

افتشار

اثرات فاصله ردیف و تراکم علف هرز بر شاخص‌های رشد کلزا (*Brassica napus*) در رقابت با خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)

چکیده

به منظور مطالعه اثرات فاصله ردیف کلزا و تراکم خردل وحشی بر شاخص‌های رشد مؤثر بر قدرت رقابتی کلزا در رقابت با خردل وحشی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۸۹-۸۸ انجام شد. فاکتورها شامل فاصله ردیف کلزا در ۳ سطح (۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتی‌متر) و تراکم خردل وحشی در ۴ سطح (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع) بودند. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد کلزا (شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و سرعت تجمع ماده خشک) در رقابت با خردل وحشی در تمام فواصل ردیف کاهش یافتند. همچنین توزیع سطح برگ کلزا در کانوپی، در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف‌های ۲۴ و ۳۶ سانتی‌متر در سطوح بالاتر کانوپی، بیشتر بود. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که شاخص سطح برگ به همراه توزیع عمودی سطح برگ را می‌توان از جمله شاخص‌های مؤثر در کم کردن بیوماس خردل وحشی و افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل خردل وحشی دانست.

واژه‌های کلیدی: توزیع عمودی سطح برگ، سرعت رشد گیاه، شاخص سطح برگ

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در بیش از ۱۲۰ کشور دنیا جهت استخراج روغن کشت شده (آل-باراک، ۲۰۰۶) و پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن در جهان می‌باشد (مکی و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از عوامل مهم محدود کننده کشت کلزا علف‌های هرز می‌باشد. رقابت علف‌های هرز بر کمیت و کیفیت محصول کلزا تأثیر می‌گذارد. علف‌های هرز نه تنها در مصرف آب، نور و مواد غذایی با کلزا رقابت می‌کنند بلکه اختلاط بذور علف‌های هرز هم خانواده کلزا (تیره شب بو) و به خصوص خردل وحشی باعث پایین آمدن کیفیت روغن و کنجاله آن می‌شود (باغستانی و زند، ۲۰۰۳). با این فرض که شاخص‌های رشد تحت تأثیر رقابت دچار تغییر می‌شوند و اندازه‌گیری این تغییرات می‌تواند گویای توانایی رقابت هرگونه در طول دوره رشد باشد، از این شاخص‌ها می‌توان برای پیش‌بینی میزان کاهش عملکرد ناشی از رقابت با علف‌های هرز استفاده نمود.

با مقایسه شاخص‌های رشد محصولات زراعی و علف‌های هرز می‌توان رقابت طبیعی علف‌های هرز را بهتر درک و تفسیر نمود (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۷). آنالیزهای رشد گیاه می‌توانند به عنوان راهکاری برای نشان دادن توانایی رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز به کار روند (دونان و زیمدال، ۱۹۹۱؛ عنافجه و همکاران، ۲۰۱۰). شاخص سطح برگ گیاه زراعی از ویژگی‌هایی است که بیشترین تأثیر را از رقابت می‌پذیرد و می‌توان از آن به عنوان یکی از

شاخص‌های مهم تعیین‌کننده و راهبردی رقابت بین گیاه زراعی و علف هرز استفاده نمود. صفاهانی و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی قابلیت رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر خردل وحشی نشان داد که رقابت کلزا با این علف هرز سبب کاهش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول می‌گردد. زیمدال (۲۰۰۴) گزارش نمود که یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ باشد. به گزارش گراهام و همکاران (۱۹۹۸) علف‌های هرز عمدتاً از طریق کاهش سطح برگ و کاهش دوام سطح برگ موجبات افت عملکرد گیاه زراعی را فراهم می‌آورند. بارنز و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که موقعیت برگ در لایه‌های بالاتر کانوپی، اولین عامل تعیین‌کننده مقدار نور جذب شده می‌باشد.

اسپیترز و آئرتز (۱۹۸۳) مدلی را پیشنهاد کردند که در آن کانوپی به چندین لایه تقسیم شد و جذب نور توسط هر لایه بر اساس سهم سطح برگ در آن لایه محاسبه گردید. معاونی و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند که سرعت رشد محصول در ابتدای دوره رشد گیاه اندک بوده و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، در اواخر دوره رشد گیاه به حداقل مقدار خود می‌رسد و به علت ریزش برگ و در بعضی موارد بذر، دارای رشد منفی می‌گردد. در تحقیقی گزارش شده است که رقابت خردل وحشی با کلزا به دلیل بالاتر بودن توانایی رقابتی خردل وحشی نسبت به کلزا موجب کاهش سرعت رشد گیاه گشته است (بلک شاو و همکاران، ۱۹۸۷). از مشکلات عمده مبارزه شیمیایی با خردل وحشی فقدان یک علف کش کارآمد و مؤثر و همچنین مسائل جانبی علف کش‌ها همانند هزینه‌های بسیار بالا، آلودگی‌های زیست محیطی و ایجاد بیوتیپ‌های مقاوم به علف کش‌ها را می‌توان برشمرد. با توجه به اینکه استفاده از راهکارهای شیمیایی تا کنون نتوانسته است مشکل خردل را در مزارع کلزا حل کند (ابطالی و همکاران، ۲۰۰۹). لذا به نظر می‌رسد که استفاده از روش‌های غیر شیمیایی امری اجتناب ناپذیر باشد. در بین راهکارهای غیر شیمیایی، استفاده از روش‌های زراعی از جمله پدیده رقابت در مدیریت این علف هرز مفید باشد (حاجیلری، ۲۰۰۵).

فاصله ردیف‌های کشت از جمله عوامل مؤثر بر میزان رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی بوده و با تأثیر بر عواملی همچون میزان دریافت تشعشع و مواد غذایی توسط گیاه زراعی، میزان تبخیر از سطح خاک و همچنین رشد علف‌های هرز، صفات کمی و کیفی و در نهایت عملکرد گیاه زراعی را تحت الشعاع قرار می‌دهد (فرناندو و همکاران، ۲۰۰۲). باقری (۲۰۰۲) با بررسی سه میزان بذر ۴، ۶ و ۸ کیلوگرم در هکتار و سه فاصله ردیف ۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتی‌متر بر روی دو رقم کلزا نشان داد که عملکرد دانه در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر به طور معنی‌داری بیش از دو فاصله ردیف دیگر بود. همچنین نتایج صفاهانی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر کلزا در رقابت با خردل وحشی موفق‌تر بوده است. یکی از عوامل دخیل در رقابت علف هرز و گیاه زراعی عامل تراکم می‌باشد (ابطالی و همکاران، ۲۰۰۹).

تراکم یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی می‌باشد (بلک شاو، ۱۹۹۳). با تغییر تراکم، منابع موجود بین گونه‌های رقیب تقسیم شده و منجر به بروز واکنش‌های مختلف در رشد می‌گردد (زند و همکاران، ۲۰۰۴). در این راستا، آزمایشی با هدف ارزیابی و مطالعه اثرات فاصله ردیف‌های کلزا و تراکم‌های خردل وحشی بر شاخص‌های رشد مؤثر بر قدرت رقابتی کلزا در رقابت با خردل وحشی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتورها شامل فاصله ردیف کلزا در ۳ سطح (۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتی‌متر) و تراکم خردل وحشی در ۴ سطح (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع) بودند. عملیات تهیه بستر در مهر ماه 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 فسفات آمونیوم 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 بذور کلزا در کرت‌هایی به طول ۵ متر و عرض ۳ متر به صورت دستی و با فاصله روی ردیف ۵/۵ سانتی‌متر انجام شد. بذور خردل وحشی جهت رفع خواب آن‌ها به مدت ۵ روز در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس کاشت آن‌ها پس از مخلوط کردن با ماسه بادی به طور هم‌زمان با کلزا و به صورت دست‌پاش و یکنواخت (۶ گرم بذر خالص برای هر کرت) انجام گرفت و پس از اطمینان از درصد سبز مطلوب بر اساس تراکم‌های مورد نظر تنک شدند. تنک کردن بوته‌های اضافی کلزا و خردل وحشی در مرحله سه برگگی کلزا صورت گرفت. سایر علف‌های هرز مزرعه نیز به طور مستمر وجین شدند.

نمونه برداری

نمونه برداری تخریبی در پنج نوبت و از ۴۱ روز پس از کاشت تا ۱۸۰ روز پس از کاشت با فواصل زمانی هر دو هفته یک‌بار، از ۲۵ سانتی‌متر طولی ردیف با حفظ اثر حاشیه‌ای که شامل ۵ بوته کلزا و ۲ بوته خردل بود صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج مدل (LICOR- 3100) استفاده شد. برای تعیین وزن خشک، برگ‌ها به طور جداگانه و سایر قسمت‌های گیاهی توأم در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و بعد از توزین نمونه‌های خشک از داده‌های سطح برگ و وزن خشک به دست آمده، به منظور تعیین شاخص‌های رشد به روش تابعی^۱، براساس روش رگرسیون غیر خطی بهترین معادله‌ای که روند تجمع ماده خشک بخش‌های هوایی و شاخص سطح سبز^۲ (GAI) را نسبت به زمان (روز پس از کاشت)، توضیح می‌داد در قالب معادله‌های ۱ و ۲ (هانت، ۱۹۸۲) محاسبه و برای هر تیمار برازش یافت، استفاده شد. با مشتق‌گیری معادله برازش تجمع ماده خشک کل^۳ (TDM)، سرعت رشد نسبی^۴ (RGR) به دست آمد (معادله ۳) (یوسف و همکاران، ۱۹۹۹)، سپس از حاصل ضرب سرعت رشد نسبی در تجمع ماده خشک کل، سرعت رشد محصول^۵ (CGR)، به دست آمد (معادله ۴) (دیهم‌فر، ۲۰۰۵). معادله‌های مورد استفاده به شرح زیر بودند:

^۱. Functional Approach

^۲. Green Area Index

^۳. Total Dry Matter

^۴. Relative Growth Rate

^۵. Crop Growth Rate

$$\text{TDM} = \text{Exp}(a + bt + ct^2) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$\text{GAI} = \text{Exp}(a' + b't + c't^2) \quad \text{معادله (۲)}$$

$$\text{RGR} = b + 2ct \quad \text{معادله (۳)}$$

$$\text{CGR} = \text{RGR} \times \text{TDM} \quad \text{معادله (۴)}$$

در معادلات ۱ تا ۴، a, b, c, a', b', c' ضرایب مدل رگرسیونی و t زمان بر حسب روز پس از کاشت می‌باشد. همچنین به منظور ارزیابی و تعیین نکویی برازش مدل از معیارهای زیر استفاده شد:

• R^2 (ضریب تبیین) با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$R^2 = 1 - \frac{\text{SSE}}{\text{SSG}} \quad \text{معادله (۵)}$$

که در آن SSE و SSG به ترتیب مجموع مربعات خطا و مجموع مربعات کل هستند. که در تجزیه رگرسیون بین بیوماس تجمعی و روز پس از کاشت و نیز شاخص سطح برگ و روز پس از کاشت بدست آمده‌اند. R^2 درصد تغییرات در تجمع بیوماس و همچنین شاخص سطح برگ را نشان می‌دهد که بوسیله روز پس از کاشت توجیه می‌شود. هرچه مقدار R^2 بیشتر باشد نشان دهنده این است که مدل درصد تغییرات در تجمع بیوماس و همچنین شاخص سطح برگ را بوسیله روز پس از کاشت بیشتر توجیه می‌کند.

• ضرایب رگرسیون ساده خطی (a و b) بین مقادیر پیش بینی شده و مقادیر واقعی: ضرایب a و b به ترتیب نشان دهنده مقدار انحراف خط رگرسیون از مبدا مختصات و مقدار اریب خط رگرسیون از خط ۱:۱ می‌باشند.

به منظور مطالعه وضعیت توزیع عمودی سطح برگ کلزا در زمان بسته شدن کانوپی، ابتدا بوته‌های گیاهی نمونه‌برداری و به لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری تقسیم شدند. سپس سطح برگ هر لایه به طور جداگانه اندازه‌گیری گردید و برای مطالعه وضعیت توزیع عمودی سطح برگ کلزا در رقابت با خردل وحشی مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی عملکرد نهایی با رعایت اثر حاشیه از دو ردیف میانی هر کرت به طول ۴ متر برداشت صورت گرفت و عملکرد در واحد سطح تعیین گردید. از میان سطح برداشت شده ۵ بوته کلزا به طور تصادفی برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد جدا شدند. سطح برگ تجمعی هر گونه بر اساس رابطه بین تراکم سطح برگ و ارتفاع گیاه محاسبه می‌شود. تراکم نشان دهنده LAD^2 سطح برگ یا سطح برگ پیرامون یک نقطه خاص از ارتفاع کانوپی است (مترمربع برگ بر مترمربع زمین بر ارتفاع). در مدل‌های مختلف برای محاسبه پروفیل و LAD جذب نور توسط گونه‌های مخلوط استفاده شده است (اسپیتز و آرتز، ۱۹۸۳؛ کراپف و همکاران، ۱۹۹۳). در مدل‌های مختلف توابع متفاوتی برای توزیع سطح برگ در طول کانوپی در نظر گرفته شده است. کراف و همکاران در مدل INTERCOM (کراپف و همکاران، ۱۹۹۳) توزیع سطح برگ در کانوپی را به صورت سهمی در نظر گرفتند. در تابع سهمی فرض بر این است که حداکثر سطح برگ هر گونه در ۵۰ درصد ارتفاع حاصل می‌شود. در کشت مخلوط اغلب گونه‌ها توزیع سطح

¹. Determinant Coefficient

². Leaf Area Density

برگ سهمی نیست به عنوان مثال در کشت مخلوط شبدر با گراس، شبدر در قسمت فوقانی کانوپی بخش بیشتری از، سطح برگ را دارا است (نصیری و الگرسما، ۱۹۹۶). یولاف وحشی و شلمی نیز در لایه های فوقانی کانوپی سطح برگ بیشتری نسبت به گندم دارا هستند (حسین نیا ۱۳۷۹، حسن زاده دلویی و همکاران ۱۳۸۱) و بنابراین توزیع سطح برگ به صورت سهمی نیست به این دلیل در این آزمایش به جای تابع سهمی LAD از تابع مثالی (پریرا و شاو، ۱۹۸۰؛ نصیری و الگرسما، ۱۹۹۸؛ لانتینگا و همکاران، ۱۹۹۹) به شکل زیر استفاده گردید:

$$LAD, h = Ld, m \frac{(H - h)}{(H - h_m)} \quad h_m \leq h \leq H \quad \text{معادله (۶)}$$

$$LAD, h = Ld, m \frac{h}{h_m} \quad 0 \leq h \leq h_m \quad \text{معادله (۷)}$$

در این معادلات، LAD, h تراکم سطح برگ در ارتفاع h (m^2/m^3)، Ld, m حداکثر تراکم سطح برگ (LAD_{max})، h_m ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است (سانتی متر) و H ارتفاع کل کانوپی برای محاسبه Ld, m می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$Ld, m = \frac{2 LAI}{H} \quad \text{معادله (۸)}$$

پس از محاسبه LAD بر اساس روابط بالا می توان شاخص سطح برگ تجمعی (به سمت پایین) هر گونه i را در هر ارتفاع از کانوپی به شرح زیر محاسبه کرد:

$$L_{h,i} = \left(\frac{1 - \left(\frac{h_i}{H_i} \right)}{1 - \left(\frac{h_{m,i}}{H_i} \right)} \right) L_i \quad H_{m,i} \leq h_i \leq H_i \quad \text{معادله (۹)}$$

$$L_{h,i} = \left(1 - \frac{(h_i)}{(H_i \cdot h_{m,i})} \right) L_i \quad 0 \leq h_i \leq h_{m,i} \quad \text{معادله (۱۰)}$$

در این معادلات، $L_{h,i}$ شاخص سطح برگ تجمعی گونه i در ارتفاع h ، L_i شاخص سطح برگ کل گونه i ، h_i ارتفاع مورد نظر در کانوپی، H ارتفاع کل گونه i و h_m ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است. آنالیز داده ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS، SigmaPlot و EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص های رشد

نتایج تجزیه واریانس رگرسیون نشان داد که روند تغییرات شاخص های رشد کلزا در برابر زمان پس از کاشت در بیشتر فاصله ردیف های کلزا و تراکم های خردل وحشی معنی دار (در سطح ۱ و ۵ درصد) بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون (درجه آزادی و میانگین مربعات) شاخص‌های رشد کلزا در فاصله ردیف‌های مختلف و تراکم‌های خردل وحشی

فاصله ردیف کلزا (سانتی متر)				
۳۶	۲۴	۱۲	درجه آزادی	منبع تغییر
شاخص سطح برگ (مترمربع بر مترمربع زمین)				
۶/۵۱*	۶/۸۴**	۷/۴۲*	۳	رگرسیون
۰/۱۳	۰/۰۳۹	۰/۹۸	۲	باقی مانده
			۵	کل
۴/۷۱**	۵/۴۸*	۵/۴۴**	۳	رگرسیون
۰/۰۲۷	۰/۰۱۹	۰/۰۴	۲	باقی مانده
			۵	کل
۲/۹۸**	۳/۴۹*	۳/۶۵**	۳	رگرسیون
۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۲	باقی مانده
			۵	کل
۱/۶۴*	۲/۵۸*	۳/۱۶*	۳	رگرسیون
۰/۰۷۲	۰/۰۶۳	۰/۰۴	۲	باقی مانده
			۵	کل
تجمع ماده خشک کل (گرم بر مترمربع)				
۴۱۳۵۳۱۷*	۴۷۷۳۱۱۸*	۶۳۳۰۴۶۷*	۳	رگرسیون
۱۱۰۸۰۲	۱۲۶۳۵۰	۱۶۱۰۳۶	۲	باقی مانده
			۵	کل
۳۱۱۲۴۱۱*	۳۳۰۹۵۵۸*	۴۰۰۹۷۶**	۳	رگرسیون
۴۲۷۸۵/۸	۴۹۹۵۸/۳	۷۷۵۷/۴	۲	باقی مانده
			۵	کل
۹۰۴۴۳۰*	۱۰۰۰۱۶۳۸*	۱۶۸۵۱۹۶**	۳	رگرسیون
۳۱۴۷۳/۷	۵۰۱۵۲/۶	۱۴۰۸۵/۹	۲	باقی مانده
			۵	کل
۲۸۴۱۳۸ ^{ns}	۳۲۹۰۵۳ ^{ns}	۸۲۱۶۶۴*	۳	رگرسیون
۳۲۳۲۷/۲	۳۲۷۹۵۰	۱۳۱۱۶	۲	باقی مانده
			۵	کل

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی دار

جدول ۲- مقادیر پارامتر تخمین زده معادله درجه دوم، برای شاخص سطح برگ کلزا به عنوان تابعی از روز پس از کاشت در سطوح مختلف بوته خردل وحشی

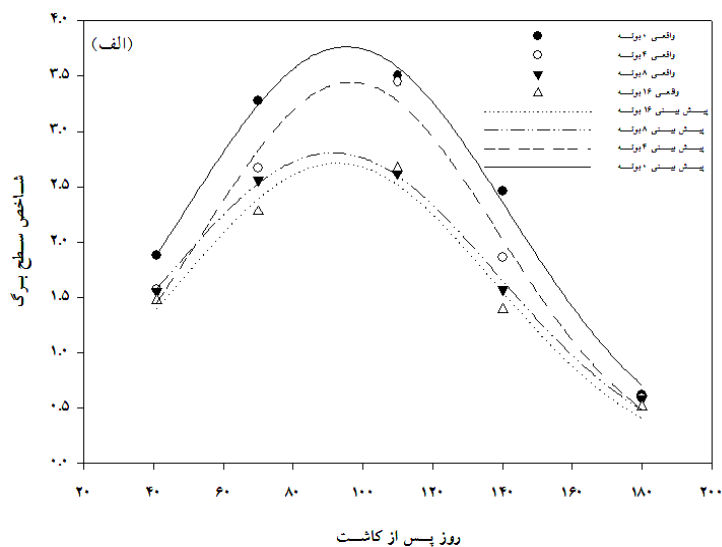
فاصله ردیف (سانتی متر)	تراکم (بوته در مترمربع)	R ²	SEE ^۱	b ± SE	a ± SE
۱۲	۰	۰/۹۹	۰/۱۰۹	۰/۰۳۸ ± ۰/۰۰۴	-۷/۹۹ ± ۰/۰۳۶۱
	۴	۰/۹۸	۰/۲۳۴	۰/۰۴۵ ± ۰/۰۳۹	-۷/۹۸۱ ± ۰/۰۵۳۴
	۸	۰/۹۹	۰/۱۰۰۴	۰/۰۴۱ ± ۰/۰۰۲۷	-۷/۹۸ ± ۰/۰۷۷۱
	۱۶	۰/۹۷	۰/۰۱۹۸	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۵۳	-۷/۹۷۱ ± ۰/۰۴۶۳
۲۴	۰	۰/۹۹	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱ ± ۰/۰۰۳۲	-۷/۷۸۵ ± ۰/۰۲۳۴
	۴	۰/۹۸	۰/۱۷۵	۰/۰۴ ± ۰/۰۰۲۷	-۷/۷۸۲ ± ۰/۰۳۰۹
	۸	۰/۹۹	۰/۱۲۷	۰/۰۴۱ ± ۰/۰۰۲۹	-۷/۷۵ ± ۰/۰۶۷۶
	۱۶	۰/۹۳	۰/۰۲۸	۰/۰۴۲ ± ۰/۰۰۷۲	-۷/۷۶ ± ۰/۰۱۸۱
۳۶	۰	۰/۹۹	۰/۱۲۸	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۰۵۹	-۷/۹۷ ± ۰/۰۵۲۲
	۴	۰/۹۷	۰/۰۲۶	۰/۰۴۳ ± ۰/۰۰۳۴	-۷/۹۶۹ ± ۰/۰۳۶
	۸	۰/۹۷	۰/۰۲۰۱	۰/۰۴۰۵ ± ۰/۰۰۳۳	-۷/۹۶۴ ± ۰/۰۴۵۹
	۱۶	۰/۹۴	۰/۰۲۷۹	۰/۰۳۹ ± ۰/۰۰۹۴	-۷/۹۶ ± ۰/۰۳۷

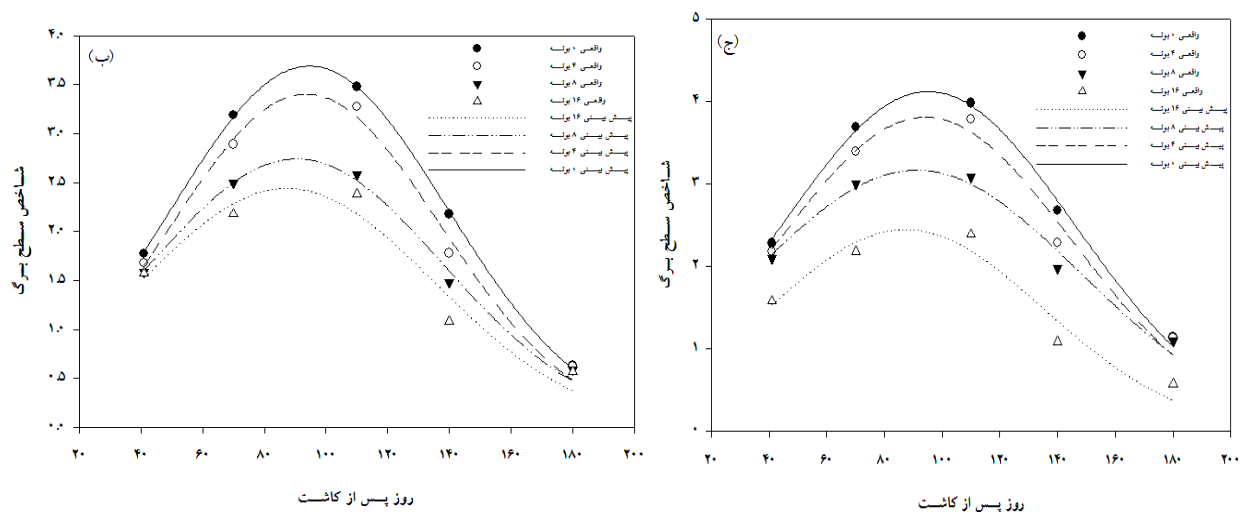
از بررسی ضرایب a و b مشخص شد که این ضرایب در مدل معنی دار نبوده اند (جدول ۲ و ۳). ضریب a معنی دار به این معنی است که عرض از مبدأ خط رگرسیون با عرض از مبدأ خط ۱:۱ مطابقت ندارد و ضریب b معنی دار بدین معنی است که شیب خط رگرسیون با شیب خط ۱:۱ مطابقت نداشته و دارای اریب می باشد. مقدار SEE و R² نیز در حد قابل قبول بودند و مدل به خوبی توانست روند تغییرات شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک کل را توصیف کند (جدول ۲ و ۳). شاخص سطح برگ کلزا با افزایش فاصله ردیف کاهش یافته است. این نتایج با نتایج گراهام و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت داشت. بلک شاو و همکاران (۱۹۸۷) در تحقیق خود بیان داشتند که رقابت خردل وحشی با کلزا به دلیل بالاتر بودن توانایی رقابتی خردل وحشی نسبت به کلزا موجب کاهش سرعت رشد محصول شده و همواره کشت خالص کلزا بالاترین مقدار سرعت رشد را نسبت به کشت مخلوط با علف هرز داشته است. شاخص سطح برگ گیاه که بیان کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه می باشد در ابتدای رشد گیاه اندک بوده و در اواسط فصل رشد به حداکثر می رسد. در اواخر فصل رشد نیز به دلیل پیری و ریزش برگ ها از میزان آن کاسته می شود.

^۱. Standard Error of Estimate

جدول ۳- مقادیر پارامتر تخمین زده معادله درجه دوم، برای تجمع ماده خشک کلزا به عنوان تابعی از روز پس از کاشت در سطوح مختلف بوته خردل وحشی

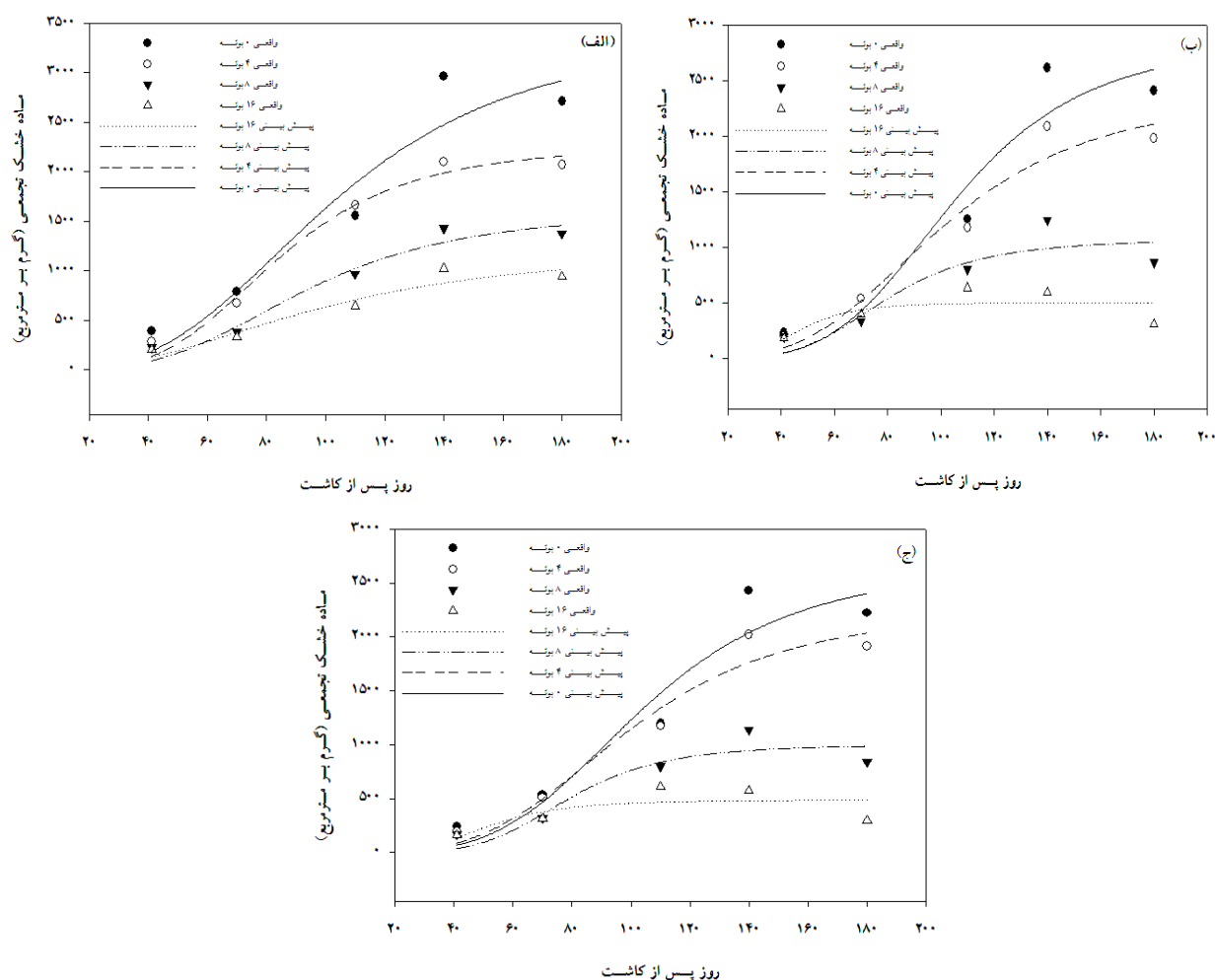
فاصله ردیف (سانتی متر)	تراکم (بوته در مترمربع)	R ²	SEE	b ± SE	a ± SE
۱۲	۰	۰/۹۱	۴۶۴	۰/۰۴ ± ۰/۰۱۸	-۱/۱۵۲۷ ± ۰/۰۳۱۲
	۴	۰/۹۸	۱۵۵	۰/۰۴۹۵ ± ۰/۰۰۶۹	-۰/۹۷۲ ± ۰/۰۴۶۸
	۸	۰/۹۵	۱۶۱	۰/۰۴۳۶ ± ۰/۰۱۲	-۰/۸۴ ± ۰/۰۳۲۱
	۱۶	۰/۹۲	۱۳۸/۷۴	۰/۰۳۶۷ ± ۰/۰۱۴۸	-۰/۸۴۸ ± ۰/۰۳۳۶
۲۴	۰	۰/۹۲	۴۱۴/۱۵	۰/۰۴۹۱ ± ۰/۰۲۳	-۱/۸۶۷ ± ۰/۰۲۱۱
	۴	۰/۹۴	۲۶۶/۰۶	۰/۰۴۳۵ ± ۰/۰۱۵	-۰/۸۷۱ ± ۰/۰۳۶۱
	۸	۰/۸۲	۲۷۷/۲۲	۰/۰۵۲۶ ± ۰/۰۴۰۱	-۲/۱۹۷ ± ۰/۰۱۷
	۱۶	۰/۵۲	۱۸۴/۵	۰/۰۷۵ ± ۰/۰۰۹	-۱/۷۶۸ ± ۰/۰۳۰۳
۳۶	۰	۰/۹۲	۳۸۶/۱۰	۰/۰۴۶۶ ± ۰/۰۲۲	-۱/۹۶۷ ± ۰/۰۱۵۷
	۴	۰/۹۵	۲۴۹/۱۱	۰/۰۴۴ ± ۰/۰۱۵	-۱/۸۶۸ ± ۰/۰۳۶۱
	۸	۰/۸۷	۱۹۹	۰/۰۵۶۴ ± ۰/۰۳۷	-۲/۱۶۴ ± ۰/۰۴۲۴
	۱۶	۰/۵۲	۱۸۶/۶	۰/۰۶۶ ± ۰/۰۰۹۲	-۱/۷۲۶ ± ۰/۰۲۸۷





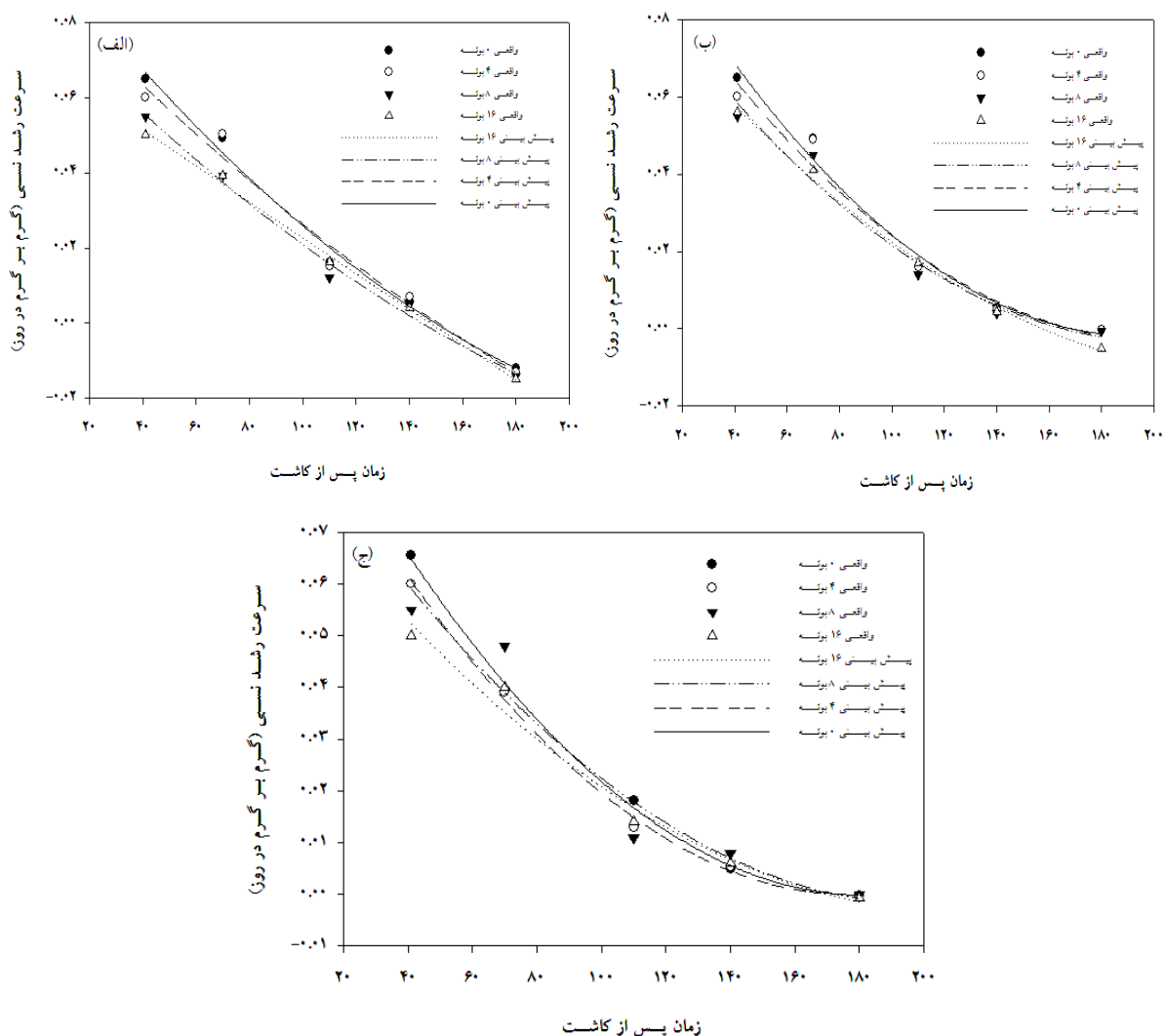
شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در سه فاصله ردیف ۱۲ (الف)، ۲۴ (ب) و ۳۶ سانتی متر (ج) و تراکم‌های مختلف خردل وحشی (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع)

تراکم‌های کشت خالص و رقابتی در تمامی سطوح کلزا تقریباً از سیر مشابهی تبعیت می‌نمایند (شکل ۱، ۲، ۳ و ۴). نتایج نشان داد که در تمام فواصل ردیف کلزا، با افزوده شدن تراکم خردل وحشی، از LAI کلزا کاسته می‌شود (شکل ۱). با مقایسه تیمارهای کلزای بدون حضور خردل وحشی، سرعت رسیدن به حداکثر LAI با کاهش فاصله ردیف کلزا افزایش می‌یابد، به طوری که در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر، کلزا سریع‌تر به حداکثر LAI رسیده است. سرعت رسیدن LAI به حداکثر خود موجب تسریع در بسته شدن کانوپی گیاه زراعی شده و همچنین باعث می‌شود تا فضای بین ردیف‌های کلزا که فضای خالی و محل هجوم علف‌های هرز می‌باشند، سریع‌تر تحت سایه‌اندازی گیاه زراعی درآمد و از تصرف این فضا توسط علف‌های هرز جلوگیری شود. از طرفی تسریع در بسته شدن کانوپی موجب برتری گیاه زراعی در مقابل علف‌های هرز در جذب نور و در نتیجه آن مهار سایر منابع از قبیل آب و مواد غذایی می‌شود.



شکل ۲- روند تغییرات تجمع ماده خشک کل کلزا در سه فاصله ردیف ۱۲ (الف)، ۲۴ (ب) و ۳۶ سانتی متر (ج) و تراکم‌های مختلف خردل وحشی (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع)

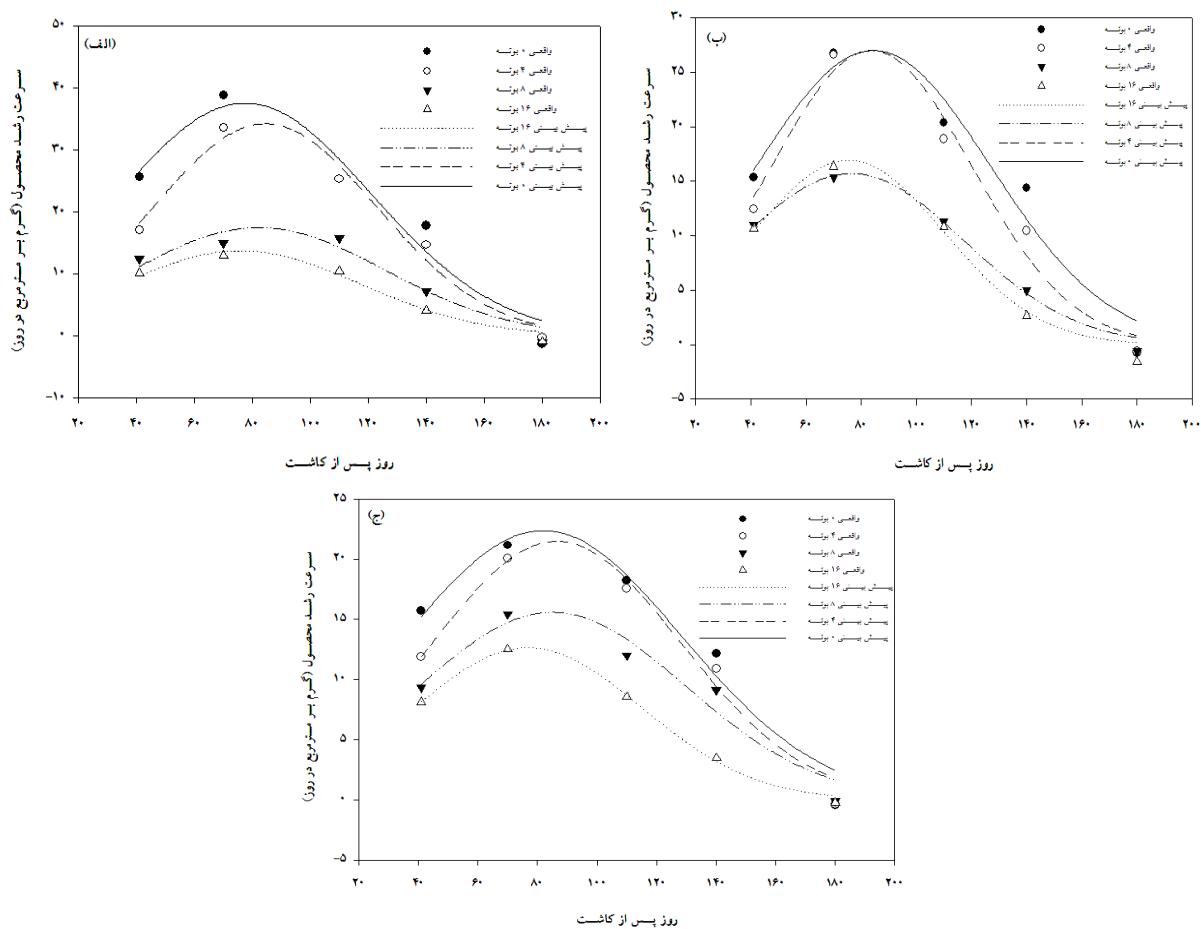
سرعت تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن سطح برگ اندک بوده، ولی با گسترش سطح برگ، سرعت آن نیز افزایش یافته و سپس به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در اواخر فصل رشد نیز به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها سرعت آن کاهش یافته و به یک حد ثابت می‌رسد و یا حتی با ریزش برگ‌های پیرتر، روند کاهشی به خود می‌گیرد. روند تغییرات تجمع ماده خشک کل تحت شرایط رقابت کاهش یافت، تراکم‌های مختلف کلزا به طرز متفاوتی به خردل وحشی واکنش نشان دادند. یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش ماده خشک در تیمار ۱۶ بوته علف هرز می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ باشد. زیرا با کاهش سطح برگ، میزان فتوسنتز نیز کاهش یافته که در نهایت منجر به کاهش تجمع ماده خشک در گیاه می‌شود (زیمدال، ۲۰۰۴).



شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد نسبی کلزا در سه فاصله ردیف ۱۲ (الف)، ۲۴ (ب) و ۳۶ سانتی متر (ج) و تراکم‌های مختلف خردل وحشی (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع)

سرعت رشد نسبی که همان تغییرات نسبی وزن خشک گیاه در طول زمان می‌باشد در ابتدای دوره رشد گیاه روند افزایشی داشته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود کاهش می‌یابد. میزان سرعت رشد نسبی کلزا با افزایش تراکم علف هرز و افزایش فاصله ردیف کاهش یافت (شکل ۳). سرعت رشد نسبی یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر رقابت بین دو گونه گیاهی می‌باشد، به طوری که گونه‌ای که RGR بالایی داشته باشد در تسخیر منابع موفق‌تر عمل کرده و در رقابت پیروز خواهد شد. از آنجایی که معمولاً علف‌های هرز در مقایسه با گیاهان زراعی از RGR بیشتری برخوردارند، سرعت رشد و گسترش اندام‌های هوایی آن‌ها نیز نسبتاً بیشتر بوده، سطح جذب نور بیشتری داشته و در

نتیجه بدلیل جذب نور بیشتر، در مهار سایر منابع در رقابت موفق‌تر عمل می‌کنند و احتمالاً به همین دلیل است که با افزایش تراکم خردل وحشی، میزان سرعت رشد نسبی کلزا کاهش می‌یابد.



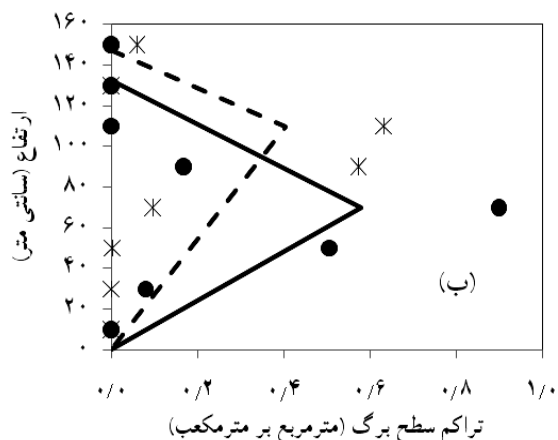
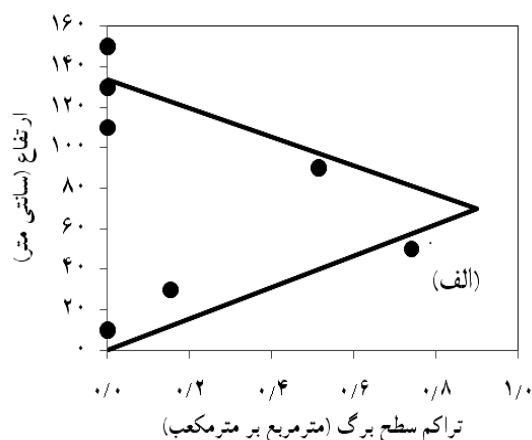
شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول کلزا در سه فاصله ردیف ۱۲ (الف)، ۲۴ (ب) و ۳۶ سانتی متر (ج) و تراکم‌های مختلف خردل وحشی (۰، ۴، ۸ و ۱۶ بوته در مترمربع)

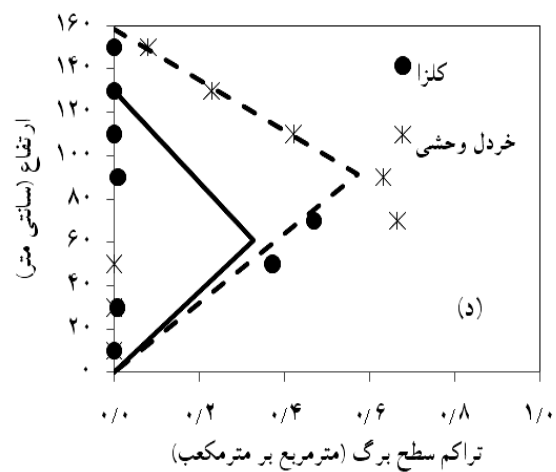
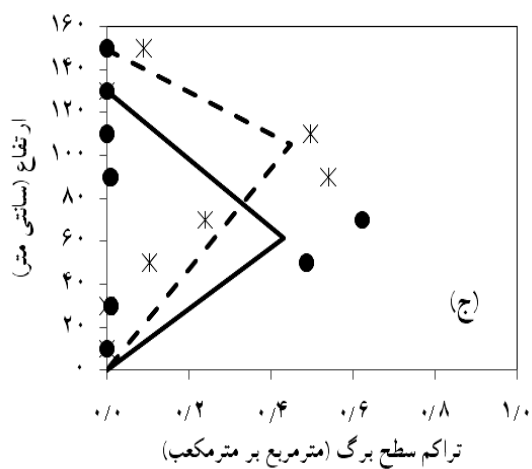
سرعت رشد محصول که نشان دهنده ماده خشک تولید شده در واحد سطح در واحد زمان می‌باشد در ابتدای دوره رشد گیاه اندک بوده و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود، در اواخر دوره رشد گیاه به حداقل مقدار خود می‌رسد که به علت ریزش برگ و در بعضی موارد بذر، دارای رشد منفی می‌گردد که با نتایج معاونی و همکاران (۲۰۱۰) هم خوانی دارد. بیشتر بودن سرعت رشد کلزا در فاصله ردیف ۱۲ سانتی متر بیانگر تولید وزن خشک بیشتر و در نتیجه رقابت موفق‌تر آن در رقابت با خردل وحشی می‌باشد.

توزیع عمودی سطح برگ کلزا در رقابت با خردل وحشی

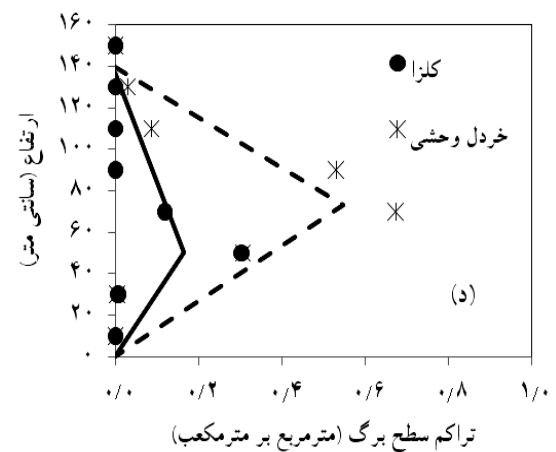
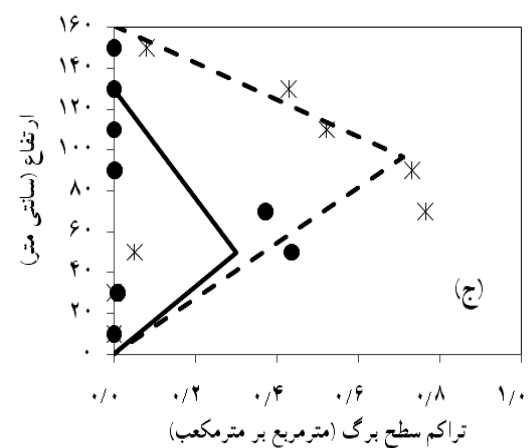
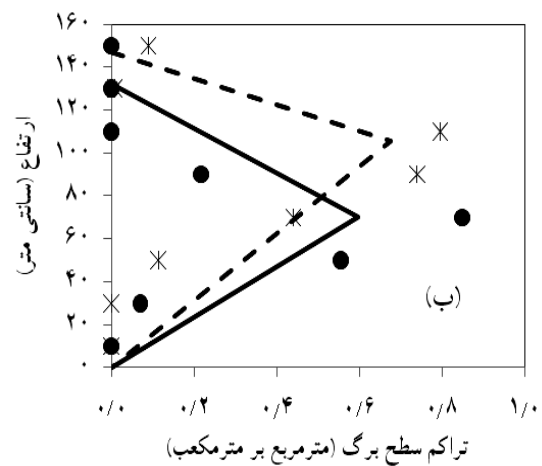
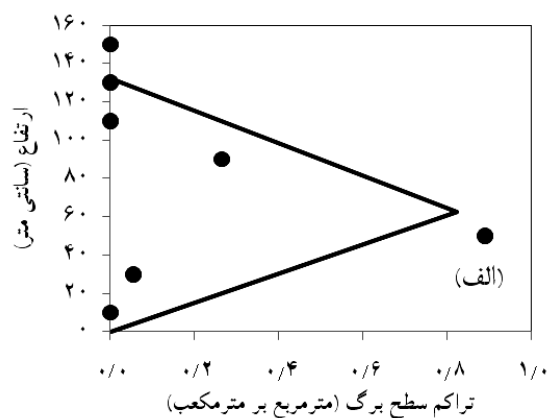
به منظور تعیین اعتبار مدل، داده های جمع آوری شده در طول آزمایش با داده های ارائه شده توسط مدل مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت، نتایج نشان داد که تابع مثلثی تراکم سطح برگ در مورد گونه های مورد بررسی مناسب بوده و در تمام موارد پیشگویی مناسبی از داده های واقعی ارائه کرده است. (شکل های ۵، ۶ و ۷).

نتایج نشان داد که با افزایش تراکم خردل وحشی در هر سه فاصله ردیف کلزا، سطح برگ هر لایه کاهش می یابد که این کاهش را می توان به تأثیر پذیری کلزا در رقابت با خردل وحشی نسبت داد. همچنین ارتفاع بوته خردل وحشی نسبت به کلزا بیشتر بوده و برگ های آن در لایه های بالای کانوپی از توزیع عمودی مؤثرتری برخوردار می باشند که این امر از جمله عوامل برتری خردل وحشی در رقابت با کلزا محسوب می گردد. همچنین در فاصله ردیف ۱۲ سانتی متر نسبت به سایر فاصله ردیف ها سطح برگ کلزا در ارتفاع بالاتر بیشتر بوده است. در نتیجه می توان گفت که در فاصله ردیف ۱۲ سانتی متر کلزا در رقابت با خردل وحشی موفق تر بوده است (شکل ۵) که این نتایج با نتایج صفاهانی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. در رقابت بین دو گونه علاوه بر میزان LAI، توزیع سطح برگ در پیکره گیاه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. خردل وحشی سطح برگ خود را در ارتفاع بالاتری نسبت به کلزا گسترده است که این امر باعث برتری خردل وحشی در برخورداری از نور مستقیم خورشید می شود (شکل ۵، ۶ و ۷). علاوه بر آن، با افزایش فاصله بین ردیف های کلزا از میزان LAI کلزا در مقایسه با خردل وحشی نیز کاسته می شود که این موضوع باعث ضعف بیشتر کلزا در رقابت با خردل وحشی گردیده، در نتیجه در فواصل ردیف بیشتر کلزا و تراکم های بالاتر خردل وحشی، میزان خسارت ناشی از حضور علف هرز بیشتر می شود.

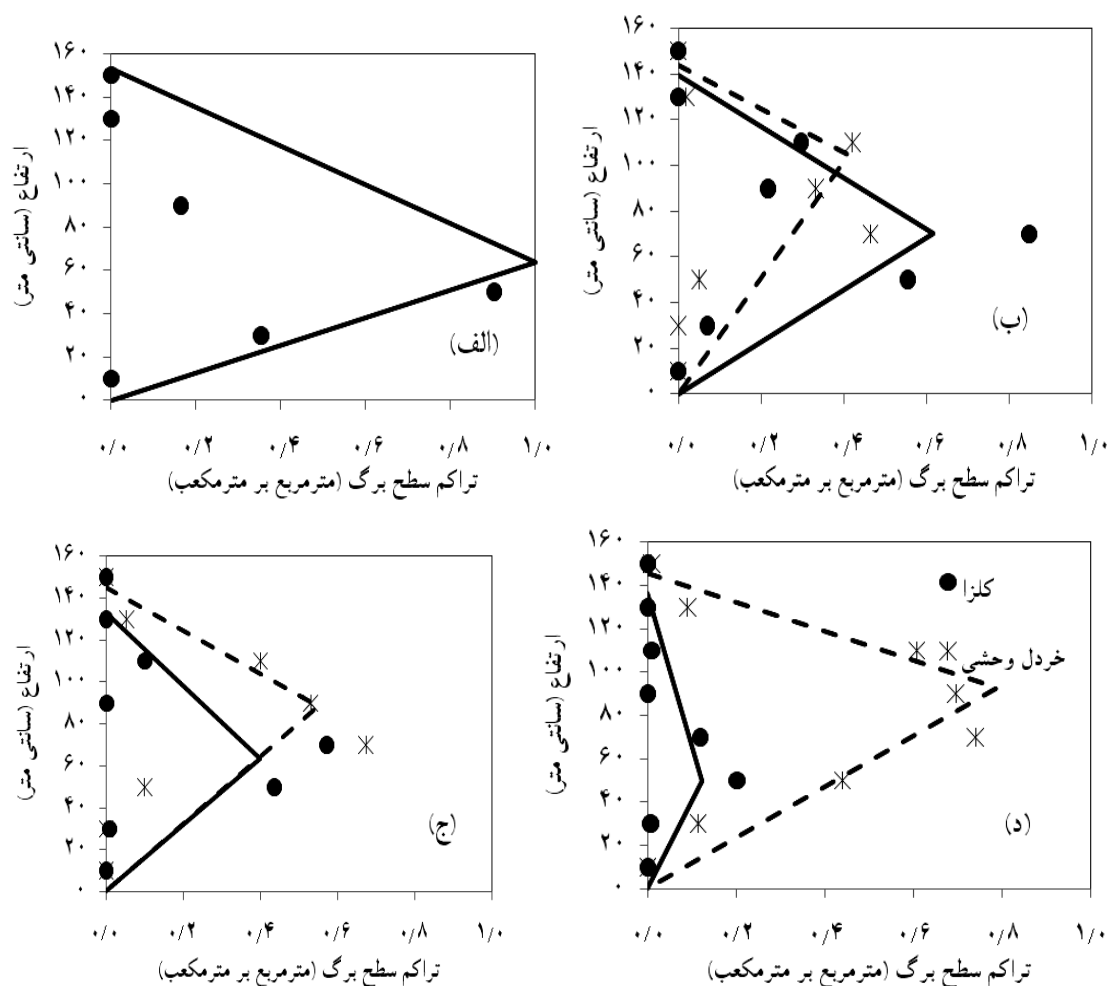




شکل ۵- توزیع عمودی سطح برگ کلزا و خردل وحشی در فاصله ردیف ۱۲ سانتی متر کلزا و تراکم‌های خردل وحشی ۰ (الف)، ۴ (ب)، ۸ (ج) و ۱۶ (د) بوته در مترمربع.



شکل ۶- توزیع عمودی سطح برگ کلزا و خردل وحشی در فاصله ردیف ۲۴ سانتی متر کلزا و تراکم های خردل وحشی ۰ (الف)، ۴ (ب)، ۸ (ج) و ۱۶ (د) بوته در مترمربع.



شکل ۷- توزیع عمودی سطح برگ کلزا و خردل وحشی در فاصله ردیف ۳۶ سانتی متر کلزا و تراکم های خردل وحشی ۰ (الف)، ۴ (ب)، ۸ (ج) و ۱۶ (د) بوته در مترمربع.

نتیجه گیری

یکی از مشکلات عمده مزارع کلزا که سبب کاهش عملکرد کمی و کیفی این محصول می گردد، وجود خردل وحشی می باشد. با توجه به معضلات جدی ناشی از راهکارهای مدیریت رایج در کنترل علف های هرز و ضرورت جایگزین نمودن راهکارهای مبتنی بر اصول اکولوژیک، به نظر می رسد که مبارزه شیمیایی علف های هرز در نظام های زراعی

گزینه چندان مناسبی نمی‌باشد. در این راستا، استفاده از مدیریت زراعی به منظور کنترل علف‌های هرز مزارع کلزا به عنوان راهکار مهمی در جهت کاهش خسارت‌های زیست محیطی و دستیابی به عملکرد بالقوه کلزا ضروری به نظر می‌رسد. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های رشد کلزا در رقابت با خردل وحشی در تمام فواصل ردیف کاهش یافتند. با این حال در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر کلزا در رقابت با خردل وحشی موفق‌تر بود. همچنین نتایج نشان داد که سطح برگ کلزا در فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف‌های ۲۴ و ۳۶ سانتی‌متر، در سطوح بالاتر کانوپی، بیشتر بوده است که این اثر را با استفاده از توزیع عمودی سطح برگ می‌توان نشان داد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقایان مهندس مرتضی اشراقی و مهندس مجید عالیمقام که ما را در ارائه بهتر مطالب یاری نمودند، بسیار سپاسگزاریم.

منابع

- All-Barrak, Kh.M. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Sci. J. of King Faisal University. Al-Hassa. Saudi Arabia. 7:87-102.
- Anafjeh, Z., bakhshandeh, A., Chaab, A., Ebrahimpoor, F., and Zand, S. 2010. Evaluation of wild mustard densities on some quality parameters and quantity yield of canola (seed). J. of Crop Sci Plant. 5: 29-41. (In Persian).
- Bagheri, M. 2002. Effect of sowing date and row spacing on early cultivars of canola. The 7th Iranian Crop Sciences Congress, Aug. 24-26. 2002. Karaj, Iran. 64 P.
- Baghestani, M.A., and Zand, E. 2003. Review on biology and control of (*Sinapis arvensis* L.). Researchs institute of pests and plant diseases. 56 pp.
- Barnes, P.W., Beyschlag, W., Ryel, R., Flint, S.D., and Caldwell, M.M. 1990. Plant competition for Light analyzed with a multispecies canopy model. Influence of canopy structures in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. *Oecologia*. 85: 560-566.
- 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.
- BlackShaw, R.E., Anderson, G.W., and Dekker, J. 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.
- Deihimfar, R. 2005. Evaluation of Morphophysiological properties affecting on increasing of yield of some genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.) in competition to (*Eruca sativa* Mill.). M.Sc. thesis. Aboureihan agricultural faculty. 135 pp. (In Persian).
- Dunan, M. C., and Zimdahl, R.L. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Sci*. 39: 558-563.

- Ebtali, Y., Baghestani, M.A., and Ebtali, M. 2009. Competitive effect of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) on yield and growth Indices of canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *J. of Weed Res.* 1(2): 63-73. (In Persian).
- Fernando, H. A., Calvino, P., Cirilo, A., and Barbieri, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94:975-980.
- Graham, D. L., Steiner, J. L., and Wicse, A.F. 1988. Light absorption and competition in mix sorghum-pig weed communities. *Agron. J.* 80: 415-418.
- Hajilary, A. 2005. Canola, planting and harvesting. Agronomy department of agriculture organization, Golestan province.
- Hassan-Zadeh Delouie, M., M. Nassiri-Mahallati, G. Nour-Mohamadi., and H. Rahimian-Mashadi. 2003. Modelling light interception and distribution in mixed canopies of wild oat (*Avena ludoviciana*) and turnip weed (*Rapistrum rugosum*) in competition with wheat. *Iran. J. Crop Sci.* 5(2):134-145.
- Hunt, R. 1982. *Plant Growth Curves: the Functional Approach to Plant Growth Analysis.* Edward Arnold, London, UK.
- Kouchaki, A., Rahimian, H., Nasiri Mahallati, M., and Khiabani, H. 1997. *Ecology of Weeds.* Mashhad Jahad Daneshgahi press. 350 pp. (In Persian).
- Kropff, M.J., Van Laar. H.H., and Berge, H.F.M., (Eds).1993. *ORYZAI: A basic model for irrigated lowland rice production.* International Rice Research Insritute, Los Banos, Philippines 89 pp.
- Lantinga, E.A, Nassiri, M., and Kropff, M.J., 1999. Modelling and measuring vertical light absorption within grass-clover mixtures. *Agric. Fores. Meteorology.* 96: 71-83.
- Mekki, B., Faida, B., Sharara. A.A., and Kowthar, G.E.R. 2010. Effect of weed control treatments on yield and seed quality of some canola cultivars and associated weeds in newly reclaimed sandy soils. *American- Eurasian J. Agri. Environ. Sci.* 7(2):202-209.
- Moaveni, P., Ebrahimi, A., and Aliabadi Farahani, H., 2010. Physiological growth indices in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as affected by drought stress. *Iran. J. Cereal.Oilseed.* 1(1):11 – 16.
- Nassiri, M., and Elgersma. E.A. 1996. Vertical distribution of leaf area, dry matter and radiation in grass-clover mixtures. In: Parente, G, Frame, J, Orsi, S. (Eds). *Grassland and land use systems.* Proc.16th meeting of the European Grassland Federation. 1: 269-274.
- Nassiri, M., and Elgersma. E.A. 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures. II. Leaf characteristics, light interception and dry matter production during regrowth. *Grass. Forage. Sci.* 53:367-379.
- Pereira, A.R., and Shaw, R.H. 1980. A numerical experiment on the mean wind structure inside canopies of vegetation. *Agric. Meteorol* 22: 3030-318.
- Safahani Langrodi, A. S., Kamkar, B., Zand, E., Bagherani, N., and Bagheri, M. 2007. The effect of growth indices in competitive ability of some canola (*Brassica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Iranian J. Field Crop Res.* 5(2): 301-313. (In Persian).
- Spitters, C.J.T., and Aerts, R. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. *Aspects of Aplied Biology* 4: 467-484.

- Wall, D.A., Friesen, G.H., and Bhati, T.K. 1993. Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) competition with navy beans. Can. J. Plant Sci. 73: 1309-1313.
- Yusuf, R.I., Siemens, J.C., and Bullock, D.G. 1999. Growth analysis of soybean under no tillage and conventional tillage system. Agron. J. 91: 928-933.
- Zand, A., Rahimian Mashhadi, H., Kouchaki, A., Khalghani, J., Mousavi, K., and Ramzani, K. 2004. Ecology of Weeds (management applications). Mashhad Jahad Daneshgahi Press. 558 pp. (In Persian).
- Zimdahl, R. 2004. Weed-crop competition: A review. Int. Plant. Prot. Center. Corvallis, Oregon State University. 220 p.

The effect of row spacing and weed density on growth indices of canola (*Brassica napus*) in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis*)

Abstract

In order to evaluate the competitive ability of canola growth indices against wild mustard, field experiment was conducted in agricultural research station of Gorgan University in 2009-2010. The experiment was carried out as factorial in a Randomized Complete Block design with three replications. The experimental factors included canola row spacing at 3 levels (12, 24 and 36 cm) and wild mustard densities at 4 levels (0, 4, 8 and 16 plant per m²). Results showed that growth indices of canola (LAI, CGR, RGR and TDM) decreased in competition with wild mustard. Also, leaf area distribution around the canopy at the higher height in row spacing of 12 cm as compared to 24 and 36 cm. Results revealed, higher leaf area index and better vertical leaf area distribution of canola could be reduced wild mustard biomass, and could be more competitive ability in weed-infested conditions.

Key words: Vertical leaf area distribution, Crop growth rate, Leaf area index