تأثیر شاخص های رشد بر توان رقابتی ارقام کلزا (*Brassica napus*) با علف هرز خردل وحشی(*Sinapis arvensis*)

علی رضا صفاهانی[۱]، بهنام کامکار[۲]،اسکندر زند[۳]، ناصر باقرانی[۴]، محسن باقری[۴]

چکیده

به منظور بررسی اهمیت شاخص‌های رشد در قابلیت رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر علف هرز خردل وحشی یک تحقیق مزرعه‌ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام کلزا در ۷ سطح شامل (زرفام ، طلایه ، ساری گل ، آرجی اس 003 ، آپشن 500، هایولا 401 و هایولا 330) و تراکم خردل وحشی در دو سطح (صفربوته به عنوان شاهد و ۳۰ بوته خردل وحشی در مترمربع) بود. علاوه بر آن کشت خالص علف هرز خردل وحشی در هر تکرار منظور شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که خردل وحشی سبب کاهش معنی دار عملکرد، ماده خشک، میزان سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد گیاه در تمامی ارقام کلزا مورد آزمایش، ایجاد کرد. در شرایط خالص بیشترین مقدار عملکرد، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت توسعه نسبی سطح برگ و سرعت رشد گیاه به رقم هایولا330 تعلق داشت. بیشترین کاهش عملکرد، ماده خشک و شاخص سطح برگ نسبت به شاهد در شرایط مخلوط به رقم آپشن 500 تعلق داشت و کمترین تاثیر منفی رقابت بر صفات مورد اندازه‌گیری در رقم رقیب زرفام مشاهده شد. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که شاخص سطح برگ به همراه توزیع عمودی سطح برگ و سرعت توسعه نسبی سطح برگ را می‌توان از جمله شاخص‌های موثر در کم کردن بیوماس علف هرز خردل وحشی و نیز توانایی تحمل ارقام دانست.

واژه‌های کلیدی: کلزا، خردل وحشی، رقابت، شاخص های رشد.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عواملی که روی گیاهان تاثیر می‌گذارد رقابت با گیاه مجاور است که ممکن است تاثیر آن به حدی باشد که شکل و اندازه گیاه به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر نموده و عملکرد آن کاهش یابد (۲۰). رقابت در جوامع گیاهی زمانی رخ می‌دهد که دو یا چند گیاه که در جستجوی منبع مشترک (مواد معدنی، آب و نور) هستند، درون فضای محدودی قرار داشته باشند (۶). رقابت می تواند بین افراد یک گونه (درون گونه) یا بین افراد گونه های مختلف (بین گونه‌ای) باشد، علی رغم کنترل شدید علف‌های هرز دراکوسیستم‌های کشاورزی، ده درصد از کاهش تولیدات کشاورزی را می‌توان ناشی از رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز دانست(۶).

گیاه کلزا به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زراعی خاص در میان دانه‌های روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۱). جهت دستیابی به عملکرد بالقوه در کلزا مدیریت بهینه در استفاده از عوامل تولید اهمیت دارد و یکی از عوامل مهم مدیریت زراعی،کنترل علف‌های هرز کلزا است(۴). وجود علف‌های هرز هم‌خانواده کلزا (تیرهٔ شب بوئیان) و به خصوص گونه خردل وحشی سبب کاهش شدید عملکرد کمی و کیفی می‌شود (۳). در بررسی مک مولان و همکاران(۲۳) حضور

۱- به ترتیب اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، دانشگاه کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، بخش تحقیقات علفهای هرز، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور و مرکزتحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی استان گلستان

۱۰ بوته خردل وحشی در هر مترمربع از کشت کلزا، کاهش ۲۰ درصدی عملکرد دانه و حضور ۵ درصدی بذور خردل وحشی در محصول کلزای برداشت شده، بالا رفتن اسیداروسیک و گیلیکوزینولات در روغن استحصال شده را به همراه داشت. افزایش تراکم خردل به ۲۰ بوته در مترمربع میزان خسارت را به میزان ۳۶ درصد افزایش داده است (۱۲). در کلزا، عملیات وجین چندان معمول نیست و از سویی فقدان یک علف کش کارآمد و موثر در منطقه (استان گلستان) برای مبارزه با خردل وحشی از مشکلات عمده مبارزه شیمیایی با این علف هرز محسوب می گردد. همچنین به این مسائل می بایستی مسائل جانبی علف کش‌ها مثل هزینه‌های بسیار زیاد ، آلودگی محیط زیست و ایجاد بیوتیپ‌های مقاوم علف‌هرز به علف کش‌ها را نیز افزود. با توجه به مسائل ذکر شده یکی از راه‌های موثر در کنترل علف‌های هرز در سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز (IWM)[1] استفاده از ارقامی است که قدرت رقابتی بالایی دارند(۱۹). لذا شناسایی ارقامی با قدرت رقابت بالا و ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی موثر در رقابت می‌تواند در به‌نژادی ومدیریت علف‌های هرز مفید واقع شود (۲۹ و۳۳).

کلزا از جمله محصولاتی است که ارقام آن درجات مختلفی از قدرت رقابت را نشان می دهند(۳۳). علاوه بر رقم، تنوع ژنتیکی و بیوتیپ علف‌هرز نیز نقش مهمی در اثرات متقابل گیاه زراعی و علف هرز ایفا می کند(۱۴). با مقایسه شاخص‌های رشد محصولات زراعی و علف‌های‌هرز می‌توان رقابت طبیعی علف‌های‌هرز را بهتر درک و تفسیر نمود (۹). هارگود و همکاران (۱۸) معتقدند که مطالعه رشد گونه‌ها، سطح برگ، حجم و وزن خشک گونه‌های گیاهی مختلف مقیاسی از مقدار نسبی، قابلیت تولید و ظرفیت فتوسنتزی گونه‌ها را نشان می‌دهد که ممکن است توانایی رقابتی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. بررسی آثار رقابت تاتوره بر رشد و عملکرد سویا نشان داد که رابطه مهمی بین رقابت علف‌های‌هرز و شاخص‌های رشد وجود دارد (۱۷). زند و بیکی(۳۳) در بررسی قدرت رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر یولاف وحشی (*Avena fatua*)، کاهش شاخص سطح برگ کلزا را در رقابت با یولاف وحشی نشان دادند. دیهیم فر (۵) در مطالعه قدرت رقابت ارقام گندم در برابر علف هرز منداب (*Eruca sativa*) نشان داد که شاخص‌های رشد در تمامی ارقام در جریان رقابت کاهش یافت، اما این کاهش یکسان نبود. فان‌آکر و همکاران(۳۰) نیز در بررسی رقابت سویا با مخلوط طبیعی علف‌های‌هرز، کاهش ماده خشک و سرعت رشد محصول را گزارش کردند. بلک شاو(۱۳) در بررسی قابلیت ارقام مختلف کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) نشان داد که رقابت کلزا با این دو علف‌هرز سبب کاهش سرعت رشد و شاخص سطح برگ کلزا شد.

با این فرض که شاخص‌های رشد تحت تاثیر رقابت دچار تغییر می‌شوند و اندازه گیری این تغییرات می‌تواند گویای توانایی رقابت هر گونه در طول دوره رشد باشد از این شاخص‌ها می‌توان برای پیش بینی میزان کاهش عملکرد ناشی از رقابت با علف‌های هرز استفاده کرد. آنالیزهای رشد گیاه می‌توانند به عنوان راهکاری برای نشان دادن توانایی رقابت در بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز به‌کار روند (۱۵و ۲۸). رادوسویچ (۲۶) نیز بیان کرد که آنالیزهای رشد می توانند جهت تعیین دلایل توانایی رقابت بیشتر گیاهان مورد استفاده قرار گیرند. لذا این تحقیق نیز با هدف بررسی تاثیر تداخل علف‌هرز خردل وحشی با ارقام مختلف کلزا و مطالعه و مقایسه شاخص‌های رشد موثر بر قدرت رقابت پذیری ارقام مورد مطالعه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش برای بررسی تاثیر رقابت علف‌هرز خردل وحشی بر عملکرد، شاخص‌های رشد و پروفیل سطح برگ در کانوپی ارقام مختلف کلزا در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر گرگان (عراقی محله) با بارندگی سالیانه ۴۵۰-۴۰۰ میلی متر، ارتفاع ۵ متر از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی با طول ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و بافت خاک از نوع لوم رسی سیلتی، انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت . فاکتورها شامل ۷ رقم رایج کلزا در استان

1- Integrated Weed Managment

(جدول ۱) و تراکم علف هرز در دو سطح (تراکم ۰ و ۳۰ بوته خردل وحشی در مترمربع) بودند. انتخاب تراکم ۳۰ بوته خردل وحشی در جهت نیل به هدف این تحقیق یعنی تاثیر رقابت شدید بر صفات مورد مطالعه و امکان بررسی تفاوت‌های ارقام کلزا و رقابت‌پذیری با خردل وحشی بوده است. آزمایش در کرت هایی متشکل از ۱۲ ردیف به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۴ سانتیمتر انجام شد. فاصله کرت ها از هم ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر در مهرماه شروع شد و در این راستا از یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم استفاده شد. پس از آزمایش خاک و بنا به نیاز گیاه همراه با دیسک، مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد گرانول و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به زمین داده شد. در ضمن در اوایل گلدهی نیز مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک به زمین داده شد. کاشت بذر کلزای ضد عفونی شده با دست و به صورت خشکه‌کاری و ردیفی با فاصله ۵/۵ سانتیمتر و عمق ۲ سانتیمتر بر روی ردیف (تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار) در ۲۵ آبان ۱۳۸۴ انجام شد. بذور خردل وحشی در تیرماه سال ۱۳۸۴ از مزارع استان گلستان جمع‌آوری شدند و خواب آن ها با قرار دادن به مدت ۵ روز قبل از کاشت در دمای ۲ درجه سانتیگراد رفع شد(۲) و بعد از اعمال این تیمار درصد جوانه زنی بذور به بیش از ۷۵ درصد افزایش یافت. کاشت بذر خردل وحشی پس از مخلوط کردن با ماسه بادی همزمان با کلزا و به صورت دستپاش به میزان ۶ گرم برای هر کرت و با تراکم بالا انجام شد و پس از اطمینان از درصد سبز مطلوب بر اساس تراکم مورد نظر(۳۰ بوته در مترمربع) در مرحله ۳ برگی کلزا تنک شد. سایر علف های‌هرز مزرعه به طور مستمر پایش و وجین شدند. در ضمن، کشت به صورت دیم انجام شد و برای اطمینان از سبز شدن یکنواخت و سریع بذور فقط یکبار آبیاری در تاریخ ۲۶ آبان ماه انجام شد.

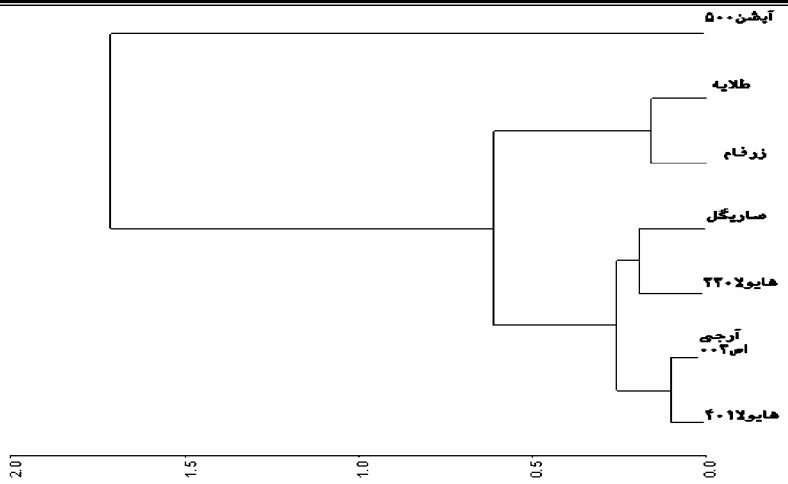
نمونه برداری

نمونه برداری تخریبی در طی فصل رشد از ۲۵ سانتیمتر طولی ردیف با حفظ اثر حاشیه‌ای که تقریبا شامل ۵ بوته کلزا و تقریبا ۲ بوته خردل بود صورت گرفت . برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج مدل (LICOR- 3100) استفاده شد و برای تعیین وزن خشک، برگ‌ها به طور جداگانه و سایر قسمت‌های گیاهی تواماً در آون با دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرارداده شدند و بعد از توزین نمونه‌های خشک از داده‌های سطح برگ و وزن خشک به‌دست آمده، برای محاسبه شاخص سطح برگ [۱](LAI) ، سرعت رشد محصول [۲](CGR)، سرعت رشد نسبی سطح برگ [۳](RLAER) ، دوام شاخص سطح برگ [۴](LAID) و تجمع کل ماده خشک [۵](TDM) استفاده شد، محاسبه شاخص‌های رشد از روش تابعی [۶]استفاده گردید. در این روش ابتدا تجمع ماده خشک کل محاسبه و سپس با مشتق گیری از این معادله (شیب خط) مقدار سرعت رشد نسبی بدست آمد. پس از آن با استفاده از رابطه زیر

جدول۱: مشخصات ارقام مورد مطالعه در این تحقیق (اطلاعات گرفته شده از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر گرگان)

رقم	منشاء آزاد سازی	نوع گرده افشانی	تیپ رشد	گروه رسیدگی	متوسط عملکرد (تن در هکتار)	سال ورود به ایران
هایولا 401	کانادا	هیبرید	بهاره	زودرس	۴	۱۳۸۷
هایولا 330	کانادا	هیبرید	بهاره	زودرس	۴	۱۳۸۳
آر جی اس 003	آلمان	آلوگام	بهاره	زودرس	۴	۱۳۸۲
زرفام	ایران	آلوگام	پاییزه	دیر رس	۴	۱۳۸۳
طلایه	آلمان	آلوگام	پاییزه	دیر رس	۴	۱۳۷۶
آپشن 500	آلمان	آلوگام	بهاره	زودرس	۳/۵	۱۳۷۹
ساری گل	آلمان	آلوگام	پاییزه	دیر رس	۳/۵	۱۳۸۲

1- Leaf Area Index
2-Crop Growth Rate
3-Relative Leaf Area Expansion Rate
4- Leaf Area Index Duration
5- Total Dry Matter
6- Functional



شکل۱: تجزیه خوشه‌ای ارقام کلزا از نظر عملکرد در هردو شرایط خالص و مخلوط

شاخص سرعت رشد محصول محاسبه گردید (۵):

معادله (۱) $$CGR = RGR \times TDM$$

همچنین برای محاسبه شاخص سرعت توسعه نسبی سطح برگ ارقام از شیب معادله روند تغییرات شاخص سطح برگ استفاده گردید. برای محاسبه دوام شاخص سطح برگ از سطح زیر منحنی شاخص سطح برگ نسبت به زمان حرارتی انتگرال گرفته شد (۵). به عبارت ساده‌تر دوام شاخص سطح برگ بین دو زمان (مثلاً ابتدای ساقه دهی) و (مثلاً گلدهی یا برداشت نهایی) برابر جمع شاخص سطح برگ هریک از روزهای موجود در این فاصله زمانی می‌باشد. لازم به ذکر است که فاکتور زمان در کلیه محاسبات فیزیولوژیک براساس زمان حرارتی محاسبه گردید.

معادله (۲) $$GDD = \sum \left[\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{۲} \right) \right] - Tb$$

در فرمول فوق Tmax، Tmin و Tb به ترتیب دمای بیشینه و کمینه و دمای پایه برای رشد کلزا می باشد. در این بررسی دمای پایه کلزا ۲ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد (۳۲).

برای مطالعه الگوی توزیع عمودی سطح برگ به هنگام نمونه برداری چهارم که مصادف با ۵۰٪ گلدهی و بسته شدن کانوپی تیمار شاهد در اکثر ارقام بود، ابتدا کانوپی گیاهی برحسب لایه های ۲۰ سانتیمتر تفکیک شد. سطح و وزن برگ هر لایه به‌طور جداگانه محاسبه شد و برای مطالعه وضعیت توزیع عمودی سطح برگ کلزا در رقابت با خردل وحشی مورد استفاده قرار گرفت. برداشت نهایی به منظور بررسی عملکرد نهایی از دو ردیف میانی هر کرت به طول ۴ متر (معادل ۲ مترمربع) انجام و عملکرد در واحد سطح تعیین شد، و از میان سطح برداشت شده ۵ بوته کلزا به طور تصادفی برای اندازه گیری اجزای عملکرد جدا شدند.

برای تحلیل آماری داده ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد آزمون مقایسه میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد در ضمن به دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل صفات مورد بررسی و از آنجا که هدف انتخاب بصورت ترکیبی است (مثلاً انتخاب بهترین رقم از نظر عملکرد در هر تراکم علف هرز)، از رویه برش‌دهی[1] استفاده شد (۵). برای رسم کلیه نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام در حضور و عدم حضور علف هرز خردل وحشی از لحاظ عملکرد دانه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). درصد کاهش عملکرد نسبت به شرایط خالص، تحمل محصول را نشان می‌دهد که هر چه درصد کاهش عدد بزرگتر باشد، تحمل محصول کمتر و هر چه عدد کوچک‌تر باشد، تحمل محصول بیشتر است. احتمالاً ارقام زرفام و طلایه به دلیل دیررس‌تر بودن و رشد رویشی زیاد، در رقابت با خردل وحشی توانسته‌اند کاهش کمتری در

1- Slicing interaction

جدول ۲: تجزیه واریانس شاخص‌های رشد ارقام کلزا

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		حداکثر سرعت رشد	عملکرد دانه	متوسط سرعت رشد	حداکثر شاخص سطح برگ	متوسط شاخص سطح برگ	متوسط سرعت توسعه نسبی سطح برگ	حداکثر تجمع ماده خشک
بلوک	۲	۰/۰۱۳ns	۰/۰۰۶۷ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۰۲۱ ns	۰/۰۰۸۶ ns	۰/۰۰۰۰۰۶۴ ns	۱۷۲۳ ns
رقم	۶	۲/۲۵**	۰/۱۶**	۰/۸۲۳**	۰/۳۵۷**	۰/۳۰۷**	۰/۰۰۱۲**	۱۳۸۷۰
علف هرز	۱	۱۱/۳**	۴/۴**	۱/۸**	۴۸/۶۹**	۱۲/۱۳**	۰/۰۰۱۴**	۴۷۲۶۸
رقم× علف هرز	۶	۰/۹۴**	۰/۱۷**	۰/۵۶**	۰/۶۴**	۰/۳۲**	۰/۰۰۱۲**	۶۴۸۱
خطا آزمایشی	۲۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۰/۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۳۶	۲۵۹۵
ضریب تغییرات		۹/۸	۴/۳	۱۳/۴	۶/۷۵	۸/۶۳	۵/۰۳	۶/۲۵

ns: غیر معنی‌دار * در سطح ۵ درصد معنی‌دار **: در سطح ۱ درصد معنی‌دار

عملکرد ماده خشک نسبت به شاهد در مقایسه با ارقام دیگر داشته باشند. نتایج نشان داد که از نظر عملکرد دانه در شرایط خالص ، ارقام هایولا ۳۳۰، آپشن ۵۰۰، ساری گل، هایولا ۴۰۱ و آرجی اس۰۰۳ بدون اختلاف آماری در رده اول قرار گرفتند و در این گروه بالاترین عملکرد مربوط به رقم هایولا ۳۳۰ بود (جدول ۳). ارقام زرفام و طلایه در گروه دوم قرار گرفتند(جدول۳). اما در شرایط مخلوط با علف هرز خردل وحشی عملکرد دانه تمامی ارقام به جز آپشن ۵۰۰ تفاوت معنی‌داری نداشت و بالاترین عملکرد مربوط به ارقام زرفام و هایولا ۳۳۰ بود(جدول ۴). براساس شاخص‌های رقابتی و عملکرد دانه در دو حالت خالص و مخلوط با علف‌هرز تجزیه کلاستر بر روی ارقام مورد مطالعه انجام گرفت (شکل ۱) و بر این اساس ارقام در سه گروه قرار گرفتند: گروه اول شامل ارقام زرفام و طلایه بود که در شرایط خالص عملکرد پایینی داشتند، اما در شرایط مخلوط نسبت به سایر ارقام کاهش عملکرد کمتر و تحمل بیشتر داشتند، در گروه دوم در شرایط خالص عملکرد بالاتر از گروه اول بود اما در شرایط مخلوط کاهش بیشتری در عملکرد مشاهده شد، در حالی که عملکرد آنها در شرایط مخلوط تقریبا برابر با عملکرد گروه اول بود، ارقام این گروه شامل هایولا۳۳۰، هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و ساریگل بودند. در گروه آخر رقمی قرار گرفت که عملکرد آن در شرایط خالص با عملکرد گروه دوم در همین شرایط در یک سطح قرار داشت، اما در شرایط مخلوط کاهش فوق العاده شدیدی در عملکرد آن مشاهده شد، آپشن ۵۰۰ تنها رقمی بود که در این گروه قرار داشت بنابراین بین درصد کاهش عملکرد نسبت به شرایط خالص و عملکرد خالص همبستگی معنی‌دار منفی وجود داشت(r= –/69). از این رو به نظر می‌رسد که از بین ارقام مورد مطالعه نمی‌توان ارقامی را شناسایی و یا اصلاح نمود که با داشتن توانایی تحمل بالا، از عملکرد دانه بالایی نیز در شرایط خالص برخوردار باشند که این مسأله در مورد ارقام زرفام و طلایه صادق است. دیهیم‌فر (۵) در بررسی قدرت رقابت ارقام مختلف گندم در برابر علف هرز منداب به نتیجه ای مشابه دست یافت.

در نهایت ارقام زرفام، هایولا۳۳۰ و آپشن ۵۰۰ از سه گروه از نظر تحمل به رقابت به ترتیب به عنوان ارقام قوی، متوسط و ضعیف انتخاب و محور بحث قرار گرفتند.

تجمع ماده خشک

تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری بین ارقام در دو حالت خالص و مخلوط نشان داد و در ضمن اثر متقابل بین ارقام و علف هرز معنی دار شد (جدول ۲). حداکثر تجمع ماده خشک در شرایط خالص به رقم هایولا ۳۳۰ و کمترین آن به دو رقم زرفام وطلایه تعلق داشت(جدول ۳). اما در شرایط مخلوط، بالاترین تجمع ماده خشک به دو رقم هایولا ۳۳۰ و زرفام و کمترین آن به رقم آپشن ۵۰۰ تعلق داشت(جدول ۴). شکل (۲) روند تغییرات تجمع ماده خشک سه رقم کلزا در شرایط خالص و مخلوط را نشان

جدول۳: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط خالص

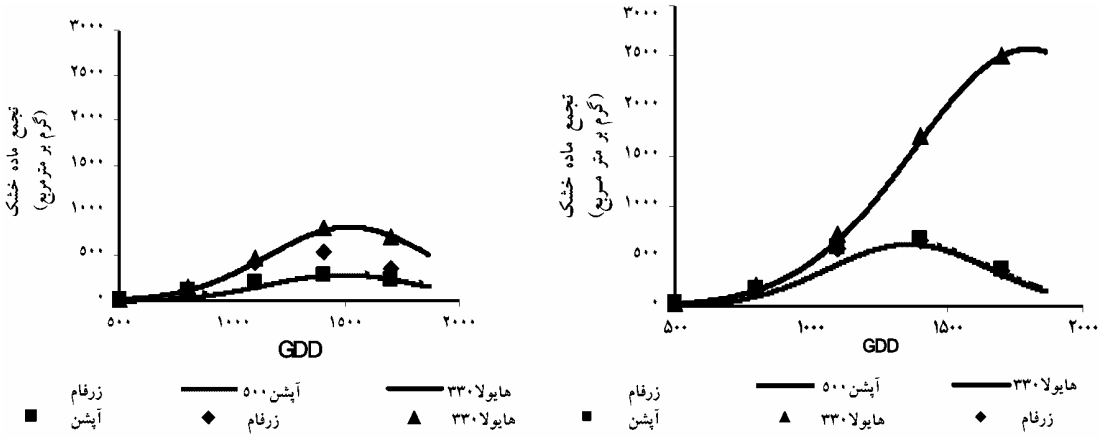
ارقام	حداکثر تجمع ماده خشک (گرم بر متر مربع)	حداکثر سرعت رشد (گرم بر متر مربع بر درجه روز رشد)	متوسط سرعت رشد (گرم بر متر مربع در درجه روز رشد)	حداکثر شاخص سطح برگ	متوسط شاخص سطح برگ	متوسط سرعت توسعه نسبی سطح برگ (متر مربع بر متر مربع در درجه روز رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
هایولا401	۱۹۵۹b	۲/۹۶b	۱a	۴/۵۳ab	۲/۴۳ ab	۰/۰۰۵۷ a	۲۳۱۷ a
هایولا330	۲۶۱۷a	۳/۷a	۱/۲۵a	۴/۷۲a	۲/۶۳ a	۰/۰۰۵۸ a	۲۸۳۶ a
آر جی اس 003	۷۰۲c	۱/۴۵c	۰/۵۲ b	۴/۲۲ab	۱/۹۳ b	۰/۰۰۵۶ a	۲۶۰۵ a
آپشن 500	۷۰۱c	۱/۴۹c	۰/۵۸ b	۴/۴۳ab	۲/۲۹ ab	۰/۰۰۵۷ a	۲۳۳۳ a
طلایه	۶۱۵c	۱/۲۷c	۰/۴c	۳/۸ b	۱۸۹ c	۰/۰۰۴۶ b	۱۸۰۲b
زرفام	۶۱۶c	۱/۳c	۰/۴۱ c	۴ b	۱/۸۸ c	۰/۰۰۴۸ b	۱۷۲۹ b
ساری گل	۳۸۳c	۱/۵۳c	۰/۶ ab	۴/۲۷ab	۲ b	۰/۰۰۵۶ a	۲۶۰۵ a

*حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی دار اعداد در سطح ۵ درصد است.

می‌دهد. همان طور که مشاهده می شود تجمع ماده خشک ارقام کلزا در تمامی مراحل رشد تحت شرایط رقابت کاهش دارد. با توجه به این که ماده خشک تولیدی برآیند جذب و به کارگیری عوامل موثر در رشد، نظیر نور، رطوبت و مواد غذایی است، از این رو کاهش میزان ماده خشک ارقام در شرایط رقابت با خردل وحشی را می توان ناشی از کاهش این عوامل رشدی به کمتر از حد مورد نیاز دانست. رقم آپشن ۵۰۰ به عنوان رقم ضعیف بیشترین کاهش تجمع ماده خشک را در تیمار رقابت داشت، در ضمن رقم زرفام نیز که به عنوان رقم رقیب توانایی زیادی در کاهش بیوماس خردل وحشی دارد، کاهش تجمع ماده خشک را نیز نشان داد. این کاهش ماده خشک را می توان به شدت بالای رقابت این رقم با خردل وحشی نسبت داد، به طوری‌که کم‌کردن بیوماس علف‌هرز منجر به کاهش ماده خشک خود رقم نیز شده است. کاهش ۱۱ و ۷۱ درصدی ماده خشک تجمع یافته سویا با افزایش تراکم گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) از نیم به دوازده بوته در هر متر از ردیف نسبت به شاهد نیز گزارش شده است (۸).

سرعت رشد محصول

نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر متوسط سرعت رشد و حداکثر سرعت رشد گیاه در دو وضعیت خالص و مخلوط نشان‌داد (جدول ۲). در شرایط خالص و مخلوط رقم هایولا ۳۳۰ از نظر حداکثر سرعت رشد گیاه و متوسط سرعت رشد گیاه در طول فصل رشد در رتبه نخست قرار داشت (جداول ۳ و۴) که این با تجمع ماده



شکل۲: روند تغییرات تجمع ماده خشک ارقام کلزا در شرایط خالص(راست) و رقابت(چپ)

جدول۴: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط رقابت با خردل وحشی

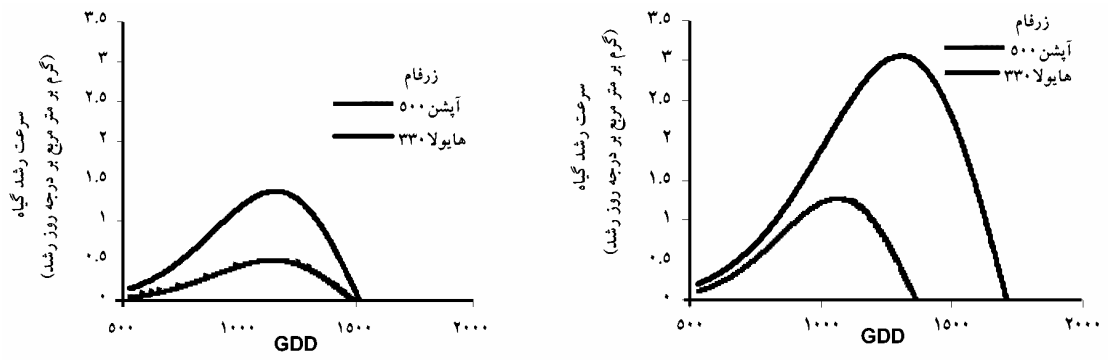
ارقام	حداکثر تجمع ماده خشک (گرم بر متر مربع)	حداکثر سرعت رشد (گرم بر متر مربع بر درجه روز رشد)	متوسط سرعت رشد (گرم بر متر مربع در درجه روز رشد)	حداکثرشاخص سطح برگ	متوسط شاخص سطح برگ	متوسط سرعت توسعه نسبی سطح برگ (متر مربع بر متر مربع در درجه روز رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
هایولا401	۵۳۰ b	۰/۸۷ b	۰/۲۹ b	۱/۷۲ b	۰/۸۲ b	۰/۰۰۴۱ b	۶۳۶ a
هایولا330	۸۳۰ a	۱/۴۳ a	۰/۸۴ a	۲/۵۲ a	۱/۴۲ a	۰/۰۰۴۶ b	۸۷۰ a
آر جی اس 003	۴۶۳ c	۰/۸۵ b	۰/۲۵ b	۱/۹۲ b	۰/۸۹ b	۰/۰۰۴۴ b	۶۳۵ a
آپشن 500	۲۹۰ d	۰.۵۳ c	۰/۱ c	۱/۳۳ c	۰/۴۴ c	۰/۰۰۴ b	۱۰۱ b
طلایه	۴۵۱ c	۰/۹۵ b	۰/۳۴ b	۲/۶۴ a	۱/۵ a	۰/۰۰۵۷ a	۶۴۱ a
زرفام	۵۵۵ c	۰/۹۷ b	۰/۳۵ b	۲/۸۱ a	۱/۵۴ a	۰/۰۰۵۷ a	۸۶۷ a
ساری گل	۴۴۴ c	۰/۸۵ b	۰/۲۳ b	۱/۸ b	۰/۸۶ b	۰/۰۰۴۲ b	۶۵۳ a

*حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی دار اعداد در سطح ۵ درصد است.

خشک زیاد این رقم در شرایط خالص و مخلوط مطابقت دارد. بالا بودن عملکرد بیولوژیک این رقم در شرایط خالص و مخلوط ناشی از بالا بودن این دو شاخص (سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک) است. در شرایط خالص ارقام زرفام و طلایه از نظر حداکثر و متوسط سرعت رشد گیاه در رتبه آخر قرار داشتند(جدول۳)، اما در شرایط مخلوط آپشن ۵۰۰ در رتبه آخر قرار گرفت (جدول۴). الگوی سرعت رشد محصول در تمامی تیمارها نسبتاً یکسان بود (شکل ۳)، در تمامی ارقام سرعت رشد در شرایط رقابت کمتر از شرایط خالص است. در شرایط خالص رقم هایولا ۳۳۰ که رقم متوسط از نظر قابلیت رقابت می‌باشد، دارای حداکثر سرعت رشد می‌باشد. اما در شرایط مخلوط سرعت رشد در طول دوره رشد به شدت کاهش دارد که این کاهش به علت کاهش شاخص سطح برگ و نیز کاهش تجمع ماده خشک می‌باشد. در خصوص رقم زرفام علی رغم توانایی در کاهش سرعت رشد خردل وحشی، سرعت رشد خود رقم نیز در شرایط رقابت افت کرد. کاهش در سرعت رشد این رقم ناشی از رقابت شدید آن با علف هرز خردل وحشی بود. بلک‌شاو و همکاران (۱۲) نیز در تحقیق خود بیان داشتند که رقابت علف هرز خردل وحشی با کلزا به دلیل بالاتر بودن توانایی رقابتی خردل وحشی نسبت به کلزا باعث کاهش سرعت رشد محصول شده و همواره کشت خالص کلزا بالاترین مقدار سرعت رشد را نسبت به کشت مخلوط با علف هرز داشته است. متیچ (۲۴) نیز در بررسی تداخل مخلوط علف های هرز با سویا کاهش سرعت رشد سویا را در شرایط رقابت گزارش کرد.

شاخص‌های مرتبط با سطح برگ

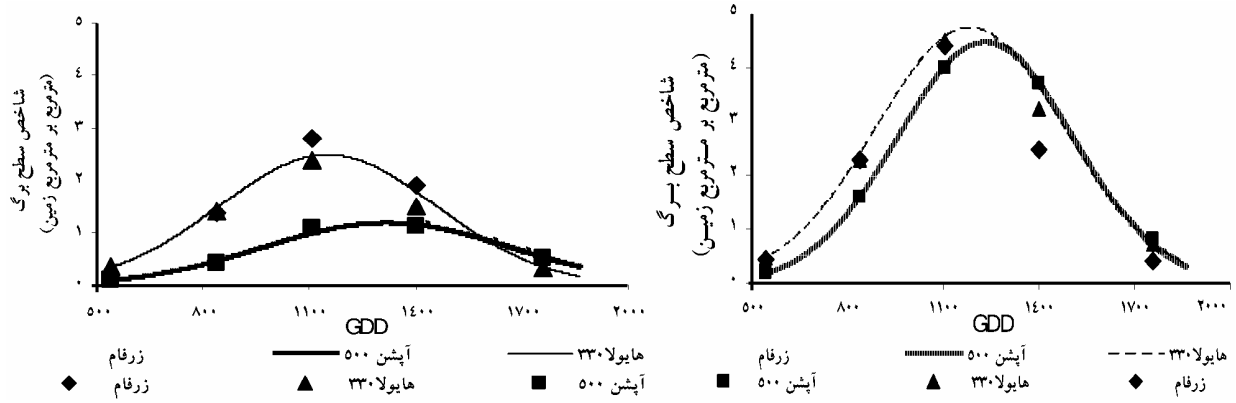
نتایج تجزیه واریانس بین ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر متوسط سطح برگ و حداکثر سطح برگ گیاه در دو وضعیت خالص و مخلوط نشان داد (جدول ۲). در شرایط خالص، رقم هایولا ۳۳۰ از نظر حداکثر سطح برگ و متوسط سطح برگ در طول دوره رشد در رتبه نخست و رقم زرفام در رتبه آخر قرار داشت (جدول ۳). در شرایط مخلوط با علف‌هرز، رقم زرفام در رتبه نخست و رقم آپشن ۵۰۰ در رتبه آخر جای گرفتند (جدول ۴). شکل (۴) روند تغییرات سطح برگ ارقام کلزا را در دو شرایط مخلوط و خالص نشان می‌دهد، تغییرات شاخص سطح برگ تمامی ارقام کلزا در دو وضعیت خالص و مخلوط روند مشابهی را نشان می‌دهد، یعنی با گذشت زمان مقدار آن افزایش یافته و نهایتاً نزدیک به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به حداکثر خود رسیده و بعد از آن به دلیل ریزش برگها کاهش یافته است. شاخص سطح برگ گیاه زراعی یکی از تاثیر گذارترین شاخص‌ها روی قابلیت رقابت ارقام است. روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام نشان داد که علف‌هرز خردل وحشی تاثیر زیادی بر کاهش سطح برگ ارقام در طول



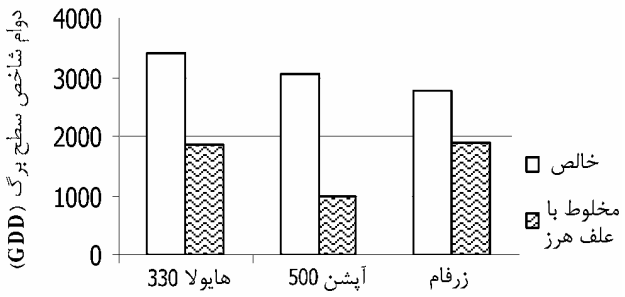
شکل ۳: روند تغییرات سرعت رشد ارقام کلزا در شرایط خالص(راست) و رقابت (سمت چپ)

فصل رشد داشته و این کاهش در بین ارقام یکسان نبوده است(شکل۴). بیشترین کاهش شاخص سطح برگ مربوط به رقم ضعیف آپشن ۵۰۰ بود، سطح برگ این رقم در شرایط رقابت با خردل وحشی به شدت افت کرد، به طوری که از 454/ (حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط خالص) به حدود 321/ در شرایط مخلوط کاهش یافت. کاهش زیاد سطح برگ و متعاقب آن کاهش ماده خشک این رقم در رقابت با خردل وحشی از دلایل مهم در ضعف توانایی رقابتی این رقم و نیز کاهش عملکرد آن بود. ارقامی که سطح برگ بالایی دارند، می‌توانند در شرایط رقابت با جلوگیری از نفوذ نور به درون کانوپی و نیز سایه اندازی بر روی علف‌هرز از رشد آن ممانعت کنند. این موضوع درخصوص رقم زرفام صادق بود. یکی از دلایلی که متوسط شاخص سطح برگ رقم زرفام تاثیر کمتری از رقابت با خردل وحشی پذیرفت، این بود که در شرایط مخلوط با علف هرز رقم زرفام کمترین و رقم آپشن ۵۰۰ بیشترین کاهش دوام شاخص سطح برگ نسبت به شرایط خالص را نشان دادند (شکل ۵). به گزارش گراهام و همکاران (۱۶) علف های هرز عمدتا از طریق کاهش سطح برگ و کاهش دوام سطح برگ موجبات افت عملکرد گیاه زراعی را فراهم می‌آورند.

در مطالعات رقابتی شاخص سطح برگ به تنهایی نمی‌تواند گویای برتری یک گونه در سایه اندازی بر گونه دیگر باشد، بلکه سرعت توسعه نسبی سطح برگ یک رقم یا یک گونه می‌تواند در برتری رقابتی آن در برابر یک علف‌هرز بسیار مهم باشد(۷). نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر متوسط سرعت توسعه نسبی سطح برگ در دو وضعیت خالص و مخلوط نشان داد (جدول ۲). در شرایط خالص، رقم هایولا ۳۳۰ از نظر متوسط سرعت توسعه نسبی سطح برگ در طول دوره رشد در رتبه نخست و رقم زرفام در رتبه آخر قرار گرفتند (جدول ۳). در شرایط مخلوط با علف هرز رقم زرفام در رتبه نخست قرار دارد و

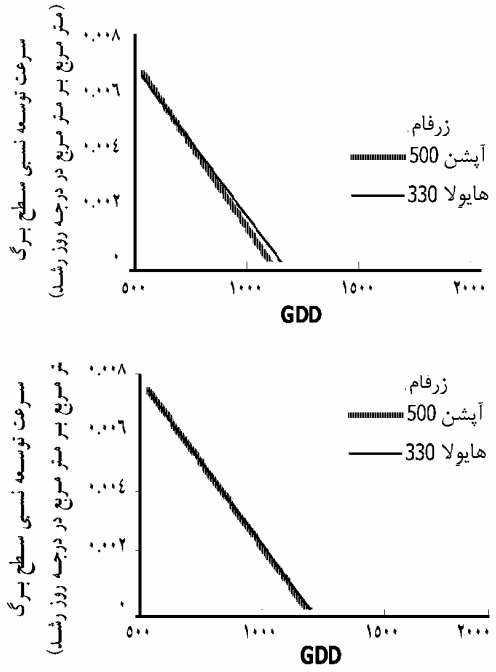


شکل ۴: روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام کلزا در شرایط خالص(راست) و رقابت (سمت چپ)



شکل ۵: دوام شاخص سطح برگ ارقام کلزا در شرایط خالص و مخلوط با علف هرز

رقم آپشن ۵۰۰ در رتبه آخر جای دارد (جدول ۴). شکل(۶) روند تغییرات سرعت توسعه نسبی سطح برگ ارقام را تحت شرایط رقابت و عدم رقابت با خردل وحشی نشان می‌دهد. همان طور که در (شکل ۵) مشاهده شد، در کلیه ارقام به جز رقم زرفام، روند سرعت توسعه نسبی سطح برگ در شرایط مخلوط نسبت به شرایط خالص کاهش یافته است و بیشترین کاهش در رقم آپشن ۵۰۰ مشاهده شد که احتمالاً می توان پایین بودن سرعت توسعه نسبی سطح برگ این رقم را یکی از دلایل ضعف رقابتی این رقم با خردل وحشی دانست. در رقم زرفام در شرایط رقابت سرعت توسعه نسبی سطح برگ تا حدودی بالاتر از شرایط خالص بود. رقم زرفام علی‌رغم تحمل بالا از توانایی خوبی نیز در جلوگیری از رشد بیوماس علف هرز خردل وحشی برخوردار بود. از این رو بالاتر بودن سرعت توسعه نسبی سطح برگ این رقم در شرایط رقابت می‌تواند دلیل دیگری برای بالاتر بودن توانایی رقابتی این رقم باشد. دیهیم‌فر(۵) در آزمایشی قابلیت رقابت ارقام مختلف گندم را در برابر علف هرز یولاف وحشی مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود، که ارقام رقیب در مقایسه با ارقام غیر رقیب در شرایط رقابت با علف هرز از سرعت توسعه سطح برگ بیشتری برخوردار بودند. نتایج تحقیقات نی و همکاران(۲۵) نیز نشان داد که توسعه سریع سطح برگ در برخی ارقام برنج در مراحل اولیه، در جلوگیری از رشد و جوانه زنی علف های هرز بسیار سودمند بوده است. کراف و فان (۲۲) نیز با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی شده اکوفیزیولوژیک نشان دادند که مهم‌ترین خصوصیت موثر در توانایی رقابتی ارقام برنج، سرعت رشد نسبی برگ‌ها در ابتدای فصل بوده است.



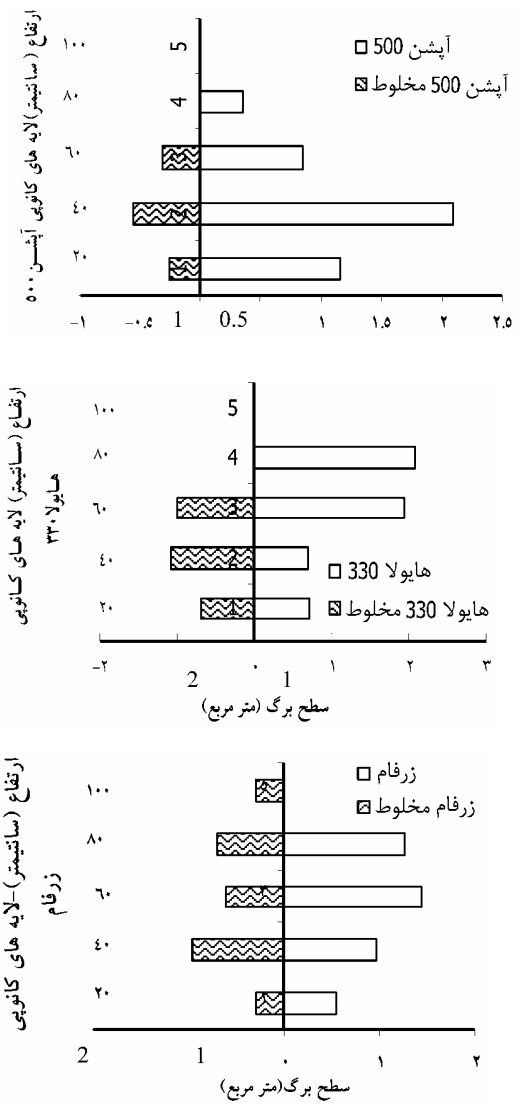
شکل ۶: روند تغییرات سرعت توسعه نسبی سطح برگ ارقام کلزا در شرایط خالص(شکل راست) و رقابت (شکل چپ)

ذکر این نکته لازم است که با وجود این که سطح برگ هایولا ۳۳۰ به زرفام نزدیک بود، اما قدرت رقابت پذیری پایین‌تری نسبت به زرفام داشت که علت آن به نحوه توزیع برگ این ارقام در کانوپی باز می گردد، به نحوی که در رقم زرفام و در شرایط رقابت بیشتر سطح برگ در نیمه بالای کانوپی و در وضعیت بهتری برای رقابت با نور قرار داشت، اما بیشتر سطح برگ هایولا ۳۳۰ در نیمه پایین کانوپی قرارگرفت(شکل۵). این فرض، فرضی معمول ولی نادرست است که سطح برگ بیشتر به خودی خود می‌تواند برای هر گونه رقیب یک امتیاز به شمار آید(۳۴). نشان داده شده که سلمک معمولی بدون توجه به مکان مطالعه، علف هرز رقیب چغندرقند (*Beta vulgris*) بوده است. زمانی که اثرات رقابتی این علف‌هرز با گندمک(*Stellaria media*) و چغندرقند مقایسه شد، سلمک معمولی که بدترین علف هرز بود، دارای حداقل شاخص سطح برگ بود(۲۱). آن‌ها بیان داشتند که قدرت رقابت این علف هرز علاوه بر سطح برگ آن به ارتفاع آن نیز بستگی داشته است. واکر و همکاران(۳۱) نیز ضمن ارایه یک تکنیک برای اندازه‌گیری توزیع عمودی سطح برگ و جذب نور در کشت مخلوط و تک کشتی سویا، خردل وحشی و سلمک معمولی، ابراز

نمودندکه اگر این اطلاعات با ارتفاع گونه (جزء عمودی) تلفیق شود، می‌توان سهم هر گونه از شاخص سطح برگی که مستقیما در معرض تشعشع قرار می‌گیرد و جزء مهمی در رقابت به حساب می‌آید را نیز محاسبه نمود. لذا موفقیت یک گونه علف هرز در رقابت برای نور علاوه بر این‌که به میزان کل سطح برگ تولید شده بستگی دارد به توزیع سطح برگ نیز ارتباط می‌یابد. بر اساس شکل(۷) ملاحظه می شود که رقم آپشن۵۰۰ که از لحاظ توانایی رقابتی ضعیف می‌باشد، بیشتر سطح برگ خود را در لایه های پایین کانوپی توزیع نموده و در لایه‌های بالاتر از میزان سطح برگ آن کاسته شده است. این در حالی است که نحوه توزیع عمودی سطح برگ رقم زرفام در شرایط خالص و مخلوط تفاوت چندان بارزی ندارد و در شرایط مخلوط بیشتر سطح برگ خود را در لایه بالایی کانوپی استقرار داده که این تا حدی در سایه اندازی بر علف هرز و کاهش رشد آن تاثیر دارد. نتایج تحقیق بارنز و همکاران (۱۱) نشان داد که رقابت برای نور بیشترین تاثیر را از موقعیت سطح برگ در بالای کانوپی پذیرفته است. آن‌ها به این نکته اشاره کردند که موقعیت برگ در لایه‌های بالاتر کانوپی اولین عامل تعیین کننده مقدار نور جذب شده بوده است. رگنیر و استولر (۲۷) نیز به مطالعه تداخل برای نور بین سویا و یکسری از علف‌های هرز سویا پرداختند. زمانی که تداخل بین توق (*Xanthium strumarium*)، گاوپنبه و تاتوره با سویا مورد بررسی قرار گرفت، توق به عنوان یک رقیب قوی ظاهر شد، چرا که ضمن تولید سطح برگ بیشتر در کانوپی سویا، توزیع خوبی نیز روی سطح برگ در بالا و پایین کانوپی سویا انجام داد

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام مختلف در پاسخ به رقابت با خردل وحشی پاسخ متنوع نشان دادند. ارقامی که دارای سرعت رشد(CGR) بالاتر و بالطبع تولید بیوماس بیشتری هستند و تخصیص بیوماس بیشتر به سطح برگ را توزیع بهتر سطح برگ در پروفیل کانوپی همراه می‌سازند از شانس بیشتری در رقابت با خردل وحشی برخوردارند، رقم هایولا۳۳۰ با وجود حداکثر میانگین سرعت رشد در طول فصل رشد از بین ارقام مورد مطالعه از یکسو و حداکثر متوسط سطح برگ بیشتر در طول فصل رشد، اما به دلیل



شکل ۶: روند تغییرات سرعت توسعه نسبی سطح برگ ارقام کلزا در شرایط خالص(شکل راست) و رقابت (شکل چپ)

توزیع سطح برگ در زیر کانوپی توفیق کمتری در شرایط رقابت نسبت به رقم زرفام داشت و کاهش عملکرد آن نسبت به شرایط خالص قابل توجه بود، حال آن که در شرایط خالص موفق‌ترین رقم بود. رقم زرفام با حصول شاخص سطح برگ بیشتر، توزیع عمودی مناسب برگ در پروفیل کانوپی و سرعت توسعه نسبی سطح برگ بیشتر توانست در شرایط رقابت تاثیر کمتری بپذیرد و کاهش عملکرد آن در مقایسه با رقم هایولا۳۳۰ بسیار کمتر بود. توجه به حداکثر تولید ماده خشک در ارقام هایولا۳۳۰ و زرفام در شرایط رقابت نیز نشان داد که علیرغم این‌که میزان ماده خشک تولید شده در رقم زرفام اختلاف معنی‌داری با

رقم هایولا ۳۳۰ داشته است اما عملکرد نهایی دانه آنها اختلاف معنی‌داری نداشته است، که این مسأله می‌تواند ناشی از تخصیص بیشتر مواد به دانه‌ها در رقم زرفام باشد که خود می‌تواند به توزیع سطح برگ مرتبط شود. توزیع سطح برگ بیشتر رقم هایولا ۳۳۰ در پائین کانوپی و همراه شدن آن با تولید ماده خشک بیشتر در این رقم، و قرار گرفتن سطح برگ بیشتر در شرایط عدم وجود نور یا کمبود نور، می‌تواند ضمن افزایش تنفس نگهداری در این رقم در دوره پرشدن دانه و کم شدن تخصیص مواد به مخازن زایشی و کاهش نهایی عملکرد دانه را توجیه نماید. افت شدید حداکثر سطح برگ و متوسط سطح برگ رقم هایولا ۳۳۰ در شرایط رقابت در مقایسه با شرایط خالص در مقایسه با افت کمتر این دو فاکتور در رقم زرفام نیز می‌تواند ناشی از همین مسأله باشد، به نحوی که افزایش تنفس تاریکی، زردشدن برگ‌های پایین کانوپی و ریزش آنها را در رقم هایولا ۳۳۰ می‌تواند به همراه داشته باشد.

نتایج نهایی این تحقیق موید این بود که اگر هیچ‌کدام از ارقام تمام صفات مطلوب مورد نیاز برای تبدیل شدن به یک رقیب قوی را نداشتند، اما رقم زرفام با توجه به توضیحات فوق بهترین پاسخ را به شرایط رقابتی نشان داد، حال آن که رقم هایولا ۳۳۰ در شرایط عاری از علف‌هرز بهترین پاسخ را نشان داد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که توزیع برگ در پروفیل کانوپی (علاوه بر ویژگی‌های کمّی سطح برگ) در مطالعه رقابت جایگاه ویژه و مهمی دارد.

بی شک انجام این تحقیق در شرایطی که شدت رقابت تغییر نماید (مثلاً تغییر تراکم علف‌هرز می‌تواند در درک هرچه بهتر تاثیر پذیری شاخص‌های رشد از رقابت و توجیه تغییرات عملکرد در شرایط رقابت بسیار موثر باشد.

منابع

۱- احمدی، م. ۱۳۷۹. کشت کلزا با حداقل خاک ورزی. مقاله ترویجی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر بخش تحقیقات دانه های روغنی.

۲- باقرانی ترشیز، ن. و ح. غدیری. ۱۳۷۵. اثر خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی، جیبرلیک اسید و درجه حرارت بر جوانه زنی بذر خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.). چکیده مقالات دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. کرج.

۳- باغستانی، م.ع. و ا. زند. ۱۳۸۲. مروری بر بیولوژی و کنترل خردل وحشی(*Sinapis arvensis* L.). موسسه تحقیقات و آفات و بیماری‌های گیاهی، ۵۶ ص.

۴- حاجیلری، ع. ۱۳۸۴. کلزا، کاشت، داشت و برداشت، معاونت زراعت سازمان کشاورزی استان گلستان.

۵- دیهیم فر. ر. ۱۳۸۴. ارزیابی خصوصیات مورفوفیزیولوژی موثر بر افزایش عملکرد بعضی از ارقام گندم(*Triticum aestivum* L.) در رقابت با منداب (*Eruca sativa Mill.*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی ابوریحان، ۱۳۵ ص.

۶- رحیمیان، ح. و شریعتی. ۱۳۷۸. مدل‌سازی رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی، ۲۹۴ ص.

۷- زند، ا.، ح. رحیمیان مشهدی، ع. کوچکی، ج. خلقانی، ک. موسوی و ک. رمضانی. ۱۳۸۳. اکولوژی علف‌های‌هرز (کاربردهای مدیریتی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۵۸ ص.

۸- عباسیان، ا.، ن. ع. بابائیان جلودار و م. ت. برارپور. ۱۳۸۰. تزاحم تاج خروس (*Amaranthus hybridus*) در سویا (*Glysin max* L. *Merlli*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، نشریه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ج.۸، ش.۳، ص۱۰۳ تا ۱۱۲.

۹- کوچکی، ع.، ح. رحیمیان، م. نصیری محلاتی، و ح. خیابانی. ۱۳۷۶. اکولوژی علف‌های هرز. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۵۰ ص.

10- Barbour, J. C., and D. V. Bridges. 1995. A model of competition for light between peanut (*Arachis hypogaeea*) and board leaf weeds. Weed Sci. 43: 247-257.

11- Barnes, P. W., W. Beyschlag, R. Ryel, S. D. Flint, and M. M. Caldwell. 1990. Plant Competition for light analyzed with a multispecies canopy model.III. Influence of canopy structures in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. Oecologia. 852: 560-566.

12- BlackShaw, R. E., Anderson, G. W., and J. Dekker. 1987. Interference of wild mustard (*sinapis arvensis* L.) and French mercury (*Chenopodium album* L.) in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Res. 27: 31-34

13- BlackShaw, R. E. 1993. Downy brome (*Bromus tectorum*) density and relative time of emergence effects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Sci. 41: 551-556.

14- Cowan, P., S. E. Weaver, and C. J. Swanton. 1998. Interfrence between pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Barnyyard grass (*Echinochola crus-galli*), and soybean (*Glycin max*). Weed Sci. 46: 533-539.

15- Dunan, M. C., and R. L. Zimdahl. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Horgeum*

vulgare). Weed Sci. 39: 558-563.
16- Graham, D. L., J. L. Steiner, and A. F. Wicse. 1988. Light absorption and competition in mix sorghum- pig weed communities. Agron . J. 80: 415-418.
17- Hall, J. C., L. L. Vaneerd, S.D. Miller, M.D.K. Owen, T. S. Prather, D. L. Shaner, M. Singh, K. C. Vaughn and S. C. Weller. 2000. Future reason direction for weed science. Weed Tech. 14: 647-658.
18- Hargood, E. S., J. T. Bauman, J. L. Williams and M. M. Schreiber. 1981. Growth analysis of soybean (*Glycin max*) in competition with Jimson weed (*Datura stramonium L.*). Weed Sci. 29: 500-504.
19- Horak, M. J., and T. M. Loughin. 2000. Growth analysis of four amaranthus species. Weed Sci. 48: 534-540.
20- Indejit, andK. L. Keating. 1999. Allelopathy: Principle and Practice. John Promises for Biological Control. In: Advance in Agronomy, (eds). Sparks, D.L., Academic Press. 67, 141-231.
21- Jongie, W., and M. J. Kropff. 1987. Relative time of emergence, Leaf area development and Plant height as major factors in crop-weed competition. Brit. Crop. Prot. Conf. - Weeds. 3:971-978.
22- Kropff, M., and H. H. Van laar. 1993. Modeling Crop-weed Interactions. CAB international. Wallingford. UK.
23- McMullan, P. M., Daun, J. K, and D. R. Declerq. 1994. Effect of Wild Mustard (*Brassica kaber*) Competition on Yield and quality of Tritizan-Tolerant and Tritizan- Susceptible Canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*). Can. J. Plant Sci. 74(2): 369-374.
24- Mitich, L. W. 1997. Red root pig weeds (*Amaranthus retroflexus).* Weed Tech.11: 199-202.
25- Ni, H., Moody, K., Robles, R. P., Paller, E. C., and Lales, J. S., 2000. *Oryza sativa* Plant traits conferring competitive ability against weeds. Weed Sci. 48: 200-204.
26- Radosovich, S., and J. S. Holt. 1984. Weed Ecology: Implication for Vegetation management. Johnwiely and sons. New York.
27- Regnier, E. E., and E. W. Stoller. 1989. The effects of soybean (*Glysin max*) interference on the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*), Jimson weed (*Datura strumonium*), and Velvet leaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Sci. 37: 187-195.
28- Rejmanek, M., G. R. Rabinson., and E. Rejmankova. 1989. Weed-crop competition experimental design and models for data analysis. Weed Sci. 37: 276-284.
29- Swanton, C. J., and S. D. Murphy. 1996. Weed Science beyond the weeds: the role of integrated weed management in agroecosystem health. Weed Sci. 44: 437-445.
30- Van Acker, R .C., S. F. Weise, and C. J. Swanton. 1993. Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycin max L.*) growth. Can. J. Plant Sci. 73: 1293-1304.
31- Waker, G. K., R. E. Blackshaw, and J. Dekker.1988. Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight Transmission. Weed Tech. 2: 159-165.
32- Wall, D. A., G. H. Friesen, and T. K. Bhati. 1993. Wild Mustard (Sinapis arvensis) competition with navy beans. Can. J. Plant Sci. 73: 1309-1313
33- Zand, E., and H. J. Beckie. 2002. Competitive ability of Hybrid and Open Pollinated Canola (*Brassica napus*) with Wild Oat (*AvenaFatua*).Can. J. Plant Sci. 82: 473-480.
34- Zimdahl, R. 2004. Weed crop competition, a review. A review Corvallis, OR: Int. Plant. Prot. Center. Oregon state university.

The effect of growth indices in competitive ability of some canola (*Brasica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*).

A. R. Safahani[1], B. Kamkar [2], E. Zand[3], N. Bagherani [4], M. Bagheri[4].

Abstract

In order to evaluate the interference of wild mustard on growth indices of Canola cultivars an experiment was carried out in Agricultural and Natural Resources Research Institute of Gorgan during 2005-2006 growing season. The experiment was established as a randomized completely block design in a factorial arrangement of treatments with three replications. Canola cultivars, Zarfam, Sarigol, Talayh, R.G.S 003, Option 500, Hayola 401 and Hayola 330 were kept under weed free and weed infested conditions. The results indicated that, wild mustard resulted in reduction of canola dry matter, leaf area index, leaf area index duration and crop growth rate, significantly. The maximum dry matter, leaf area index and crop growth rate in control plots (weed free treatment) belonged to Hayola330 cultivar. The maximum and minimum reduction rate of dry matter and leaf area index of canola cultivars was obtained in control Option500 and Zarfam cultivars respectively. Results revealed, cultivars with higher leaf area index, relative leaf area expansion rate and better vertical leaf area distribution could be more competitive in weed-infested conditions, and can be used in breeding programs to enhance competitive ability of canola cultivars.

Keywords: Canola, wild mustard, competition, growth indices

1- Contribution from Islamic Azad University, Gahemshar, 2- Agricultural Science and Natural Resource University of Gorgan, 3- Scientific Member of Weed Research Department, Plant Pest and Diseases Institute, Tehran. And 4- Members of Research, Agriculture and Natural Resource Institute, Gorgan