

بررسی شاخص‌های رشد و تخمین آستانه خسارت اقتصادی دانه کلزا (*Brassica napus* L.) در پاسخ به تراکم‌های متفاوت کلزا و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

زینب عنافجه*^۱ - خلیل عالمی سعید^۲ - قدرت اله فتحی^۳ - محمد حسین قرینه^۴ - عبدالنور چعب^۵

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۵

چکیده

بمنظور بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) بر شاخص‌های رشد کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در شرایط آب و هوایی منطقه ملاثانی اهواز، آزمایشی به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ اجرا شد. در این آزمایش تراکم خردل وحشی در پنج سطح (۰، ۷، ۲۱، ۳۵ و ۳۵ بوته در مترمربع) در کرت‌های اصلی و تراکم کلزا در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) در کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش تراکم خردل وحشی ماده خشک کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و میانگین وزن خشک غلاف را در هر سه تراکم کلزا کاهش داد. بنحوی که کمترین میزان این شاخص‌ها در تراکم ۳۵ بوته خردل یعنی بیشترین تراکم علف هرز بدست آمد. علاوه بر این، میزان خسارت توسط این علف هرز به حدی بود که حتی با وجود ۷ بوته در مترمربع که کمترین تراکم خردل بود کاهش ۶۱ درصدی در عملکرد دانه را موجب شد، و پس از آن تراکم‌های ۱۴، ۲۱ و ۳۵ بوته به ترتیب افتی معادل ۷۶، ۷۱ و ۹۱ درصد را باعث شدند.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، رقابت، آستانه خسارت، شاخص‌های رشد، کلزا، خردل وحشی

مقدمه

نداشتن الگوی خاصی در جوانه‌زنی از ویژگی‌های مهم این علف هرز می‌باشد، به طوری که هم در محصول پاییزه و هم در کشت بهاره دیده می‌شود (۴). از طرفی قابلیت تولید بذر فراوان و نیز وجود خواب در بذور تولیدی باعث شده که خردل وحشی یکی از علف‌های هرز مشکل ساز مزارع کلزا به شمار آید. برتری رقابتی خردل در بسیاری از مطالعات ثابت شده است. به عنوان مثال دائوگیش و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که در کشت مخلوط خردل^۱ و یولاف وحشی، خردل زرد بیوماس یولاف وحشی را بین ۳۳ تا ۶۶ درصد نسبت به کشت خالص آن کاهش داد.

راستگو و همکاران (۲) گزارش کردند که با افزایش تراکم خردل وحشی به دلیل افزایش ماده خشک تجمعی آن سبب کاهش ماده خشک تجمعی گندم شد. فهر و کاونس (۱۵) و هارگود و همکاران (۱۷) به ترتیب کاهش شاخص سطح برگ سویا را در نتیجه رقابت علف‌های هرز گزارش کردند. بهمین دلیل مطالعه این شاخص‌ها از این جهت که نشان می‌دهند واکنش رشد به فراهمی منبع در چه مرحله و یا چه قسمتی از گیاه زراعی یا علف هرز منجر به بروز اثرات

گیاه کلزا به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زراعی خاص، در میان نباتات روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار و در سالهای اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. درصد بالای روغن و رشد و توسعه کشت آن در ایران می‌تواند تا حدود بسیار زیادی کمبودها را در زمینه تأمین روغن در کشور جبران کند. سطح زیر کشت گیاه روغنی کلزا در کشور ما به سرعت در حال افزایش است (۵). اما به دلیل نبود علف‌کش‌های اختصاصی در این محصول و مخصوصاً وجود گونه‌های هم‌خانواده، علف‌های هرز یکی از مشکلات اصلی این محصول به شمار می‌آیند. خردل وحشی یک گیاه علفی یکساله است و اغلب گیاهچه‌های آن در بهار و ابتدای تابستان و مجموعه‌ای از بذور هم در پاییز سبز می‌شوند.

۱ و ۵- دانش آموختگان کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز (خوزستان)

*- نویسنده مسئول: (Email: anafjeh_z@yahoo.com)

۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، استاد و استادیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز

پنج سطح صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۳۵ بوته در مترمربع و در کرت‌های فرعی تراکم کلزا در سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع قرار گرفتند. رقم کلزای استفاده شده در این آزمایش رقم Hayola-401 بود. هر کرت فرعی به طول ۵ متر و عرض ۲/۸ متر و فاصله خطوط کشت ۳۰ سانتی‌متر بود. در هر کرت فرعی ۸ خط کشت در نظر گرفته شد. که خطوط دوم، سوم، ششم و هفتم به منظور نمونه‌برداری، خطوط کشت چهارم و پنجم به عنوان برداشت نهایی و سایر خطوط به عنوان حاشیه بودند. نیم‌متر از بالا و پایین هر کرت نیز به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. بین هر دو کرت فرعی ۲ خط نکاشت فاصله رعایت شده بود و بین کرت‌های اصلی نیز ۱/۲ متر جهت جلوگیری از اثرات رقابتی به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. قبل از عملیات کاشت بمنظور کنترل علف‌های هرز سبزشده از بانک بذر مزرعه عملیات مآخار در دو نوبت یکی در تاریخ ۸۵/۷/۱۰ و دیگری در تاریخ ۸۵/۷/۲۱ انجام گرفت.

عملیات تهیه زمین شامل یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم بود، که پس از خرد کردن کلوخه‌ها توسط دیسک، عملیات تسطیح بوسیله لولر (ماله) انجام گرفت. سپس کودهای مورد نیاز در سطح مزرعه پاشیده شدند. میزان نیتروژن و فسفر خالص مصرفی به ترتیب ۱۸۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود که به ترتیب از منابع اوره و فسفات آمونیوم تأمین شدند. تمام فسفر و همچنین یک‌سوم نیتروژن، پس از تسطیح به خاک اضافه شد. مابقی کود نیتروژن در مراحل چهار تا شش‌برگی (بلافاصله پس از تنک نوبت دوم) و ابتدای به ساقه‌رفتن به طور یکسان تقسیم گردید. طبق آزمون خاک زمین از نظر پتاس غنی بود و نیازی به مصرف کود پتاس نبود. در طول فصل رشد کنترل علف‌های هرز فقط در تیمار کشت خالص با وجین دستی صورت گرفت. در طول انجام آزمایش آفت خاصی مشاهده نشد و مبارزه‌ای انجام نگرفت. یک روز قبل از تاریخ کاشت با نوک بیلچه دو شیار به فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی طرفین هر پشته ایجاد شد و بذرهای کلزا کاملاً یکنواخت در این شیارها قرار داده شدند و ۱ تا ۲ سانتی‌متر خاک روی بذرها ریخته شد. سپس بذرهای خردل وحشی به صورت دستی همانند شرایط طبیعی مزرعه بر روی پشته و دو طرف پشته پاشیده و توسط مقدار کمی خاک پوشیده شد. بلافاصله در روز بعد (اول آذر ماه) برای جلوگیری از جایجا شدن بذر کلزا و خردل وحشی آبیاری با دقت بسیار زیاد انجام شد. سپس بوته‌های کلزا و خردل وحشی بعد از سبز شدن طی دو مرحله ۲-۳ برگگی و ۴-۶ برگگی جهت رسیدن به تراکم موردنظر تنک شدند. نمونه‌برداری جهت محاسبه تغییرات ماده خشک کل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و نسبی از تاریخ اول اسفند تقریباً به فواصل هر دو هفته یک بار انجام گرفت. ضمناً برای تعیین CGR و RGR ابتدا رابطه بین

بازدارنده علف هرز بر عملکرد گیاه زراعی می‌شود با ارزش هستند و با تعیین آنها برای گونه‌های علف هرز می‌توان محدوده و درجه رقابتی علف‌های هرز را تعیین کرد (۲).

سرعت رشد محصول (CGR)^۱ و سرعت رشد نسبی (RGR)^۲ که معیاری کمی از خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه و شرایط محیطی می‌باشد و می‌تواند به عنوان مبنایی برای مقایسه قدرت رقابت گونه‌ها قرار گیرد (۱ و ۷). از آنجایی که این خصوصیت در راستای بهره‌گیری فرصت‌طلبانه از محیط است می‌تواند به عنوان رمز موفقیت گونه‌های رقیب باشد (۷ و ۱۶). آستانه‌های خسارت عملکرد دانه کلزا بوسیله علف‌های هرز و پیشگویی تداخل حاصل از گیاه زراعی و علف هرز از مهمترین اجزای سیستم‌های مدیریت تلفیقی می‌باشد. تعیین تراکم آستانه نیازمند آگاهی از رابطه ما بین تلفات عملکرد گیاه زراعی و تراکم علف هرز است و محاسبه آن مستلزم استفاده از معادلات رگرسیونی با توابع خسارت است که کاهش عملکرد گیاه زراعی را به برخی خصوصیات میزان آلودگی علف‌های هرز در هنگام کنترل پس از سبز شدن مربوط می‌سازند. یکی از معادلاتی که برای توصیف خسارت مربوط به علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد تابعی است که توسط کوزنس ارائه شده است (۱۲). که بعنوان یک تابع هذلولی میان افت عملکرد و تراکم علف هرز معرفی شد و کوزنس (۱۳) نیز برتری این معادله را نسبت به سایر معادلات از طریق تجزیه و تحلیل آماری نشان داد. چنانکه این حداکثر افت عملکرد را می‌توان از لحاظ بیولوژیکی توصیف نمود. به عنوان مثال هنگامی که علف‌های هرز نمی‌توانند بالاتر از گیاه زراعی قرار گیرند و یا هنگامی که علف‌های هرز دیرتر جوانه می‌زنند، افت عملکرد در تراکم بالای علف هرز نمی‌تواند به ۱۰۰ درصد برسد، چرا که گیاه زراعی رقیب قوی‌تر است. در کل این مطالعه با هدف تعیین مکانیزم رقابت کلزا و خردل وحشی از طریق بررسی شاخص‌های رشد و تعیین آستانه خسارت اقتصادی دانه کلزا در پاسخ به تراکم‌های مختلف خردل وحشی به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین که در شهر ملاثانی، شهرستان اهواز واقع شده است اجرا شد. خاک محل آزمایش از نوع رس-سیلت-شنی با ۰/۷ درصد مواد آلی و pH برابر ۷/۵ و سال قبل از آزمایش به حالت آیش رها شده بود. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خردشده در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی تراکم خردل وحشی در

1- Crop Growth Rate

2 - Relative Growth Rate

گیاه کلزا تحت تاثیر تداخل تراکم‌های متفاوت خردل وحشی افت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱)، و تراکم‌های کشت خالص و رقابتی در تمامی سطوح کلزا تقریباً از سیر مشابهی تبعیت می‌نمایند (شکل ۱، ۲ و ۳). به طوری که سرعت افزایش ماده خشک در مراحل ابتدایی آهسته می‌باشد و سپس همزمان با افزایش شاخص برگ افزایش می‌یابد. با این تفاوت تاثیر افزایش خردل وحشی در سه تراکم گیاهی بکار گرفته شده (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) در این آزمایش بر میزان تجمع ماده خشک کلزا اثر منفی گذاشته است. همانگونه که شکل ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد تجمع ماده خشک کلزا در تمامی مراحل رشد تحت شرایط رقابت کاهش دارد. لذا 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 کلزا در شرایط رقابت با خردل وحشی را می‌توان ناشی از کاهش این عوامل رشدی به کمتر از حد مورد نیاز دانست.

چنانکه تا حدود ۱۰۰ روزگی کلزا (این مرحله برابر با اواسط ساقه رفتن) تراکم خردل وحشی روی روند رشد کلی کلزا تقریباً تاثیر کمتری گذاشته است. اما از آن مرحله به بعد به علت افزایش ارتفاع ناگهانی خردل وحشی نسبت به کلزا و نتیجتاً سایه‌اندازی آن، به رقابت با کلزا پرداخته و فتوسنتز آن را کاهش داده و موجب گردیده تا تراکم ۳۵ بوته در مترمربع یعنی بیشترین تراکم خردل از میان سایر تراکم‌ها در کمترین سطح موجود قرار گیرد (شکل ۱، ۲ و ۳). صفاهانی و همکاران (۳) با مطالعه توان رقابتی ارقام مختلف کلزا با خردل وحشی کاهش ماده خشک کلیه ارقام کلزا در نتیجه تداخل با خردل را گزارش نمودند.

شاخص سطح برگ: خردل وحشی در مقایسه با کلزا از ارتفاع بیشتری برخوردار است و این تفاوت ارتفاع در طول فصل رشد دو گیاه مشهود بود. همین عامل سبب افزایش میزان سایه‌اندازی بیشتر کانوپی و به عبارت دیگر قرار گرفتن برگهای پایینی در معرض سایه بیشتر شده و این خود می‌تواند سبب کاهش گسترش سطح برگ کلزا و یا ریزش آن در طول دوره رشد و در طی رقابت با خردل وحشی گردد (شکل ۴، ۵ و ۶).

سطح برگ کلزا از حدود ۱۰۰ روزگی، میان تراکم‌های آن در اثر افزایش تعداد بوته خردل وحشی در واحد سطح متفاوت بوده است، به طوری که در نقطه اوج سطح برگ (در حدود ۱۱۰ روزگی) این تفاوتها به خوبی قابل مشاهده است و از حدود ۱۱۰ روزگی سطح برگ کلزا بر اثر پیر شدن برگها و ریزش آنها شروع به کاهش می‌کند، و از حدود ۱۳۰ روز پس از کاشت نیز همه تراکم‌ها به حداقل سطح برگ خود رسیدند (شکل ۴، ۵ و ۶). این اثر خردل وحشی بر روند رشد شاخص سطح برگ ناشی از برتری ارتفاع آن بر کلزا است که در سراسر خوزستان به خوبی قابل مشاهده است. البته این برتری خردل وحشی با سایه‌اندازی بر کانوپی کلزا از تولید مواد فتوسنتزی که باید

ماده خشک کل (TDM)^۱ و روز با استفاده از معادله درجه دوم ذیل تعیین شد (معادله ۱):

$$TDM=10^{(a+b(DAP)+c(DAP)^2)} \quad (1)$$

که در این معادله TDM ماده خشک کل بر حسب گرم بر متر مربع، a، b و c ضرایب معادله و DAP روز پس از کاشت است. سپس با استفاده از معادلات ذیل، CGR (گرم بر مترمربع در روز) و RGR (گرم بر گرم در روز)، در طول مراحل مختلف رشد محاسبه شد (معادلات ۲ و ۳).

$$CGR=RGR \times TDM \quad (2)$$

$$RGR=b+2c(DAP) \quad (3)$$

برای محاسبه سطح برگ از رابطه ذیل استفاده شد، که در این روش پس از جدا کردن کلیه برگ‌ها از ساقه اصلی و فرعی، سه برگ تازه بزرگ، متوسط و کوچک که نمونه‌ای از کل برگ‌ها بودند انتخاب، و از آنها بر روی کاغذ روزنامه به دقت الگو ترسیم شد، تا بدین ترتیب نسبت سطح به وزن الگو مشخص شود (۶). سرانجام با استفاده از سطح الگوها و وزن آنها و همچنین وزن سه برگ، سطح سه برگ محاسبه شد، و با توجه به فرمول ذیل سطح برگ در واحد سطح بدست آمد (معادله ۴).

$$LA = \frac{W_{LA}}{W_s} \quad (4)$$

در این رابطه LA: سطح برگ محصول، Wt: وزن کل برگ بوته‌های نمونه‌برداری شده، AS: سطح برگ ۳ نمونه، Ws: وزن برگ ۳ نمونه بود.

برای بررسی رابطه بین تراکم علف هرز خردل وحشی و عملکرد کلزا از مدل هندلولی کوزنس (۱۹۸۵) و لیندکویست و همکاران (۱۹۹۹) استفاده شد (معادله ۵).

$$YI = I_x / (1 + I_x / A) \quad (5)$$

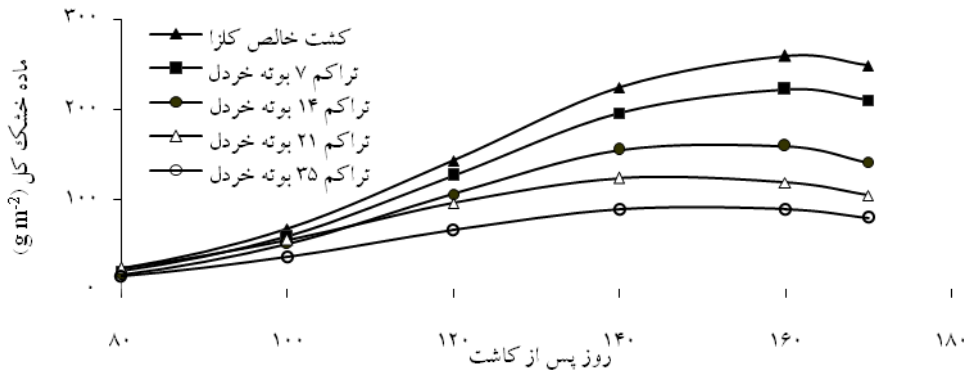
در این معادله YI درصد کاهش عملکرد کلزا، X تراکم یا بیوماس خردل وحشی می‌باشد. I، A پارامترهای مدل بوده که به ترتیب عبارتند از شیب منحنی (درصد کاهش عملکرد کلزا به ازای هر واحد تراکم خردل وحشی، هنگامی که X به صفر نزدیک می‌شود) و مجانب منحنی (درصد کاهش عملکرد کلزا هنگامی که تراکم خردل وحشی به سمت بی‌نهایت میل می‌کند یا به عبارت دیگر حداکثر کاهش عملکرد کلزا ناشی از تداخل خردل وحشی). کلیه تجزیه‌های آماری، محاسبات رگرسیونی و آستانه خسارت اقتصادی دانه با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و جهت رسم اشکال نرم‌افزار EXCEL به خدمت گرفته شد.

نتایج و بحث

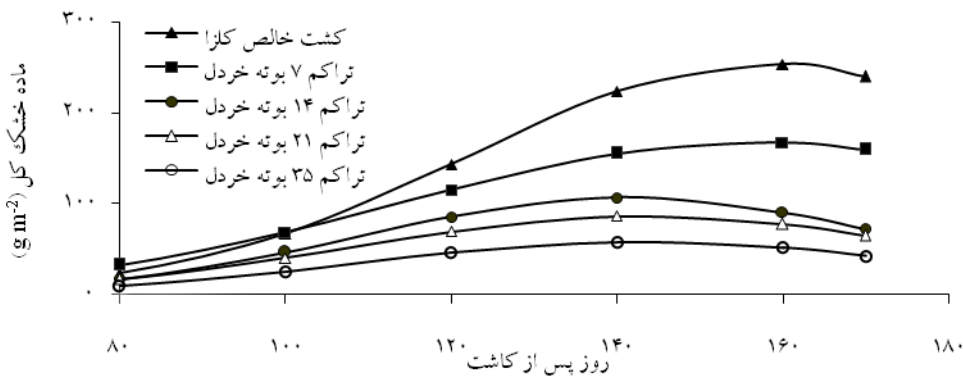
ماده خشک کل کلزا: نتایج بررسی روند تجمع ماده خشک در

منتظر فراهم شدن شرایط فتوپریودی و دمایی مناسب اسفندماه باشد. بنابراین شرایط رشدی فصل زمستان در خوزستان بر خلاف بسیاری از مناطق کشت کلزا که در بهار و تابستان اتفاق می‌افتد. بنظر می‌آید که این امر تا حد زیادی به نفع رشد کلزا و به ضرر رشد خردل تمام می‌شود و به همین دلیل نیز کلزا در خوزستان از توان تولید ماده خشک بالایی برخوردار است ولی برخورد آن به شرایط گرما باعث هدر رفتن این ماده خشک می‌شود.

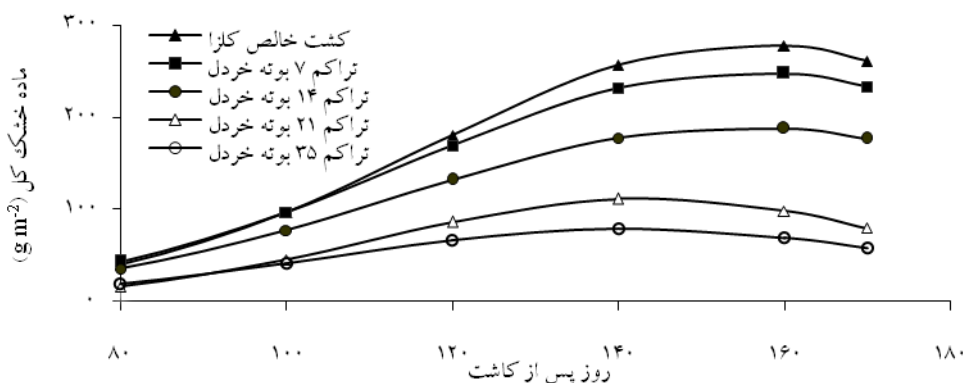
صرف رشد و نمو و گسترش سطح برگ کلزا گردد جلوگیری کرده، بهمین دلیل سطح برگ کلزا را کاهش داده است. بر خلاف این نتیجه الکس (۹) و ویلسون و همکاران (۲۱) زمان آغاز برتری رقابتی ناشی از حداکثر سطح برگ خردل وحشی را ۴۵ تا ۵۰ روز گزارش کرده‌اند. دلیل این تفاوت، اختلاف فصل رشد کلزا در خوزستان است که به کلزا اجازه رشد و تولید برگ در طول فصل ملایم زمستان را می‌دهد، در حالی که خردل وحشی برای رسیدن به حداکثر سطح برگ خود باید



شکل ۱- تغییرات ماده خشک کل کلزا در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۲- تغییرات ماده خشک کل کلزا در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۳- تغییرات ماده خشک کل کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

جدول ۱- مقادیر پارامتر تخمین‌زده معادله درجه دوم، برای ماده خشک کل کلزا بعنوان تابعی از روز پس از کاشت در سطوح مختلف بوته خردل وحشی^۱

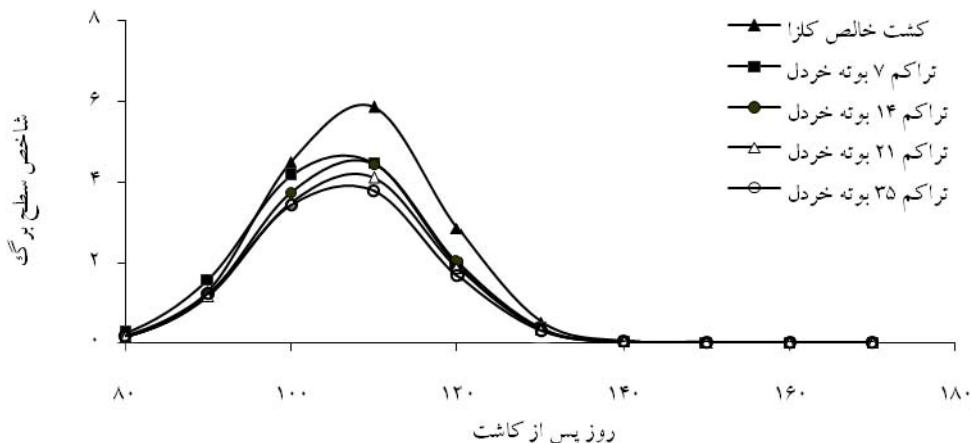
تراکم خردل وحشی (بوته در مترمربع)					ضرایب	تراکم بوته کلزا
۳۵	۲۱	۱۴	۷	*		
-۱/۷۲۲۸	-۱/۳۶۹۹	-۲/۱۹۶۲	-۱/۸۶۷۱	-۱/۷۹۲۸	a	۶۰
۰/۰۴۹۲	۰/۰۴۷۱	۰/۰۵۸۳	۰/۰۵۲۳	۰/۰۵۲۷	b	
-۰/۰۰۰۱۶	-۰/۰۰۰۱۶	-۰/۰۰۰۱۹	-۰/۰۰۰۱۷	-۰/۰۰۰۱۶	c	
۰/۸۲	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۹۱	R ²	
-۲/۲۲۶۶	-۱/۷۴۱۷	-۲/۱۹۳۹	-۰/۷۸۱۴	-۱/۸۸۸۱	a	۸۰
۰/۰۵۵۷	۰/۰۵۱۳۴	۰/۰۵۹۷	۰/۰۳۹۴	۰/۰۵۴۴	b	
-۰/۰۰۰۱۹	-۰/۰۰۰۱۸	-۰/۰۰۰۲۱	-۰/۰۰۰۱۲	-۰/۰۰۰۱۷	c	
۰/۵۴	۰/۸۵	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۹۳	R ²	
-۱/۳۶۸۱	-۲/۲۶۸۷	-۰/۸۴۴۴	-۰/۸۴۰۷	-۱/۱۶۲۷	a	۱۰۰
۰/۰۴۶۲۶	۰/۰۶۰۲	۰/۰۴۰۳	۰/۰۴۱۶	۰/۰۴۶۳	b	
-۰/۰۰۰۱۶	-۰/۰۰۰۲۱	-۰/۰۰۰۱۳	-۰/۰۰۰۱۳	-۰/۰۰۰۱۵	c	
۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۴	R ²	

۱- داده‌های گیاه کلزا که با معادله درجه دوم $y=10^a(a+b(DAP)+c(DAP)^2)$ برازش داده شدند، y جایست که ماده خشک کل کلزا پیش‌بینی می‌کند، DAP روز پس از کاشت و a ، b و c پارامترهای تخمین‌زده شده می‌باشند.

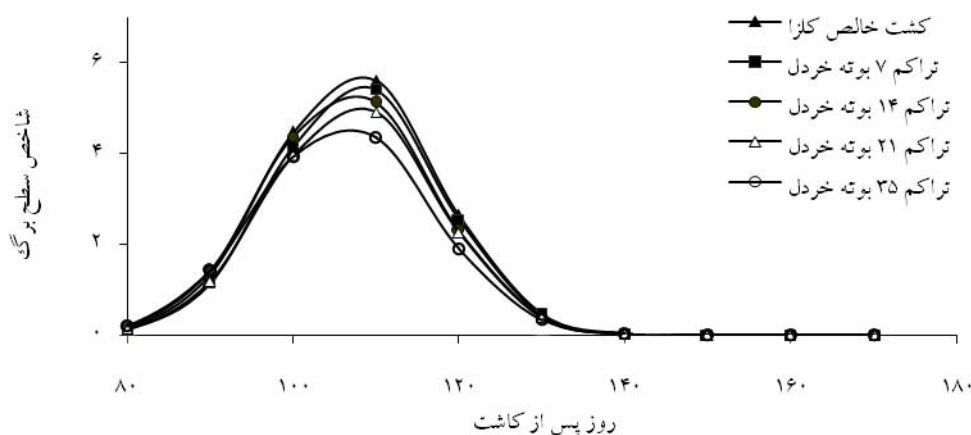
واقعه قطع‌کننده رشد برگ است که در خوزستان برای بسیاری از گیاهان زراعی با کمی نوسان درجه حرارت در همین محدوده زمانی اتفاق می‌افتد و آن افزایش ناگهانی درجه حرارت است. در آزمایشی راستگو و همکاران (۲) گزارش کردند افزایش تراکم خردل وحشی منجر به کاهش معنی‌داری در شاخص سطح برگ گندم شد، به طوری که در مرحله انتهایی ساقه‌دهی در تراکم‌های ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع خردل وحشی به ترتیب شاخص سطح برگ گندم نسبت به شاهد به میزان ۱۶، ۲۳ و ۲۷ درصد کاهش یافت. این مسئله همچنین باعث افزایش شاخص سطح برگ خردل وحشی شد.

لذا علیرغم مشابه بودن روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف اما حداکثر شاخص سطح برگ در سطوح مختلف متفاوت بود. به طوری که در نقطه اوج منحنی تراکم ۸۰ بوته کلزا در مترمربع نسبت به بقیه سطوح تراکم کلزا به سطح برگ بیشتری دست یافت و توانست پوشش بیشتری را در سطح زمین به وجود آورد. در حالیکه پس از آن تراکم ۱۰۰ بوته کلزا به دلیل تعداد بیشتر بوته در واحد سطح و در نتیجه تعداد برگ بیشتر، سطح برگ آن بالاتر از تراکم ۶۰ بوته قرار گرفت که با وجود منابع محیطی بیشتر نتوانسته استفاده بهینه‌ای از آنها نماید.

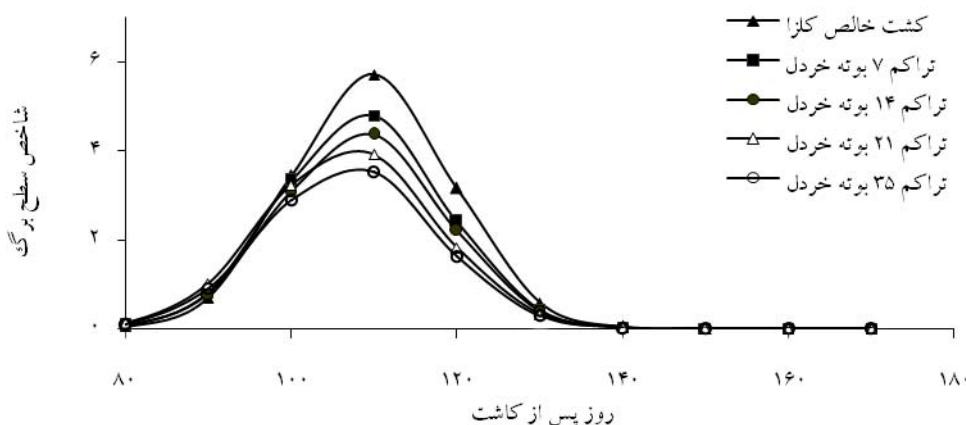
با این حال در تمامی تراکم‌ها شاخص سطح برگ در همان ۱۵ روز مانده به برداشت به صفر رسیده است. مطلب اخیر نشان‌دهنده یک



شکل ۴- تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۵- تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۶- تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

دانه کلزا گردد. کاهش سرعت رشد محصول در رقابت با علف‌های هرز در آزمایشی بر روی گیاه روغنی سویا گزارش شده است (۲۰). بلیک شاو و همکاران (۱۰) در آزمایشی نشان دادند که رقابت خردل وحشی با کلزا باعث کاهش سرعت رشد محصول شده بطوریکه کشت خالص کلزا بالاترین مقدار سرعت رشد را نسبت به تیمارهای تداخلی داشته است. در تحقیقی دیگر با بررسی تداخل مخلوط علف‌های هرز با سویا کاهش سرعت رشد سویا در شرایط رقابت گزارش شد (۱۹).

سرعت رشد نسبی: شکل ۱۰، ۱۱، ۱۲ نشان‌دهنده سرعت

رشد نسبی است این اشکال حاکی از آن است، که در مراحل اولیه رشد و قبل از ساقه رفتن، چون تمام ماده خشک، حاصل تولید برگ می‌باشد، بنابراین مقدار سرعت رشد نسبی در این دوره زمانی (مراحل اولیه رشد) بالا است و پس از این مرحله به علت افزایش بافت ساختمانی و کاهش کارایی تولید، روند نزولی دارد. علاوه بر این پیرشدن و در معرض سایه قرار گرفتن برگ‌های پایینی و کاهش فعالیت فتوسنتزی آنها در اثر تداخل خردل وحشی دلیل دیگری بر

سرعت رشد محصول: منحنی تغییرات سرعت رشد محصول

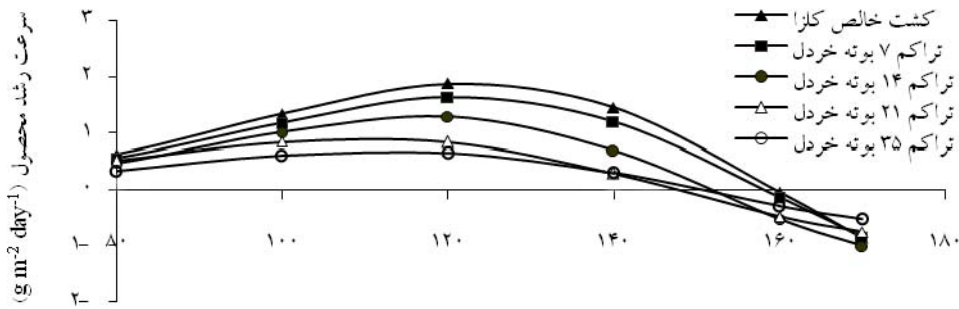
(شکل ۷، ۸ و ۹) نشان داد که تا حدود ۱۰۰ روزگی، رشد گیاه آهسته بود و دلیل این امر را اینطور می‌توان بیان کرد که کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب نور کمتر بوده است. ولی از ۱۰۰ روزگی به بعد سرعت رشد محصول شدیداً افزایش پیدا کرد. بنحویکه در زمان گلدهی (۱۲۰ روز پس از کاشت) به حداکثر مقدار خود رسید. زیرا با توسعه سطح برگ، قسمت بیشتری از نور جذب پوشش گیاهی شده و نور کمتری از بین جامعه گیاهی به سطح خاک می‌رسد.

بهمین علت با افزایش سن گیاه، پیرشدن برگ‌ها و زرد شدن آنها سرعت رشد محصول نیز کاهش یافت. لذا در همین فاصله یعنی زمان آغاز تا اوج گلدهی کلزا (۱۰۰ تا ۱۲۰ روز پس از کاشت) تراکم اثر خود را می‌گذارد.

در واقع این فاصله، زمانی است که هرگونه عملیاتی که بتواند سرعت رشد محصول را افزایش دهد می‌تواند باعث افزایش عملکرد

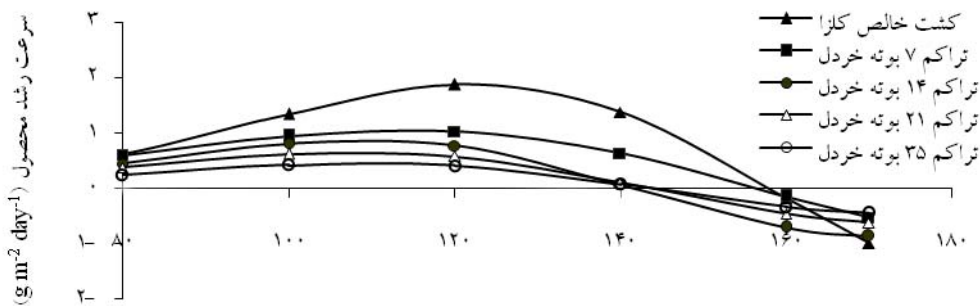
کلزای کشت شده، تماماً از یک روند مشابهی تبعیت می‌کنند. لیکن تنها اختلاف تیمارهای تداخلی خردل وحشی با تراکم کشت خالص، RGR کمتر بوده است. دلیل این موضوع را اینطور می‌توان ذکر کرد که سرعت زوال و ریزش زودهنگام برگ‌های پایینی کلزا در اثر تداخل، رقابت بر سر نور و سایه‌دهی خردل وحشی افزایش یافته است.

کاهش سرعت رشد نسبی می‌باشد. چون سرعت رشد نسبی از لگاریتم طبیعی ماده خشک نسبت به زمان بدست می‌آید، بنابراین سرعت رشد نسبی برابر با صفر زمانی حاصل می‌شود که ماده خشک کل در ماکزیمم مقدار خود باشد. در نتیجه روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم‌های ۰، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۳۵ بوته خردل وحشی در سه تراکم



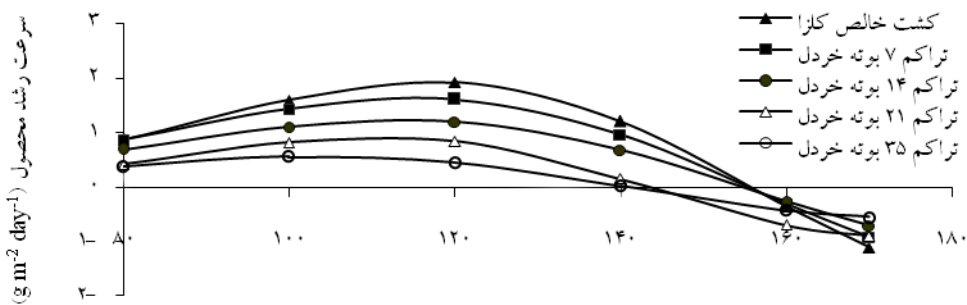
روز پس از کاشت

شکل ۷- تغییرات سرعت رشد محصول کلزا در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



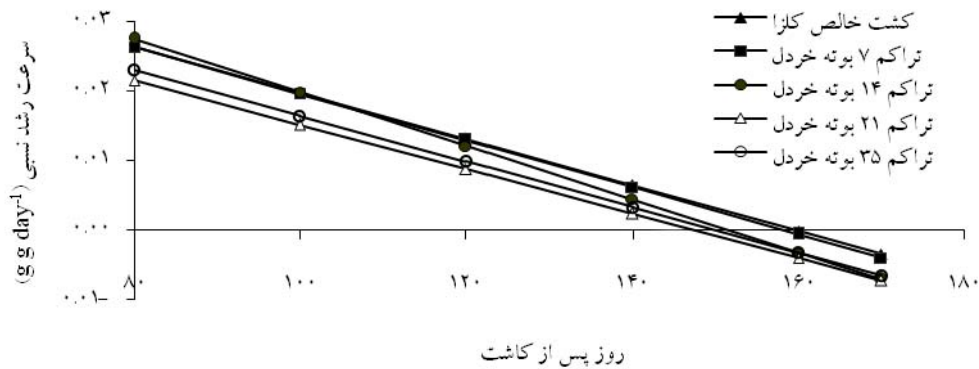
روز پس از کاشت

شکل ۸- تغییرات سرعت رشد محصول کلزا در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

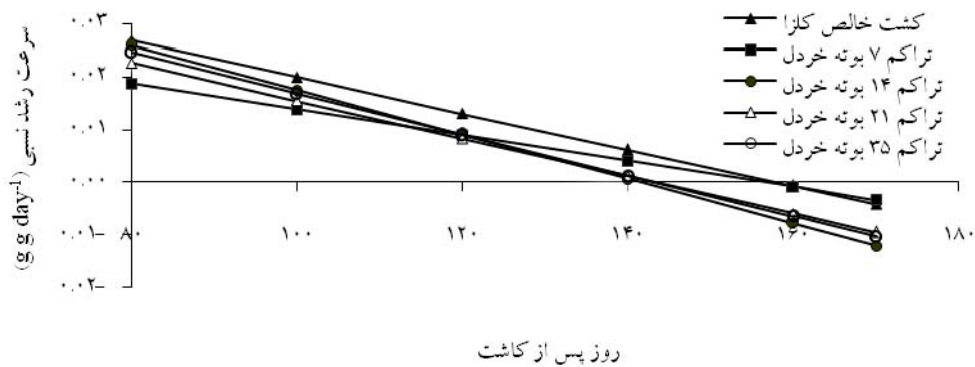


روز پس از کاشت

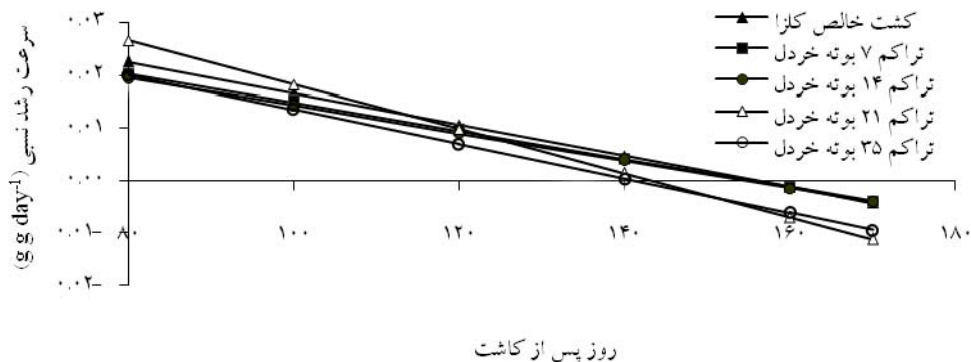
شکل ۹- تغییرات سرعت رشد محصول کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۱۰- تغییرات سرعت رشد نسبی کلزا در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۱۱- تغییرات سرعت رشد نسبی کلزا در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

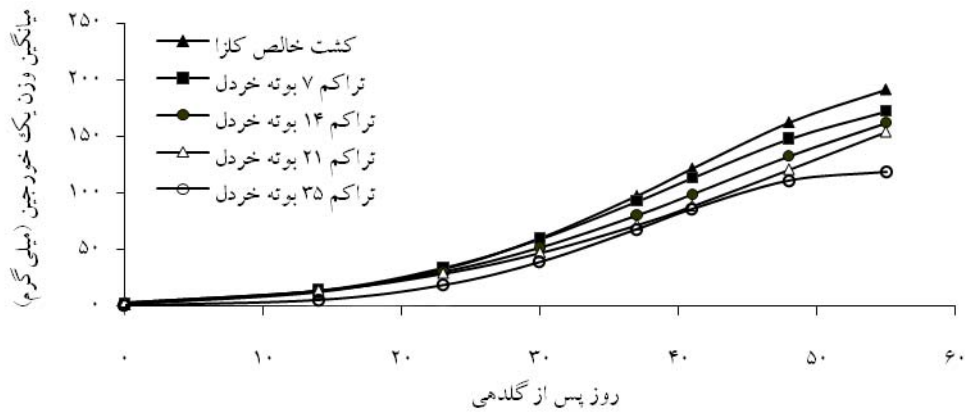


شکل ۱۲- تغییرات سرعت رشد نسبی کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

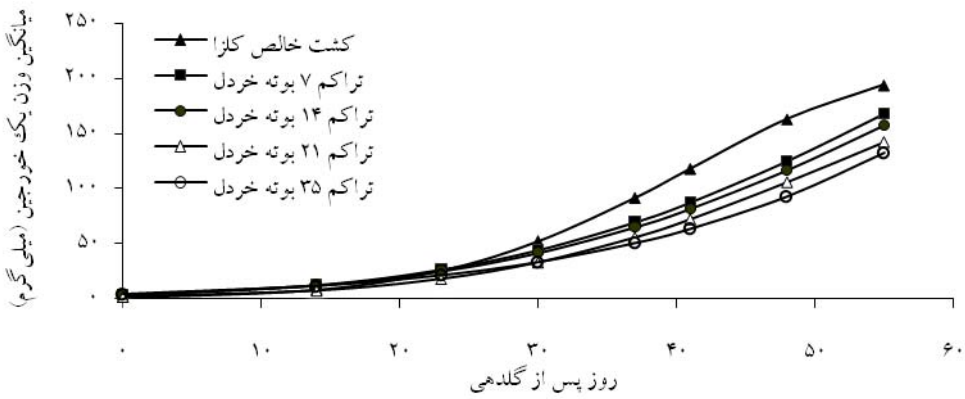
انتقالی به خورجین شد، بهمین دلیل اختلاف عملکرد بین تیمارهای مختلف به وجود آمد.

افزون بر این، میانگین بیشترین وزن خورجین در شرایط کشت خالص از تراکم‌های ۶۰ و ۸۰ بوته کلزا در مترمربع به ترتیب به میزان ۱۹۱/۵ و ۱۹۴/۰ میلی‌گرم به بار آمد. در حالیکه در این شرایط کمترین میانگین ماده خشک خورجین از تراکم ۱۰۰ بوته کلزا در مترمربع به مقدار ۱۸۳/۶ میلی‌گرم حاصل گردید. بنابراین بر اثر رقابت درون‌گونه‌ای ناشی از تراکم زیاد، مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی بدون اینکه به خورجین‌ها منتقل گردد صرف رقابت درون‌گونه‌ای و مسائل ناشی از آن شد.

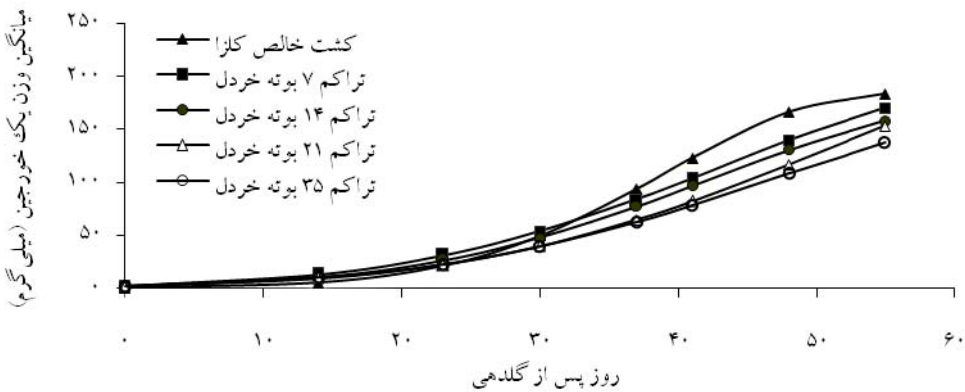
روند رشد خورجین: میزان ماده خشک خورجین در نقطه اوج منحنی، تراکم‌های کشت خالص کلزا نسبت به بقیه سطوح تراکم، ماده خشک بیشتری تولید نمود بنحویکه تراکم ۳۵ بوته در مترمربع خردل وحشی یعنی بیشترین تراکم آن دارای کمترین ماده خشک خورجین بود. همانطور که در شکل ۱۳، ۱۴ و ۱۵ ملاحظه می‌شود از حدود ۲۵ روز پس از گلدهی کلزا تراکم خردل اثر خود را با ایجاد اختلاف در روند تغییر وزن خشک خورجین نشان داد و این تفاوت تا پایان ادامه یافت. در واقع خردل با سایه‌اندازی بر گیاه کلزا در اوج تشکیل و پر شدن خورجین موجب کاهش تولید مواد فتوسنتزی



شکل ۱۳- تغییرات افزایش وزن خورجین کلزا در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۱۴- تغییرات افزایش وزن خورجین کلزا در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی



شکل ۱۵- تغییرات افزایش وزن خورجین کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

ضرایب برآورد شده مدل کوزنس (جدول ۲) حداکثر کاهش عملکرد برابر ۹۱ درصد و در نتیجه تراکم ۳۵ بوته خردل برای تراکم ۸۰ بوته کلزا بود. بررسی نتایج نشان داد خردل وحشی به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله ارتفاع بسیار بیشتر، قطر تاج پوششی بزرگتر، تولید دانه بیشتر و... یک علف هرز سمج و با توان رقابتی بسیار بالا می‌باشد و حتی با وجود ۷ بوته در مترمربع که کمترین تراکم خردل می‌باشد کاهش ۶۱ درصدی در عملکرد دانه را موجب گشته و پس از آن

آستانه خسارت اقتصادی دانه با بکارگیری مدل کوزنس^۱: با توجه به برازش مدل هذلولی کوزنس، تولید دانه کلزا نسبت به افزایش تداخل خردل وحشی، پاسخ مجانب‌داری نشان داد (شکل ۱۶). چنانکه با افزایش تراکم خردل وحشی در واحد سطح، تولید دانه کلزا کاهش یافت و در انتها به حالت ثبات رسید (۱۱). لذا با توجه به

1- Cousens, 1985; Lindquist, et al, 1996

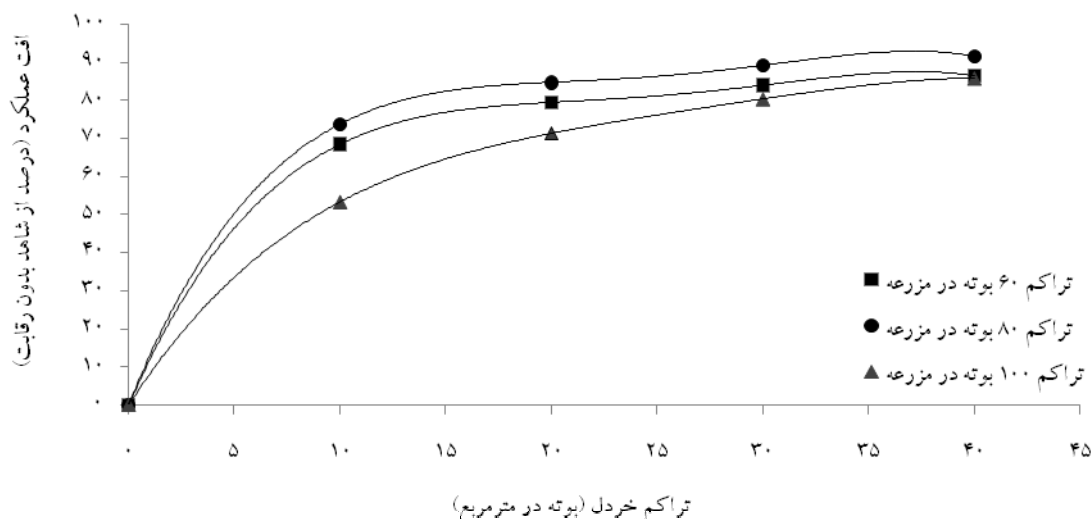
نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم خردل وحشی، از میزان رشد کلزا کاسته شد. علاوه بر این در شرایط خوزستان فتوستتز جاری کلزا از نقش بیشتری نسبت به مواد ذخیره‌ای آن برخوردار است و باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه جناب آقای دکتر محمد حسین هادیزاده و سرکار خانم الهام الهی‌فر (دانشجوی دکتری) دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد کمال سپاسگزاری را داریم.

تراکم‌های ۱۴، ۲۱ و ۳۵ بوته به ترتیب افتی معادل ۷۱، ۷۶ و ۹۱ درصد را نیز موجب شدند. بنابراین بایستی نسبت به کنترل کامل این علف هرز اهتمام ورزیده و مزرعه را از وجود آن پاک کرد، زیرا حتی حداقل تراکم آن در مزرعه باعث خسارت اقتصادی جبران‌ناپذیر به محصول می‌گردد. ماروات و نافذیگر (۱۸) در طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش تراکم علف‌های هرز توق^۱ و گاوپنبه^۲ میزان افت عملکرد سویا افزایش و پس از تراکم خاصی این آهنگ کاهش و تقریباً ثابت می‌شود. موسوی و همکاران (۸) آستانه خسارت اقتصادی گندم را برای خردل وحشی در دو سطح کودی ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بترتیب ۰/۳۸۵ و ۰/۱۸۲ تعیین نموده است.



شکل ۱۶- درصد افت عملکرد دانه کلزا بعنوان تابعی از تراکم‌های متغیر خردل وحشی در آزمایش گلدانی و مزرعه

جدول ۲- مقادیر برآورد شده ضرایب مدل هذلولی کوزنس برای افت عملکرد دانه کلزا بعنوان تابعی از تراکم علف هرز خردل وحشی در واحد سطح

تراکم بوته کلزا	ضرایب	برآورد	اشتباه معیار	حدود اطمینان ۹۵ درصد	
				حد پایینی	حد بالایی
۶۰	I	۲۴/۷۸	۱۱/۱۹	-۱۰/۸۵	۶۰/۴۱
	A	۹۴/۹۲	۱۰/۶۱	۶۱/۱۵	۱۲۸/۷
	I	۲۸/۴۳	۹/۱۰	-۰/۵۳	۵۷/۴
۸۰	A	۹۹/۵۶	۷/۳۳	۷۶/۲۲	۱۲۲/۹
	I	۱۰/۵۹	۱/۸۶	۴/۶۷	۱۶/۵۱
۱۰۰	A	۱۰۷/۹	۱۰/۰۰	۷۶/۰۲	۱۳۹/۷

1- Cocklebur (*Xanthium strumarium* L.)
2- Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* L.)

منابع

- ۱- ایزدی‌دریندی، ا.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری محلاتی و ح. مکاریان. ۱۳۸۲. بررسی مکانیسم‌های رقابتی سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و تاج‌خروس (*Ammranthus retroflexus*) با لوبیا (*Phaseolus vulgaris*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱(۳): ۱۵۵-۱۶۶.
- ۲- راستگو، م.، ع. قنبری، م. بنایان و ح. رحیمیان. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های رشد خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) و گندم پاییزه در پاسخ به میزان و زمان مصرف نیتروژن. مجله علمی کشاورزی. ۲۷(۱): ۵۱-۶۳.
- ۳- صفاهانی، ع.، ب. کامکار، ا. زند، ن. باقرانی و م. باقری. ۱۳۸۶. تاثیر شاخص‌های رشد بر توان رقابتی ارقام کلزا (*Brassica napus*) با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۵(۲): ۳۰۱-۳۱۳.
- ۴- عزیز، م.، ا. سلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی، تکنولوژی زیستی) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی.
- ۵- قبادی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش خشکی و گرمای انتهای دوره رشد بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد رقم‌های بهاره کلزا. پایان‌نامه دکترای زراعت (گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی) دانشگاه شهید چمران اهواز، مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی کشاورزی رامین.
- ۶- کوچکی، ع و ح. سرمدنیا. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ هشتم. ۴۰۰ صفحه.
- ۷- کوچکی، ع.، ح. ظریف کتابی و ع. ر. نخ‌فروش. ۱۳۸۰. رهیافتهای اکولوژیکی مدیریت علفهای هرز. (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۸- موسوی، ک. ۱۳۸۰. رقابت خردل وحشی با گندم پاییزه در سطوح مختلف تراکم گیاهی و کود نیتروژن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- 9- Alex, J. F. 1970. Competition of *Saponaria vaccaria* and *Sinapis arvensis* in wheat. *Plant Sci.* 50: 379-38.
- 10- BlackShaw, R. E., G. W. Anderson, 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
- 11- Chaniago, I., A. Taji, and R. Jassop. 2003. Weed interference in soybean (*Glycine max*). *Australian Agron Con.*
- 12- Cousens, R. 1985. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. *J. Agric Sci.* 105: 513-520.
- 13- Cousens, R., A. M. Mortimer. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge university press.
- 14- Dewit. 1960. On competition. *Versl. Land bouwkd. Onderz.* 66: 1-82.
- 15- Daugovish, O., D. C. Thill, and B. Shafii. 2002. Competition between wild oat (*Avena fatua* L.) and yellow mustard (*Sinapis alba*), canola (*Brassica napus*).
- 16- Fehr, W. R. Cavienss. 1977. Stage of soybean development. Special report 80, Cooperative Extension, Iowa State Univ. Ames Iowa. pp: 11.
- 17- Grime, J. P., and R. Hant. 1975. Relative growth-rate: its range and adaptive significance in a local flora. *J. Ecol.* 63: 393-398.
- 18- Hargood, E. , J.T. Bauman, J. L. Williams, and M. M. Schreaber. 1981. Growth analysis of soybean in competition with Jimson weed (*Datura stramonium* L.). *Weed Sci.* 29: 500-504.
- 19- Marwat, K. B., and E. D. Nafziger. 1990. Cocklebur and velvetleaf interference with soybean grown at different densities and planting patterns. *Agron. J.* 82: 531-534.
- 20- Mitich, L. W. 1997. Red root pig weeds (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Tech.* 11: 199-202.
- 21- Ngouajiao, M., M. E. Mcgiffen, and K. J. Hembree. 2001. Tolerance of tomato cultivars to velvetleaf interference. *Weed Sci.* 49: 91-98.
- 22- Wilson, B.J., K.J. Wright, P. Brain, M. Clements, and E. Stephens. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Res.* 35: 265-278.