، ارقام کلزا از نظر صفت عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف داشتند و ارقام دارای قدرت رقابتی بالا نسبت به سایر ارقام از عملکرد بیولوژیک بیش‌تری برخوردار بودند. پینتر و هیلز (۲۰۰۹) استفاده از ارقام رقیب جو را عامل مؤثری در کاهش عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح علف هرز چچم (*Lolium rigidum*) دانستند. دهیما و همکاران (۲۰۰۰) نیز در تداخل ارقام جو با تراکم‌های ۱۲۰ بوته یولاف (*Avena sterilis*) در مترمربع و ٤۰۰ بوته فالاریس (*Phalaris minor*) در مترمربع به نتایج مشابهی دست یافتند. اندرسون (۲۰۰۹) با استفاده از رقم رقیب گندم، تولید زیست‌توده و دانه چاودار وحشی را در تناوب‌های زراعی مختلف به‌طور معنی‌داری کاهش داد. نتایج بررسی‌های چندساله اودونووان و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد که ارقام جو از نظر عملکرد در شرایط تداخل با علف هرز یولاف وحشی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین بیش‌ترین تولید زیست‌توده و عملکرد دانه گونه هرز در ارقامی از جو به‌دست آمد که دارای درصد کاهش بالاتری در اثر تداخل علف هرز نسبت به شرایط خالص بودند. ینیش و یانگ (۲۰۰٤) نیز در مطالعه رقابت ارقام گندم با علف هرز دانه تسبیحی به نتایج مشابهی رسیدند.

اختلاط بذور علف هرز چاودار وحشی بر خصوصیات آسیاب و پخت آرد گندم اثر گذاشته و باعث کاهش کیفیت آن می‌گردد (استامپ و وسترا، ۲۰۰۰؛ پستر و همکاران، ۲۰۰۰؛ رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ وایت و همکاران، ۲۰۰٦). ضخامت سطح مقطع و چگالی دانه چاودار وحشی مشابه با گندم می‌باشد، بنابراین جداسازی درصد کمی از بذر این علف هرز میسر است (وایت و همکاران، ۲۰۰٦). هنگام تحویل محصول به مراکز خرید چنان‌چه بذر علف‌های هرز بیش از یک حد قابل‌قبول اختلاط‌یافته 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. از این‌رو حضور چاودار وحشی و نبود روش‌های مناسب جداسازی بذر این علف هرز، کاهش کیفیت محصول را به‌دنبال خواهد داشت.

امروزه کمی‌سازی روابط رقابتی و استفاده از آن‌ها به‌منظور مدیریت علف‌های هرز گسترش‌یافته است و نقش مدل‌های تجربی در توصیف روند تغییرات صفات گیاهی تحت‌تأثیر رقابت و استفاده از پارامترهای تخمینی به‌دست آمده از آن‌ها به‌منظور تعیین بازه اقتصادی مطلوب برای مدیریت و کنترل علف هرز بسیار دارای اهمیت است (ویلکرسون و همکاران، ۲۰۰۲).

مسایل اقتصادی در سالیان اخیر موجب رویکرد کشاورزان درگز در خراسان‌رضوی به‌سمت کشت مداوم گندم شده، این نظام تک‌کشتی، ظهور و توسعه گونه باریک برگ چاودار وحشی در منطقه را به همراه داشته است. از سویی دیگر کیفیت گندم برداشت شده در خرید تضمینی این محصول و درآمد به‌دست آمده از آن بسیار مهم است. به‌گونه‌ای که افزایش اختلاط بذر علف هرز که در اصطلاح افت غیرمفید نامیده می‌شود، موجب کاهش قیمت هر واحد محصول تحویلی به سیلو می‌گردد. همچنین توصیه روزافزون به کاهش کاربرد نهاده‌های شیمیایی در کنترل علف‌های هرز، کشت ارقام با قدرت رقابتی مناسب را بیش از پیش مورد توجه قرار داده است. بنابراین در این پژوهش ضمن بررسی توان رقابتی ارقام گندم مرسوم منطقه (چمران و الوند) و توصیه شده جدید (سپاهان و سایسون) نسبت به تداخل گونه هرز چاودار وحشی، برای نخستین بار در ایران نگاهی کاربردی‌تر به معادلات رگرسیونی رقابت در تعیین کیفیت و سود ناخالص محصول خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه نمونه گندم واقع در شهرستان درگز با ارتفاع ٤٨٠ 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. براساس اطلاعات پژوهش‌گران مرکز تحقیقات خراسان‌رضوی که در جدول ۱ ارایه شده است، برای تأمین نیاز غذایی ارقام گندم، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره (به‌عنوان کود پایه) به‌صورت 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 برای ارقام، به‌طور مساوی تقسیط و به‌صورت سرک مصرف گردید.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ٤ رقم گندم با مشخصات ارایه شده در جدول ۱ و تراکم‌های علف هرز چاودار وحشی در ۵ سطح ۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. در بیستم آبان‌ماه سال ۱۳۸۹ بذور ارقام گندم با توجه به وزن هزاردانه و قوه نامیه، با تراکم ٤۵۰ بوته در مترمربع به‌صورت کاملاً یکنواخت در کرت‌هایی به ابعاد ۲×٤ متر و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری با دست بر روی پشته‌ها کشت شد. با توجه به شرایط محیطی و قوه نامیه بذر علف هرز چاودار وحشی، برای اطمینان از به‌دست آمدن تراکم‌های موردنظر، تعداد بذر کشت شده چاودار وحشی ۲۰ درصد بیش‌تر منظور گردید (سعادتیان، ۲۰۱۰). بذور علف هرز نیز هم‌زمان در ردیف‌های گندم کشت شد.

جدول ۱- مشخصات ارقام گندم مورد بررسی.

رقم	تیپ رشدی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کود اوره (کیلوگرم در هکتار)	زمان رسیدن	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
سایسون	بهاره	۹۰	۱۷۵	دیررس	٤۲	۷/۵
الوند	بینابین	۱۱۵	۱۲۵	به‌نسبت دیررس	٤۰	٦/٤
چمران	بهاره	۹۵	۱۷۵	زودرس	۳۹	٦/۲
سپاهان	بهاره	۱۰۰	۱۵۰	زودرس	٤۰	۷/۱

منبع اطلاعات ارایه شده، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان‌رضوی است.

در طول فصل رشد به‌جز علف هرز چاودار وحشی، سایر گونه‌های هرز به‌صورت مستمر با دست وجین شدند. آبیاری به‌صورت نشتی در ۵ مرحله از رشد گندم (خاک‌آب، ساقاب، خوشاب، گل‌آب، داناب) انجام شد. به‌منظور مبارزه با آفت سن از سم دسیس (دلتامترین) به‌میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. در پنجم تیرماه سال ۱۳۹۰، برداشت نهایی از نیمه پایینی هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت ۱ مترمربع صورت گرفت. سپس بوته‌های گندم از علف هرز چاودار وحشی تفکیک گردید و عملکرد بیولوژیک و دانه، تعداد سنبله در واحد سطح گندم و چاودار وحشی اندازه‌گیری شد. آنالیز رگرسیون داده‌ها با برنامه آماری SAS انجام شد.

معادله هذلولی سه‌پارامتری کوزنس (۱۹۸۵) به داده‌های عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم در تیمارهای تداخل علف هرز برازش داده شد.

$$Y = Y_{wf} \times \left[۱ - \frac{I.D}{۱۰۰\left(۱ + \frac{I.D}{A} \right)} \right] \quad (۱)$$

که در آن، Y: عملکرد بیولوژیک یا دانه (کیلوگرم در هکتار) گندم، D: تراکم علف هرز چاودار وحشی (بوته در مترمربع)، Y_{wf}: مقادیر صفات مورد بررسی در شرایط نبود تداخل (کیلوگرم در هکتار)، I: درصد کاهش صفت موردنظر به‌ازای ورود اولین بوته علف هرز هنگامی که تراکم علف هرز به‌سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر افت تخمینی صفت مورد بررسی است.

داده‌های عملکرد بیولوژیک، دانه و تعداد سنبله تولیدی علف هرز چاودار وحشی در واحد سطح در تیمارهای تراکمی آن، به معادله تغییر شکل یافته کوزنس (۱۹۸۵) برازش داده شد.

$$Y = \frac{y.d}{۱ + \frac{y.d}{m}} \quad (۲)$$

که در آن، Y: عملکرد بیولوژیک و دانه (گرم در مترمربع) یا تعداد سنبله بارور علف هرز چاودار وحشی در واحد سطح، d: تراکم علف هرز چاودار وحشی (بوته در مترمربع)، y: عملکرد بیولوژیک و دانه یا تعداد سنبله چاودار وحشی به‌ازای ورود اولین بوته آن در واحد سطح و m: حداکثر صفت موردنظر است.

مدل هذلولی دوپارامتری تغییر شکل یافته (کوزنس، ۱۹۸۵) به درصد وزنی آلودگی محصول گندم در تیمارهای تداخل علف هرز برازش داده شد.

$$P = \frac{s.D}{۱ + \frac{s.D}{a}} \quad (۳)$$

که در آن، P: درصد وزنی آلودگی محصول گندم در واحد سطح، D: تراکم علف هرز چاودار وحشی (بوته در مترمربع)، s: درصد آلودگی محصول به‌ازای ورود اولین بوته علف هرز هنگامی‌که تراکم آن

به‌سمت صفر میل می‌کند و a: حداکثر درصد آلودگی محصول گندم است. با استفاده از پارامترهای این معادله، تعداد بوته علف هرز چاودار وحشی در واحد سطح که منجر به آلودگی ۷-۱ درصدی در ارقام گندم می‌گردید، تخمین زده شدند و از طریق آن، عملکرد گندم از رابطه ۱ به‌دست آمد. در ادامه کل محصول برداشت شده با توجه به مقدار درصد آلودگی موردنظر محاسبه شد.

نتایج و بحث

ضرایب تبیین ارایه شده در جدول‌های (۲، ۳ و ٤) نشان داد که معادله‌های مورد استفاده به خوبی روند تغییرات تمامی صفات مورد بررسی را توصیف کرده است. همچنین خطای استاندارد تمامی پارامترها کم‌تر از نصف مقادیر برآورد شده بود، و با توجه به نظر کوتسویانیس (۱۹۷۳) تمامی پارامترها از درجه اعتبار لازم برای استناد برخوردار بودند.

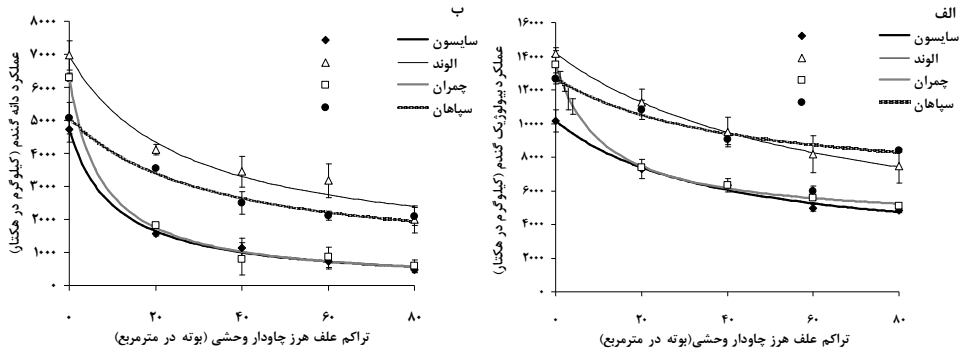
در کشت خالص، ارقام الوند و سایسون به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را نسبت به دیگر ارقام دارا بودند (شکل ۱- الف). پارامتر تخمینی (Y_{wf}) به‌دست آمده از مدل نیز علاوه‌بر تأیید این نتایج، به میانگین واقعی عملکرد بیولوژیک هر رقم بسیار نزدیک بود (جدول ۲ و شکل ۱- الف). عملکرد بیولوژیک ارقام گندم با افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی به‌صورت غیرخطی کاهش یافت (شکل ۱- الف). کاهش غیرخطی عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی در نتیجه افزایش تراکم علف هرز توسط پژوهش‌گران دیگر نیز گزارش شده است (سعادتیان، ۲۰۱۰؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱). رقم چمران، تحت‌تأثیر تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی کاهش بیش‌تری نسبت به سایر ارقام نشان داد (شکل ۱- الف)، و به‌ازای ورود اولین بوته علف هرز (پارامتر I)، عملکرد بیولوژیک آن ٦/١٩ درصد کاهش یافت. در مقابل، کم‌ترین مقدار افت متعلق به رقم سپاهان بود (جدول ۲). به‌طوری‌که در تراکم‌های ٦٠ و ٨٠ بوته چاودار وحشی در مترمربع، نسبت به ارقام دیگر از نظر صفت مزبور برتری داشت (شکل ۱- الف). همچنین حداکثر افت تخمینی (پارامتر A) به‌دست آمده از مدل نیز بیانگر آن بود که رقم سپاهان کم‌ترین افت عملکرد بیولوژیک را در بالاترین تراکم‌های ممکن علف هرز چاودار وحشی خواهد داشت. به‌طوری‌که پارامتر یاد شده در رقم سپاهان نسبت به ارقام الوند، چمران و سایسون به‌ترتیب ۳۲/۲، ٢٦ و ۱۷/۱ درصد کم‌تر برآورد گردید (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از برازش معادله (۱) به داده‌های صفات عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم، در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.

صفت	رقم	Y_{wf}±SE	I±SE	A±SE	R^2_{adj}	RMSE
عملکرد بیولوژیک	سایسون	۱۰۱۵٦±٤۱۷/۷	۲/۰۸±۰/٦۸٦	۷۸/٦۹±۱۵/۸٤۳	۰/۸۸	۵۲۸۲۰۹
	الوند	۱٤۱۷٤±۷۷۱/۱	۱/۳٦±۰/٦۵۵	۸٤/۸۸±۳٦/۹۷۲	۰/۷۷	۱۸۱۷۷٤۱
	چمران	۱۳٤۹۵±۵٦۰/۹	٦/۱۹±۲/٤۳۳	٦۹/۸٦±٦/۹۲۵	۰/۹۱	۹٤٤۳۳۳
	سپاهان	۱۲۷۱۲±۳٤۸/۸	۱/۲۷±۰/٤۳۹	۵۲/٦۹±۱۱/٤٤۷	۰/۸۸	۳٦۸۸۸۹
عملکرد دانه	سایسون	٤۷۲۱±۲۰۸/۳	۹/۳۹±۲/۷٦۷	۹۹/۷٦±۷/۱۱۸	۰/۹۵	۱۳۰۲۷۱
	الوند	٦۹۳۹±٤۲۰/۵	۳/۲۹±۱/۳٤۹	۸۷/۲۰±۱٦/۹۰٦	۰/۸٤	۵۳۲٦۳۷
	چمران	٦۳۰٦±۲٤٦/۷	۱۳/۱۳±۳/۹۸۷	۹۹/٦۸±۵/۵۸۵	۰/۹٦	۱۸۲۵٦۸
	سپاهان	۵۰۸۷±۲۸٤/٦	۲/٦٦±۱/۰٤۱	۸٦/۹۳±۱۸/۷۲۷	۰/۸٤	۲٤٤۵۷۹

SE: خطای استاندارد، Y_{wf}: مقدار عملکرد بیولوژیک یا دانه (کیلوگرم در هکتار) گندم در شرایط عدم رقابت، I: شیب اولیه مدل سه‌پارامتری کاهش عملکرد، A: حداکثر افت تخمینی صفت موردنظر، R^2_{adj}: ضریب تبیین تصحیح شده، RMSE: باقی‌مانده میانگین مربعات مدل است.

دیانت و همکاران (۲۰۰۷) در شرایط نبود تداخل، تفاوت معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک ارقام گندم مشاهده نکردند. اما در حضور علف هرز چاودار اختلاف بین ارقام معنی‌دار بود و رقم مهدوی به‌عنوان رقابت‌پذیرترین رقم، کم‌ترین درصد کاهش عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد. گزارش‌های پینتر و هیلز (۲۰۰۹) نشان داد که عملکرد بیولوژیک و تعداد پنجه تولیدی ارقام غیررقیب جو نسبت به سایر ارقام در تداخل با چچم کم‌تر بود و در مقایسه با شرایط خالص افت بیش‌تری داشت. در آزمایش‌های سعادتیان (۲۰۱۰)، هر چند رقم غیررقیب سایسون در کشت خالص نسبت به رقم الوند عملکرد بیولوژیک بالاتری داشت، اما در شرایط رقابت با هر دو گونه هرز خردل وحشی و چاودار، این صفت در رقم سایسون افت بیش‌تری داشت. نتایج مطالعه‌های متعدد دیگر نیز بیانگر کاهش کم‌تر عملکرد بیولوژیک ارقام رقیب گیاهان زراعی در شرایط تداخل با علف‌های هرز خردل وحشی (صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۷)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) (نگواجیو و همکاران، ۲۰۰۱)، چاودار وحشی (رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱)، دانه تسبیحی (ینیش و یانگ، ۲۰۰٤) و بی‌تی‌راخ (*Galium aparine*) (منان و زاندسترا، ۲۰۰۵) بود.



شکل ۱- روند تغییرات صفات عملکرد بیولوژیک (الف) و دانه (ب)
ارقام گندم در تداخل با تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.
(هر نقطه نشان‌دهنده میانگین تیمار موردنظر است. خطوط عمودی، خطای استاندارد (SE) هر یک از نقاط می‌باشد)

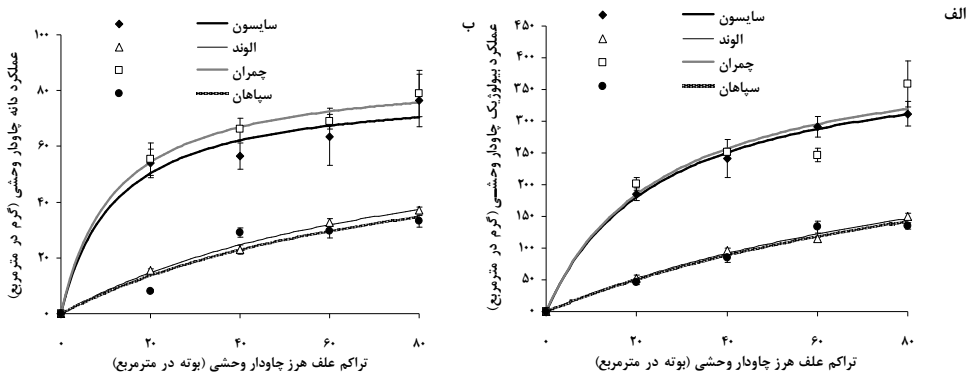
میانگین تولید دانه ارقام گندم سایسون، الوند، چمران و سپاهان در شرایط عاری از علف هرز، به‌ترتیب ٤٧٢٥، ٦٩٧١، ٦٣٠٤ و ٥٠٦٥ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱- ب). از طرفی عملکردهای تخمینی به‌دست آمده از رابطه ۱ بسیار نزدیک به اعداد واقعی بود که نشان‌دهنده دقت مدل در برآورد شرایط واقعی آزمایش است (جدول ۲). با افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی، عملکرد ارقام گندم تحت‌تأثیر رقابت به‌طور غیرخطی نقصان یافت و دو رقم سپاهان و چمران به‌ترتیب دارای کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر شیب اولیه کاهش عملکرد دانه بودند (جدول ۲ و شکل ۱- ب). به‌طوری‌که رقم سپاهان که در شرایط عاری از علف هرز پس از ارقام الوند و چمران در رتبه سوم عملکرد دانه قرار داشت، از تراکم ۲۰ بوته چاودار وحشی در مترمربع بالاتر از رقم چمران و در رتبه دوم تولید دانه قرار گرفت (شکل ۱- ب). رقم چمران بر خلاف عملکرد بالا در کشت خالص، در تراکم‌های ۸۰-۲۰ بوته چاودار وحشی در مترمربع توان تولیدی مشابه با رقم سایسون داشت (شکل ۱- ب). حداکثر افت برآورد شده (پارامتر A) برای ارقام سایسون و چمران بالای ۹۹ درصد بود که بیانگر اثرات کاهشی شدیدتر علف هرز در دو رقم مزبور نسبت به الوند و سپاهان است (جدول ۲).

گزارش‌های پژوهش‌گران دیگر نیز نشان‌دهنده رابطه غیرخطی بین افزایش تعداد بوته علف هرز و کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی است (رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ نگواجیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ ینیش و یانگ، ۲۰۰٤؛ اسلامی و همکاران، ۲۰۰٦؛ اندرسون، ۲۰۰۹؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمانی و

همکاران، ۲۰۱۱). مطالعات نگواجیو و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که پارامترهای تخمینی به‌دست آمده از مدل کاهش عملکرد- تراکم در بین ارقام مختلف متفاوت بود و کم‌ترین مقدار تخمینی پارامترها در ارقام رقیب به‌دست آمد. امین‌پناه و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی‌های خود دریافتند که در شرایط نبود تداخل، ارقام غیررقیب برنج (*Oryza sativa* L.) دارای بیش‌ترین عملکرد دانه بودند، اما در شرایط رقابت با سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، بیش‌ترین عملکرد در ارقام رقیب به‌دست آمد. همچنین، آنان بیان داشتند که در تداخل با ۲۰ بوته علف هرز سوروف در مترمربع، لاین ۸۴۳ برنج به‌عنوان رقابت‌کننده قوی با علف هرز تنها ۱۸ درصد کاهش نسبت به کشت خالص نشان داد، در حالی‌که رقم غیررقیب خزر از کاهشی ۵۰/٦ درصدی نسبت به شرایط عاری از علف هرز برخوردار بود. مطالعه پینتر (۲۰۱۰) بیانگر افت کم‌تر عملکرد دانه ارقام رقیب جو، در شرایط تداخل با علف هرز چچم بود. یافته‌های اندرسون (۲۰۰۹) نشان داد که در هر یک از سطوح تیمار تناوبی اعمال شده، عملکرد دانه رقم رقیب گندم در تداخل با علف هرز چاودار به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. نتایج کلی بررسی‌های دوساله در ۵ منطقه مختلف نیز نشان داد که ارقام جو دارای قدرت رقابتی بالاتر، در هر دو شرایط کشت خالص و تداخل با علف هرز چچم دارای عملکرد بالاتری نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی بودند (پینتر و هیلز، ۲۰۰۹). که با نتایج به‌دست آمده برای رقم الوند مطابقت داشت. در پژوهشی دیگر، تداخل ۳۰ بوته خردل وحشی در مترمربع، عملکرد دانه رقم رقیب کلزا را ۵۲ درصد کاهش داد. اما در ارقام غیررقیب این میزان بین ۹۵-٦٤ درصد بود (صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۷). سعادتیان و همکاران (۲۰۱۱) کاهش عملکرد دانه کم‌تری را در رقم الوند نسبت به سایسون در تداخل با گونه‌های هرز چاودار و خردل وحشی گزارش کردند.

مقایسه پارامترهای به‌دست آمده برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه ارقام گندم نشان داد که تولید ماده خشک کل در مقایسه با عملکرد اقتصادی گندم کم‌تر تحت‌تأثیر رقابت با چاودار وحشی قرار گرفت. نتایج بررسی رقابت علف هرز خردل وحشی در ارقام کلزا (صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۸) و تداخل دو گونه هرز در گندم (سعادتیان، ۲۰۱۰) نیز مطابق با یافته‌های این پژوهش بود. پژوهش‌گران 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 تشکیل‌دهنده عملکرد بیولوژیک دانستند (صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ سعادتیان، ۲۰۱۰؛ سلیمانی، ۲۰۱۰).

بیش‌ترین مقادیر تولید ماده خشک علف هرز چاودار وحشی به‌ازای ورود اولین بوته آن در واحد سطح (پارامتر y) با بیش از ١٦ گرم در مترمربع در تداخل با ارقام سایسون و چمران به‌دست آمد (جدول ٣ و شکل ٢- الف). در حالی‌که وزن اولین بوته علف هرز در تداخل با ارقام الوند و سپاهان تنها ٣ گرم در مترمربع برآورد شد (جدول ٣). افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی در واحد سطح، موجب افزایش غیرخطی عملکرد بیولوژیک آن گردید (شکل ٢- الف). عملکرد بیولوژیک تراکم ٨٠ بوته در مترمربع علف هرز چاودار وحشی در شرایط رقابت با رقم چمران نسبت به تداخل با ارقام الوند، سپاهان و سایسون به‌ترتیب ١/٤، ١/٧ و ١/١٥ برابر بیش‌تر بود (شکل ٢- الف). هر چند حداکثر مقدار تخمینی عملکرد بیولوژیک چاودار وحشی در بالاترین تراکم‌های ممکن آن (پارامتر m) در تداخل با رقم چمران بیش‌تر از سایر ارقام به‌دست آمد، اما مقدار پارامتر مزبور در تداخل با رقم سایسون نسبت به رقابت با چمران تنها ١٢ گرم در مترمربع کم‌تر بود (جدول ٣). پایین‌ترین مقدار پارامتر m در تداخل با رقم سپاهان برآورد گردید، که نسبت به شرایط رقابت با رقم الوند ٩ گرم در مترمربع افت داشت (جدول ٣). در پژوهش انجام شده در منطقه همدان، عملکرد بیولوژیک گونه‌های هرز چاودار و خردل وحشی در شرایط تداخل با رقم گندم الوند، کم‌تر از سایسون بود (سعادتیان، ٢٠١٠). یافته‌های ینیش و یانگ (٢٠٠٤) نشان داد که ارقام گندم دارای ثبات عملکرد بیش‌تر در تداخل با علف هرز دانه تسبیحی به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل، وزن و تعداد سنبلچه علف هرز دانه تسبیحی را نسبت به شرایط تداخل با سایر ارقام، کاهش دادند. نتایج مطالعه چندساله اودونووان و همکاران (٢٠٠٠) بیانگر آن بود که عملکرد جو در شرایط تداخل با علف هرز یولاف وحشی بین ارقام مختلف متغیر بود و بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک علف هرز یولاف وحشی در ارقامی از جو که دارای درصد کاهش بیش‌تری در اثر تداخل علف هرز نسبت به شرایط خالص بودند، به‌دست آمد. همچنین در آزمایشی دیگر، وزن خشک تولیدی علف هرز چچم در تداخل با ارقام مورد بررسی جو تفاوت داشت و ارقام رقیب گیاه زراعی نسبت به دیگر ارقام، اثر منفی و معنی‌داری بر وزن خشک چچم داشتند (پینتر و هیلز، ٢٠٠٩). یافته‌های دهیما و همکاران (٢٠٠٠) نشان داد که روند تجمع ماده خشک هر دو گونه علف هرز یولاف وحشی و فالاریس در تداخل با ارقام رقیب جو کم‌تر از ارقام غیررقیب بود. اندرسون (٢٠٠٩) نیز بیان نمود که تولید زیست‌توده هر بوته علف هرز چاودار وحشی در تداخل با گندم زمستانه دارای قدرت رقابتی بالا در مقایسه با رقم مرسوم، در تمامی تیمارهای تناوبی مورد استفاده به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود.



شکل ۲- روند تغییرات عملکرد بیولوژیک (الف) و دانه چاودار وحشی (ب) در تراکم‌های مختلف آن.

(خطوط عمودی خطای استاندارد (SE) هر یک از تیمارهای موردنظر است)

عملکرد دانه علف هرز چاودار وحشی به‌ازای ورود اولین بوته آن در واحد سطح (پارامتر y) در تداخل با ارقام چمران و سایسون به‌ترتیب ۷/۲۱ و ٦/٦٣ گرم در مترمربع به‌دست آمد. در حالی‌که تولید دانه تراکم اولیه علف هرز چاودار وحشی در رقابت با ارقام الوند و سپاهان کم‌تر از ۱ گرم در مترمربع برآورد شد (جدول ۳). همانند عملکرد بیولوژیک، با افزایش تراکم علف هرز در واحد سطح تولید دانه آن نیز به‌صورت غیرخطی افزایش یافت (شکل ۲- ب). در تیمار ۲۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه چاودار وحشی در تداخل با رقم چمران نسبت به شرایط مشابه در ارقام الوند و سپاهان به‌ترتیب ۳/۵ و ٦/٨ برابر بود و با رقم سایسون از این نظر اختلاف بسیار کمی داشت (شکل ۲- ب). همچنین بررسی حداکثر تولید دانه تخمینی علف هرز (پارامتر m) در ارقام گندم نیز بیانگر توان تولید بالاتر چاودار وحشی در رقم چمران نسبت به دیگر ارقام بود و در رتبه بعدی رقم سایسون قرار داشت.

جدول ۳- نتایج به‌دست آمده از برازش رابطه (۲) به داده‌های صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و تعداد سنبله بارور در واحد سطح تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی در تداخل با ارقام گندم.

صفت	رقم	y±SE	m±SE	R^2_{adj}	RMSE
عملکرد بیولوژیک	سایسون	۱۶/۱۳±۳/۳۷۹	۴۰۹/۴۸±۴۳/۵۴۰	۰/۹۴	۷۹۵/۷
	الوند	۳/۰۶±۰/۲۸۳	۳۶۵/۸۱±۶۴/۹۹۶	۰/۹۸	۵۴/۱
	چمران	۱۶/۴۱±۴/۸۷۷	۴۲۱/۷۰±۶۴/۲۴۰	۰/۸۹	۱۷۰۰/۲
	سپاهان	۲/۹۷±۰/۴۸۱	۳۵۶/۴۸±۱۱۰/۹۶۳	۰/۹۵	۱۵۷/۱
عملکرد دانه	سایسون	۶/۶۳±۳/۳۰۱	۸۱/۱۲±۱۱/۴۷۰	۰/۸۴	۱۳۴/۴
	الوند	۰/۹۱±۰/۰۹۱	۷۶/۵۴±۱۰/۸۳۰	۰/۹۸	۳/۹
	چمران	۷/۲۱±۲/۳۴۶	۸۷/۱۲±۷/۸۶۰	۰/۹۳	۶۳/۹
	سپاهان	۰/۸۵±۰/۲۲۰	۷۱/۲۴±۲۵/۷۶۶	۰/۸۸	۲۲/۸
تعداد سنبله بارور در واحد سطح	سایسون	۱۰/۴۲±۳/۵۳۸	۷۶۵/۴۳±۳۲۲/۴۵۷	۰/۸۱	۵۰۲۱/۷
	الوند	۲/۹۴±۰/۴۰۸	۳۹۴/۳۵±۱۱۷/۱۴۶	۰/۹۵	۱۲۵/۲
	چمران	۱۰/۵۳±۱/۶۱۳	۷۶۶/۷۱±۱۴۴/۷۶۱	۰/۹۵	۱۰۳۳/۳
	سپاهان	۳/۳۶±۰/۳۷۱	۳۵۹/۷۲±۶۹/۲۷۳	۰/۹۷	۸۴/۲

SE: خطای استاندارد، y: مقدار عملکرد بیولوژیک و دانه علف هرز چاودار وحشی بر حسب گرم در مترمربع یا تعداد سنبله در واحد سطح علف هرز به‌ازای ورود اولین بوته آن، m: حداکثر مقدار یا تعداد تخمینی صفت موردنظر در مترمربع، R^2_{adj}: ضریب تبیین تصحیح شده، RMSE: باقی‌مانده میانگین مربعات مدل.

آزمایش‌های انجام گرفته بر روی رقابت ارقام مختلف جو با علف هرز یولاف وحشی نشان داد که عملکرد دانه علف هرز تحت‌تأثیر رقم قرار گرفت و ارقام دارای خصوصیت‌های رقابتی مطلوب نسبت به ارقام غیررقیب، جلوگیری بیش‌تری بر تولید دانه یولاف وحشی در شرایط تداخل داشتند (اودونووان و همکاران، ۲۰۰۰). یافته‌ها نشان داد که تولید دانه هر بوته علف هرز چاودار وحشی در تداخل با رقم گندم دارای قدرت رقابتی بالا در مقایسه با رقم متداول، در تمامی تیمارهای تناوبی مورد استفاده به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود (اندرسون، ۲۰۰۹). گزارش‌های سعادتیان و همکاران (۲۰۱۱) بیانگر روند غیرخطی افزایش تولید دانه گونه‌های هرز چاودار و خردل وحشی در تداخل با گندم و عملکرد پایین‌تر دانه علف هرز در رقم رقیب گندم بود، که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.

با افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی، تغییرات تعداد سنبله در واحد سطح آن نیز از روندی غیرخطی پیروی کرد (شکل ۳- الف). بیش‌ترین و کم‌ترین شیب اولیه تولید سنبله در واحد سطح علف هرز (پارامتر y) در تداخل با ارقام چمران و الوند به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چون دیگر صفات مورد بررسی، تعداد سنبله تراکم‌های مختلف چاودار وحشی در رقابت با ارقام الوند و سپاهان نسبت به دو رقم سایسون و چمران بسیار کم‌تر بود (شکل ۳- الف). حداکثر تعداد سنبله تخمینی چاودار وحشی در واحد سطح که در بالاترین تراکم ممکن آن به‌دست آمده، بیانگر تولید پنجه و به پیروی آن تعداد سنبله بیش‌تر علف هرز در رقابت با ارقام چمران و سایسون نسبت به دو رقم دیگر بود (جدول ۳). ینیش و یانگ (۲۰۰٤) نیز گزارش کردند که توانایی تولید سنبله علف هرز دانه تسبیحی در تداخل با ارقام غیررقیب گندم بیش‌تر بود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد که هرچه رقم گندم رقابتی‌تر باشد علاوه‌بر عملکرد بیولوژیک و دانه بالا در شرایط تداخل با علف هرز، اثرات بازدارندگی بیش‌تری نیز بر تعداد سنبله تولیدی چاودار وحشی خواهد داشت. همچنین روند تغییرات صفت تعداد سنبله در واحد سطح علف هرز چاودار وحشی در تداخل با هر یک از ارقام گندم با تغییرات صفات عملکرد بیولوژیک و دانه آن کاملاً منطبق بود. صفاهانی و همکاران (۲۰۰۷) عنوان داشتند که بالا بودن عملکرد بیولوژیک در شرایط رقابت می‌تواند سبب کاهش زیست‌توده و تولید بذر علف هرز گردد. نتایج سعادتیان و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیانگر مطلب بالا بود. در پژوهشی دیگر، ارقام رقیب جو در مقایسه با دیگر ارقام، با کاهش تعداد پنجه چچم، موجب افت شدید و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک این علف هرز در واحد سطح شدند (پینتر و هیلز، ۲۰۰۹). در بررسی‌های دهیما و همکاران (۲۰۰۰) تعداد سنبله و وزن خشک تولیدی هر دو گونه علف هرز یولاف وحشی و فالاریس تحت‌تأثیر رقم جو قرار گرفت و بین ارقام از این نظر در هر ۳ سال آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود داشت و میانگین داده‌های به‌دست آمده نشان داد که تعداد سنبله یولاف وحشی در ارقام رقیب جو بین ۹۲-۵۲ درصد کم‌تر از ارقام غیررقیب آن بود. همچنین در تداخل ٤۰۰ بوته فالاریس در مترمربع نیز تعداد سنبله علف هرز بین ۹۳-۷۳ درصد در ارقام رقیب کم‌تر بود و بیش‌ترین مقادیر عملکرد بیولوژیک و تعداد خوشه هر دو گونه علف هرز یولاف وحشی و فالاریس در ارقام غیررقیب جو به‌دست آمد. در ادامه، گزارش‌های آنان نشان داد که ارقام غیررقیب جو در شرایط تداخل با هر دو گونه علف هرز یاد

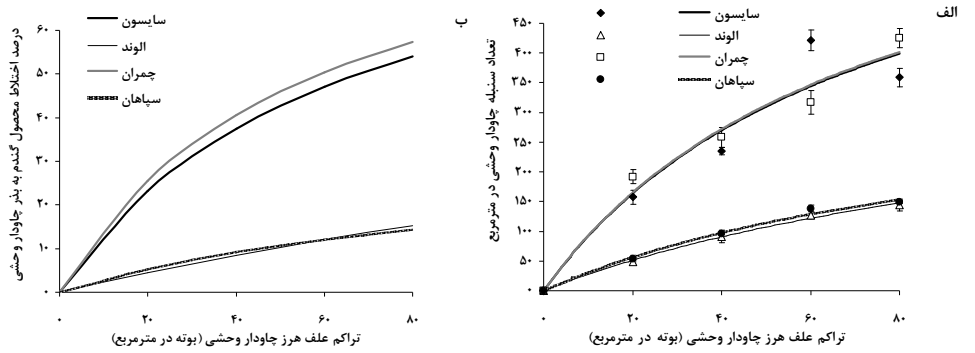
شده افت عملکرد بیش‌تری داشتند و در مقایسه با ارقام رقیب عملکرد کم‌تری در شرایط تداخل تولید کردند. با توجه به مطالب عنوان شده، تمامی یافته‌های پژوهش‌گران با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش منطبق بود و همگی بیانگر اثر مثبت کاربرد ارقام رقیب گونه‌های زراعی در کاهش خسارت و تولید گونه هرز و به‌خصوص عملکرد دانه آن است، که می‌تواند نقش مهمی در بهبود اثرات منفی درازمدت حضور گونه‌های هرز داشته باشد.

جدول ٤- نتایج به‌دست آمده از برازش رابطه (۳) به داده‌های درصد آلودگی وزنی محصول به بذر علف هرز چاودار وحشی در تیمارهای مختلف تداخل.

رقم	s±SE	a±SE	R^2_{adj}	RMSE
سایسون	۱/۵۳±۰/۲٤۷	۹٦/۸۳±۱۷/۰٤۸	۰/۹۸	٦/۷٤
الوند	۰/۲٤±۰/۰۲٤	۷٤/٤۳±۳٦/۳۱۵	۰/۹۹	۰/۲۵
چمران	۱/۷۳±۰/٤٦٤	۹۷/۹۲±۲٦/۰۱٦	۰/۹٦	۲۰/۳٦
سپاهان	۰/۳۲±۰/۰۸۸	۳۳/۲۱±۱۵/۵۵٦	۰/۹۵	۱/۵٤

SE: خطای استاندارد، s: شیب اولیه افزایش درصد آلودگی بذر چاودار وحشی در محصول، a: حداکثر درصد آلودگی محصول به بذر علف هرز، R^2_{adj}: ضریب تبیین تصحیح شده، RMSE: باقی‌مانده میانگین مربعات مدل.

برای نخستین بار درصد اختلاط وزنی بذر علف هرز چاودار وحشی در تداخل با گندم محاسبه و مدل هذلولی دوپارامتری تغییر شکل یافته به آن برازش داده شد. با افزایش تراکم علف هرز، درصد وزنی اختلاط بذر آن در محصول ارقام گندم روندی غیرخطی نشان داد (شکل ۳- ب) که با نتایج به‌دست آمده از عملکرد دانه گندم و علف هرز منطبق بود (شکل ۱- ب و شکل ۲- ب). درصد ناخالصی ناشی از اختلاط بذر علف هرز با محصول ارقام الوند، سپاهان، سایسون و چمران در تراکم‌های اولیه چاودار وحشی به‌ازای هر بوته آن به‌ترتیب ۰/۲٤، ۰/۳۲، ۱/۵۳ و ۱/۷۳ درصد به‌دست آمد (جدول ٤). کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر حداکثر درصد آلودگی پیش‌بینی شده محصول (پارامتر a) به‌ترتیب در ارقام سپاهان و چمران به‌دست آمد (جدول ٤)، که با نتایج به‌دست آمده از سایر صفات مورد بررسی علف هرز در تداخل با ارقام گندم مطابقت داشت (جدول‌های ۳ و ٤).



شکل ۳- روند تغییرات تعداد سنبله در واحد سطح (الف) و درصد اختلاط محصول دانه ارقام گندم به بذر علف هرز چاودار وحشی (ب).
(خطوط عمودی خطای استاندارد (SE) هر یک از تیمارهای موردنظر است)

تاکنون کم‌تر به استفاده کاربردی از پیش‌بینی‌های به‌دست آمده از مدل‌های رقابتی توجه شده و مسایل اقتصادی بیش‌تر از دیدگاه آستانه‌های اقتصادی مبتنی بر تراکم علف هرز در واحد سطح مورد بررسی قرار گرفته است (سلیمانی، ۲۰۱۰). بنابراین در این پژوهش با در نظر گرفتن شرایط حاکم بر تعیین قیمت هر واحد محصول برداشت شده گندم و سود به‌دست آمده از کشت و استفاده از پارامترهای به‌دست آمده از معادلات رگرسیونی، نگاهی متفاوت به بحث سود و برتری ارقام شد.

در شرایط نبود تداخل علف هرز، درآمد ناخالص دو رقم الوند و چمران بیش از ۲۰ میلیون ریال در هکتار برآورد شد و رقم سایسون از این نظر کم‌ترین مقدار را دارا بود (جدول ۵). اختلاط بیش از ۷ درصد بذر علف هرز در محصول گندم موجب تغییر نوع استفاده آن از مصارفی هم‌چون تهیه آرد نان به تغذیه دام و طیور خواهد شد. بنابراین در این پژوهش تغییرات تولید محصول ارقام گندم در بازه مطلوب برای تحویل به سیلو مورد بررسی قرار گرفت. برآوردها نشان داد که تراکم‌های ۰/٦٦ و ۰/۵۸ بوته علف هرز چاودار وحشی در مترمربع به‌ترتیب در ارقام سایسون و چمران موجب ۱ درصد آلودگی وزنی محصول دانه برداشت شده خواهد شد (جدول ۵). به‌عبارت بهتر تراکم‌های ٦٦۰۰ و ۵۸۰۰ بوته در هکتار چاودار وحشی علاوه‌بر کاهش عملکرد گندم، موجب افت کیفی و قیمت هر واحد محصول شده و در نتیجه، درآمد ناخالص محصول ارقام مزبور را به‌ترتیب ٦ و ۷ درصد کاهش خواهد داد (جدول ۵). در مقابل، چاودار وحشی در تداخل با ارقام الوند و سپاهان به‌ترتیب در تراکم‌های ٤۲۲۰۰ و ۳۲۲۰۰ بوته در مترمربع سبب آلودگی ۱ درصدی محصول به بذر علف هرز و کاهش ۱/۲ درصدی قیمت هر واحد محصول گردید (جدول ۵). همراه با افزایش میزان اختلاط وزنی

محصول برداشت شده به بذر چاودار وحشی، قیمت هر واحد محصول کاهش یافت به‌طوری‌که در سطح ۷ درصد (بالاترین حد افت غیرمفید گندم برای تحویل در سیلو) نسبت به شرایط عاری از بذر علف هرز، قیمت هر کیلوگرم گندم تحویلی ۳۱۵ ریال کم‌تر بود (جدول ۵). در هر یک از سطوح آلودگی، رقم الوند نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی در تراکم بالاتری از علف هرز درصد آلودگی موردنظر را دارا بود و در مرتبه بعدی رقم سپاهان قرار داشت (جدول ۵). در این پژوهش، تراکم‌های تخمینی ٤/٣٦، ٤/٩٣، ٢٧/٧٢ و ٣٢/١٩ بوته چاودار وحشی در مترمربع به‌ترتیب در ارقام چمران، سایسون، سپاهان و الوند، حد آستانه آلودگی قابل‌قبول محصول تولیدی به بذر علف هرز چاودار وحشی برای تحویل به سیلو را موجب شد (جدول ۵). از نتایج چنین بر می‌آید که هر چند رقم چمران در مقایسه با سایر ارقام در تراکم‌های کم‌تری از چاودار وحشی، درصد آلودگی محصول مشابهی داشت، اما اگر کنترل علف هرز و یا تراکم طبیعی آن به گونه‌ای باشد که درصد اختلاط بذر چاودار وحشی ۷ درصد (آستانه تغییر کیفی محصول) و یا کم‌تر شود، سود ناخالص تولیدکننده نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش بیش‌تر خواهد بود (جدول ۵). لازم به ذکر است که برتری یاد شده در رقم مزبور نسبت به رقم الوند در سطوح آلودگی بین ۷-۳ درصد به‌دست خواهد آمد. همچنین رقم الوند در شرایط آلودگی بالای مزرعه به علف هرز چاودار وحشی علاوه‌بر مقاومت بالا، در پایان فصل سود ناخالص بیش‌تری خواهد داشت (جدول ۵).

جدول ۵- مقادیر تخمینی تعداد بوته علف هرز ایجادکننده درصد آلودگی موردنظر در محصول، تولید دانه گندم و درآمد ناشی از محصول آلوده به بذر علف هرز.

رقم گندم	P (درصد)	D (بوته در مترمربع)	تولید محصول (کیلوگرم در هکتار)	قیمت هر کیلوگرم محصول (ریال)	درآمد ناخالص گندم (ریال در هکتار)
سایسون	۰	۰/۰۰	٤٧٢١	٣٦٧٣	١٧٣٤٠٢٣٣
	۱	۰/٦٦	٤٤٩٠	٣٦٢٨	١٦٢٩٠٧١١
	۲	١/٣٣	٤٢٣٨	٣٥٨٣	١٥١٨٣٧٤٢
	۳	٢/٠٣	٤٠٠٨	٣٥٣٨	١٤١٧٨٨٠٩
	٤	٢/٧٣	٣٧٩٧	٣٤٩٣	١٣٢٦٢٩٠٥
	٥	٣/٤٥	٣٦٠٤	٣٤٤٨	١٢٤٢٥١٤٤
	٦	٤/١٨	٣٤٢٥	٣٤٠٣	١١٦٥٦٣٤٤
	٧	٤/٩٣	٣٢٦٠	٣٣٥٨	١٠٩٤٨٧٠٩

ادامه جدول ۵- مقادیر تخمینی تعداد بوته علف هرز ایجادکننده درصد آلودگی موردنظر در محصول، تولید دانه گندم و درآمد ناشی از محصول آلوده به بذر علف هرز.

رقم گندم	P (درصد)	D (بوته در مترمربع)	تولید محصول (کیلوگرم در هکتار)	قیمت هر کیلوگرم محصول (ریال)	درآمد ناخالص گندم (ریال در هکتار)
الوند	۰	۰/۰۰	٦۹۳۹	۳٦۷۳	۲٥٤۸٦۹٤۷
	۱	٤/۲۲	٦۱٦۹	۳٦۲۸	۲۲۳۸۱۲٦۳
	۲	۸/٥٦	٥٥۱۷	۳٥۸۳	۱۹۷٦٥۹۳۱
	۳	۱۳/۰۲	٤۹۹٥	۳٥۳۸	۱۷٦۷۳۰٥٤
	٤	۱۷/٦۱	٤٥٦۹	۳٤۹۳	۱٥۹٥۹٥٦٦
	٥	۲۲/۳۳	٤۲۱٤	۳٤٤۸	۱٤٥۳۰۲٦۸
	٦	۲۷/۱۹	۳۹۱٤	۳٤۰۳	۱۳۳۱۹۳٥۱
	۷	۳۲/۱۹	۳٦٦۰	۳۳٥۸	۱۲۲۷۹۸۷۱
چمران	۰	۰/۰۰	٦۳۰٦	۳٦۷۳	۲۳۱٦۷۹۳۸
	۱	۰/٥۸	٥۹۱٦	۳٦۲۸	۲۱٤٦۳۸۳۹
	۲	۱/۱۸	٥٥۱٥	۳٥۸۳	۱۹۷٦۱۹۰٤
	۳	۱/۷۹	٥۱٥۹	۳٥۳۸	۱۸۲٥۲۰۹۲
	٤	۲/٤۱	٤۸۳۹	۳٤۹۳	۱٦۹۰٤۳۳٦
	٥	۳/۰٤	٤٥٥۲	۳٤٤۸	۱٥٦۹٤٥۲۹
	٦	۳/٦۹	٤۲۹۱	۳٤۰۳	۱٤٦۰۳۱۲۰
	۷	٤/۳٦	٤۰٥٤	۳۳٥۸	۱۳٦۱٤۰۸۸
سپاهان	۰	۰/۰۰	٥۰۸۷	۳٦۷۳	۱۸٦۸٤٥٥۱
	۱	۳/۲۲	٤۷۳۸	۳٦۲۸	۱۷۱۸۷۷۱۲
	۲	٦/٦٥	٤۳۸۳	۳٥۸۳	۱٥۷۰٤٦۰٦
	۳	۱۰/۳۱	٤۰٦۷	۳٥۳۸	۱٤۳۹۰۷۱۲
	٤	۱٤/۲۱	۳۷۸٥	۳٤۹۳	۱۳۲۱۹٦۷۷
	٥	۱۸/۳۹	۳٥۳۰	۳٤٤۸	۱۲۱۷۰۳٥۲
	٦	۲۲/۸۸	۳۲۹۹	۳٤۰۳	۱۱۲۲٥٥٦۸
	۷	۲۷/۷۲	۳۰۸۹	۳۳٥۸	۱۰۳۷۱۲۳۷

P: درصد آلودگی وزنی محصول گندم به بذر علف هرز، D: تراکمی از علف هرز که موجب درصد آلودگی موردنظر شده که از رابطه (۳) محاسبه شده است، تولید محصول از طریق محاسبه عملکرد گندم از طریق رابطه (۱) + عملکرد دانه چاودار با استفاده از درصد آلودگی به‌دست آمده از رابطه (۳) به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با افزایش تراکم علف هرز، تغییرات صفات اندازه‌گیری شده در گندم و چاودار وحشی از روند غیرخطی پیروی کرد. پژوهش‌گران افزایش رقابت درون و برون‌گونه‌ای در سایه‌انداز مخلوط را عامل بروز چنین روندی دانستند (کوزنس، ۱۹۸۵؛ صفاهانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱). صفت عملکرد بیولوژیک رقم سپاهان کم‌تر تحت‌تأثیر رقابت قرار گرفت، به‌طوری‌که در تراکم‌های ٦٠ و ٨٠ بوته علف هرز در مترمربع نسبت به دیگر ارقام از نظر صفت یاد شده برتری نشان داد. اما رقم الوند علاوه‌بر قدرت رقابتی بالا و مشابه با رقم سپاهان، عملکرد اقتصادی بیش‌تری در تراکم‌های مورد بررسی تولید کرد. ارقام سایسون و چمران در مقایسه با دو رقم دیگر، حساسیت بسیار بالایی به تداخل چاودار وحشی نشان دادند. و در این بین، بیش‌ترین مقادیر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبله تولیدی علف هرز و درصد آلودگی محصول در رقم چمران به‌دست آمد. بررسی تغییرات کیفی محصول گندم تا ۷ درصد اختلاط وزنی بذر چاودار وحشی نشان داد که در ارقام چمران و الوند، به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین تراکم علف هرز چاودار وحشی عامل ایجاد درصد اختلاط یکسان در محصول شد. در این پژوهش، رقم الوند علاوه‌بر دارا بودن قدرت رقابتی بالا در تداخل با چاودار وحشی، تولید بیولوژیک و دانه علف هرز را نیز به‌خوبی کنترل کرد. این رقم سود ناخالص بالایی نیز در سطوح آلودگی ۷-۰ درصد داشت. از طرفی در این آزمایش، ارقام مورد بررسی تنها از نظر مقدار کود اوره توصیه شده با یکدیگر تفاوت داشتند و کودپذیری الوند در سطح پایین‌تری قرار داشت که این خود موجب کاهش هزینه نهاده‌های تولیدی این رقم شد. با توجه به همه مطالب عنوان شده، رقم الوند در مقایسه با سه رقم دیگر برای کشت در مزارع آلوده به علف هرز چاودار وحشی در منطقه درگز مناسب‌تر بود.

منابع

1.Aminpanah, H., Sorooshzadeh, A., Zand, E., and Momeni, A. 2009. Investigation of light extinction coefficient and canopy structure of more and less competitiveness of rice cultivars (*Oryza sativa*) against barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Elec. J. Crop Prod. 2: 69-84. (In Persian)
2.Anderson, R.L. 2009. Impact of preceding crop and cultural practices on rye growth in winter wheat. Weed Technol. 23: 564-568.
3.Cousens, S.R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Apply Biol. 107: 239-252.

4.Dhima, K.V., Eleftherohorinos, I.G., and Vasilakoglou, I.B. 2000. Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars. Weed Res. 40: 549-559.
5.Dianat, M., Rahimian Mashhadi, H., Baghestani, M.A., Alizadeh, H.M., and Zand, E. 2007. Evaluation of Iranian cultivars of bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) for competitive ability against Rye (*Secale cereale*). J. Seed and Plant. 23: 267-280. (In Persian)
6.Eslami, S.V., Gill, G.S., Bellotti, B., and Mc Donald, G. 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Sci. 54: 749-756.
7.International Center for Agricultural Research in the Dry Areas [ICARDA]. 2005. Seed and crop improvement situation assessment in Afghanistan.
8.Koutsoyiannis, A. 1973. Theory of Econometrics: an introductory exposition of econometric methods. London: Mac Millan. Pp: 68-95.
9.Mennan, H., and Zandstra, B.H. 2005. Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seeding rate on yield loss from *Galium aparine* (cleavers). J. Crop Prot. 24: 1061-1067.
10.Miller, F.P. 2008. After 10000 years of agriculture, whither agronomy? Agron. J. 100: 22-34.
11.Ngouajio, M., Mc Giffen, J.M.E., and Hembree, K.J. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. Weed Sci. 49: 91-98.
12.O'Donovan, J.T., Harker, K.N., Clayton, G.W., and Hall, L.M. 2000. Wild oat (*Avena fatua*) interference in barley *(Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. Weed Technol. 14: 624-629.
13.Paynter, B.H. 2010. Wide row spacing and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition can decrease barley yield. Weed Technol. 24: 310-318.
14.Paynter, B.H., and Hills, A.L. 2009. Barley and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition is influenced by crop cultivar and density. Weed Technol. 23: 40-48.
15.Pester, T.A., Westra, P., Anderson, R.L., Lyon, D.J., Miller, S.D., Stahlman, P.W., Northam, F.E., and Wicks, G.A. 2000. *Secale cereale* interference and economic thresholds in winter *Triticum aestivum*. Weed Sci. 48: 720-727.
16.Roberts, J.R., Peeper, T.F., and Solie, J.B. 2001. Wheat (*Triticum aestivum*) row spacing, seeding rate and cultivar affect interference from rye (*Secale cereale*). Weed Technol. 15: 19-25.
17.Saadatian, B. 2010. Investigation of competition between two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and rye (*Secale cereale* L.). M.Sc. Thesis of Bu-Ali Sina University, 97p. (In Persian)
18.Saadatian, B., Ahmadvand, G., and Soleymani, F. 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: 15-29. (In Persian)

19. Safahani, A., Kamkar, B., Zand, E., Bagherani Meybodi, N., and Bagheri, M. 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 J. Crop Sci. 9: 356-370. (In Persian)
20. Safahani Langrodi, A.S., Kamkar, B., Zand, E., and Baghestani, M.A. 2008. Evaluation of ability tolerance competition of canola cultivars to wild mustard (*Sinapis arvensis*) using some empirical models in Golestan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 101-111. (In Persian)
21. Soleymani, F. 2010. The effects of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) plant density and nitrogen fertilizer on competition ability of winter oilseed Rape (*Brassica napus* L.). M.Sc. Thesis of Bu-Ali Sina University, 94p. (In Persian)
22. Soleymani, F., Ahmadvand, G., and Saadatian, B. 2011. Investigation the effect of nitrogen on competitive ability of canola (*Brassica napus*) against wild mustard (*Sinapis arvensis*) using empirical models. J. Plant Prot. 25: 158-167. (In Persian)
23. Stump, W.L., and Westra, P. 2000. The seedbank dynamics of feral rye (*Secale cereale*). Weed Technol. 14: 7-14.
24. White, A.D., Lyon, D.J., Mallory-Smith, C., Medlin, C.R., and Yenish, J.P. 2006. Feral rye (*Secale cereale*) in agricultural production systems. Weed Technol. 20: 815-823.
25. Wilkerson, G.G., Wiles, L.J., and Bennett, A.C. 2002. Weed management decision models: pitfalls, perceptions, and possibilities of the economic threshold approach. Weed Sci. 50: 411-424.
26. Yenish, J.P., and Young, F.L. 2004. Winter wheat competition against jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) as influenced by wheat plant height, seeding rate and seed size. Weed Sci. 52: 996-1001.

EJCP., Vol. 6 (1): 149-170
http://ejcp.gau.ac.ir

Practical attitude to predict the production and economic profit of wheat cultivars in interference with feral rye using regression models

***B. Saadatian[1], M. Kafi[2] and F. Soleymani[3]**
[1]Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad,
[3]Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Bu-Ali Sina University, Hamedan
Received: 05/08/2012; Accepted: 05/06/2013

Abstract

In order to determine the practical method to predict economic production of wheat in competition with feral rye by using regression models, a factorial experiment was carried out based on randomized complete block design with three replications in Dargaz, Iran. Experimental factors were included wheat cultivars (Sayson, Alvand, Chamran and Sepahan) and feral rye densities (0, 20, 40, 60 and 80 plants m^{-2}). The results showed that increasing feral rye density, reduced biological and grain yield of wheat cultivars. In contrast, biological yield, grain yield, spike number per unit area of weed and infestation percentage of weed seed was increased. The lowest and the highest initial slope (Parameter I) of grain and biological yield loss was obtained in Sepahan and Chamran cv., respectively. At all density levels, grain yield of Alvand cv was superior to other cultivars. The highest amount of biological yield, grain yield, spike number of weed and percentage of crop infestation was obtained in Chamran cv. In the range of acceptable infestation level of wheat to weed seed (0-7 Percent), the lowest and highest feral rye density that was led to same infestation, were estimated in Chamran and Alvand cv., respectively. The highest production and gross profit was obtained in both Alvand and Chamran cultivars. Generally, Alvand cv. in addition to the negative effect on weed production, had a high gross profit. So in experimetal region, mentioned cultivar is recommended for planting in feral rye infested fields.

Keywords: Competition, Gross profit, Infestation percentage of product, Yield

* Corresponding author; Email: b.saadatian@gmail.com