نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳
http://jopp.gau.ac.ir

ارزیابی نقش خصوصیات تاج پوشش بر شاخص تحمل ارقام گندم در تداخل با علف‌هرز چاودار وحشی (*Secale cereale*)

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

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

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۳۰

چکیده

این پژوهش جهت ارزیابی قدرت رقابتی چند رقم گندم توصیه شده در منطقه درگز با علف‌هرز شایع چاودار وحشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار رقم گندم سایسون، الوند، چمران و سپاهان و تراکم‌های چاودار وحشی در پنج سطح ۰، ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم چاودار وحشی صفات شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی، دوام شاخص سطح برگ و دوام ماده خشک ارقام گندم کاهش یافت. سرعت افزایش ارتفاع دو رقم الوند و سپاهان در رقابت با علف‌هرز نسبت به کشت خالص بیشتر بود. همچنین دو رقم مزبور دوام شاخص سطح برگ و دوام ماده خشک بیشتری در شرایط تداخل با علف‌هرز نسبت به ارقام چمران و سایسون داشتند و درصد شاخص سطح برگ قسمت فوقانی تاج پوشش آن‌ها در شرایط رقابت افزایش نشان داد. در مقابل، ارتفاع بوته و درصد شاخص سطح برگ نیمه بالایی تاج پوشش ارقام چمران و سایسون در شرایط تداخل کاهش یافت. شاخص تحمل به تداخل ارقام گندم در صفت عملکرد زیست توده بیشتر از عملکرد دانه به‌دست آمد. در تمامی سطوح تراکم چاودار وحشی، دو رقم الوند و سایسون به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر شاخص تحمل به تداخل را در صفات زیست توده و عملکرد دانه داشتند. با

*مسئول مکاتبه: bijan.saadatian@stu-mail.um.ac.ir

افزایش تراکم گیاهی، درصد شاخص سطح برگ لایه‌های پایینی تاج پوشش چاودار وحشی کاهش و لایه‌های بالایی آن افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، دوام سطح برگ، دوام ماده خشک، رقابت، لایه‌بندی تاج‌پوشش

مقدمه

امروزه یکی از عوامل مهم محدود کننده تولید گندم در سطح جهان رقابت با علف‌های‌هرز از جمله چاودار وحشی (*Secale cereale*) است. این علف‌هرز یکی از اولین گونه‌های باریک برگ گزارش شده در مزارع گندم به‌شمار می‌رود (رابرتز و همکاران ۲۰۰۱؛ وایت و همکاران، ۲۰۰٦). چاودار وحشی به‌علت تنوع ژنتیکی، در دامنه وسیعی از شرایط محیطی قادر به رشد است (وایت و همکاران ۲۰۰٦). کنترل این علف‌هرز به‌دلیل 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، خواص دگر آسیبی (پستر و همکاران، ۲۰۰۰) و عدم وجود علفکش انتخابی (رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱)، بسیار مشکل است.

نتایج یک بررسی بیانگر اثر رقابتی بالای چاودار وحشی بر ارقام گندم بود به‌طوری که افزایش تراکم این گونه هرز تا سطح ۸۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه گندم را بین ۲۹ تا ٤٤ کاهش داد (سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین پژوهش‌های صورت گرفته نشان داد که چاودار وحشی نسبت به گونه‌های هرز باریک برگ دیگر مانند چچم (*Lolium multiflorum* Lam.)، علف پشمکی (*Bromus secalinus* L.)، جو هرز (*Aegilops cylindrica*) و یولاف وحشی (*Avena fatua*)، قدرت رقابتی بالاتری دارد (وایت و همکاران، ۲۰۰٦).

انتخاب و استفاده از ارقام رقیب محصولات زراعی در برابر علف‌های‌هرز یکی از روش‌های به زراعی پیش رو برای کنترل گسترش علف‌های‌هرز است (پستر و همکاران، ۲۰۰۰؛ رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ نگوآجیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ منان و زاندسترا، ۲۰۰۵؛ امین‌پناه و همکاران، ۲۰۰۹؛ پینتر و هیلز، ۲۰۰۹؛ پینتر، ۲۰۱۰). همچنین 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 پژوهش‌گران را در تولید ارقام بسیار رقیب، یاری نماید (پاولینی و همکاران، ۲۰۰٦؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱).

بررسی‌ها متعدد نشان می‌دهد که صفات ماده خشک تجمعی (چعب و همکاران، ۲۰۰۹؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲)، سرعت رشد محصول (چعب و همکاران، ۲۰۰۹؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ عنافجه و همکاران، ۲۰۱۱) و خصوصیات ساختار تاج‌پوشش مانند شاخص سطح برگ (حسن‌زاده دلوئی و همکاران، ۲۰۰۲؛ سمائی و همکاران، ۲۰۰٤؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ عنافجه و همکاران، ۲۰۱۱؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲)، سرعت توسعه (منان و زاندسترا، ۲۰۰۵؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱) و دوام سطح برگ (سمائی و همکاران، ۲۰۰٤؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲)، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق تاج‌پوشش (حسن زاده دلوئی و همکاران، ۲۰۰۲؛ امین پناه و همکاران، ۲۰۰۹؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۲) و همچنین خصوصیات ریخت‌شناسی مانند ارتفاع بوته (حسن‌زاده دلوئی و همکاران، ۲۰۰۲؛ منان و زاندسترا، ۲۰۰۵؛ عنافجه و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۲) تعیین کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور است. کوزنس و همکاران (۱۹۹۱) بیان داشتند که افزایش تراکم، در اثر تداخل علف هرز با گیاه زراعی موجب رقابت برای نور و کاهش نور مؤثر در فتوسنتز گیاه مغلوب شده و سایر عوامل رشد را تحت تأثیر قرار خواهد داد و در این میان آرایش تاج‌پوشش و ارتفاع گیاه زراعی و علف هرز، تعیین کننده رقابت برای نور بوده و عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بارنس و همکاران (۱۹۹۰) معتقدند در یک تاج‌پوشش مخلوط، تفاوت بین گونه‌ای از نظر تولید ماده خشک، بیشتر به خصوصیات ساختار تاج‌پوشش 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 تاج‌پوشش است. سلیمانی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه ساختار تاج‌پوشش و روند تغییرات ارتفاع کلزا (*Brassica napus* L.) و علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) در سطوح مختلف کود نیتروژن دریافتند که سرعت افزایش ارتفاع یکی از عوامل مهم در توان رقابتی گیاه زراعی است. همچنین آنان عنوان داشتند که توزیع مطلوب شاخص سطح برگ کلزا در مرحله حساس گلدهی به نحوی که درصد بالاتری از آن به نیمه بالایی تاج‌پوشش اختصاص یابد، موجب افزایش قابلیت رقابت نوری با علف هرز شده و افت عملکرد ناشی از تداخل کمتر خواهد شد. پژوهش‌های متعدد دیگر نیز مبین نقش مؤثر آرایش

تاج‌پوشش در فرایند رقابت است (احمدوند و همکاران، ۲۰۰٦؛ امین‌پناه و همکاران، ۲۰۰۹؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به مطالب بیان شده، عدم وجود علفکش انتخابی برای کنترل علف هرز چاودار وحشی از یک سو و توسعه روز افزون این گونه هرز به‌دلیل تداوم روش تک کشتی در مزارع گندم منطقه درگز، موجب غالبیت شدید آن در اکثر زمین‌های زراعی شده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات تاج‌پوشش چند رقم گندم رایج در منطقه و تأثیر آن بر قدرت رقابتی آن‌ها در تداخل با چاودار وحشی انجام شد. همچنین در این بررسی شاخص تحمل به تداخل به‌عنوان معیار سنجش تحمل ارقام به رقابت با علف هرز معرفی گردید و بر اساس آن رقم مناسب کشت در منطقه تعیین شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه نمونه گندم شهرستان درگز واقع در خراسان رضوی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار رقم گندم سایسون، الوند، چمران و سپاهان و تراکم‌های علف هرز چاودار وحشی در پنج سطح ۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. محل آزمایش دارای ارتفاع ٤۸۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر بود. خاک مزرعه دارای بافت لومی بود. در زمان آماده‌سازی زمین، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل (حاوی ٤٦ درصد P_2O_5) و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره قبل از عملیات دیسک به زمین اضافه شد. کل کود اوره توصیه شده برای ارقام گندم سایسون، الوند، چمران و سپاهان بر اساس توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به‌ترتیب ۱۷۵، ۱۲۵، ۱۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. مقادیر باقی‌مانده از کود اوره توصیه شده برای هر رقم به دو قسمت مساوی تقسیم و در مرحله پنجه‌زنی و گل‌دهی به‌صورت سرک مصرف گردید. بذر ارقام گندم با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه، با تراکم هدف ٤۵۰ بوته در مترمربع به‌صورت کاملاً یکنواخت در کرت‌هایی با طول ٤ متر و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متری و در ۱۰ ردیف به‌صورت دستی بر روی پشته‌ها کشت شد. برای اطمینان از حصول تراکم‌های موردنظر علف‌هرز چاودار وحشی، تعداد بذر کشت شده آن ۲۰ درصد بیشتر منظور گردید (سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۱). بذور علف هرز نیز قبل از پوشاندن ردیف‌های کشت با خاک، با توجه به تراکم موردنظر در واحد سطح در فواصل یکسان در بین بذور گندم جای‌گذاری گردید. در طول فصل رشد

به‌جز چاودار وحشی، سایر گونه‌های هرز با دست وجین گردید. آبیاری به‌صورت نشتی انجام شد. برای کنترل آفت سن از سم دسیس (دلتامترین) به‌میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد.

از ابتدای رشد گیاه، طی ۱۰ مرحله (۳، ٦، ۸، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۲٤، ۲٦، ۲۸ و ۳۱ اُمین هفته پس از کاشت) ارتفاع بوته گندم و علف هرز اندازه‌گیری شد. در هر مرحله به‌صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه، در پنج نقطه ارتفاع گندم و علف‌هرز اندازه‌گیری و میانگین اعداد برای هر واحد آزمایشی منظور شد. برای بررسی روند تغییرات ارتفاع دو گونه مورد مطالعه در طول فصل، مدل سیگموئیدی گامپرتز[1] (معادله ۱) مورد استفاده قرار گرفت (دراپر و اسمیت، ۱۹۸۱).

$$H = H_{\max} \times Exp(B \times Exp(K \times w)) \qquad (۱)$$

در این مدل، H ارتفاع گندم یا علف هرز چاودار وحشی (برحسب سانتی‌متر)، H_{max} بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیاه، مقدار مطلق B نشان دهنده سرعت افزایش ارتفاع، K ضریب معادله و W زمان بر حسب هفته بعد از کاشت است.

نمونه‌برداری به‌منظور محاسبه سطح برگ و ماده خشک گندم در اوایل سبزشدن، اواخر پنجه‌زنی، سنبله‌دهی، گرده افشانی، پرشدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. که مصادف با ۳۰، ۱۰۰، ۱٤٥، ۱۸٥، ۲۰۰ و ۲۱۷ اُمین روز از کاشت بود. به‌جز برداشت نهایی در سایر مراحل، از نیمه بالایی هر کرت آزمایشی نمونه‌ای به مساحت ۰/۱۲٥ مترمربع (٦۲/٥×۲۰ سانتی‌متر) برداشت شد و پس از اندازه‌گیری سطح برگ، نمونه‌ها در آون با دمای ۷٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت خشک گردید. در مرحله گرده افشانی گندم، به‌منظور لایه‌بندی تاج‌پوشش، پس از تفکیک علف‌هرز و گیاه زراعی، بوته‌ها از طول به لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری برش داده شدند. سپس سطح برگ هر لایه جداگانه اندازه‌گیری شد.

در پایان فصل رشد، برداشت نهایی از نیمه پایینی هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت ۱ مترمربع صورت گرفت. سپس بوته‌های گندم از علف‌های هرز چاودار وحشی تفکیک و عملکرد زیست توده و اقتصادی آن با استفاده از ترازو با دقت یک هزارم گرم، اندازه‌گیری شد.

جهت تبیین روند تغییرات شاخص سطح برگ گندم از مدل لجستیک (ین و همکاران، ۲۰۰۳) استفاده شد.

1- Gompertz

$$LAI = \frac{ae^{-a(x-b)(c)}}{\left(1+e^{-a(x-b)}\right)^2} \quad (۲)$$

در این معادله a یک ضریب ثابت است و میزان چرخش منحنی (به مفهوم ضریب ثابت تغییرات شاخص سطح برگ در طی فصل است) را نشان می‌دهد، b زمان پس از کاشت که در آن حداکثر شاخص سطح برگ حاصل خواهد شد، c یک ضریب ثابت است و LAI نیز مقدار شاخص سطح برگ تخمینی می‌باشد.

توصیف روند تغییرات ماده خشک گندم توسط مدل بتا (ین و همکاران، ۲۰۰۳) انجام شد.

$$w=w_{\max}\left(1+\frac{t_e-x}{t_e-t_m}\right)\left(\frac{x}{t_e}\right)^{\frac{t_e}{t_e-t_m}} \quad (۳)$$

در این معادله w_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، t_m زمانی‌که سرعت رشد محصول به حداکثر مقدار خود می‌رسد، t_e زمان پایان دوره رشد است که در آن مقدار ماده خشک برابر با w_{max} است و w مقدار ماده خشک تخمینی معادله می‌باشد.

برای محاسبه دوام شاخص سطح برگ (LAID) و دوام ماده خشک (BMD) از معادلات ٤ و ٥ استفاده شد (کوچکی و سرمدنیا، ۲۰۰٦).

$$LAID = \sum \frac{(LAI_{n+}LAI_{n+1})}{2} \times (t_{n+1} - t_n) \quad (٤)$$

$$BMD = \sum \frac{(W_{n+}W_{n+1})}{2} \times (t_{n+1} - t_n) \quad (٥)$$

در این معادله‌ها W_n و W_{n+1} وزن خشک کل در مراحل نمونه‌برداری، LAI_n و LAI_{n+1} شاخص سطح برگ در مراحل نمونه‌برداری، t_n و t_{n+1} زمان‌های نمونه‌برداری (اوایل سبزشدن، اواخر پنجه‌زنی، سنبله‌دهی، گرده افشانی، پرشدن دانه و رسیدگی) است.

شاخص تحمل عملکرد زیست توده و دانه ارقام گندم در تداخل با چاودار وحشی نیز برای هر سطح تراکم علف‌هرز با استفاده از معادله تغییر شکل یافته تحمل به تنش (کافی و همکاران، ۲۰۰۹) به‌دست آمد.

$$ITI = \frac{(Y_p)(Y_S)}{(\overline{Y}p)} \qquad (٦)$$

در این معادله ITI[1] شاخص تحمل به تداخل علف هرز، Y_p عملکرد هر رقم در شرایط عاری از علف هرز، Y_S عملکرد هر رقم در شرایط رقابت با علف هرز و $\overline{Y}p$ میانگین عملکرد ارقام در شرایط عاری از علف هرز است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و برازش مدل‌ها با برنامه آماری SAS انجام شد. به‌منظور مقایسه میانگین دوام شاخص سطح برگ و دوام ماده خشک ارقام گندم، از برش‌دهی فیزیکی در سطوح تراکم علف هرز استفاده شد (سلطانی، ۲۰۰٦). رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel و Harvard graphics 2.0 صورت گرفت.

نتایج و بحث

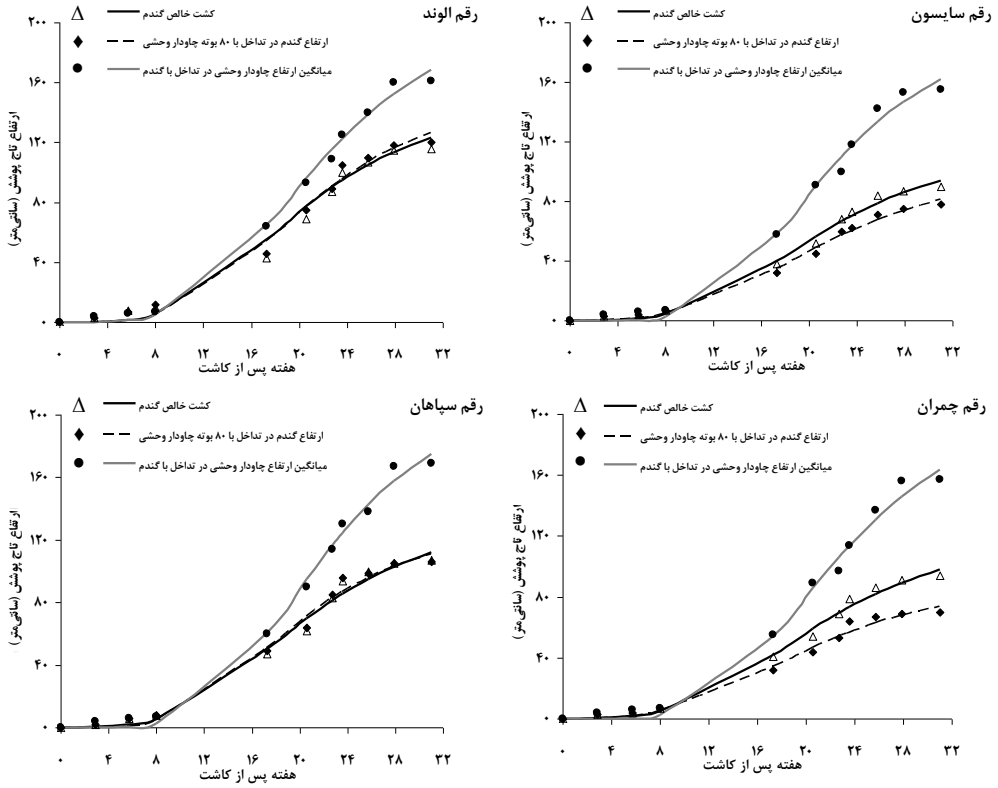
خطای استاندارد تمامی متغیرهای مدل‌ها کمتر از نصف مقادیر برآورد شده بود و مطابق با نظر کوتسویانیس (۱۹۷۳) تمامی متغیرها از اعتبار مطلوب برای استناد برخوردار بودند (جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ٤). ضریب تبیین بالای مدل سیگموئیدی نشان‌دهنده توصیف مطلوب روند تغییرات ارتفاع گندم و علف هرز چاودار وحشی در طی فصل رشد است (جدول‌های ۱ و ۲). در شرایط رقابت با هر یک از ارقام گندم، ارتفاع چاودار وحشی در طی مراحل رشد تحت تأثیر تیمارهای تراکمی قرار نگرفت (نتایج نشان داده نشده است). از این رو برای هر رقم گندم، مدل گامپرتز به میانگین ارتفاع علف هرز در کلیه سطوح تراکم آن برازش داده شد. در بین مراحل جوانه‌زنی (۳ هفته پس از کاشت) تا انتهای پنجه‌زنی اولیه (۸ هفته پس از کاشت)، ارتفاع دو گونه مورد بررسی در هریک از ارقام گندم نسبتاً مشابه بود. به‌طوری که داده‌های آزمایش و منحنی حاصل از مدل در بازه زمانی یاد شده برهم منطبق گردید (شکل ۱). نتایج مشابهی توسط پژوهش‌گران در بررسی تداخل خردل وحشی با کلزا (سلیمانی

1- Interference Tolerance Index

و همکاران، ۲۰۱۲) و چاودار وحشی با گندم (سعادتیان و همکـاران، ۲۰۱۱) در ابتـدای فصـل رشـد گزارش شده است. با شروع فصل رشد مجدد از اواسط اسفندماه (۱۷ هفتـه پـس از کاشـت)، ارتفـاع چاودار وحشی با سرعت بیشتری نسبت به گندم افزایش یافت و تا انتهای فصل نسبت به گندم برتری داشت. تغییرات ارتفاع ارقام گندم در شرایط کشت خالص و تداخل با چاودار وحشـی یکسـان نبـود (شکل ۱). بررسی متغیر B مدل نشان داد که بیشترین سرعت افزایش ارتفاع در شـرایط عـدم تـداخل مربوط به رقم الوند بود و در رتبه‌های بعدی به‌ترتیب ارقام سپاهان، سایسـون و چمـران قـرار داشـتند (جدول ۱). همچنین ارتفاع نهایی رقم الوند نسبت به ارقام یاد شده به‌ترتیب ۸، ۲۳ و ۲۹ درصد بیشتر بود. تراکم ۸۰ بوته چاودار وحشی در مترمربع، سرعت افزایش ارتفاع دو رقـم سایسـون و چمـران را نسبت به کشت خالص کاهش داد. در مقابل، افزایش ارتفاع رقم سپاهان نسـبت بـه کشـت خـالص از سرعت بیشتری برخوردار بود، به‌طوری که از این نظر نسبت به دیگر ارقام برتری داشت (جـدول ۱). ارتفاع نهایی رقم سپاهان در هر دو شرایط کشت خالص و تداخل تغییر نکرد. رونـد تغییـرات ارتفـاع رقم الوند در طی فصل رشد در تداخل با چاودار وحشی نسبت به کشت خالص افزایش کمی داشـت و ارتفاع نهایی آن در شرایط تداخل، ٤ سانتی‌متر بیشتر شد. ارتفاع نهایی دو رقم چمران و سایسون در شرایط تداخل نسبت به کشت خالص کاهش یافت (شکل ۱). بیشـترین افـت ارتفـاع نهـایی در رقـم چمران به‌دست آمد. آن‌چنان که مقدار آن از ۹٤ سانتی‌متر در کشت خالص به ۷۰ سانتی‌متر در تداخل با ۸۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی رسید. پایداری ارتفاع گیاه زراعی در شرایط تداخل با علف هرز یکی از عوامل مؤثر در رقابت نوری است و ارقـام دارای ایـن خصوصـیت در اکثـر مـوارد از قابلیـت رقابتی بالاتری نسبت به ارقام حساس برخوردارند (رابرتز و همکاران، ۲۰۰۱؛ سـعادتیان و همکـاران، ۲۰۱۲). از این‌رو با توجه به نتایج به‌دست آمده، ارقام الوند و چمـران از نظـر ارتفـاع بوتـه بـه‌ترتیـب بیشترین و کمترین قابلیت رقابتی را در شرایط تداخل با چاودار وحشی دارا بودند.

سرعت افزایش ارتفاع و ارتفاع نهایی چاودار وحشی در تداخل با رقم سپاهان نسبت به دیگر ارقام بیشتر بود (جدول ۲، شکل ۱). به احتمال زیاد افزایش سرعت رشد طولی ساقه رقم سپاهان در شرایط تداخل سبب پاسخ علف هرز به‌این تغییر شده و گونه هرز نیز برای افزایش رقابت نوری و بهره‌برداری بهتر از منابع، سرعت رشد عمودی تاج‌پوشش خود را افزایش داده است. به اعتقاد پژوهش‌گران، گونه-های هرز در شرایط تداخل با گیاهان زراعی دارای قدرت رقابتی بالا، میل به افزایش سریع‌تـر ارتفـاع

داشته و از این طریق سطح برگ بیشتری را در مواجه با نـور قـرار داده و بـدین طریـق شـانس بقـا و قابلیت رقابتی خود را افزایش می‌دهند (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۱- توصیف روند تغییرات ارتفاع ارقام گندم (در کشت خالص و تداخل با ۸۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی) و میانگین تغییرات ارتفاع تراکم‌های چاودار وحشی در تداخل با هر رقم گندم.

جدول ۱- متغیرهای حاصل از برازش مدل گامپرتز به داده‌های روند تغییرات ارتفاع ارقام گندم در کشت خالص و تداخل با ۸۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی.

تراکم علف‌هرز	رقم	H_{max}± SE[۲]	B±SE[۳]	K±SE[۴]	R^2[۵]
۰	سایسون	۱۱٤/٦±۱/۱۰	-۸/۷±۰/۱۱	-۰/۱۲۲±۰/۰۳۲	۰/۹۹
	الوند	۱٤۳/۹±۲/۳۱	-۹/۵±۰/۰۹	-۰/۱۳۲±۰/۰۱۳	۰/۹۹
	چمران	۱۱۹/۸±۱/۳٤	-۸/۳±۰/۰۸	-۰/۱۲۰±۰/۰۱۷	۰/۹۹
	سپاهان	۱۳۲/۹±۲/۱۱	-۸/۸±۰/۱۲	-۰/۱۲۸±۰/۰۱۱	۰/۹۹
۸۰	سایسون	۱۱۳/۱±۲/۲۳	-۷/٤±۰/۱۰	-۰/۱۱۱±۰/۰۱٤	۰/۹۹
	الوند	۱۵۰/۸±۱/۰۲	-۹/۵±۰/۱۳	-۰/۱۲۹±۰/۰۱۹	۰/۹۹
	چمران	۸۸/۸±۱/۱٤	-۷/٤±۰/۱۵	-۰/۱۱۹±۰/۰۲۲	۰/۹۹
	سپاهان	۱۲۷/۷±٤/۹۷	-۹/۹±۰/۳۲	-۰/۱۳۸±۰/۰۲۸	۰/۹۸

۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ به‌ترتیب خطای استاندارد، بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیاه، پارامتر مدل، پارامتر مدل و ضریب تبیین مدل است.

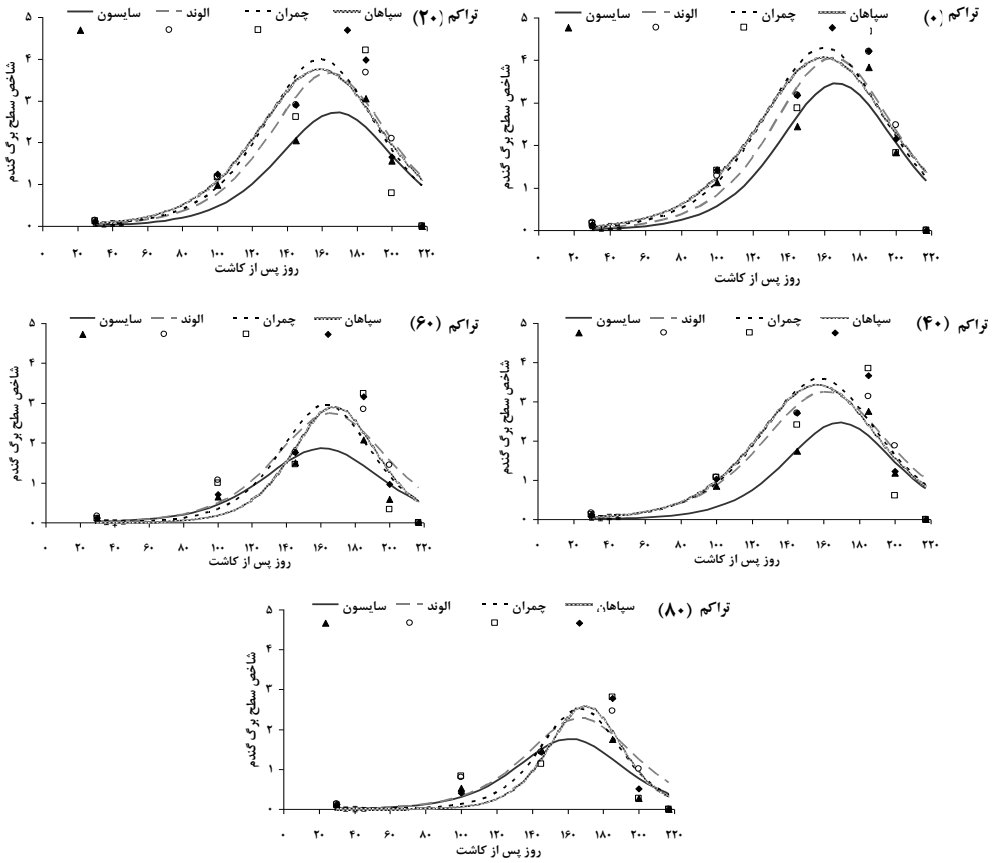
جدول ۲- متغیرهای حاصل از برازش مدل گامپرتز به میانگین داده‌های روند تغییرات ارتفاع تراکم‌های مختلف چاودار وحشی در شرایط تداخل با ارقام گندم.

رقم	H_{max}± SE[۲]	B±SE[۳]	K±SE[۴]	R^2[۵]
سایسون	۱۹٤/۷±٤/۱۹	-۱۲/۸±۰/۳۱	-۰/۱۳۷±۰/۰۰۷	۰/۹۹
الوند	۲۰۷/٤±۲/۱۸	-۱۰/۱±۰/۵۳	-۰/۱۲۵±۰/۰۱۵	۰/۹۹
چمران	۲۰٦/۸±۳/۲٦	-۱۲/۰±۰/٤۹	-۰/۱۲۷±۰/۰۲۵	۰/۹۹
سپاهان	۲۱۲/۹±۲/۰۵	-۱۳/۲±۱/۰۳	-۰/۱۳٦±۰/۰۱٦	۰/۹۹

۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ به‌ترتیب خطای استاندارد، بیشترین ارتفاع تخمینی آخر فصل گیاه، پارامتر مدل، پارامتر مدل و ضریب تبیین مدل است.

شاخص سطح برگ گندم در مراحل رشد رویشی و زایشی تا رسیدن به حداکثر مقدار خود افزایش یافت و پس از آن به‌علت ریزش برگ‌های پایینی در اثر پیری ناشی از سایه‌اندازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی کاهش نشان داد (شکل ۲). پژوهش‌گران دیگر نیز چنین روندی را در ذرت (*Zea mays* L.) (چعب و همکاران، ۲۰۰۹)، سویا (*Glycine max* L.) (سمائی و همکاران، ۲۰۰٤)، کلزا (عنافجه و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱) و گندم (سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲) به‌دست آوردند. در شرایط عدم تداخل، شاخص سطح برگ رقم سایسون در طی فصل رشد نسبت به دیگر ارقام کمتر بود. رقم چمران از نظر حداکثر مقدار شاخص سطح برگ در کشت خالص بر سایر ارقام برتری داشت. زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (پارامتر b) در

کشت خالص در رقم سایسون بیشتر از سایر ارقام به‌دست آمد و کمترین مقدار آن در ارقام چمـران و سپاهان مشاهده شد (جدول ۳).



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام گندم در طی فصل رشد در تیمارهای تراکمی (بوته در مترمربع) علف هرز چاودار وحشی.

شاخص سطح برگ ارقام گندم در تداخل با چاودار وحشی کاهش نشان داد (شکل ۲). بـه‌طـوری که حداکثر مقدار شاخص سطح برگ ارقام سایسون، الوند، چمران و سپاهان در تراکم ۲۰ بوته علـف هرز در مترمربع نسبت به شرایط عدم تداخل به‌ترتیب ۱۶/٤، ۸/٦، ۹/۵ و ۸/٦ درصد کمتـر بـود و در بالاترین تراکم چاودار وحشی این افت به‌ترتیب به ٤۰، ٥٤، ٦۰ و ۵۵ درصد رسـید. بـه‌طـور کلـی در

شرایط رقابت، بیشترین شاخص سطح برگ گندم به‌خصوص در مراحل رشد زایشی در ارقام سپاهان و چمران به‌دست آمد و رقم سایسون از این نظر کمترین مقدار را دارا بود (شکل ۲).

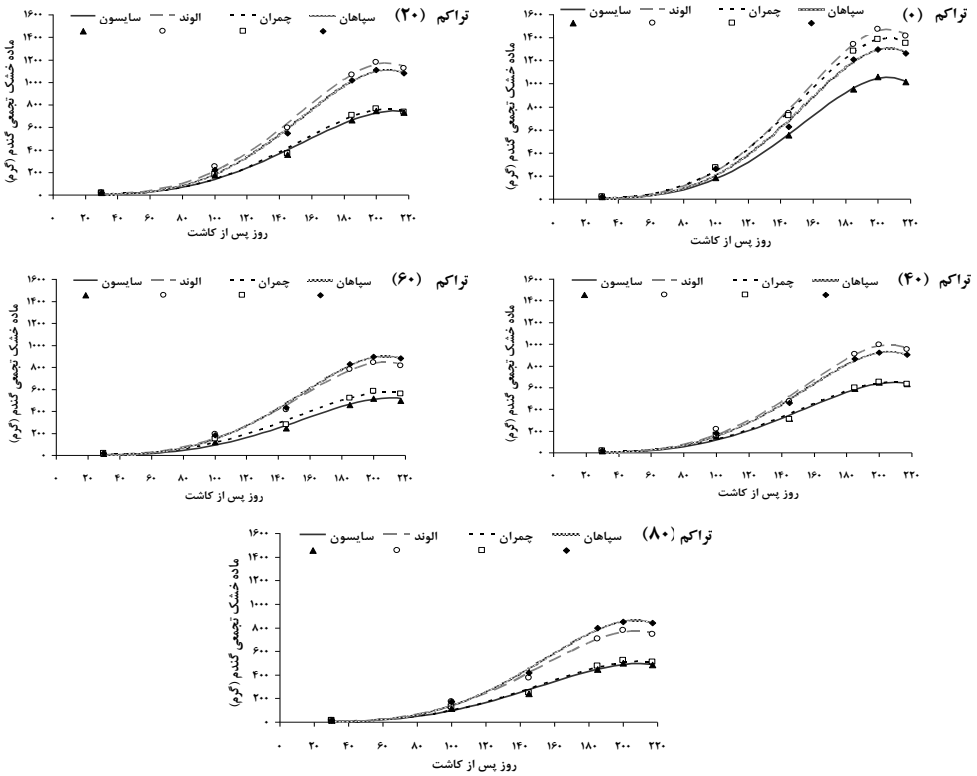
عنافجه و همکاران (۲۰۱۱) ارتفاع بالاتر علف‌هرز در مقایسه با گیاه زراعی در طول فصل رشد را موجب افزایش سایه‌اندازی تاج‌پوشش مخلوط به‌خصوص بر روی برگ‌های پایین دانستند و عامل مهمی در کاهش گسترش سطح برگ و ریزش آن در طول دوره رشد در شرایط تداخل برشمردند.

جدول ۳- متغیرهای حاصل از برازش مدل لجستیک به داده‌های روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام گندم در طی فصل رشد و تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.

تراکم علف هرز	رقم	[۲]a±[۱]SE	[۳]b±SE	[۴]c±SE	[۵]R^2
۰	سایسون	۰/۰۴۶±۰/۰۰۸۰	۱۶۷/۴±۴/۳۳	۳۰۰/۸±۴۰/۶۵	۰/۸۲
	الوند	۰/۰۴۴±۰/۰۰۶۶	۱۶۵/۶±۴/۰۴	۳۶۹/۶±۴۴/۰۴	۰/۸۵
	چمران	۰/۰۴۳±۰/۰۰۷۴	۱۶۰/۵±۵/۰۷	۳۹۹/۵±۵۵/۹۹	۰/۷۹
	سپاهان	۰/۰۴۰±۰/۰۰۶۷	۱۶۰/۵±۵/۱۸	۴۰۸/۴±۵۵/۴۸	۰/۸۰
۲۰	سایسون	۰/۰۴۵±۰/۰۰۸۲	۱۶۸/۱±۴/۶۶	۲۴۲/۸±۳۴/۷۶	۰/۸۰
	الوند	۰/۰۴۴±۰/۰۰۵۹	۱۶۴/۲±۳/۷۵	۳۳۳/۲±۳۶/۴۴	۰/۸۷
	چمران	۰/۰۴۶±۰/۰۰۸۱	۱۵۸/۸±۵/۱۱	۳۴۶/۶±۵۰/۴۵	۰/۷۸
	سپاهان	۰/۰۴۲±۰/۰۰۷۰	۱۵۸/۶±۵/۰۳	۳۵۹/۴±۴۸/۶۹	۰/۷۹
۴۰	سایسون	۰/۰۴۹±۰/۰۰۹۲	۱۶۹/۲±۴/۴۶	۲۰۱/۳±۲۹/۵۳	۰/۸۰
	الوند	۰/۰۴۲±۰/۰۰۵۵	۱۶۱/۵±۴/۴۶	۳۰۹/۲±۳۳/۱۰	۰/۸۶
	چمران	۰/۰۴۶±۰/۰۰۸۲	۱۵۸/۱±۵/۱۸	۳۱۸/۸±۴۷/۰۰	۰/۷۷
	سپاهان	۰/۰۴۴±۰/۰۰۷۵	۱۵۶/۷±۵/۱۱	۳۱۳/۷±۴۴/۲۷	۰/۷۹
۶۰	سایسون	۰/۰۴۴±۰/۰۰۷۷	۱۶۱/۰±۵/۰۳	۱۶۹/۲±۲۴/۰۴	۰/۷۹
	الوند	۰/۰۴۶±۰/۰۰۷۸	۱۶۶/۵±۴/۴۶	۲۳۸/۱±۳۲/۳۷	۰/۸۲
	چمران	۰/۰۵۶±۰/۰۱۲۰	۱۶۳/۶±۴/۹۷	۲۱۰/۹±۳۶/۳۵	۰/۷۶
	سپاهان	۰/۰۶۱±۰/۰۱۰۳	۱۶۷/۹±۳/۳۸	۱۹۱/۰±۲۴/۹۹	۰/۸۵
۸۰	سایسون	۰/۰۵۰±۰/۰۰۸۰	۱۶۱/۳±۴/۲۹	۱۴۰/۹±۱۸/۷۰	۰/۸۲
	الوند	۰/۰۴۹±۰/۰۰۸۳	۱۶۷/۲±۴/۰۳	۱۸۵/۸±۲۴/۴۲	۰/۸۳
	چمران	۰/۰۶۷±۰/۰۱۵۹	۱۶۷/۱±۴/۵۳	۱۵۲/۹±۲۸/۵۰	۰/۷۴
	سپاهان	۰/۰۷۳±۰/۰۱۳۰	۱۷۰/۸±۳/۰۲	۱۴۲/۲±۱۹/۳۴	۰/۸۴

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به‌ترتیب خطای استاندارد، میزان چرخش منحنی، زمان پس از کاشت که در آن حداکثر شاخص سطح برگ حاصل می‌شود، ضریب ثابت و ضریب تبیین مدل است.

ماده خشک تجمعی ارقام گندم در طی فصل رشد روندی افزایشی داشت و تنها در انتهای فصل رشد مقداری کاهش نشان داد (شکل ۳). به اعتقاد پژوهش‌گران کاهش جزئی در وزن خشک کل ناشی از ریزش برگ‌ها در مراحل رسیدگی فیزیولوژیک گیاه است (چعب و همکاران، ۲۰۰۹؛ سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲). در شرایط عدم تداخل، رقم الوند در طی فصل رشد نسبت به دیگر ارقام از ماده خشک تجمعی بالاتری برخوردار بود و به‌ترتیب ارقام چمران، سپاهان و سایسون در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. به‌طوری‌که حداکثر مقدار به‌دست آمده این صفت در رقم الوند نسبت به ارقام یاد شده به‌ترتیب ۵/۵، ۱۲/۲ و ۳۹/٦ درصد بیشتر بود (جدول ٤). برخلاف نتایج به‌دست آمده، گزارش سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) در منطقه همدان بیانگر برتری رقم سایسون نسبت به رقم الوند از نظر ماده خشک تجمعی در کشت خالص بود. به‌نظر می‌رسد شرایط اقلیمی متفاوت دو منطقه مورد آزمایش سبب بروز این اختلاف شده است.



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک تجمعی ارقام گندم در طی فصل رشد در تیمارهای تراکمی (بوته در مترمربع) علف هرز چاودار وحشی.

با افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی، مقدار ماده خشک تجمعی ارقام گندم در طی فصل رشد کاهش یافت (شکل ۳).

جدول ٤- متغیرهای حاصل از برازش مدل بتا به داده‌های روند تغییرات ماده خشک تجمعی ارقام گندم در طی فصل رشد و تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.

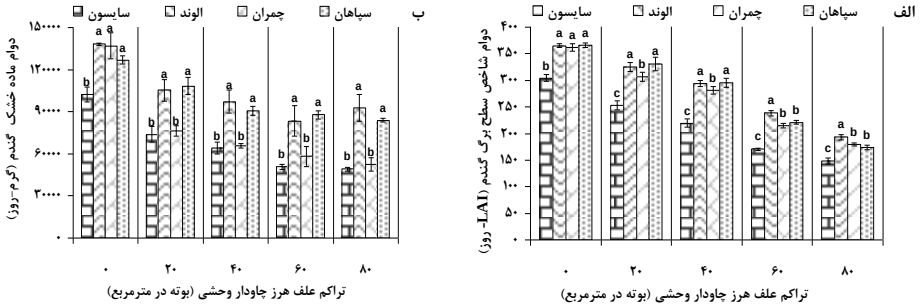
تراکم علف‌هرز	رقم	w_{max}±SE[۲]	t_m±SE[۳]	t_e±SE[٤]	R^2[٥]
۰	سایسون	۱۰۵٤±۱۰/۱	۱۵۵/۲±۱/٤۰	۲۰٦/۲±۱/٦۲	۰/۹۹
	الوند	۱٤۷۱±۱۸/۹	۱۵۵/۷±۱/۸۷	۲۰٦/۲±۲/۱٤	۰/۹۹
	چمران	۱۳۹۳±۱٦/۸	۱۵٤/۱±۱/۸۲	۲۰٦/٦±۲/۱۹	۰/۹۹
	سپاهان	۱۳۱۱±۳۰/٦	۱۵٦/٦±۳/۳۵	۲۰٦/۷±۳/۹٤	۰/۹۹
۲۰	سایسون	۷٤۵±۲۵/٦	۱۵٤/٦±٤/۹۷	۲۱۲/۱±۸/٦٤	۰/۹۹
	الوند	۱۱٦۸±۲۳/۹	۱۵۳/۸±۳/۱۰	۲۰٦/۸±۳/۸۲	۰/۹۹
	چمران	۷٦۲±۲۵/۸	۱۵٤/۱±۵/۱۵	۲۰۷/۵±٦/٦٦	۰/۹۹
	سپاهان	۱۱۱۳±۲۱/٦	۱۵۵/۹±۲/۸٤	۲۰۷/۳±۳/۵۵	۰/۹۹
٤۰	سایسون	٦٤۷±۱۹/۸	۱۵٤/۹±٤/۵۷	۲۰۹/٦±٦/۷۸	۰/۹۹
	الوند	۹۸۹±۲۹/۱	۱۵۵/۸±٤/۲۸	۲۰٦/۷±۵/۰۸	۰/۹۹
	چمران	٦۵۱±۲٦/۰	۱۵۳/٦±٦/۱۲	۲۰۹/٤±۹/۰۸	۰/۹۹
	سپاهان	۹۳۲±۱۷/٤	۱۵۵/۹±۲/۷۰	۲۰٦/۷±۳/۲۱	۰/۹۹
٦۰	سایسون	۵۱۱±۱٦/۹	۱۵٤/۹±٤/۹۰	۲۱۰/٦±۷/۷۸	۰/۹۹
	الوند	۸٤۳±۲۳/۱	۱۵٤/۱±٤/۱٦	۲۰۷/٦±۵/٤۳	۰/۹۹
	چمران	۵۷۵±۲۳/۵	۱۵۳/۲±٦/۱۹	۲۱۰/۹±۱۰/۱۳	۰/۹۹
	سپاهان	۹۰٤±۲۱/۷	۱۵٦/۵±۳/۵۰	۲۰۸/۰±٤/۵٦	۰/۹۹
۸۰	سایسون	٤۹۵±۱٦/۹	۱۵٤/٦±۵/۰٤	۲۱۰/۹±۸/۲۰	۰/۹۹
	الوند	۷۷۱±۲۱/۵	۱۵٤/۷±٤/۲۰	۲۰۷/۸±۵/۵۰	۰/۹۹
	چمران	۵۱۳±۱۹/٦	۱۵٤/۰±۵/٦۳	۲۱۰/٦±۸/۹۹	۰/۹۹
	سپاهان	۸٦٤±۱۹/۷	۱۵٦/۲±۳/۳۳	۲۰۷/٤±٤/۱۵	۰/۹۹

۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ به‌ترتیب خطای استاندارد، حداکثر ماده خشک تجمعی، زمان رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول، زمان پایان دوره رشد و ضریب تبیین مدل است.

در تراکم‌های ۲۰ و ٤۰ بوته علف هرز در مترمربع، مانند شرایط عدم تداخل رقم الوند ماده خشک تجمعی بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت و رقم سپاهان از این نظر در مرتبه دوم قرار گرفت. اما در تراکم‌های ٦۰ و ۸۰ بوته در مترمربع، از برتری رقم الوند کاسته شد و بیشترین مقادیر ماده خشک تجمعی متعلق به رقم سپاهان بود. ماده خشک تجمعی رقم چمران در تیمارهای تداخل با علف هرز نسبت به کشت

خالص بیشترین درصد کاهش را در بین ارقام داشت، به‌طوری که در تیمارهای ٦٠ و ٨٠ بوته چاودار وحشی در مترمربع منحنی به‌دست آمده برای رقم مزبور بر منحنی رقم سایسون منطبق شد (شکل ٣).

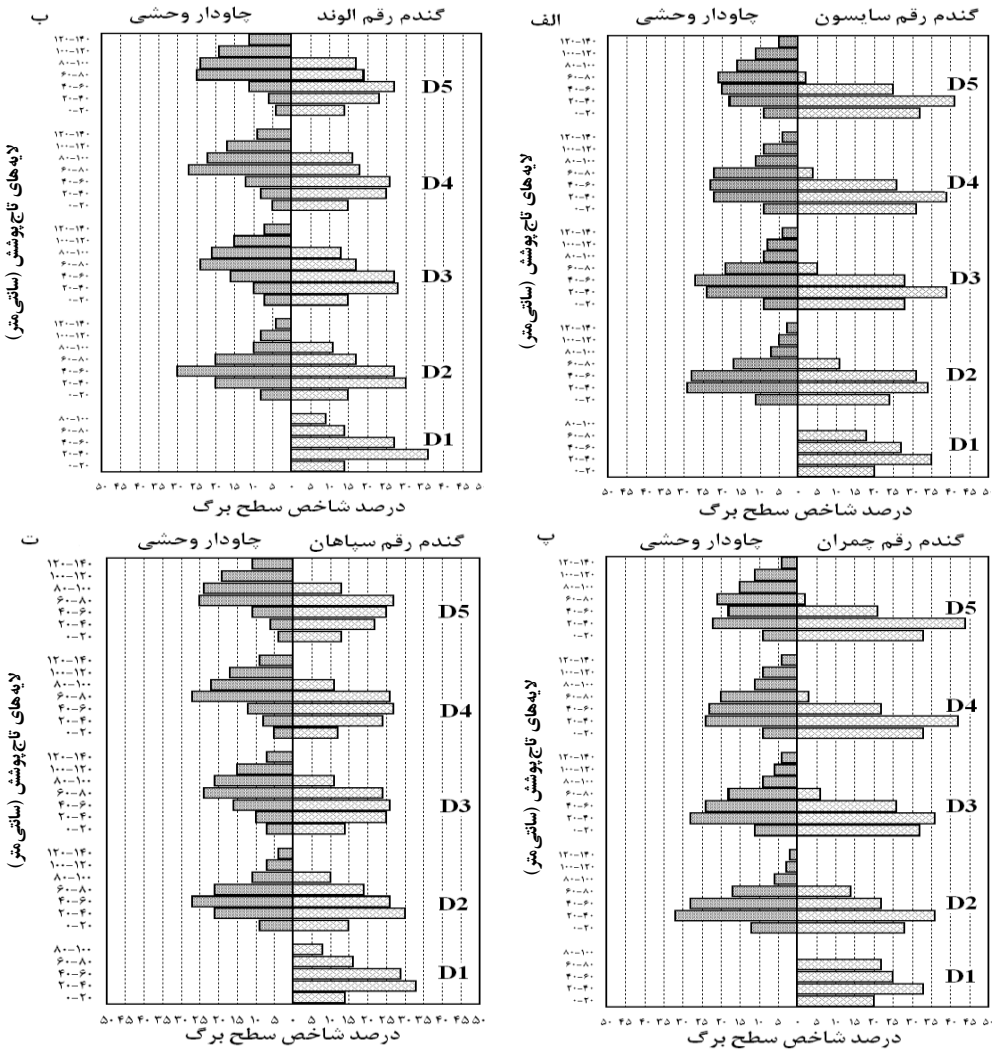
با افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی، صفات دوام شاخص سطح برگ و دوام ماده خشک ارقام گندم کاهش نشان داد (شکل ٤). دوام شاخص سطح برگ رقم سایسون در شرایط کشت خالص، به‌طور معنی‌داری کمتر از دیگر ارقام بود. اما از این نظر بین سایر ارقام تفاوت آماری مشاهده نشد (شکل ٤- الف). در سطوح تراکمی ٢٠ و ٤٠ بوته علف هرز در مترمربع، ارقام سپاهان و الوند از نظر دوام شاخص سطح برگ در بالاترین سطح آماری قرار داشتند و رتبه‌های بعدی به‌ترتیب متعلق به دو رقم چمران و سایسون بود (شکل ٤- الف). با افزایش تراکم علف هرز تا ٦٠ و ٨٠ بوته در مترمربع، از برتری آماری رقم سپاهان کاسته شد به‌طوری که با رقم چمران در یک گروه آماری قرار گرفت و در این بین، رقم الوند همچنان بیشترین مقدار دوام شاخص سطح برگ را در بین ارقام دارا بود.



شکل ٤- مقایسه میانگین دوام شاخص سطح برگ (الف) و دوام ماده خشک (ب) ارقام گندم در تداخل با چاودار وحشی (سطوح تراکم علف‌هرز برش‌دهی فیزیکی گردید و ارقام در هر سطح با یکدیگر مقایسه شدند. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ٥ درصد با آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند).

در کشت خالص دوام ماده خشک رقم سایسون از نظر آماری کمتر از سایر ارقام بود (شکل ٤- ب). اما در شرایط رقابت با علف هرز، افت شدید صفت مزبور در رقم چمران موجب شد تا با رقم سایسون در یک گروه آماری قرار گیرد. علی‌رغم تأثیر منفی رقابت بر دوام ماده خشک گندم، ارقام الوند و سپاهان در هر یک از سطوح تداخل چاودار وحشی بالاترین مقادیر صفت یاد شده را به خود اختصاص دادند و از این نظر برتری معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر داشتند. به اعتقاد پژوهش‌گران، ثبات بیشتر دوام ماده خشک نشان دهنده قابلیت رقابتی و بهره‌برداری بیشتر از منابع موجود در شرایط

رقابت است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین ارقام دارای دوام شاخص سطح برگ بیشتر، پتانسیل بالاتری برای جذب و تبدیل نور در طی فصل رشد به مواد فتوسنتزی خواهند داشت و در نهایت تولید بیشتر را موجب خواهند شد (سعادتیان و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۵- توزیع عمودی سطح برگ علف هرز چاودار وحشی و ارقام گندم سایسون (الف)، الوند (ب)، چمران (پ) و سپاهان (ت) در مرحله گلدهی گندم.

D4, D3, D2, D1 و D5 به‌ترتیب تراکم‌های ۰، ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ بوته چاودار وحشی در مترمربع را نشان می‌دهند.

درصد تخصیص شاخص سطح برگ ارقام گندم در مرحله حساس گلدهی با افزایش تراکم چاودار وحشی تغییر کرد (شکل ۵). توزیع عمودی سطح برگ دو رقم سایسون و چمران نسبت به ارقام الوند و سپاهان در تمامی تیمارهای تراکمی، یک لایه (۲۰ سانتی‌متر) کمتر بود. این یافته‌ها با نتایج به‌دست آمده از بررسی روند تغییرات ارتفاع تاج‌پوشش ارقام گندم مطابقت داشت و نشان دهنده ارتفاع کمتر سایسون و چمران نسبت به دو رقم دیگر بود. درصد شاخص سطح برگ لایه ٦٠ تا ٨٠ سانتی‌متری (بالاترین لایه) دو رقم سایسون و چمران با افزایش تداخل علف هرز کاهش یافت. به‌طوری که در بالاترین تراکم علف هرز، درصد شاخص سطح برگ رقم سایسون نسبت به شاهد ١٦ درصد کمتر بود. و این اختلاف در رقم چمران به ۲۰ درصد رسید. در مقابل سهم لایه‌های ۰ تا ٤٠ سانتی‌متری دو رقم یاد شده در رقابت با علف هرز بیشتر شد و در این بین سهم لایه صفر تا ۲۰ سانتی‌متری افزایش بالاتری داشت به گونه‌ای که در دو رقم چمران و سایسون از ۲۰ درصد در کشت خالص به‌ترتیب به ۳۳ و ۳۲ درصد در تراکم ۸۰ بوته چاودار وحشی در مترمربع رسید. ارقام الوند و سپاهان در پایین‌ترین لایه سطح برگ، تغییرات بسیار کمی داشتند و بر خلاف دو رقم دیگر تخصیص سطح برگ آن‌ها در بالاترین لایه (۸۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متری) با افزایش رقابت بین گونه‌های بیشتر شد و مقدار آن برای دو رقم یاد شده به‌ترتیب از ۹ و ۸ درصد در کشت خالص به ۱۷ و ۱۳ درصد در بیشترین تراکم چاودار وحشی رسید. همچنین درصد شاخص سطح برگ اختصاص یافته به لایه‌های ٦٠ تا ١٠٠ سانتی‌متری در ارقام الوند و سپاهان در شرایط تداخل افزایش نشان داد و در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع علف‌هرز به‌ترتیب به ٣٦ و ٤٠ درصد رسید که این پدیده با کاهش درصد شاخص سطح برگ در لایه-های ۲۰ تا ٦٠ سانتی‌متری گندم همراه بود. اما همان‌طور که قبلاً اشاره شد دو رقم سایسون و چمران علاوه بر تعداد لایه‌های کمتر نسبت به دو رقم مزبور، در لایه ٦٠ تا ۸۰ سانتی‌متری نیز با کاهش درصد شاخص سطح برگ در نتیجه رقابت مواجه شدند (شکل ۵).

به احتمال زیاد کاهش ارتفاع دو رقم چمران و سایسون با افزایش تراکم علف هرز موجب کاهش درصد تخصیص شاخص سطح برگ در بالاترین لایه آن‌ها نسبت به کشت خالص شده و به‌دنبال آن درصد بیشتری از سطح برگ به لایه پایین تاج‌پوشش اختصاص یافته است. همچنین سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) افزایش تعداد پنجه‌های غیر بارور بازمانده از رشد در ارقام غیر رقیب گندم را در افزایش سهم لایه ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری، مهم دانستند و اظهار داشتند که طویل‌تر شدن پنجه‌ها و ساقه اصلی ارقام رقیب گندم برای دستیابی به نور و قرارگیری عمده سنبله‌ها در یک لایه و یکنواختی بیشتر

آن‌ها در شرایط تداخل عامل اصلی در تخصیص شاخص سطح برگ بیشتر به لایه‌های بالای تاج‌پوشش در این ارقام است.

این نتایج نشان داد که هرچند ارقام چمران، سپاهان و الوند در تیمارهای مختلف تراکم علف هرز دارای شاخص سطح برگ نزدیک به یکدیگر بودند (شکل ۲). اما تخصیص سطح برگ به لایه‌های تاج‌پوشش در رقم چمران نسبت به دو رقم دیگر از توزیع مناسبی در مرحله حساس گلدهی برخوردار نبود. رقم سایسون نیز علاوه‌بر کاهش ارتفاع، دارا بودن کمترین شاخص سطح برگ در بین ارقام گندم و به‌علت تخصیص کمتر شاخص سطح برگ به لایه‌های بالای تاج‌پوشش، مانند رقم چمران رقابت نوری ضعیف‌تری نسبت به دو رقم دیگر در شرایط تداخل با گونه هرز داشت. احتمالاً انتقال درصد بیشتری از سطح برگ به لایه‌های پایین‌تر تاج‌پوشش با افزایش تراکم چاودار وحشی در دو رقم چمران و سایسون، سبب تشدید سایه‌اندازی بر برگ‌ها شده و یکی از عوامل مؤثر بر تسریع پیری و به‌دنبال آن کاهش بیشتر دوام شاخص سطح برگ دو رقم مزبور بوده است و این عوامل به‌همراه تولید ماده خشک کمتر در شرایط رقابت و کاهش شدید دوام آن در دو رقم چمران و سایسون، قابلیت بهره‌برداری کمتر از منابع موجود توسط این دو رقم را نسبت به ارقام الوند و سپاهان نشان می‌دهد. همچنین کاهش کارایی برگ‌ها در دریافت نور به‌همراه دوام پایین‌تر آن‌ها نقش مهمی در توان کمتر تولید زیست توده در دو رقم چمران و سایسون داشته است.

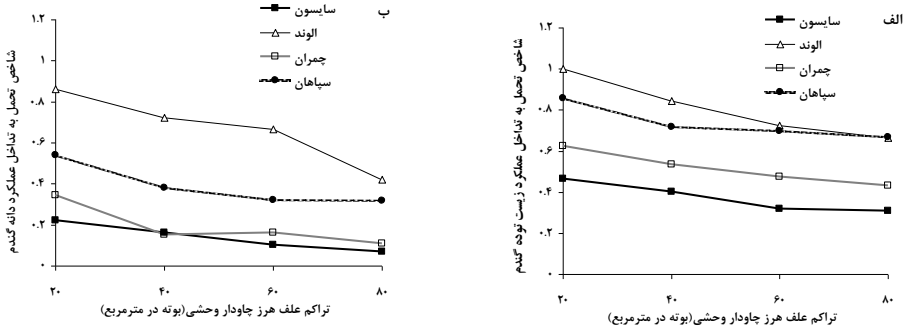
با افزایش تراکم گیاهی درصد شاخص سطح برگ اختصاص یافته به لایه‌های مختلف تاج‌پوشش علف هرز چاودار وحشی در شرایط رقابت با ارقام گندم تغییر کرد (شکل ۵). به‌طور کلی شاخص سطح برگ لایه‌های صفر تا ٦٠ سانتی‌متری علف‌هرز در تداخل با هر یک از ارقام کاهش نشان داد و مقدار آن در تداخل با ارقام سایسون، الوند، چمران و سپاهان به‌ترتیب از ٦٨، ٥٨، ٧٢ و ٥٧ درصد در تراکم ٢٠ بوته در مترمربع به ٤٧، ٢١، ٤٩ و ٢١ درصد در تراکم ٨٠ بوته در مترمربع رسید. اما درصد شاخص سطح برگ تخصیص یافته به لایه‌های ٨٠ الی ١٢٠ سانتی‌متری علف هرز با افزایش رقابت، بیشتر شد به‌طوری که سهم آن در تداخل با ارقام یاد شده به‌ترتیب از ١٢، ١٨، ٩ و ١٨ درصد در تراکم ٢٠ بوته چاودار وحشی، به ٢٧، ٤٣، ٢٦ و ٤٤ درصد در بالاترین سطح تراکمی رسید. سهم لایه ١٢٠ تا ١٤٠ سانتی‌متری علف هرز نیز در تداخل با دو رقم الوند و سپاهان بیشتر از شرایط رقابت با چمران و سایسون بود. درصد شاخص سطح برگ لایه ٦٠ تا ٨٠ سانتی‌متری علف هرز در تداخل با ارقام سپاهان و الوند بیشتر از رقابت با دو رقم دیگر بود اما، افزایش تراکم علف هرز در هر یک از ارقام

تأثیر بسیار کمی بر لایه مزبور داشت. سعادتیان و همکاران (۲۰۱۱) نیز تغییر محسوسی در سهم لایه‌های میانی تاج‌پوشش چاودار وحشی در رقابت با گندم مشاهده نکردند.

یافته‌ها مبین آن بود که چاودار وحشی در تداخل با ارقام سپاهان و الوند شاخص سطح برگ کمتری را نسبت به رقابت با دو رقم دیگر به لایه‌های پایین اختصاص داد و در مقابل سهم لایه‌های بالایی آن افزایش بیشتری نشان داد. به احتمال زیاد ارتفاع تاج‌پوشش بیشتر و توزیع درصد بالاتری از شاخص سطح برگ به لایه‌های بالایی در دو رقم سپاهان و الوند نسبت به ارقام چمران و سایسون موجب شده تا علف هرز نیز برای رقابت نوری بهتر درصد کمتری از شاخص سطح برگ خود را در لایه‌های ۰ تا ٦۰ سانتی‌متری توزیع کند و در مقابل سهم نیمه بالایی تاج‌پوشش خود را بیشتر افزایش دهد. احمدوند و همکاران (۲۰۰٦) در مطالعات خود دریافتند که علف هرز یولاف وحشی نسبت به گندم تمایل بیشتری برای انتقال برگ‌های خود به بالای تاج‌پوشش داشت. و با افزایش تراکم یولاف، سهم سطح برگ لایه پایینی آن کاهش و سهم لایه بالایی آن افزایش یافت. سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی تغییرات لایه‌های تاج‌پوشش تراکم‌های مختلف چاودار وحشی در تداخل با گندم دریافتند که سهم لایه‌های نیمه پایینی تاج‌پوشش علف هرز با افزایش تراکم آن کاهش یافت. اما میزان این کاهش در تداخل با رقم الوند بیشتر از سایسون بود. آنان رقابت نوری و به‌دنبال آن افزایش ارتفاع پنجه‌های علف هرز در نتیجه کاهش نور قابل دسترس را از عوامل مهم این تغییر دانستند و بیان داشتند که رقابت نوری شدیدتر، میزان کاهش سهم لایه‌های پایینی تاج‌پوشش چاودار وحشی را افزایش داده و در مقابل سهم لایه‌های بالایی تاج‌پوشش برای دریافت مؤثرتر نور بیشتر خواهد شد.

شاخص تحمل به تداخل عملکرد زیست توده هر رقم در تمامی سطوح تراکم چاودار وحشی بیشتر از عملکرد دانه بود (شکل ٦). این نتایج نشان‌دهنده حساسیت کمتر عملکرد زیست توده در مقایسه با عملکرد دانه به رقابت است. در مطالعات سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأثیر رقابت بر عملکرد دانه بیشتر از عملکرد زیست توده بود. ایشان علت این امر را حساسیت بیشتر رشد زایشی گیاهان به رقابت در مقایسه با رشد رویشی و کوتاه بودن طول دوره تشکیل‌دهنده عملکرد دانه نسبت به دوره تشکیل دهنده عملکرد زیست توده دانستند. افزایش تراکم علف هرز تحمل به تداخل گندم را کاهش داد (شکل ٦). شاخص تحمل به تداخل صفات عملکرد زیست توده و دانه رقم الوند در تمامی سطوح رقابت با چاودار وحشی بیشتر از سایر ارقام به‌دست آمد و کمترین مقادیر آن متعلق به رقم سایسون بود. در هر یک از تیمارهای تراکمی علف‌هرز، اختلاف بین دو رقم الوند و سپاهان از نظر

شاخص تحمل به تداخل در عملکرد دانه بیشتر از عملکرد زیست توده بود. به‌طوری که در تراکم‌های ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ بوته چاودار وحشی، شاخص تحمل عملکرد دانـه رقـم الونـد نسـبت بـه سـپاهان به‌ترتیب ٦٠، ۹۰، ۱۰۰ و ۳۲ درصد بیشتر بود، اما در صفت عملکـرد زیسـت تـوده ایـن اخـتلاف در تراکم‌های یاد شده به‌ترتیب به ۱۷، ۱۸، ٤ و صفر درصد رسید. به‌عبارت دیگـر رقـم الونـد در صـفت عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک از تحمل بالاتری در مقایسه با رقم سـپاهان برخـوردار بـود. هرچند تحمل به تداخل عملکرد بیولوژیک رقم چمران نسبت به سایسون بیشـتر بـود. امـا در صـفت عملکرد دانه تفاوت بین دو رقم به خصوص در تراکم‌های ٤٠، ٦٠ و ۸۰ بوته علـف‌هـرز در مترمربـع کمتر شد. به‌عبارت دیگر رقم چمران برخلاف عملکرد زیست توده در تولید دانه نتوانست تحمل خود را نسبت به رقم سایسون و دیگر ارقام حفظ کند.



شکل ٦- روند تغییرات شاخص تحمل به تداخل ارقام گندم در تراکم‌های مختلف علف هرز چاودار وحشی.

پینتر (۲۰۱۰) در مطالعات خود عنوان داشت که ارقام رقیب جو (*Hordeum vulgare*) در شرایط تداخل با علف هرز چچم از کاهش عملکرد کمتری نسبت به دیگر ارقام برخـوردار بودنـد. همچنـین نتایج دو ساله در پنج منطقه مختلف نیز نشان داده که ارقام جو دارای قدرت رقابتی بـالاتر، در هـر دو شرایط کشت خالص و تداخل با علف‌هرز چچم دارای عملکرد بالاتری نسبت به دیگـر ارقـام بودنـد (پینتر و هیلز، ۲۰۰۹). بررسی‌های نگواجیو و همکاران (۲۰۰۱) بیانگر آن بود که ماده خشک تولیـدی ارقام مختلف گیاه زراعی در اثر رقابت با گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) کـاهش یافـت و مقـدار افت این صفت در ارقام رقیب کمتر بود. کاهش کمتر عملکرد ارقام رقیب گندم در تداخل با بی‌تی‌راخ

(*Galium aparine*) نیز توسط منان و زاندسترا (۲۰۰۵) گزارش شده است. سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) حساسیت بیشتر عملکرد زیست توده و دانه رقم غیر رقیب گندم در شرایط رقابت با هر دو گونه علف هرز چاودار و خردل وحشی را ناشی از عدم ثبات ارتفاع و ساختار نامناسب تاج‌پوشش دانستند و بیان داشتند که نقش توزیع عمودی سطح برگ گیاه زراعی در دریافت و تبدیل نور، عامل تعیین کننده عملکرد نهایی است. همچنین حفظ ارتفاع گندم در شرایط تداخل به‌دلیل سایه‌اندازی پایین، توان فتوسنتزی برگ پرچمی و سنبله را کمتر تحت تاثیر قرار داده و سهم آن‌ها در باروری گلچه‌ها و توسعه دانه در سنبله افزایش خواهد یافت.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش تراکم علف هرز چاودار وحشی صفات شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی، دوام شاخص سطح برگ و دوام ماده خشک ارقام گندم را کاهش داد. رقابت با علف هرز تاثیر متفاوتی بر روی ارتفاع ارقام مورد بررسی داشت. به‌طوری که دو رقم الوند و سپاهان در شرایط تداخل با علف هرز نسبت به کشت خالص از سرعت افزایش ارتفاع بیشتری در طول فصل رشد برخوردار بودند و رقابت با علف هرز تاثیر منفی بر ارتفاع نهایی آن‌ها نداشت. در مقابل، سرعت افزایش ارتفاع دو رقم چمران و سایسون و مقدار نهایی آن در اثر تداخل با علف هرز نسبت به شرایط عدم تداخل کاهش نشان داد. اگرچه رقم چمران در شرایط عدم تداخل ماده خشک تجمعی بالایی تولید کرد، اما در شرایط رقابت با چاودار وحشی بیشتر از سایر ارقام تحت تأثیر قرار گرفت. شاخص سطح برگ رقم سایسون در تمامی سطوح تیماری علف هرز کمتر از سایر ارقام بود و مقدار دوام ماده خشک به‌دست آمده برای رقم مزبور نیز در هر یک از تراکم‌های علف هرز نسبت به دیگر ارقام در پایین‌ترین سطح آماری قرار داشت. شاخص سطح برگ سه رقم چمران، سپاهان و الوند در هر یک از سطوح تداخل بهم نزدیک بود. همچنین دوام شاخص سطح برگ رقم چمران نیز در سطح بالایی قرار داشت. اما بر خلاف دو رقم سپاهان و الوند، توزیع عمودی شاخص سطح برگ آن در مرحله گلدهی به‌صورت بهینه نبود. رقم سایسون به‌علت دارا بودن مقادیر کمتر در صفات شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی، دوام ماده خشک و دوام سطح برگ و همچنین توزیع نامناسب آن در عمق تاج‌پوشش، کمترین شاخص تحمل به تداخل را در صفات عملکرد زیست توده و دانه در بین ارقام دارا بود. علی‌رغم آن‌که در بسیاری از صفات، ارقام الوند و سپاهان نسبت به دو رقم دیگر برتر بودند و درصد

بالاتری از شاخص سطح برگ دو رقم یاد شده در شرایط تداخل با چاودار وحشی به نیمه بالایی تاج‌پوشش اختصاص داشت، اما رقم الوند به‌دلیل شاخص تحمل به تداخل بالاتر در عملکرد بر رقم سپاهان برتری داشت. با توجه به آن‌که هدف اصلی از کاشت، دستیابی به تولید بیشتر است، از این‌رو رقم الوند نسبت به رقم سپاهان برتر بود.

منابع

1.Ahmadvand, G., Nasiri-Mahalati, M., and Koocheki, A. 2006. Effect of light competition and nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat. J. Agric. Sci. Nat. Resour. 12: 100-112. (In Persian)

2.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*). Elect. J. Crop Prod. 2: 69-84. (In Persian)

3.Anafjeh, Z., Alami-Saeed, Kh., Fathi, Gh., Gharineh, M.H., and Chaab, A. 2011. Evaluation of growth indices and estimation seed yield loss threshold of canola in response to various densities of crop and wild mustard. Iranian J. Field Crops Res. 9(1): 1-11. (In Persian)

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

5.Chaab, A., Fathi, G., Siadat, A., Zand, E., and Anafjeh, Z. 2009. The interference effects of natural weed population on growth indices of corn *(Zea mays* L.) at different plant densities. Iranian J. Field Crops Res. 7(2): 391-400. (In Persian)

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

7.Draper, N.R., and Smith, H. 1981. Applied Regression Analysis. New York: J. Wiley. Pp. 33-42.

8.Hasan Zadeh-Delvoii, M., Nasiri-Mahalati, M., Nour mohammadi, G., and Rahimian Mashhadi, H. 2002. Determine ideotype of wheat in light competition with *Avena ludoviciana* and *Rapistrum rugosum* by using simulation method. Iranian J. Crop Sci. 5(3): 176-184. (In Persian)

9.Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., and Nabati, J. 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plants. Jehad Daneshgahi Press of Mashhad. 502 p.

10.Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 2006. Physiology of Crop Plants. Eleven Edition. Jehad Daneshgahi Press of Mashhad. 400 p. (In Persian)

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

12.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 Protect. 24: 1061-1067.
13.Ngouajio, M., McGiffen, J.M.E., and Hembree, K.J. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. Weed Sci. 49: 91-98.
14.Paolini, R., Faustini, F., Saccardo, F., and Crino, P. 2006. Competitive interactions between chick-pea genotypes and weeds. Weed Res. 46: 335-344.
15.Paynter, B.H. 2010. Wide row spacing and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition can decrease barley yield. Weed Tech. 24: 310–318.
16.Paynter, B.H., and Hills, A.L. 2009. Barley and rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) competition is influenced by crop cultivar and density. Weed Tech. 23: 40-48.
17.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.
18.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 Tech. 15: 19-25.
19.Saadatian, B., Ahmadvand, G., and Soleymani, F. 2012. Investigation of growth indices and yield of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in competition with rye (*Secale cereale* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) weeds. J. Agroecol. 3(4): 454-467. (In Persian)
20.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 Mmustard. Iranian J. Field Crops Res. 9(3): 494-504. (In Persian)
21.Samaei, M., Zand, E., and Daneshian, J. 2004. The effects of different densities of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices of soybean (*Glycine max* L.). Iranian J. Field Crops Res. 2(1): 13-24. (In Persian)
22. Soleymani, F., Ahmadvand, G., and Saadatian, B. 2012. The effect of nitrogen levels and wild mustard densities on yield and economic threshold of canola. Elec. J. Crop Prod. 4(4): 85-102. (In Persian)
23.Soleymani, F., Ahmadvand, G., and Saadatian, B. 2011. Investigation of growth indices and yield of canola (*Brassica napus* L.) in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) as influenced by different amount of nitrogen application. J. Agroecol. 2(4): 537-547. (In Persian)
24.Soltani, A. 2006. Reconsideration of Application of Statistical Methods in Agricultural Researches. Jehad Daneshgahi Press of Mashhad. 74p.
25.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 Tech. 20: 815–823.
26.Yin, X., Gouadrian, J., Latinga, E.A., Vos, J., and Spiertz, J.H. 2003. A flexible sigmoid growth function of determinate growth. Ann. Bot. 91:361-371.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Prod. Res. Vol. 21 (1), 2014
http://jopp.gau.ac.ir

Evaluation of canopy characteristic role on tolerance index of wheat cultivars in interference with feral rye (*Secale cereale*)

***B. Saadatian[1], M. Kafi[2] and F. Soleimani[3]**
[1]PhD Student, Dept. of Agronomy, Fedowsi University of Mashhad, [2]Professor, Dept. of Agronomy, Fedowsi University of Mashhad, [3]PhD Student, Dept. of Agronomy, Buali Sina University
Received: 2012-8-18 ; Accepted: 2013-9-21

Abstract

This research was carried out for evaluation of competitive ability of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) of recommended wheat in Dargaz region with common weed of feral rye (*secale cereale*). Experiment was conducted as factorial based on randomized complete blocks design with three replications in 2010-2011 growing season. Experimental factors were included four wheat cultivars of Sayson, Alvand, Chamran and Sepahan and feral rye densities were at five levels of 0, 20, 40, 60 and 80 plants m^{-2}. The results showed that by increasing feral rye density were reduced leaf area index, accumulation dry matter, leaf area index duration and dry matter duration of wheat cultivars. Rate of height increasing of Alvand and Sepahan in competition with weed were increased than pure stand. Also mentioned two cultivars had more leaf area index duration and dry matter duration in interference condition with weed than Chamran and Sayson and percent of leaf area index of canopy upper layer increased. Contrarily, plant height and leaf area index percent of mid-upper of canopy of Chamran and Sayson reduced in interference condition. Interference tolerance index (ITI) of wheat cultivars in biologic yield were obtained more than grain yield. At all density levels of feral rye, Alvand and Sayson had maximum and minimum interference tolerance index in biologic and grain yield, respectively. By increasing plant density, leaf area index percent of feral rye canopy downer layers reduced and increased its upper layers.

Keywords: Canopy layering, Dry matter duration, Plant height, Leaf area index duration

*Corresponding author; bijan.saadatian@stu-mail.um.ac.ir