نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص ۵۰۴-۴۹۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 494-504

بررسی نقش ساختار کانوپی و خصوصیات رشدی دو رقم گندم در شرایط رقابت، بر آستانه خسارت اقتصادی و عملکرد دو گونه علف‌هرز چاودار و خردل وحشی

بیژن سعادتیان[۱]- گودرز احمدوند[۲*]- فاطمه سلیمانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی نقش عوامل موثر بر رقابت دو رقم گندم با دو گونه علف‌هرز باریک برگ و پهن برگ به صورت دو آزمایش فاکتوریل مجزا، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. در هر دو آزمایش، ارقام گندم الوند و سایسون با تراکم ثابت۴۵۰ بوته در مترمربع کشت شد. در آزمایش اول، بذر علف‌هرز چاودار با تراکم‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع در بین ردیف‌های گندم کشت شد. در آزمایش دوم، سطوح تراکم علف‌هرز خردل وحشی ۰، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع بود. نتایج آزمایش نشان داد که خصوصیاتی همچون نحوه توزیع عمودی شاخص سطح برگ و ماده خشک، ارتفاع نهایی و سرعت افزایش آن در شرایط تداخل، همراه با شاخص‌های سرعت سبزشدن، سرعت توسعه کانوپی و زودرسی، سبب افزایش توان رقابتی رقم الوند نسبت به سایسون در شرایط رقابت با هر دو گونه علف‌هرز شد. این عوامل نقش موثری در کاهش تولید بذر علف‌هرز و افزایش آستانه خسارت اقتصادی در رقم الوند داشتند. علیرغم ارتفاع کمتر خردل وحشی نسبت به چاودار، نحوه توزیع سطح برگ و ساختار کانوپی این علف‌هرز باعث افزایش توانایی رقابت نوری و سایه‌اندازی بیشتر آن بر گیاه زراعی شد به گونه‌ای که اثرات زیانبار ناشی از حضور تک بوته‌های این علف‌هرز در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از چاودار وحشی بود. همچنین سرعت افزایش بانک بذر خردل وحشی نسبت به چاودار بیشتر بود.

واژه های کلیدی: تداخل، کاهش عملکرد، توزیع کانوپی، ارتفاع، تولید بذر

مقدمه

مدیریت موثر علف‌های‌هرز در سیستم‌های زراعی بسیار تعیین کننده است. کاربرد وسیع و مکرر علف کش منجر به ظهور بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های‌هرز شده، که اغلب هزینه کنترل را افزایش داده و همچنین نگرانی‌هایی را در مورد اثرات منفی علف کش‌ها به دنبال داشته است (۱۷). از این رو امروزه روش‌هایی همچون تناوب، آیش، استراتژی‌های کودی مناسب (۱۸)، افزایش تراکم کاشت (۱۷، ۲۲ و ۲۶)، کاهش فاصله ردیف کاشت (۲۶) استفاده از ارقام با قدرت رقابتی بالا (۵، ۱۰، ۱۸، ۲۲ و ۲۷) در مدیریت تلفیقی کنترل علف‌های‌هرز، مورد توجه قرار گرفته است.

خصوصیات ساختاری کانوپی که خود به عواملی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق کانوپی، زاویه برگ‌ها و همچنین خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع، تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی و غیره بستگی دارد، تعیین کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوبتر از نور می‌باشد (۱۵). دیانت و همکاران (۸) بیان داشتند که ویژگی‌های مرفولوژیکی و بیولوژیکی ارقام گندم با قدرت رقابتی بالاتر، آنها را موفق به کسب منابع بیشتر در شرایط تداخل می‌کند. حسن زاده و همکاران (۷) عواملی همچون ارتفاع، شاخص سطح برگ و توزیع عمودی برگ‌ها را در فرآیند رقابت موثر دانستند.

کوزنس و همکاران (۱۴) بیان داشتند که افزایش تراکم، در اثر تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی موجب رقابت برای نور و کاهش نور موثر در فتوسنتز گیاه مغلوب شده و سایر عوامل رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در این میان آرایش کانوپی گیاه زراعی و علف‌هرز به ویژه ارتفاع گیاه، تعیین کننده رقابت برای نور بوده و عامل موثر بر عملکرد گیاه زراعی به شمار می‌رود. نتایج بررسی رقابت بین گاوپنبه و هیبریدهای مختلف سورگوم نشان داد که در حضور این علف هرز، هیبریدهای دارای ارتفاع بیشتر، رقابتی‌تر بودند (۲۷). همچنین بلک

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب کارشناس ارشد، دانشیار گروه زراعت و کارشناس ارشد، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول : Email: gahmadvand@basu.ac.ir)

شاو (۱۲) اظهار داشت که در اکثر گونه‌های زراعی، رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی آن وجود دارد. دیانت و همکاران (۸) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع گندم و شاخص رقابت به دست آوردند. همچنین کورس و فورد–ویلیامز (۲۰) گزارش کردند که دو ویژگی ارتفاع و توانایی پنجه‌زنی در رقابت با علف‌هرز حائز اهمیت می‌باشد. باغستانی و زند (۶) بیان داشتند که بیشتر بودن ارتفاع ارقام گندم می‌تواند یکی از دلایل بالا بودن شاخص رقابت در مقابل علف‌هرز یولاف باشد و نیز نشان دادند که ارقام دارای ارتفاع کمتر، غیررقابتی‌ترند و ارتفاع بوته از شاخص‌هایی است که می‌تواند در ارزیابی قدرت رقابتی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه در بیشتر موارد ارتفاع با توانایی رقابتی همبستگی مثبت داشته، اما ویژگی‌های دیگری نظیر سرعت جوانه‌زنی، ظهور سریعتر، سرعت توسعه برگ و کانوپی، از جمله شاخص‌هایی است که سبب افزایش توانایی رقابت می‌شود (۲۲). همچنین نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داد که توانایی رقابت ارقام گندم به وسیله یک خصوصیت گیاهی قابل توصیف نیست (۲۱ و ۲۶).

بارنس و همکاران (۱۱) معتقدند در یک کانوپی مخلوط، تفاوت بین گونه‌ها از نظر آسیمیلاسیون کربن، بیشتر به خصوصیات ساختار کانوپی گونه‌ها مربوط می‌شود تا ویژگی‌های فتوسنتزی آنها و اظهار داشتند که رقابت بین گونه‌ها بیشتر تحت تأثیر توزیع سطح برگ قرار می‌گیرد که خود تعیین کننده الگوی جذب تشعشع در کانوپی می‌باشد. همچنین نصیری محلاتی (۲۳) در بررسی کانوپی مخلوط شبدر سفید– چچم دریافت که توزیع جذب تشعشع در لایه‌های مختلف کانوپی مخلوط، با تغییرات چگالی سطح برگ منطبق بود. تحقیقات متعدد دیگر نیز مبین نقش موثر آرایش کانوپی در فرایند رقابت است (۲، ۳ و ۹).

آستانه خسارت اقتصادی به صورت تراکمی از علف‌هرز تعریف شده که در آن هزینه کنترل علف‌هرز معادل سود حاصل از کنترل است (۱۳ و ۲۴) آستانه خسارت اقتصادی به کشاورزان در جهت تصمیم‌گیری صحیح برای کنترل علف‌های‌هرز کمک شایانی می‌کند. آستانه خسارت اقتصادی به پتانسیل عملکرد گیاه زراعی، قیمت محصول زراعی، کارآمدی کنترل و هزینه کنترل علف‌هرز وابسته است و هر تغییری در این متغیرها بر آستانه اقتصادی اثر می‌گذارد (۲۵).

این آزمایش با هدف بررسی خصوصیات موثر رقابتی دو رقم گندم در تداخل با دو گونه علف‌هرز چاودار و خردل وحشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸–۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان با مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۷۴۱ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۳۳۰ میلی‌متر در سال انجام شد. خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای ۰/۷۶ درصد ماده آلی، pH حدود ۷/۵ و بافت سیلتی رسی بود.

محل اجرای آزمایش سال قبل آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین، شامل شخم و دیسک‌زنی در اوایل شهریور سال ۱۳۸۷ انجام شد. برای تأمین نیاز غذایی گندم، براساس تجزیه خاک و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم کود اوره مخلوط با خاک همراه با عملیات آماده سازی به زمین اضافه شد. همچنین در طی مراحل اواخر پنجه‌زنی و اوایل گل‌دهی، کود اوره برای ارقام الوند و سایسون به ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک مصرف شد. لازم به ذکر است که گندم رقم الوند به دلیل ارتفاع بیشتر (۱۲۰ سانتی‌متر) نسبت به رقم سایسون (۹۵ سانتی‌متر) کود پذیری کمتری دارد.

تحقیق حاضر به صورت دو آزمایش فاکتوریل مجزا، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به صورت افزایشی انجام شد. در هر دو آزمایش، ارقام گندم الوند و سایسون با تراکم ثابت۴۵۰ بوته در مترمربع کشت شد. در آزمایش اول، بذور علف‌هرز چاودار با تراکم‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع در بین ردیف‌های گندم کشت شد. در آزمایش دوم، سطوح تراکم علف‌هرز خردل وحشی ۰، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در مترمربع بود. کشت بذور ارقام گندم با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه، با تراکم مورد نظر به صورت کاملاً یکنواخت در کرت‌هایی به ابعاد ۱/۸×۶ متر و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری به صورت دستی انجام شد. در آزمایش اول، بذور چاودار جمع آوری شده از سطح مزارع دستجرد، به طور همزمان با تراکم بالاتر از تیمارهای مورد نظر در بین ردیف‌های گندم کاشته شد. در آزمایش دوم بذور خردل وحشی پس از آنکه به مدت ۵ روز به صورت مرطوب در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند (۴)، با ماسه نرم مخلوط و در بین ردیف‌های کشت گندم به صورت دستی پاشیده شد. کاشت گندم و گونه‌های هرز در ۲۰ مهرماه ۱۳۸۷ صورت گرفت. در مرحله ۳ الی۴ برگی، بوته‌های چاودار شمارش و با توجه به تراکم مورد نظر در صورت لزوم تنک گردید. عملیات تنک سبک بر روی بوته‌های خردل وحشی در مرحله ۳ الی ۴ برگی انجام شد و در اواسط اسفندماه پس از طی دوره سرمای زمستانه تنک نهایی بوته‌ها صورت گرفت. با توجه به نیاز آبی گندم، آبیاری به صورت بارانی در فواصل زمانی معین انجام شد. در طی فصل رشد، به منظور مبارزه با آفت سن گندم از سم دسیس (دلتامترین) به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. در طی دوره رشد، به جز علف‌های خردل وحشی و چاودار، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین شدند.

در طول دوره رشد، طی ۱۰ مرحله ارتفاع گندم و علف‌های‌هرز مورد آزمایش اندازه‌گیری شد. در هر مرحله به صورت تصادفی و با در

نظر گرفتن اثر حاشیه، در ۵ نقطه از هر کرت، ارتفاع گندم و علف‌های‌هرز مورد نظر اندازه‌گیری و میانگین اعداد منظور گردید. جهت بررسی روند تغییرات ارتفاع گندم و علف‌هرز در طی دوره رشد، از معادله سیگموئیدی گامپرتز استفاده شد (۱۶). در این معادله، H: ارتفاع گندم یا علف‌هرز (برحسب سانتی‌متر)، H_{max}: بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیاه، B و K به ترتیب ضرایب معادله، e: لگاریتم طبیعی و w: زمان (هفته بعد از کاشت) است.

$$H = H_{\max} e^{Be^{Kw}} \qquad (۱)$$

در مرحله گلدهی از هر کرت آزمایشی نمونه‌ای به مساحت ۰/۱۲۵ مترمربع (۶۲/۵×۲۰ سانتی متر) برداشت شد و پس از تفکیک علف‌هرز و گیاه زراعی، بوته‌ها به لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری برش داده شدند. سپس سطح برگ هر لایه جداگانه اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه توزیع عمودی ماده خشک، لایه‌های کانوپی هر گونه به صورت جداگانه در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ روز خشک و سپس توزین شد. در پایان، برداشت نهایی از هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت ۱ مترمربع انجام شد. سپس بوته‌های گندم از علف‌های هرز چاودار و خردل وحشی تفکیک و پس از جداسازی دانه، عملکرد اقتصادی گندم و علف هرز اندازه‌گیری شد. برای تخمین کاهش عملکرد ارقام گندم از مدل هذلولی راست گوشه کوزنس (۱۳) استفاده شد. در این معادله، YL: درصد کاهش عملکرد گندم، D_S: تراکم علف‌هرز، I: کاهش عملکرد گندم به ازای تک بوته علف‌هرز وقتی که تراکم آن به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر کاهش عملکرد گندم در تراکم‌های بالای علف‌هرز بود.

$$YL = \frac{I.D_S}{1 + \frac{I.D_S}{A}} \qquad (۲)$$

به منظور محاسبه آستانه خسارت اقتصادی هر دوگونه علف‌هرز، از فرمول اُدونووان (۲۴) استفاده شد. در این معادله ET: آستانه خسارت اقتصادی، C: هزینه کنترل علف‌هرز (برای چاودار ۲۳۰۰۰۰ ریال و برای خردل وحشی ۷۰۰۰۰ ریال در هکتار)، P: قیمت هر کیلوگرم گندم (۳۵۰۰ ریال)، Y_{wf}: متوسط عملکرد گندم در شرایط عاری از علف‌هرز (کیلوگرم در هکتار)، I و A نیز پارامترهای تخمینی حاصل از معادله کاهش عملکرد بودند.

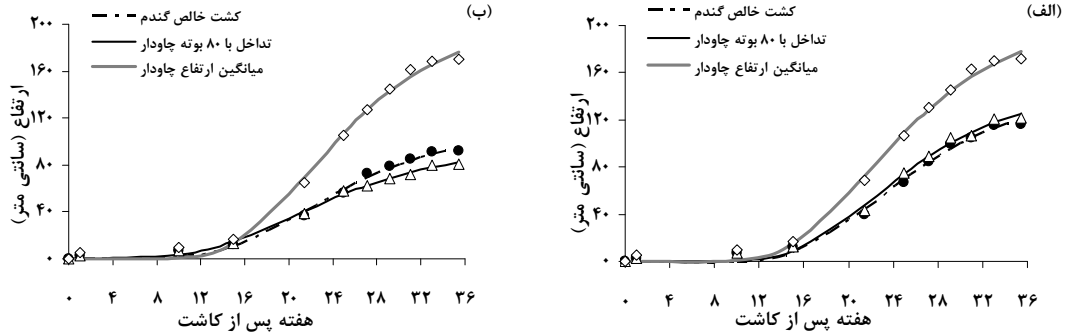
$$ET = \frac{C}{\frac{I \times Ywf \times P}{100} - \frac{I \times C}{A}} \qquad (۳)$$

آنالیز داده‌ها با برنامه آماری SAS و با استفاده از رویه NLIN انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و Harvard graphics 2.0 صورت گرفت.

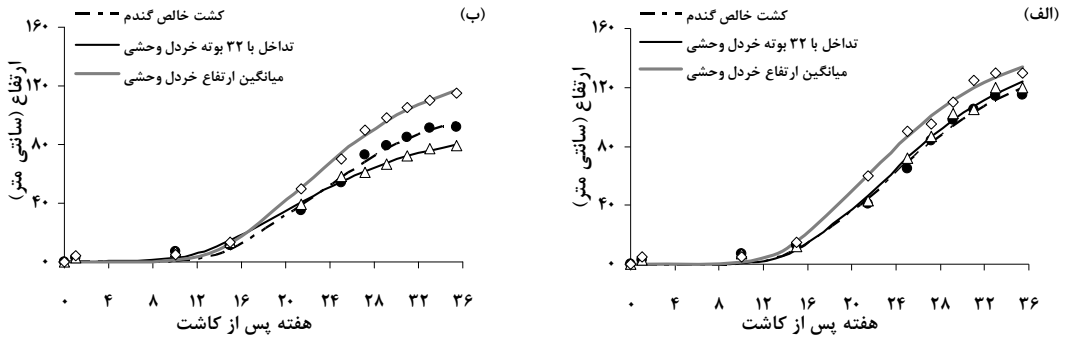
نتایج و بحث

ارتفاع: در مراحل اولیه رشد، تفاوتی از نظر ارتفاع بین علف‌هرز و گندم وجود نداشت اما با شروع رشد سریع گیاهان از اوایل فروردین، به تدریج اختلاف ارتفاع بین علف‌هرز و گندم آشکار گردید (شکل۱ و ۲). روند تغییرات و اندازه نهایی ارتفاع چاودار تحت تأثیر رقم گندم قرار نگرفت (شکل۱). با افزایش تراکم چاودار تا تراکم ۸۰ بوته در مترمربع، ارتفاع رقم الوند تغییر معنی‌داری نداشت. اما رقم سایسون با ۱۲ درصد کاهش ارتفاع، به طور معنی‌داری تحت تأثیر رقابت قرار گرفت (نتایج نشان داده نشده).

ارتفاع نهایی خردل وحشی در تمام تیمارهای تداخل با رقم الوند بیشتر از سایسون بود. به طوری که مقدار نهایی آن در رقم الوند با ۱۳۰ سانتی‌متر، نسبت به رقم سایسون ۱۳ درصد رشد نشان داد (شکل۲). کنت و کریک لند (۱۹) اظهار داشتند که ارتفاع بالاتر علف‌هرز منجر به کاهش نفوذ نور به درون کانوپی گندم شده و روند پیر شدن برگ‌های گندم را تسریع و سهم برگ در انتقال مواد غذایی به دانه‌ها را به حداقل می‌رساند و در نهایت عملکرد گندم را کاهش می دهد.



شکل۱- روند افزایش ارتفاع علف‌هرز چاودار وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در طی دوره رشد



شکل۲- روند افزایش ارتفاع علف‌هرز خردل وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در طی دوره رشد

ارتفاع رقم الوند در رقابت با ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع، نسبت به کشت خالص تنها ۴ درصد افزایش نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل۲، الف). در مقابل، ارتفاع رقم سایسون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل۲، ب) (مقایسات آماری نشان داده نشده). نتایج مطالعات ابراهیم پور و همکاران (۱) نشان داد که افزایش تراکم علف‌هرز، موجب کاهش ارتفاع، طول سنبله و در نهایت عملکرد دانه گندم شد. همچنین رابرتز و همکاران (۲۶) گزارش کردند که ارتفاع نهایی و جذب نور به وسیله کانوپی گندم، اهمیت زیادی در خصوصیات رقابتی آن دارد.

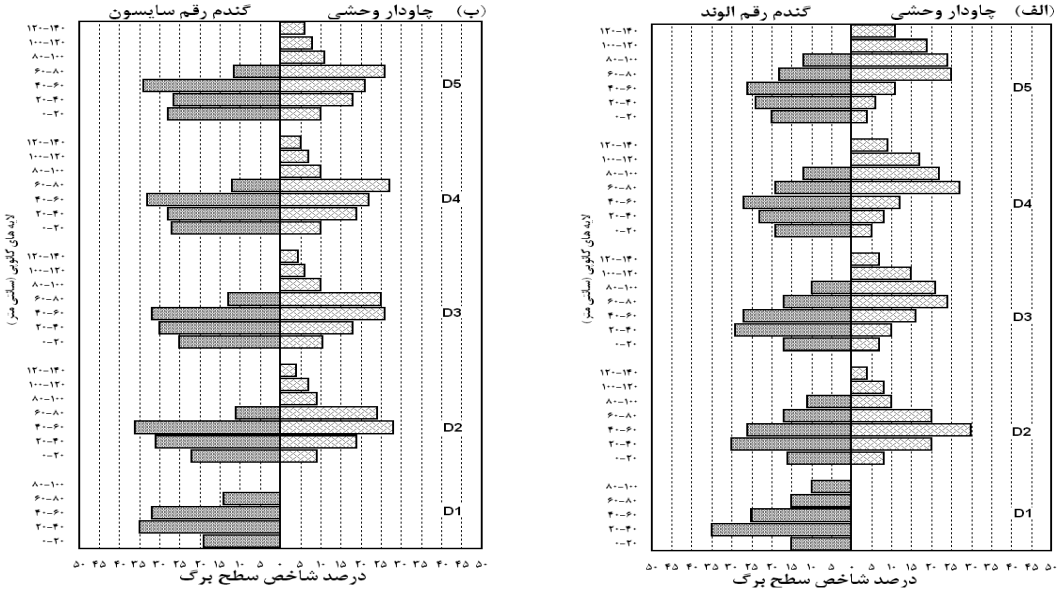
سایر تحقیقات نیز نشان می‌دهد که رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه زراعی و قدرت رقابتی آن وجود دارد (۶، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۲۰ و ۲۷).

ارتفاع علف‌هرز چاودار به دلیل اختلاف زیاد با گندم و عدم نیاز به افزایش آن برای جذب نور، در ارقام گندم تغییر نکرد. اما علف‌هرز پهن برگ خردل وحشی تحت تأثیر ارتفاع گندم قرار گرفت. به‌نظر می‌رسد که اختلاف ارتفاع علف‌هرز با گیاه زراعی، تعیین کننده تغییرات این صفت در علف‌هرز باشد و در شرایط مناسب رقابتی، ارتفاع گونه علف‌هرز به صورت ژنتیکی بروز می‌کند.

توزیع عمودی شاخص سطح برگ: افزایش تراکم هر دو گونه علف‌هرز سبب تغییر درصد تخصیص شاخص سطح برگ ارقام گندم در لایه‌های کانوپی شد (شکل ۳ و ۴). ارقام گندم صرفنظر از تداخل با هر دو گونه علف‌هرز، بیشترین شاخص سطح برگ خود را در لایه‌های میانی کانوپی توزیع کردند. نتایج مشابهی توسط احمدوند و همکاران (۲) گزارش شده است.در شرایط عدم تداخل، رقم الوند به دلیل ارتفاع بالاتر به طور میانگین ۲۵/۵ درصد از شاخص سطح برگ خود را به لایه‌های ۶۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متری اختصاص داد. در حالی که بالاترین لایه کانوپی سایسون با میانگین ۱۴/۵ درصد از کل شاخص سطح برگ، در ارتفاع ۶۰ تا۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین تشکیل شد (شکل۳ و ۴).

رقم الوند به دلیل حفظ ارتفاع در رقابت با علف‌هرز چاودار وحشی، توانست درصدی از شاخص سطح برگ خود را در ارتفاع بالاتر نسبت به رقم سایسون تشکیل دهد (شکل ۳). در تراکم‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار وحشی در متر مربع، به ترتیب ۲۸، ۲۷، ۳۱ و ۳۰ درصد از سهم کل شاخص سطح برگ رقم الوند به لایه‌های بالاتر از ۶۰ سانتی‌متری تخصیص یافت (شکل۳، الف). در حالی که سهم شاخص سطح برگ لایه ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متری رقم سایسون در تراکم‌های یاد شده علف‌هرز، به ترتیب ۱۱، ۱۳، ۱۲ و ۱۱/۵ درصد بود (شکل۳، ب). یافته‌های امین پناه و همکاران (۳) حاکی از آن است که شاخص سطح برگ ارقام رقیب و غیر رقیب برنج در تداخل با سوروف نسبت به شرایط خالص، در لایه‌های پایین کانوپی کاهش و در لایه‌های بالایی افزایش یافت. و این تغییرات در ارقام رقیب، بیشتر بود. آنان افزایش سطح برگ لایه‌های بالایی را سبب بهبود دسترسی گیاه به نور دانستند. تحقیقات زند و همکاران (۹) نشان داد که کانوپی رقم الوند در رقابت با یولاف وحشی به نحوی آرایش پیدا کرد که حداکثر سطح برگ آن در ارتفاع بالاتری نسبت به ارقام غیر رقیب قرار گرفت و این خصوصیت مانع از غالبیت کامل کانوپی یولاف وحشی گردید.

سهم سطح برگ لایه‌های پایینی کانوپی علف‌هرز چاودار وحشی با افزایش تراکم آن کاهش یافت و سهم لایه‌های فوقانی افزایش نشان داد و در شرایط رقابت با رقم الوند این تغییرات آشکارتر شد. به طوری که درصد شاخص سطح برگ لایه‌های ۱۰۰ الی ۱۴۰ سانتی‌متری چاودار وحشی در تداخل با رقم سایسون و در تیمارهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته در مترمربع، به ترتیب ۱۱، ۱۰/۵، ۱۲ و ۱۴ درصد بود. درحالی که در شرایط رقابت با رقم الوند و در تراکم‌های ذکر شده، این تغییرات به ترتیب به ۱۲، ۲۲، ۲۶ و ۳۰ درصد رسید. اما تغییر محسوسی در سهم لایه‌های میانی کانوپی چاودار وحشی در رقابت با هر دو رقم گندم مشاهده نشد (شکل۳). احمدوند و همکاران (۲) در بررسی‌های خود دریافتند که علف‌هرز یولاف وحشی نسبت به گندم تمایل بیشتری برای انتقال برگ‌های خود به بالای کانوپی داشت. و با افزایش تراکم یولاف، سهم سطح برگ لایه پایینی آن کاهش و سهم لایه بالایی آن افزایش یافت.



شکل۳- توزیع عمودی سطح برگ علف‌هرز چاودار وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در مرحله گلدهی گندم
D1, D2, D3, D4 و D5 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ بوته چاودار در مترمربع را نشان می‌دهند

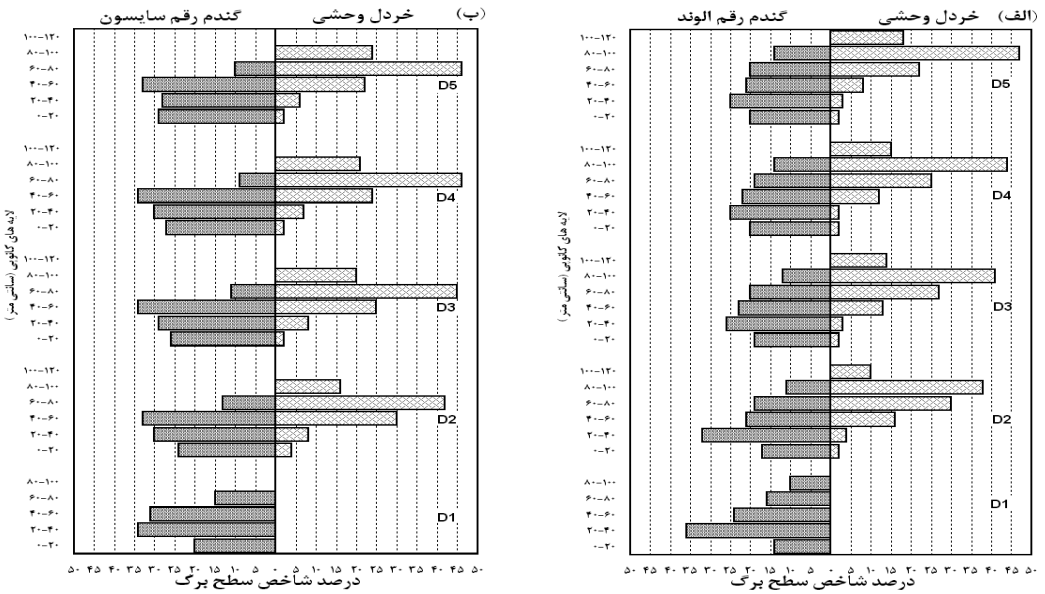
رقم الوند در شرایط تداخل با خردل وحشی نیز تغییرات مثبتی در توزیع شاخص سطح برگ خود جهت رقابت نوری بیشتر با علف‌هرز نشان داد. به‌طوری که سهم شاخص سطح برگ لایه ۶۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متری این رقم در تیمارهای ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع، نسبت به شرایط کشت خالص به ترتیب ۴، ۶، ۷ و ۸/۵ درصد افزایش داشت (شکل۴، الف). اما در رقم سایسون، با افزایش تراکم خردل وحشی تا ۳۲ بوته در مترمربع، سهم لایه ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متری کانوپی آن، از ۱۵ به ۱۰ درصد کاهش یافت (شکل۴، ب).

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، ارتفاع خردل‌وحشی در شرایط رقابت با ارقام گندم متفاوت بود و بسته به ارتفاع گندم، برتری خود را برای سایه‌اندازی و رقابت نوری حفظ کرد (شکل ۲ و ۴). به‌طوری که در شرایط رقابت با رقم الوند، حداکثر شاخص سطح برگ این علف‌هرز در لایه ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری تشکیل شد. اما در تداخل با سایسون، حداکثر مقدار آن در کلیه سطوح تداخلی، در لایه ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متری مشاهده شد (شکل۴).

میانگین سهم شاخص سطح برگ لایه ۰ الی ۴۰ سانتی‌متری کانوپی خردل وحشی در رقابت با ارقام الوند و سایسون به ترتیب ۶ و ۱۰ درصد بود. احتمالاً ممانعت نوری شدیدتر و پیری زودرس برگ‌ها در لایه‌های پایینی کانوپی مخلوط رقم الوند و خردل وحشی نسبت به سایسون، سبب به وجودآمدن این اختلاف شده است. احمدوند و همکاران (۲) گزارش کردند که تحت شرایط رقابت با علف‌هرز، به‌علت کاهش بیشتر نفوذ نور به داخل لایه‌های پایینی کانوپی، سطح برگ و ماده خشک گندم کمتری نیز در این لایه‌ها وجود داشت.

با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی، سهم شاخص سطح برگ لایه‌های بالایی کانوپی آن، در شرایط رقابت با هر دو رقم گندم بیشتر شد (شکل۴). به‌طوری که درصد شاخص سطح برگ لایه ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری این علف‌هرز در رقابت با رقم الوند در تراکم‌های ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته در متر مربع به ترتیب ۴۸، ۵۵، ۵۹ و ۶۵ درصد بود (شکل ۴، الف). همچنین سهم لایه ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری تراکم‌های یاد شده خردل وحشی در تداخل با سایسون به ترتیب به ۵۸، ۶۵، ۶۷ و ۷۰ درصد رسید (شکل ۴، ب). احتمالاً با افزایش تراکم خردل وحشی، رقابت درون و برون گونه‌ای برای دریافت نور بیشتر شده و در نهایت سبب تغییر ساختار کانوپی علف‌هرز و تخصیص بیشتر شاخص سطح برگ به لایه‌های بالایی شده است. احمدوند و همکاران (۲) اظهار داشتند که علف‌هرز یولاف وحشی مستقل از شرایط محیطی، بیشتر سطح برگ خود را در نیمه بالایی کانوپی متمرکز می‌کند و این باعث قابلیت بیشتر علف‌هرز نسبت به گندم برای واکنش به تشدید رقابت نوری می‌گردد.

خردل وحشی علیرغم اختلاف ارتفاع کمتر با ارقام گندم، به طور میانگین ۷۵ درصد از شاخص سطح برگ خود را به نیمه بالایی کانوپی اختصاص داد (شکل۴) در حالی که سهم شاخص سطح برگ علف‌هرز چاودار از نیمه بالایی کانوپی، تقریباً ۴۵ درصد بود (شکل۳).



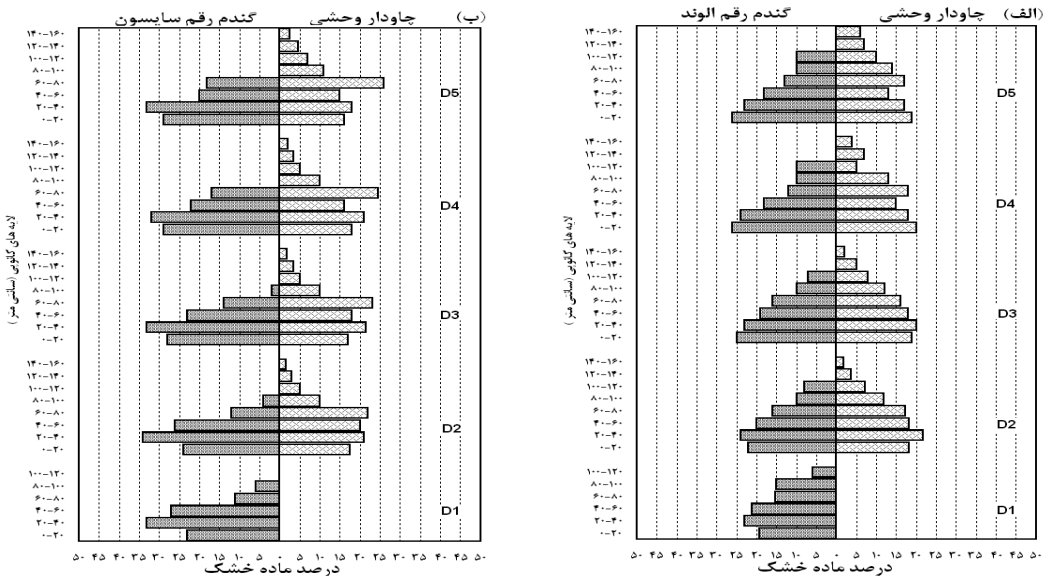
شکل٤– توزیع عمودی سطح برگ علف‌هرز خردل وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در مرحله گلدهی گندم D1, D2, D3, D4 و D5 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۸، ١٦، ٢٤ و ٣٢ بوته خردل وحشی در مترمربع را نشان می‌دهند.

توزیع عمودی ماده خشک: با افزایش تراکم هر دو گونه علف‌هرز، سهم لایه ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری ارقام گندم افزایش یافت که این تغییر می‌تواند به علت افزایش تعداد پنجه‌های غیربارور و بازمانده از رشد باشد (شکل ۵ و ۶). نتایج احمدوند و همکاران (۲) نیز موید این مطلب است. تخصیص ماده خشک بین لایه‌های کانوپی ارقام گندم و علف‌هرز چاودار، روندی مشابه داشت (شکل۵). افزایش سهم ماده خشک لایه ۶۰ الی ۸۰ سانتی‌متری رقم سایسون همراه با تقلیل درصد ماده خشک لایه بالایی آن در شرایط رقابت با هر دو گونه علف‌هرز، به دلیل کاهش ارتفاع این رقم و قرارگیری درصد بیشتری از سنبله‌ها در این لایه است (شکل۵، ب و ۶، ب). امین پناه و همکاران (۳) گزارش کردند که میزان تجمع ماده خشک لایه‌های نیمه پایینی کانوپی ارقام غیر رقیب برنج در شرایط رقابت با سوروف بیشتر از کشت خالص بود که با نتایج به دست آمده در هر دو رقم گندم مطابقت داشت.

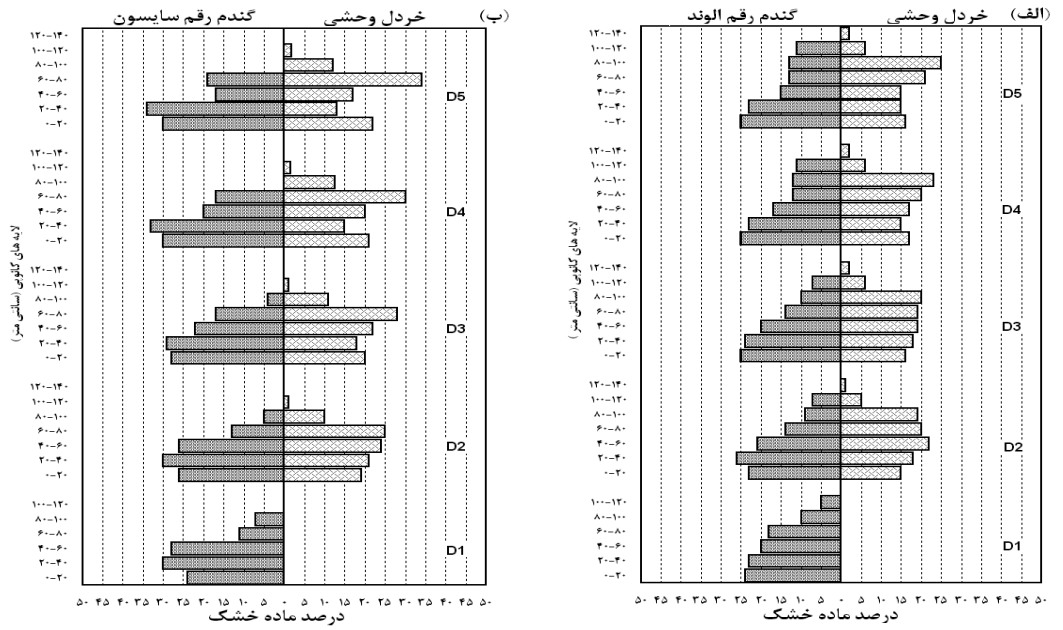
با افزایش تراکم چاودار وحشی، سهم ماده خشک لایه‌های بالایی کانوپی آن در رقابت با هر دو رقم گندم اندکی بیشتر شد که با نتایج به‌دست آمده از بررسی شاخص سطح برگ این علف‌هرز مطابقت داشت و می‌توان این تغییر کم را به قرارگیری میزان بیشتری از شاخص سطح برگ در این لایه‌ها نسبت داد (شکل۳ و ۵). احمدوند و همکاران (۲) گزارش کردند که در مرحله بسته شدن کانوپی مخلوط گندم و یولاف، با افزایش تراکم یولاف وحشی، سهم ماده خشک لایه‌های پایینی در هر دو گونه، کاهش و سهم لایه بالایی افزایش یافت و میزان افزایش در یولاف بیشتر از گندم بود.

سهم ماده خشک لایه ۸۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متری رقم الوند در تراکم‌های ۰، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع، به ترتیب ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۳ و ۲۴ درصد بود در حالی که در تداخل با گونه باریک برگ چاودار وحشی، سهم لایه مذکور تغییری نشان نداد (شکل۵، الف و ۶، الف). مقایسه توزیع ماده خشک و شاخص سطح برگ خردل وحشی نشان داد که بیشترین بخش ماده خشک لایه بالایی کانوپی علف‌هرز در این مرحله از رشد به وزن برگ متعلق بود و درصد بسیار کمی به وزن ساقه‌های فرعی و گل‌آذین در حال تکامل اختصاص داشت (شکل۴ و ۶).

باتوجه به نتایج حاصل از بررسی شاخص سطح برگ و ماده خشک هر دو گونه علف‌هرز، به نظر می‌رسد که خردل وحشی در تراکم‌های مورد بررسی، رقابت نوری شدیدتری با ارقام گندم داشته است. همچنین پنجه‌های بارور رقم الوند، برای جذب بیشتر نور اتیوله شده و اختلاف ارتفاع بین پنجه و ساقه‌های اصلی با افزایش تداخل خردل وحشی کاهش نشان داده به طوری که در بالاترین سطح تراکم خردل وحشی، سهم ماده خشک لایه ۲۰ سانتی‌متری بالای کانوپی به دلیل قرارگیری خوشه‌های بیشتر در این لایه، افزایش یافت (مشاهدات مزرعه‌ای نیز موید این مطلب است).



شکل۵– توزیع عمودی وزن خشک علف‌هرز چاودار وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در مرحله گلدهی گندم D1, D2, D3, D4 و D5 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ بوته چاودار در مترمربع را نشان می‌دهند.



شکل٦– توزیع عمودی وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی و ارقام گندم الوند (الف) و سایسون (ب) در مرحله گلدهی گندم D1, D2, D3, D4 و D5 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۸، ١٦، ٢٤ و ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع را نشان می‌دهند.

عملکرد گندم و آستانه خسارت اقتصادی: با افزایش تراکم علف‌هرز، عملکرد دانه ارقام گندم به صورت غیر خطی و باتبعیت از مدل هذلولی کوزنس (۱۳) کاهش یافت (شکل۷). محققین دیگر نیز چنین رابطه‌ای را بین کاهش عملکرد گندم و تراکم علف‌هرز به دست آوردند (۱۷ و ۲۵). خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز چاودار (شیب اولیه نمودار) در رقم سایسون بیشتر از الوند بود (شکل۸). در تراکم ۸۰ بوته چاودار در مترمربع، رقم سایسون ۴۴ درصد کاهش عملکرد نشان داد در حالی که الوند تنها ۲۹ درصد افت داشت. همچنین حداکثر خسارت تخمینی چاودار در رقم سایسون ۱/۴ برابر رقم الوند بود (شکل۸). یافته‌های منان و زاندسترا (۲۲) نشان داد که

ارقام رقیب گندم با افزایش تراکم علف‌هرز گاوپنبه، کاهش عملکرد کمتری داشتند. همچنین امین پناه و همکاران (۳) گزارش کردند که ارقام رقیب برنج در تداخل با علف‌هرز سوروف بیشترین شاخص رقابت و کمترین درصد کاهش عملکرد را دارا بودند در حالی که ارقام غیر رقیب، کاهش عملکرد بیشتری نشان دادند.

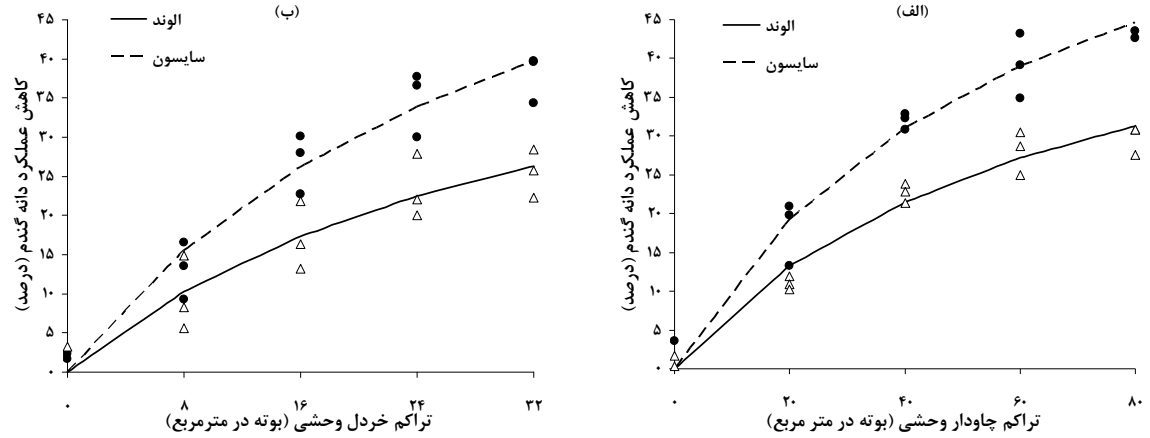
با ورود اولین بوته علف‌هرز خردل وحشی، عملکرد دانه ارقام سایسون و الوند به ترتیب با ۲/۴۱ و ۱/۵۹ درصد افت، کاهش قابل ملاحظه‌ای نشان داد (جدول۱، شکل۷ و ۸). حداکثر کاهش عملکرد پیش بینی شده خردل وحشی در رقم سایسون با ۸۱/۸ درصد، نسبت به رقم الوند ۱/۵ برابر بود (جدول۱). ابراهیم پور و همکاران (۱) بیان داشتند که سایه اندازی در اثر رقابت با علف‌هرز، منجر به کاهش تخصیص مواد غذایی به سنبله، نقصان در گرده افشانی و کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود. همچنین صفاهانی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که در تراکم ۳۰ بوته خردل وحشی در مترمربع، عملکرد دانه ارقام رقیب کلزا کاهشی ۵۲ درصدی داشت، اما در ارقام غیر رقیب این میزان بین ۶۴ تا ۹۵ درصد بود.

هرچند عملکرد رقم سایسون در کشت خالص بیشتر از رقم الوند بود، اما در شرایط رقابت با هر دوگونه علف‌هرز، عملکرد رقم الوند کاهش کمتری نسبت به سایسون نشان داد و رقابتی‌تر عمل کرد. همچنین میزان خسارت عملکرد اقتصادی گندم به ازای تک بوته‌های علف‌هرز خردل وحشی در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از علف‌هرز باریک برگ چاودار بود.

بررسی‌های صفاهانی و همکاران (۱۰) نشان داد که ارقام کلزای دارای قدرت رقابت بالا در تداخل با علف‌هرز خردل وحشی، در شرایط کشت خالص دارای کمترین عملکرد دانه در بین ارقام دیگر بودند درحالی که ارقام دارای بیشترین درصد کاهش عملکرد در شرایط رقابت، از لحاظ عملکرد دانه در شرایط کشت خالص در بالاترین سطح قرار داشتند. باغستانی و زند (۵) نیز دریافتند که ارقام گندم دارای قدرت رقابتی بالا در تداخل با هر دو گونه علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ، افت عملکرد کمتری نشان دادند. همچنین یافته‌های اسلامی و همکاران (۱۷) حاکی از آن است که عملکرد دانه گندم، به وسیله تک بوته‌های گونه باریک برگ چچم، کمتر از علف‌هرز پهن برگ ترب وحشی تحت تأثیر قرار گرفت.

آستانه خسارت اقتصادی چاودار وحشی در ارقام الوند و سایسون به ترتیب ۱/۲ و ۰/۷ بوته در متر مربع به دست آمد در حالی که آستانه خسارت اقتصادی خردل وحشی در دو رقم گندم مورد اشاره، به ترتیب در تراکم‌های ۰/۲ و ۰/۱ بوته در متر مربع حاصل شد (جدول۱). این نتایج بیانگر رقابت‌پذیری بیشتر الوند نسبت به سایسون در تداخل با هر دو گونه علف‌هرز باریک برگ و پهن برگ است. همچنین خردل وحشی در تراکم‌های پایین‌تری نسبت به چاودار از نظر اقتصادی عملکرد گندم را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. زند و همکاران (۹) گزارش کردند که گندم رقم الوند در بین سایر ارقام معرفی شده در طی پنجاه ساله اخیر، رقابتی‌ترین رقم بود. در ایالت کلورادو آمریکا تفاوت خصوصیات دو رقم گندم موجب شد تا دو آستانه خسارت اقتصادی متفاوت ۴/۸ و ۶/۹ بوته چاودار در مترمربع به‌دست آمد (۲۵).

هرچند هزینه‌های کنترل علف‌هرز پهن برگ در این آزمایش نسبت به چاودار، کمتر منظور شد و این خود سبب کاهش آستانه خسارت اقتصادی خردل وحشی گردید اما باید یادآوری کرد که اگر هزینه کنترل هر دو گونه علف‌هرز یکسان در نظر گرفته می‌شد، علی‌رغم افزایش آستانه خسارت خردل وحشی، آستانه به دست آمده برای چاودار حدود ۲ برابر خردل وحشی بود.



شکل۷- کاهش عملکرد دانه ارقام گندم زمستانه در اثر رقابت دو گونه علف‌هرز چاودار (الف) و خردل وحشی (ب)

جدول۱- پارامترهای تخمینی مدل تراکم-کاهش عملکرد و آستانه خسارت اقتصادی ارقام گندم

گونه علف‌هرز	رقم گندم	Y_{wf}[1]	I[3]±SE[2]	A[4]±SE	R^2	F	ET[5]
چاودار وحشی	سایسون	۷۶۰۸	۱/۲۷±۰/۲۲	۷۹/۹±۱۱/۴	۰/۹۷	۲۱۳/۳**	۰/۷
	الوند	۶۶۲۵	/۸۶±۰/۱۶	۵۷/۵±۹/۲	۰/۹۷	۱۸۶/۱**	۱/۲
خردل وحشی	سایسون	۷۸۷۵	۲/۴۱±۰/۵۷	۸۱/۸±۲۰/۹	۰/۹۵	۱۱۰/۳**	۰/۱
	الوند	۶۸۲۵	۱/۵۹±۰/۵۷	۵۴/۶±۲۱/۴	۰/۸۹	۴۸/۶**	۰/۲

** معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد. ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب عملکرد گندم در شرایط عدم رقابت بر حسب کیلوگرم در هکتار، خطای استاندارد، شیب اولیه مدل کاهش عملکرد، حداکثر افت تخمینی و آستانه خسارت اقتصادی بر حسب متر مربع است.

جدول ۲- خصوصیات فنولوژیکی دو رقم گندم.

رقم	سرعت سبزشدگی[1]	سرعت بسته شدن کانوپی[2]	اختلاف در رسیدگی (GDD روز)[3]
الوند	سریع	نسبتاً سریع	۰
سایسون	سریع	کند	+۱۰۰

موارد ۱ و ۲ در بررسی‌های گلخانه ای و مزرعه ای، نسبت به سایر ارقام گندم رایج (توس و امید) در منطقه همدان منظور گردیده است. مورد ۳ از مشاهدات مزرعه ای و ثبت مراحل فنولوژیکی دو رقم گندم مورد مطالعه به دست آمده است.

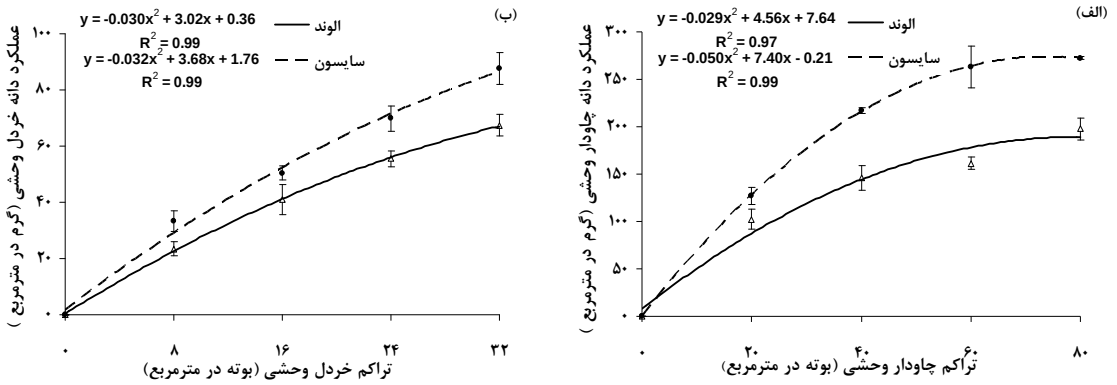
گزارشات پستر و همکاران (۲۵) نشان دادکه شرایط اقلیمی مختلف موجب تغییر آستانه خسارت اقتصادی گردید و طی آزمایشات یکسانی که دو سال متوالی در ناحیه آرچر ایالت ویومینگ جهت بررسی رقابت چاودار با یک رقم گندم انجام شد، آستانه تخمینی در سال‌های ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵به ترتیب ۱/۲ و ۴۳/۴ بوته در مترمربع به دست آمد، که این اختلاف بسیار زیاد در مقادیر به دست آمده به دلیل افزایش بارندگی در طی فصل رشد و به دنبال آن افزایش قدرت رقابتی گندم در سال ۱۹۹۵ بود که سبب افزایش آستانه خسارت اقتصادی گردید. همچنین آنان بیان داشتند که علاوه بر محتوای رطوبت، دما و بافت خاک نیز می‌تواند بر آستانه خسارت اقتصادی علف‌هرز تأثیرگذار باشد.

عملکرد دانه علف‌هرز: با اضافه شدن تراکم چاودار و خردل وحشی، عملکرد بذر هر دو گونه علف‌هرز به صورت غیرخطی افزایش یافت (شکل۸). نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (۱۷ و ۲۲).

در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، تولید بذر چاودار وحشی در رقابت با ارقام الوند و سایسون، به ترتیب ۱۰۲/۲ و ۱۲۶/۹ گرم در مترمربع بود و با افزایش تراکم علف‌هرز، عملکرد تک بوته‌های آن در رقابت با هر دو رقم گندم کاهش یافت. به طوری که در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع، تولید دانه هر بوته علف‌هرز در ارقام الوند و سایسون به ترتیب به ۲/۷ و ۴/۴ گرم رسید. همچنین در بالاترین سطح تداخل، میزان بذر تولیدی چاودار در رقابت با سایسون ۳۸ درصد بیشتر از رقم الوند بود (شکل۸، الف). یافته‌های منان و زاندسترا (۲۲) نیز نشان داد که عملکرد تراکم‌های مختلف علف‌هرز گاوپنبه در تداخل با ارقام رقیب گندم، کمتر از ارقام غیر رقیب بود. عملکرد دانه تراکم‌های ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع درتداخل با رقم الوند، به ترتیب ۲۳/۵، ۴۱/۱، ۵۵/۵ و ۶۷/۵ گرم در مترمربع بود. درحالی که تولید بذر تراکم‌های یاد شده خردل وحشی در تداخل با رقم سایسون نسبت به الوند به ترتیب ۴۲، ۲۳، ۲۶ و ۳۰ درصد افزایش نشان داد (شکل۸، ب). رابرتز و همکاران (۲۶) طی بررسی‌های خود بر روی ارقام مختلف گندم دریافتند که یک رابطه منفی بین سرعت توسعه کانوپی، ارتفاع نهایی و زودرسی گندم با عملکرد علف‌هرز وجود داشت. که با نتایج فوق و خصوصیات فیزیولوژیکی بررسی شده گندم (جدول۲) مطابقت دارد.

هرچند عملکرد دانه چاودار نسبت به خردل وحشی در هر دو رقم گندم به طور میانگین ۴ برابر بیشتر بود، اما باتوجه به متوسط وزن هزار دانه دو گونه علف‌هرز خردل وحشی و چاودار که به‌ترتیب ۲/۶ و ۳۸ گرم به دست آمد می‌توان دریافت که بانک بذر علف‌هرز خردل وحشی در تراکم‌های کمتری نسبت به چاودار می‌تواند به سرعت افزایش یابد. همچنین وجود مکانیزم خواب بذر خردل وحشی، سبب توزیع جوانه‌زنی این علف‌هرز در طول دوره رشد گیاه زراعی و همچنین ماندگاری بیشتر بانک بذر آن در خاک و خسارت زایی برای دیگر محصولات موجود در تناوب می‌گردد. از این رو به نظر می‌رسد که کنترل این علف‌هرز نیازمند مدیریت دقیق‌تری است. اسلامی و همکاران (۱۷) نیز در بررسی گونه دیگری از علف‌های هرز خانواده شب بو علاوه بر موارد فوق، انعطاف در نیازهای جوانه‌زنی و مقاومت به علف کش‌ها را از دلایل عدم کنترل موثر علف‌های هرز این خانواده برشمردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که خصوصیاتی همچون تغییرات مثبت ساختار کانوپی و درصد تخصیص ماده خشک بیشتر به لایه‌های بالاتر برای افزایش توان رقابت نوری با علف‌هرز و همچنین تسریع روند افزایش ارتفاع و حفظ آن در شرایط تداخل، همراه باشاخص‌های دیگری همچون سبزشدن سریع، توسعه سریعتر کانوپی و زودرسی (جدول۲) سبب افزایش توان رقابتی رقم الوند نسبت به سایسون در رقابت با هر دو گونه علف‌هرز شده‌است.



شکل ۸- عملکرد دانه تراکم‌های مختلف دو گونه علف‌هرز چاودار (الف) و خردل وحشی (ب) در تداخل با ارقام گندم

که این عوامل می‌تواند نقش موثری در کاهش تولید بذر علف‌هرز و افزایش آستانه خسارت اقتصادی آن در رقم الوند داشته باشد. رابرتز و همکاران (۲۶) نیز صفات فوق را به‌عنوان فاکتورهای موثر رقابتی گندم برشمردند. همچنین لمیرل و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که سرعت افزایش برگ و توانایی سایه اندازی از خصوصیات مهم ارقام گندم با قابلیت رقابت بالا است.

علی‌رغم ارتفاع کمتر خردل وحشی نسبت به چاودار، به‌نظر می‌رسد که نحوه توزیع سطح برگ و آرایش کانوپی این علف‌هرز نقش موثری در افزایش توانایی رقابت نوری و سایه‌اندازی بیشتر بر گیاه زراعی داشته است به گونه‌ای که اثرات زیانبار ناشی از حضور تک بوته‌های این علف‌هرز در تراکم‌های مورد بررسی، بیشتر از چاودار وحشی بود. همچنین سرعت افزایش بانک بذر این علف‌هرز نسبت به گونه باریک برگ، بیشتر بود.

منابع

۱- ابراهیم پور نور آبادی، ف .، ا. آینه بند، ق. نور محمدی، ح. موسوی نیا و م. مسگرباشی. ۱۳۸۵. بررسی برخی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک گندم در رقابت با یولاف وحشی (*Avena lodoviciana*). مجله پژوهش و سازندگی. ۷۳: ۱۱۷-۱۲۵.

۲- احمدوند، گ .، م. نصیری محلاتی و ع. کوچکی. ۱۳۸۴. اثر رقابت نوری و کود نیتروژن بر ساختار کانوپی گندم و یولاف وحشی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۶): ۱۰۰-۱۱۲.

۳- امین پناه، ه .، ع. سروش زاده، ا. زند و ع. مومنی. ۱۳۸۸. بررسی ضریب استهلاک نور و ساختار کانوپی ارقام رقیب و غیررقیب برنج (*Oryza sativa* L.) در رقابت با علف‌هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) . مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲(۳): ۶۹-۸۴.

۴- باقرانی، ن .، و ح. غدیری. ۱۳۷۴. اثر خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی، اسید جیبرلیک و دما بر جوانه‌زنی خردل وحشی. (چکیده). دوازدهمین کنگره حفاظت گیاهی، کرج، ایران. ص۱۴.

۵- باغستانی، م .، و ا. زند. ۱۳۸۳. ارزیابی قدرت رقابت برخی از ژنوتیپ‌های گندم زمستانه (*Triticum aestivum* L.) در مقابل علف‌های هرز با تاکید بر ناخنک (*Goldbachia laevigata* DC.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Dur.) در منطقه کرج. آفات و بیماری‌های گیاهی. ۷۲(۱): ۹۱-۱۱۱.

۶- باغستانی میبدی، م .، و ا. زند. ۱۳۸۴. بررسی ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک موثر در رقابت گندم زمستانه *Triticum aestivum* (*Triticum*) در مقابل یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Dur.). مجله پژوهش و سازندگی. ۶۸: ۴۱-۵۶.

۷- حسن زاده دلویی، م .، م. نصیری محلاتی، ق. نورمحمدی و ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۸۲. تعیین تیپ ایده آل گندم در رقابت برای نور با یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) و شلمی (*Rapistrum rugosum*) با استفاده از روش شبیه سازی. مجله علوم زراعی ایران. ۵ (۳). ۱۷۶-۱۸۴.

۸- دیانت، م.، ح. رحیمیان مشهدی، م. باغستانی میبدی، ح. محمد علیزاده وا. زند. ۱۳۸۵. بررسی صفات مهم در قدرت رقابتی گندم (*Triticum*

aestivum) در مقابل علف هرز چاودار (*Secale cereale*). پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۱: ۵۸-۶۶.

۹- زند، ا .، ع. کوچکی، ح. رحیمیان مشهدی، ر. دیهیم فرد، س. صوفی زاده و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۲. رقابت ارقام گندم (*Triticum aestivum*) ایرانی قدیم و جدید با علف‌هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*). مجله پژوهش های زراعی ایران، ۱(۲): ۱-۱۷.

۱۰- صفاهانی لنگرودی، ع.، ب. کامکار، ا. زند ، ن. باقرانی و م. باقری. ۱۳۸۶. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در گرگان. مجله علوم زراعی ایران. ۹(۴): ۳۵۶-۳۷۰.

11- Barnes, P. W., W. Beyshlag, R. Rayel, S. D. Flint, and M. M. Caldwell. 1990. Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model. III. Influence of canopy structure in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. Oecoloi. 82: 560-566.

12- Blackshaw, R. E. 1993. Downy brome (*Bromus tectotrum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Sci. 41: 551- 556. 37.

13- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Bio. 107 (25):239-252.

14- Cousens, R. D., S. E. Weaver, T. D. Martin, A. M. Blair, and J. Wilson. 1991. Dynamics of competition between wild oat (*Avena fatua* l.) and winter cereals. Weed Res. 37: 203-210.

15- Daugovish, O., D. J. Lyon, and D. D. Baltensperger. 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Tech. 13: 120-126.

16- Draper, N. R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. New York: J. Wiley. pp. 33–42, 511.

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

18- Jordan, N. 1993. Prospects for weed control through crop interference. Eco Appl. 3: 84-91.

19- Kennet, J., and K. J. Kirkland. 1993. Spring wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield as influenced by duration of wild oat (*Avena fatua*) competition.Weed Tech. 7: 890-893.

20- Korres, N. E., and R. J. Froud-williams. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. Weed Res. 43: 417-428.

21- Lemerle, D., B. Verbeek, R. D. Cousens, and N. E. Coombes. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. Weed Res. 36: 505-513.

22- 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. Crop Protec. 24: 1061-1067.

23- Nassiri Mohallati, M. 1998. Modelling interaction in grass-clover mixture. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, the Netherland.PP: 162.

24- O'Donovan, J. T. 1991. Quackgrass (*Elytrigia repens*) interference in canola (*Brassica compestris*). Weed Sci. 39: 397-401.

25- Pester, T. A., P. Westra, R. L. Anderson, D. L. Lyon, S. D. Miller, P. W. Stahlman, F. E. Northam, G. A. Wicks. 2000. *Secale cereale* interference and economic thresholds in winter *Triticum aestivum*. Weed Sci. 48: 720-727.

26- 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 Tech. 15: 19-25.

27- Traore, S., S. C. Mason, A. R. Martin, D. A. Mortensen, and J. J. Spotanski. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agron. J. 95: 1602-1607.