نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۵۴۷-۵۳۷

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 4, Winter 2010, p. 537-547

بررسی شاخص‌های رشد و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) در رقابت با خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) تحت تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن

فاطمه سلیمانی[۱]، گودرز احمدوند[۲*] و بیژن سعادتیان[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۳/۲۲

چکیده

با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و توانایی رقابت کلزا (*Brassica napus* L.) با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به صورت کرت‌های خرد شده، در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره در چهار سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم خردل وحشی در پنج سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تاثیر تداخل خردل وحشی سبب کاهش شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد، دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد دانه کلزا شد. در حالی که صفات مذکور در اثر کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش یافتند. بیشترین مقدار شاخص‌های ذکر شده در سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم تداخل خردل وحشی حاصل شد، اما کمترین افت در حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد، دوام شاخص سطح برگ و ماده خشک کلزا در اثر رقابت خردل وحشی در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رخ داد. نتایج نشان داد که سطح کودی بهینه ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، علاوه بر بهبود عملکرد و شاخص‌های رشد، سبب افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل خردل وحشی شد.

واژه‌های کلیدی: تداخل، سرعت رشد، شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی

مقدمه

پدیده رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی فرآیند بسیار پیچیده‌ای است، زیرا عوامل بسیاری در ایجاد و پیامدهای آن دخالت دارند. آب، مواد غذایی و نور به عنوان سه عامل اصلی در ایجاد رقابت شناخته شده‌اند. کود یکی از عمده‌ترین نهاده‌های مصرفی در سیستم‌های زراعی است و نیتروژن یکی از مهمترین مواد غذایی مورد استفاده جهت حصول عملکرد بالای گیاه زراعی به شمار می‌رود. یوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) در بررسی سطوح نیتروژن خاک، دریافتند که افزایش نیتروژن، سبب بهبود عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) شد. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) نیز در بررسی مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.)، افزایش عملکرد گیاه زراعی در اثر کاربرد کود نیتروژن را گزارش کرده‌اند. سطح حاصلخیزی خاک بر رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز اثر می‌گذارد (BlackShaw et al., 2003). روش‌های زراعی برای افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی و کاهش اثرات رقابتی علف‌های هرز بر گیاهان زراعی، عمدتاً به توانایی در مصرف منابع رشد نظیر آب، عناصر غذایی و نور توسط گیاه زراعی بستگی دارد (Fernandez et al., 2002)، از طرفی کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی نیتروژنه موجب آلودگی محیط و افزایش معضلات زیست محیطی می‌گردد، بنابراین به نظر می‌رسد که شناخت واکنش علف های هرز و گیاهان زراعی به سطوح حاصلخیزی خاک جهت مدیریت بهینه در استفاده از کودها و افزایش توانایی رقابت گیاه زراعی اهمیت دارد.

کلزا (*Sinapis arvensis* L.) یکی از مهمترین دانه‌های روغنی است که در کشور ما مورد توجه خاصی قرار گرفته است و سطح زیر

۱ و ۲- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول: Email: gahmadvand@basu.ac.ir)

کشت آن به سرعت رو به افزایش است. جهت دستابی 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 (Hajilari, 2005). وجود علف‌های هرز هم خانواده کلزا و به خصوص گونه خردل وحشی سبب کاهش شدید عملکرد کمی و کیفی کلزا می‌شود. خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، به عنوان علف‌هرز ۳۰ محصول زراعی در ۵۲ کشور جهان معرفی شده است (Holm et al., 1997).

رقابت علف‌های هرز، شاخص‌های رشد گیاه زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد بنابراین تجزیه و تحلیل رشد گیاهی می‌تواند به عنوان عاملی برای نشان دادن توانایی رقابت در بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز به کار رود. شاخص سطح برگ گیاه زراعی یکی از تاثیرگذارترین شاخص‌ها بر قابلیت رقابت گیاه می‌باشد، این شاخص می‌تواند برای نشان دادن اثر رقابت علف‌هرز بر عملکرد و کیفیت گیاه زراعی استفاده شود (Van Acker et al., 1993). این شاخص عموماً با تولید بیوماس و رقابت‌پذیری مرتبط است (Ni et al., 2000). کروتسر و ویت (Crotser & Witt, 2000) نشان دادند که هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تشعشع دریافتی توسط علف‌هرز کاهش می‌یابد و در نتیجه بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز افزوده می‌شود. هافل و همکاران (Haefele et al., 2004) بیان کردند که شاخص سطح برگ بالاتر در حضور علف‌های هرز، با کاهش عملکرد همبستگی منفی دارد. زند و بکی (Zand & Beckie, 2002) در بررسی قدرت رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر یولاف وحشی، کاهش شاخص سطح برگ کلزا را در شرایط تداخل با علف‌هرز گزارش کردند. بلک شاو و همکاران (BlackShaw et al., 1987) نیز در بررسی قابلیت رقابت کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی و سلمه تره (*Chenopodium album* L.) نشان دادند که رقابت کلزا با این دو علف‌هرز، سبب کاهش سرعت رشد و شاخص سطح برگ کلزا شد. از دیگر شاخص‌های رشد که تحت تاثیر رقابت دچار تغییر می‌شوند می‌توان به سرعت رشد گیاهی و تجمع ماده خشک اشاره کرد. وان آکر و همکاران (Van Acker et al., 1993) در بررسی رقابت سویا (*Glycine max* L.) با مخلوط طبیعی علف‌های هرز، کاهش ماده خشک و سرعت رشد محصول را گزارش کردند. بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند که اثر تداخل علف‌هرز بر تجمع ماده خشک ذرت، با کاهش شاخص سطح برگ آن، همراه است. عملکرد دانه یکی از صفات مهم زراعی می‌باشد که تحت تاثیر رقابت علف‌های هرز قرار می‌گیرد. تحقیقات بسیاری کاهش عملکرد ناشی از رقابت خردل وحشی را گزارش کرده‌اند. گزارش وان آکر و اوری (Van Acker & Oree, 1999) نشان داد که افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی تا ۲۰۰ بوته در مترمربع، سبب کاهش میزان عملکرد کلزا به میزان حدود ۷۵ درصد شد.

مک مولان و همکاران (Mac Mullan et al., 1994) نیز طی یک بررسی دریافتند که حضور ۱۰ بوته خردل وحشی در متر مربع در مزارع کلزا علاوه بر کاهش ۲۰ درصدی عملکرد، سبب آلودگی ۵ درصدی محصول با بذر خردل وحشی شد که ازدیاد درصد اسید اروسیک و مقدار گلیکوزینولات در روغن استحصال شده را به دنبال داشت.

با توجه به اینکه شاخص‌های رشد تحت تاثیر رقابت قرار می‌گیرند، اندازه‌گیری تغییرات این شاخص‌ها تحت تاثیر علف‌های هرز در دوره رشد می‌تواند برای پیش‌بینی کاهش عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تاثیر تداخل تراکم‌های مختلف علف‌هرز خردل وحشی در سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و عملکرد اقتصادی کلزا، انجام شد.

مواد و روش‌ها

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

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در چهار سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم خردل وحشی در پنج سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی، بود.

تهیه بستر، شامل عملیات شخم و دیسک‌زنی در شهریورماه قبل از اجرای آزمایش انجام شد. کاشت بذر ضدعفونی شده کلزای رقم اوکاپی (رقمی پائیزه و مقاوم به سرما) با دست و به صورت خشکه‌کاری با فاصله ۵ سانتی‌متردر روی ردیف (تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) و در عمق ۲ سانتی‌متری در ۱۶ شهریورماه انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل نه ردیف کشت به طول ۵ متر با فواصل ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی و اصلی به ترتیب ۰/۶ و ۲ متر در نظر گرفته شد. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، قبل از کاشت بذر به کار رفته و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود اوره به سه

قسمت مساوی تقسیم و در سه مرحله، به صورت پایه قبل از کاشت، به صورت سرک در ابتدای رشد طولی ساقه و در اوایل گلدهی، به کار رفت.

جهت شکستن خواب بذرهای خردل وحشی (تهیه شده از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کرج)، قبل از کاشت به مدت ۵ روز در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Bagherani & Ghadiri, 1995). همزمان با کاشت کلزا، بذور خردل وحشی مخلوط شده با ماسه به صورت دستی در بین ردیف‌های کشت کلزا با توجه به تراکم‌های مورد نظر جاگذاری شد. پس از اطمینان از درصد سبزشدن و استقرار گیاهچه‌های خردل وحشی، در مرحله سه برگی عملیات تنک سبک صورت گرفت. تنک نهایی بوته‌های خردل وحشی پس از سپری شدن سرمای زمستانه در ۲۰ اسفندماه انجام شد. با توجه به نیاز کلزا، آبیاری به صورت بارانی در فواصل زمانی معین صورت گرفت. در طی فصل رشد، برای مبارزه با آفت شته سبز از سم دسیس (دلتامیترین) به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. در طول فصل رشد به استثناء علف‌هرز خردل وحشی، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین شد. نمونه‌برداری در طی فصل رشد در ابتدای رشد طولی ساقه، گلدهی، غلاف‌بندی، دانه بندی و رسیدگی به صورت تخریبی در هر کرت به مساحت ۰/۲۵ متر مربع به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه در فواصل زمانی معین انجام گرفت. پس از اندازه‌گیری سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل B-L-A971، برگ‌ها و ساقه‌های هر کرت آزمایشی در پاکت‌های جداگانه درآون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند. در پایان فصل رشد جهت تعیین عملکرد کلزا، برداشت از مساحتی معادل ۱ متر مربع در هر کرت به صورت تصادفی با رعایت اثر حاشیه و با دست انجام شد و عملکرد بیولوژیک و دانه آن با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص سطح برگ[1] (LAI)، سرعت رشد محصول[2] (CGR)، دوام شاخص سطح برگ[3] (LAID) و دوام ماده خشک[4] (BMD) معادله‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت (Koocheki & Sarmadnia, 2006).

معادله (۱) $LAI=([LA_1/G_A]+[LA_2/G_A])/2$

معادله (۲) $CGR=(W_2-W_1)/((t_2-t_1)\times G_A)$

معادله (۳) $LAID=\sum(LAI1+LAI2)/2\times(t2-t1)$

معادله (۴) $BMD=\sum(W1+W2)/2\times(t2-t1)$

در این معادلات، W_1 و W_2: به ترتیب وزن خشک کل در نمونه‌برداری اول و دوم، LA_1 و LA_2: به ترتیب سطح برگ نمونه‌برداری اول و دوم، t_1 و t_2: به ترتیب زمان نمونه‌برداری اول و دوم و G_A: سطح نمونه‌برداری شده بر حسب مترمربع است.

داده‌های دوام سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد دانه کلزا در تیمارهای تداخل علف‌هرز به مدل هذلولی سه پارامتره Cousens, (1985) برازش داده شدند.

معادله (۵)
$$Y = Y_{WF} \times \left[1 - \frac{I.D}{100\left(1 + \frac{I.D}{A}\right)}\right]$$

در این فرمول Y: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک کلزا، D: تراکم علف‌هرز خردل وحشی (بوته در مترمربع)، Y_{WF}: عملکرد دانه کلزا در شرایط عاری از علف‌هرز (گرم در مترمربع)، دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک در شرایط عدم تداخل، I: درصد کاهش به ازای ورود اولین بوته خردل وحشی هنگامی که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه PROC NLIN انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ کلزا در طی دوره رشد، در تمامی تیمارها روند مشابهی داشت (شکل۱). با فرا رسیدن دوره رشد سریع گیاه زراعی همراه با مرحله ساقه رفتن گیاه (اولین مرحله نمونه‌برداری) و افزایش تعداد برگ، شاخص سطح برگ روندی افزایشی نشان داد و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید، پس از آن به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی، زرد شدن و پیری برگ‌های پایینی و فرآیند انتقال مجدد مواد به سمت اندام‌های زایشی، شاخص سطح برگ کاهش یافت. در ابتدای دوره رشد به علت رقابت کمتر بین کلزا و خردل وحشی، شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف خردل وحشی تفاوت چندانی نداشت، ولی در مراحل بعدی نمونه‌برداری خصوصاً در مرحله گلدهی باتوجه به بیشتر شدن رقابت خردل وحشی و کلزا بر سر منابع، تفاوت بین تیمارهای تداخلی در کلیه سطوح نیتروژن مشهودتر شد. همچنین در آخرین مرحله نمونه‌برداری (رسیدگی کلزا) به دلیل پیر شدن و ریزش برگ‌ها در اواخر دوره رشد نمودارهای شاخص سطح برگ تقریبا بر یکدیگر منطبق شدند (شکل ۱).

بیشترین شاخص سطح برگ در سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در

1- Leaf Area Index
2- Crop Growth Rate
3- Leaf Area Index Duration
4- Biomass Duration

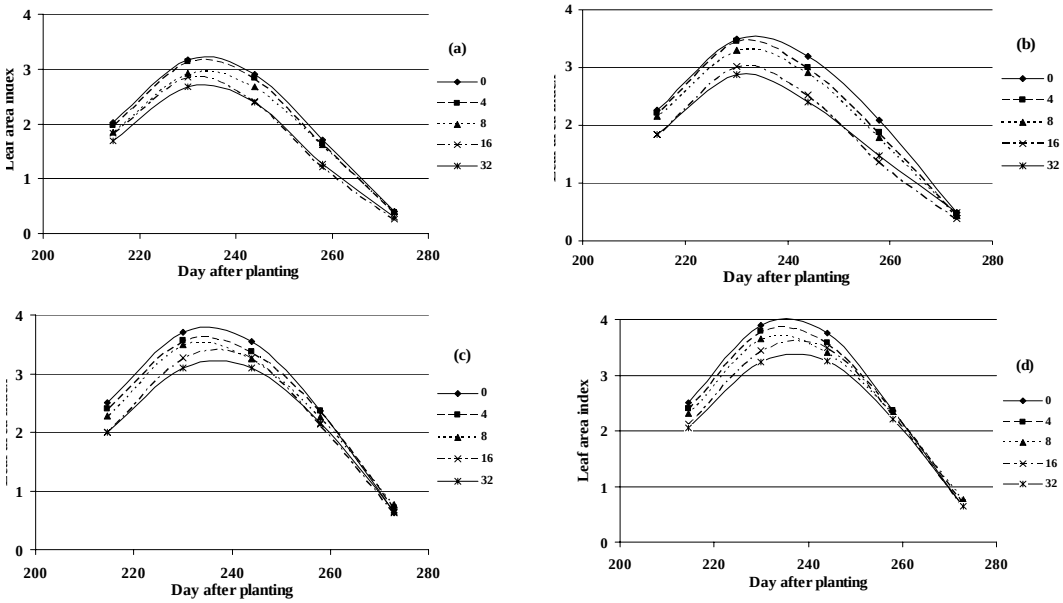
هکتار و عدم تداخل خردل وحشی، به میزان ۳/۹ بدست آمد (شکل ۱، د). در شرایط عدم تداخل افزایش مصرف کود نیتروژن، سبب افزایش سطح برگ کلزا شد، به طوری که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سطح ۱۰۰ کیلوگرم، به ترتیب ۱۰/۵، ۱۶/۸ و ۲۳/۱ درصد افزایش یافت. کچکارت و سوانتون (Cathcart & Swanton, 2004) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که سطح برگ ذرت در شرایط عاری از علف‌هرز با کاربرد مقادیر بیشتر کود نیتروژن افزایش یافت.

در تیمارهای تداخل خردل وحشی با کاربرد بیشتر کود نیتروژن نیز شاخص سطح برگ کلزا افزایش یافت (شکل۱). بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب در تراکم‌های صفر و ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع حاصل شد که با نتایج بررسی‌های بلک شاو و همکاران (BlackShaw et al., 1987) مطابقت داشت. گراهام و همکاران (Graham et al.,1988) نیز کاهش سطح برگ گیاه زراعی را در شرایط تداخل با علف‌هرز گزارش کردند.

روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا نشان داد که علف‌هرز خردل وحشی تاثیر زیادی بر کاهش سطح برگ گیاه زراعی در طول دوره رشد داشت. به طوری که در تراکم ۳۲ بوته در متر مربع خردل وحشی نسبت به شاهد، صرفنظر از سطح کود نیتروژن، میزان شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی و غلاف‌بندی به ترتیب ۱۶/۶ و ۱۶/۸ درصد کاهش یافت. کاهش سطح برگ کلزا در اثر رقابت با علف‌هرز توسط زند و بکی (Zand & Beckie, 2002)، صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2008) نیز گزارش شده است.

افزایش مصرف نیتروژن سبب افت بیشتر شاخص سطح برگ کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی شد به طوری که در سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی نسبت به شاهد ۱۷/۱ درصد کاهش یافت (شکل۱، د)، اما سطح ۲۰۰ در مقایسه با سطوح ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، در بالاترین تراکم علف‌هرز کاهش کمتری (۱۶/۴ درصد) نشان داد (شکل۱،ج). به نظر می‌رسد که علیرغم افزایش شاخص سطح برگ کلزا در سطوح بالاتر کود نیتروژن، کاربرد بیشتر کود نیتروژن در تراکم‌های بالاتر خردل وحشی سبب افزایش توان رقابتی خردل وحشی و اثرات منفی آن بر این شاخص شد، با این وجود، کلزا در تیمار کودی ۲۰۰ نسبت به ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، از توان رقابتی بالاتری برخوردار بود.

به طور کلی با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، روند نزولی شاخص سطح برگ بین مراحل گلدهی و غلاف‌بندی در تیمارهای تداخل با علف‌هرز کمتر شد که احتمالاً به دلیل اثرات مثبت افزایش نیتروژن قابل دسترس و به تبع آن دوام بیشتر سطح برگ کلزا بین دو مرحله یاد شده بود. ازطرفی در کلیه تراکم‌های خردل وحشی روند نزولی شاخص سطح برگ بین مراحل گلدهی و غلاف‌بندی در سطح ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت چندانی نداشت (شکل۱). باتوجه به ضرورت مصرف بهینه نهاده‌های کودی و نتایج حاصل، شاید مصرف بیش از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ضروری به نظر نرسد.



شکل ۱– روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا درتداخل با تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح ۱۰۰ (الف)، ۱۵۰ (ب)، ۲۰۰ (ج) و ۲۵۰ (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

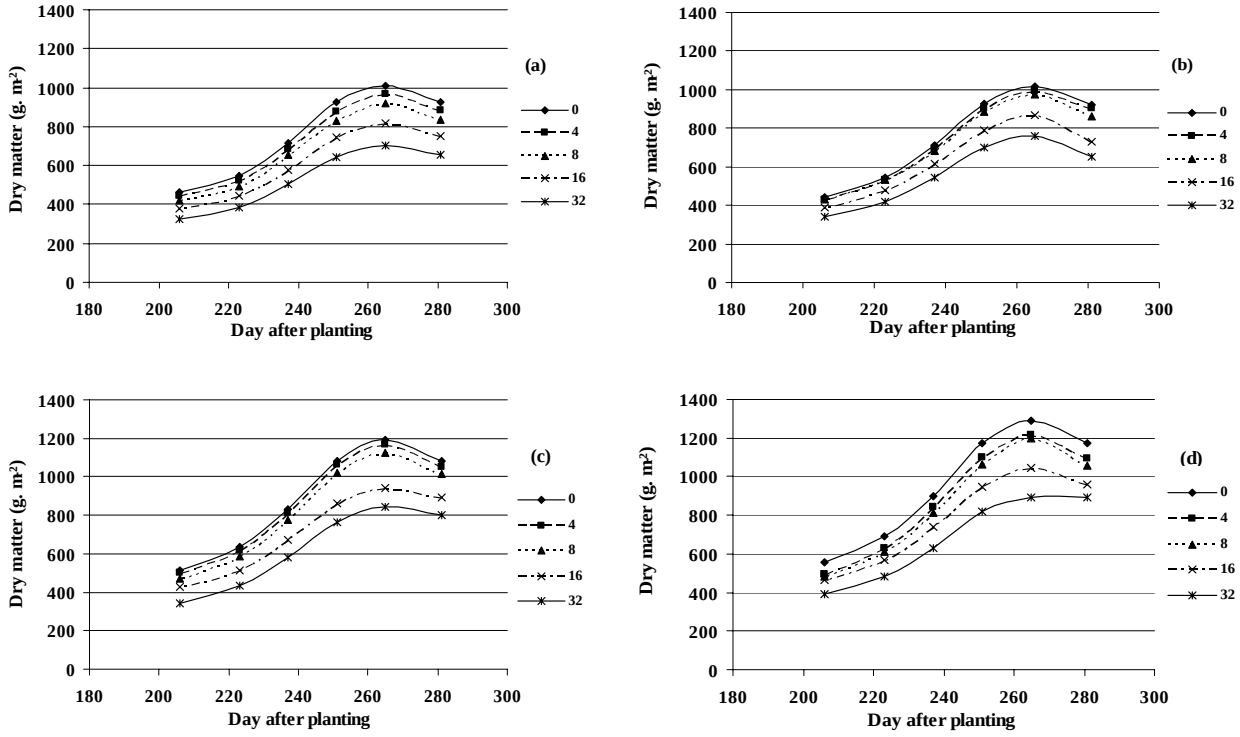
Fig. 1-The trend of canola leaf area index due to interference with different densities of wild mustard using 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha^{-1}

تجمع ماده خشک: بررسی تجمع ماده خشک کلزا در مراحل مختلف نشان داد که طی دوره رشد، ماده خشک تجمع یافته افزایش پیدا کرد و مقدار آن در اوایل دانه‌بندی به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن تجمع ماده خشک کاهش یافت (شکل ۲). در کلیه تیمارهای تداخل و سطوح کود نیتروژن، شیب افزایش تجمع ماده خشک تا شروع مرحله گلدهی روند کندی داشت اما با شروع فاز زایشی تا مرحله دانه‌بندی، شیب آن بیشتر شد. بیشترین شیب تجمع ماده خشک بین ۲۲۳ تا ۲۵۱ روز بعد از کاشت که مصادف با ابتدای گلدهی تا غلاف‌بندی بود، حاصل شد. شیب افزایش تجمع ماده خشک صرفنظر از تراکم خردل وحشی، بین این دو مرحله با کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش پیدا کرد.

به طورکلی افزایش میزان مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تجمع ماده خشک کلزا در سراسر دوره شد (شکل۲). نتایج مشابهی توسط کچکارت و سوانتون (Cathcart & Swanton, 2004) گزارش شده است. حداکثر ماده خشک کلزا در سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شرایط عاری از علف‌هرز حاصل شد که نسبت به شاهد (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) ۲۷/۷ درصد افزایش داشت. مصرف بالاتر کود نیتروژن سبب تشدید اثرات رقابتی علف‌هرز شد، به طوری که در مرحله دانه‌بندی، بیشترین افت تجمع ماده خشک کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی، در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، با ۳۰/۹ درصد مشاهده شد (شکل۲، د). همان طور که در شکل۲ مشاهده می‌شود تجمع ماده خشک کلزا تحت شرایط رقابت کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط وان آکر و همکاران (Van Acker et al., 1993) و بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) گزارش شده است. همچنین تراوری و همکاران (Traore et al., 2003) نیز بیان کردند که تجمع ماده خشک سورگوم دانه‌ای (*Sorghum vulgar* L.) در اثر رقابت علف‌هرز گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* L.) کاهش پیدا کرد. به طور کلی در ابتدای دوره نمونه‌برداری، به علت کوچک بودن گیاهان، رقابت بین کلزا و خردل وحشی شدید نبود. بنابراین تفاوت زیادی در تجمع ماده خشک، بین تیمارهای مختلف تراکم خردل وحشی وجود نداشت. با گذشت زمان و رشد دو گیاه و افزایش رقابت بر سر منابع موجود، رقابت بین کلزا و خردل وحشی افزایش پیدا کرد و کاهش تجمع ماده خشک در اثر رقابت مشهودتر گشت. با گذشت ۲۰۶ روز از کاشت صرفنظر از تیمار کودی، بیشترین کاهش تجمع ماده خشک در تراکم ۳۲ بوته در متر مربع خردل وحشی با ۲۹/۲ درصد کاهش نسبت به شرایط عدم تداخل حاصل شد. همچنین در مرحله دانه‌بندی نیز تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع خردل وحشی نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز به ترتیب باعث ۳/۵، ۶/۴، ۱۸/۵ و ۲۸/۹ درصد کاهش در ماده خشک تجمعی شدند. صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) نیز گزارش کردند که روند تجمع ماده خشک کلزا در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی در تمامی مراحل رشد کاهش یافت. آنان بیان داشتند که ماده خشک تولیدی گیاه برآیندی از جذب و به کارگیری عوامل موثر در رشد همچون نور، رطوبت و مواد غذایی است از این روکاهش میزان ماده خشک در شرایط رقابت با خردل وحشی را ناشی از کاهش این عوامل رشدی به کمتر از حد مورد نیاز، دانستند. بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) نیز بیان داشتند که اثرات منفی تداخل علف‌هرز بر شاخص سطح برگ گیاه زراعی سبب کاهش جذب منابع و تجمع ماده خشک گیاه می‌گردد.

سرعت رشد محصول: سرعت رشد محصول، میزان تجمع ماده خشک در طی زمان در واحد سطح زمین را نشان می‌دهد (Koocheki & Sarmadnia, 2006). الگوی سرعت رشد کلزا در تمامی تیمارها نسبتاً یکسان بود، سرعت رشد کلزا در ابتدای فصل به دلیل کوچک بودن گیاهان، به کندی افزایش یافت و سپس به علت افزایش سطح برگ، این شاخص تا مرحله اواخر گلدهی– اوایل غلاف‌بندی کلزا افزایش پیدا کرد و به حداکثر خود رسید (شکل ۳). پس از آن به علت اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه،کاهش سطح برگ (پیر شدن و ریزش برگ) این شاخص روند نزولی پیدا کرد. به علت بالاتر بودن شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد کلزا در شرایط عدم تداخل و در سطح۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به میزان ۱۹/۳ گرم بر متر مربع در روز به دست آمد (شکل۳، د) که نسبت به پایین‌ترین تیمار کودی، ۲۸/۳ درصد افزایش نشان داد. با افزایش مصرف کود نیتروژن سرعت رشد کلزا در کلیه تراکم‌های خردل وحشی افزایش یافت. شیب افزایشی سرعت رشد کلزا صرفنظر از تراکم خردل وحشی در تیمار ۲۵۰ نسبت به ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشتر بود و تفاوت چندانی با ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نشان نداد (شکل۳). یافته‌های یوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) نیز حاکی از اثرات مثبت افزایش نیتروژن بر سرعت رشد محصول است.

افت سرعت رشد کلزا در تیمارهای تداخلی، با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت. در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، حداکثر سرعت رشد محصول در بالاترین تراکم خردل وحشی، ۲۶/۹ درصد کاهش نشان داد (شکل ۳، ج). درحالی که حداکثر سرعت رشد کلزا در بالاترین سطح تداخل نسبت به کشت خالص در تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب ۳۴/۶، ۲۸/۶ و ۳۰/۵ درصد کاهش داشت. با توجه به نتایج فوق افزایش کود نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود توانایی رقابتی کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی شد به طوری که میزان افت سرعت رشد محصول در مرحله حساس غلاف‌بندی نسبت به سایر سطوح کودی کمتر بود.



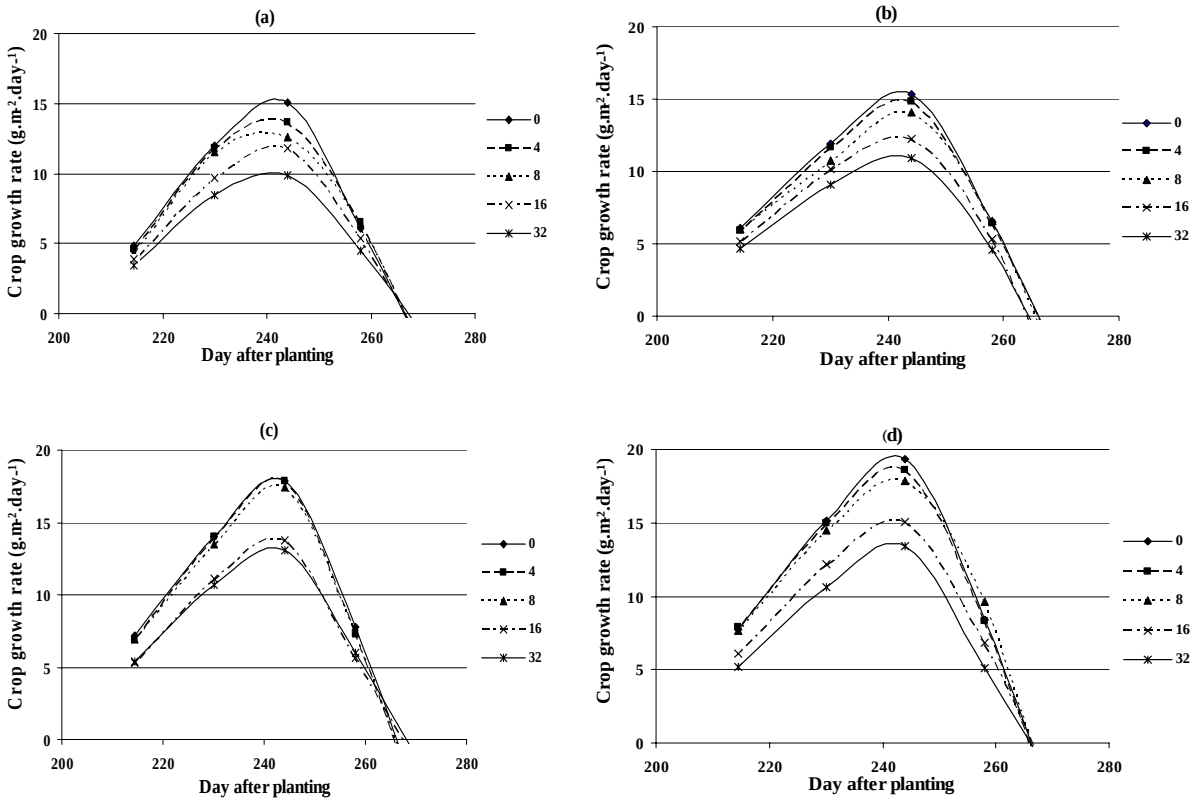
شکل ۲- روند تغییرات تجمع ماده خشک کلزا در تداخل با تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح ۱۰۰ (الف)، ۱۵۰ (ب)، ۲۰۰ (ج) و ۲۵۰ (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

Fig. 2- The trend of canola dry matter accumulation due to interference with different densities of wild mustard using 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha^{-1}

سرعت رشد کلزا درکلیه سطوح نیتروژن با افزایش تراکم خردل وحشی کاهش یافت، به طوری که حداکثر سرعت رشد کلزا در تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۳/۸، ۸/۲، ۲۱/۸ و ۳۰ درصد نقصان پیدا کرد.

محققین بسیاری کاهش سرعت رشد گیاه زراعی در اثر تداخل علف‌های هرز را گزارش کرده‌اند (Van Acker et al., 1993; Ngouajio et al., 2001; Norris et al., 2001). رقابت علف‌هرز خردل وحشی باعث کاهش شاخص سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی شده و در نهایت منجر به کاهش سرعت رشد کلزا در تداخل با خردل وحشی گردید. صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) بیان داشتند که سرعت رشد کلزا در رقابت با خردل وحشی به دلیل کاهش شاخص سطح برگ و ماده خشک تولیدی کاهش یافت. سمایی و همکاران (Samaei et al., 2004) نیز در مطالعات خود دریافتند که با افزایش تراکم تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*L.) از میزان سرعت رشد سویا کاسته شد. آن‌ها شاخص سطح برگ و وزن خشک تولیدی را مهمترین عوامل موثر بر سرعت رشد سویا دانستند.

دوام شاخص سطح برگ: بیشترین دوام شاخص سطح برگ کلزا در شرایط عدم تداخل علف‌هرز خردل وحشی و در سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل۴). به طورکلی با کاربرد بیشتر کود نیتروژن دوام شاخص سطح برگ کلزا در تداخل با خردل وحشی افزایش یافت و صرفنظر از تراکم علف‌هرز، بیشترین افزایش دوام شاخص سطح برگ با ۳۲/۶ درصد در تیمار ۲۵۰ نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. به نظر می‌رسد که با مصرف بیشترکود نیتروژن، رشد رویشی و دوام شاخص سطح برگ بیشتر شده است. اثرات مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر شاخص سطح برگ و دوام آن توسط یوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) نیز گزارش شده است. کمترین میزان دوام شاخص سطح برگ کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی و سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان ۱۲۲/۶ مشاهده شد. با افزایش تراکم خردل وحشی دوام شاخص سطح برگ کلزا در کلیه سطوح کودی کاهش یافت (شکل ۴). به گزارش گراهام و همکاران (Graham et al., 1988) علف‌های هرز باعث کاهش سطح برگ و دوام آن می‌شوند. صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) نیز در مطالعات خود مشاهده کردند که رقابت خردل وحشی سبب کاهش سطح برگ و دوام آن در کلزا شد. سمایی و همکاران (Samaei et al., 2004) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.



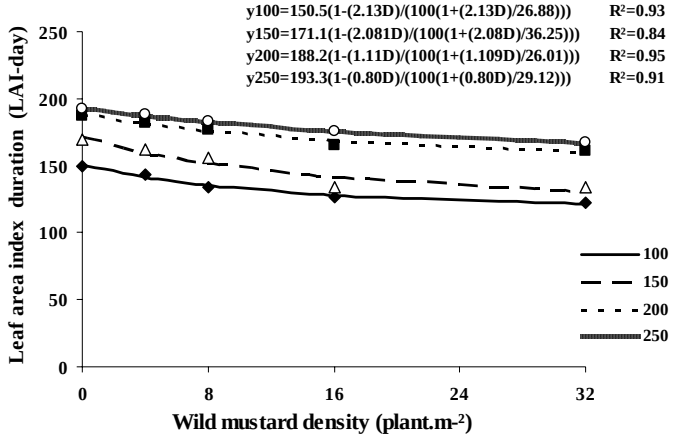
شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح ۱۰۰ (الف)، ۱۵۰ (ب)، ۲۰۰ (ج) و ۲۵۰ (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

Fig. 3- The trend of canola growth rate due to interference with different densities of wild mustard with 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha^{-1}

شیب اولیه نمودار حاصل از برازش داده‌های دوام شاخص سطح برگ کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی به مدل سه پارامتره تغییرشکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن درصد کاهش دوام شاخص سطح برگ کلزا به ازاء تک بوته خردل وحشی کمتر شد، به طوری که شیب اولیه نمودار از ۲/۱۳ درصد در تیمار ۱۰۰ به ۰/۸ درصد در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید (شکل ۴). شیب اولیه نمودار برازش داده شده، در بین تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف چندانی نداشت (شکل ۴).

بیشترین کاهش تخمینی دوام شاخص سطح برگ به ترتیب در تیمارهای ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد، درحالی که این پارامتر در سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۶ درصد، کمترین مقدار بود (شکل۴). بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار علاوه برآنکه درصد کاهش دوام شاخص سطح برگ به ازای تک بوته خردل وحشی را کاهش داده حداکثر تلفات تخمینی ناشی از تداخل با خردل وحشی در این صفت را نیز به حداقل رسانده و به عبارتی توان رقابتی کلزا را در برابر علف‌هرز خردل وحشی نسبت به سایر سطوح کودی در صفت مزبور، افزایش داده است.

دوام ماده خشک: خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز (شیب اولیه نمودار) بر دوام ماده خشک کلزا که از برازش داده‌ها به مدل سه پارامتره تغییر شکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) به دست آمد، نشان داد که مصرف بیشتر نیتروژن، سبب افزایش دوام ماده خشک کلزا شد و کمترین شیب اولیه نمودار دوام ماده خشک کلزا در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل۵)، به طوری که در تراکم چهار بوته علف‌هرز در مترمربع نسبت به شاهد و در تیمار یاد شده تنها ۱/۷ درصد کاهش وجود داشت. بیشترین میزان دوام ماده خشک کلزا مشابه دوام شاخص سطح برگ در شرایط عدم تداخل با علف‌هرز خردل وحشی و در سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد (شکل ۵).

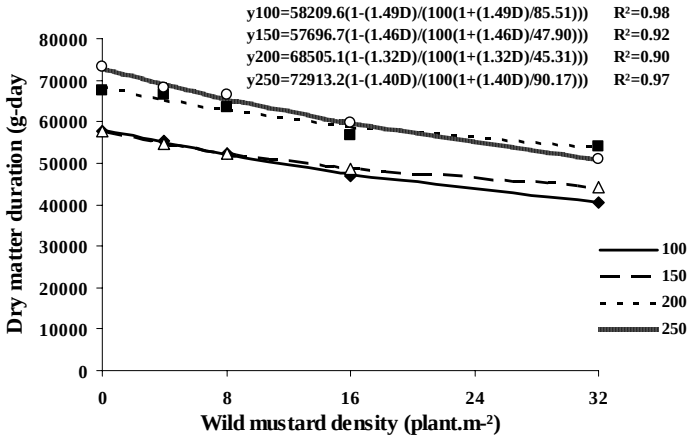


شکل ٤– روند تغییرات دوام شاخص سطح برگ کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی و سطوح مختلف کود نیتروژن

Fig. 4- The trend of canola leaf area index duration due to interference treatments with wild mustard and different levels of nitrogen fertilizer

با افزایش تراکم علف‌هرز، دوام ماده خشک کلزا در کلیه سطوح کودی کاهش نشان داد (شکل ۵). بدون در نظر گرفتن سطح کود نیتروژن، بیشترین افت دوام ماده خشک کلزا با ۲۷ درصد کاهش، در تراکم ۳۲ بوته در متر مربع خردل وحشی نسبت به تیمار عدم تداخل مشاهده شد. به طور کلی در هر سطح از تراکم خردل وحشی کاربرد بیشترکود نیتروژن سبب افزایش دوام ماده خشک کلزا گردید اما در بالاترین تراکم علف‌هرز، این شاخص در تیمار ۲۰۰، بالاتر از ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود.

حداکثر افت تخمینی دوام ماده خشک کلزا از تیمار ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن کاهش یافت، اما در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار مجدداً روند صعودی داشت (شکل ۵). از نتایج حاصل چنین بر می‌آید که مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و ماده خشک تجمعی کلزا شد. با بررسی پارامترهای برآورد شده و روند تغییرات دوام ماده خشک کلزا، به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح بهینه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، توانسته است توان رقابتی کلزا را در برابر علف‌هرز خردل وحشی افزایش دهد اما مصرف بالاتر نیتروژن سبب برتری رقابتی علف‌هرز گردیده و افت بیشتر این شاخص را در پی داشته است، که با نتایج به دست آمده از بررسی دوام شاخص سطح برگ، مطابقت دارد.



شکل ٥– روند تغییرات دوام ماده خشک کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی و سطوح مختلف کود نیتروژن

Fig. 5- Trend of canola dry matter duration due to interference treatments with wild mustard and different levels of nitrogen fertilizer

عملکرد دانه کلزا: همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود افزایش تراکم خردل وحشی در کلیه سطوح نیتروژن سبب کاهش

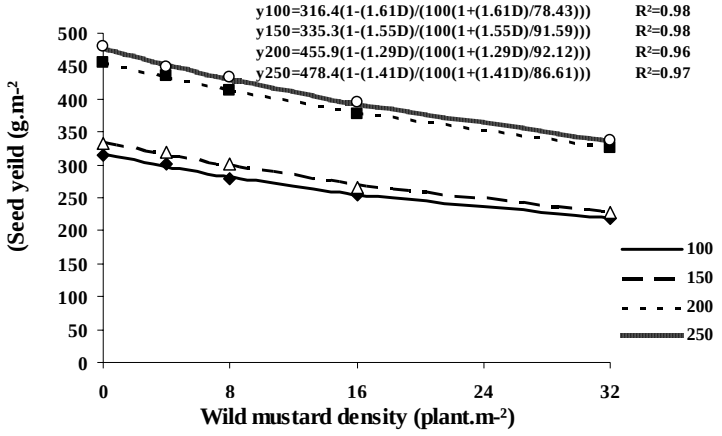
عملکرد دانه کلزا شد. در سایرتحقیقات نیز کاهش عملکرد دانه کلزا در رقابت با علف‌های هرز گزارش شده است (Mac Mullan et al. 2001; Safahani et al., 2007; Harker et al., 1994). افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه کلزا شد. یوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) بیان داشتند که افزایش نیتروژن خاک سبب گسترش سطح برگ و درنتیجه افزایش کارایی مصرف نور می‌گردد که این عوامل در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند. پارامترهای به دست آمده از مدل سه پارامتره کاهش عملکرد نشان داد که کاهش عملکرد به ازاء تک بوته خردل وحشی (شیب اولیه نمودار) با افزایش کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت و در سطح ۲۰۰ کیلوگرم با ۱/۲۹ درصد، کمترین مقدار بود (شکل ۶).

بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن در سطوح مورد بررسی در آزمایش، سبب افزایش توان رقابتی کلزا در برابر تراکم‌های پایین علف‌هرز خردل وحشی شده و توانسته میزان افت عملکرد اقتصادی کلزا را کاهش دهد. همچنین افزایش مصرف نیتروژن حداکثر افت عملکرد کلزا را افزایش داد که این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش توان رقابتی علف‌هرز با بالا رفتن تراکم آن و استفاده بیشتر از منبع نیتروژن باشد که احتمالاً سبب افزایش توانایی رقابت نوری توسط کانوپی علف‌هرز و افزایش مضاعف بهره‌برداری از منابع محیطی بخصوص آب و مواد مغذی از جمله نیتروژن در برابر گیاه زراعی شده است.

شاخص برداشت کلزا: اثر تراکم علف‌هرز و سطوح نیتروژن بر شاخص برداشت کلزا، معنی‌دار شد اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (نتایج نشان داده نشده است). افزایش مصرف نیتروژن سبب اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش زایشی کلزا شد، به طوری که عملکرد دانه آن نسبت به عملکرد بیولوژیک تا سطح کودی بهینه (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) افزایش بیشتری داشت و سبب افزایش ضریب کارایی کلزا از منابع شد و با مصرف بیش از حد بهینه نیتروژن، افزایش معنی‌داری در شاخص برداشت کلزا مشاهده نشد (شکل ۷). کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) در بررسی سطوح کودی ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج دریافتند که در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین شاخص برداشت گیاه زراعی به دست آمد. مهاجری و غدیری (Mohajeri & Ghadiri, 2003) نیز گزارش کردند که شاخص برداشت گندم با تغییر سطح نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش یافت اما با کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش این صفت معنی‌دار نبود.

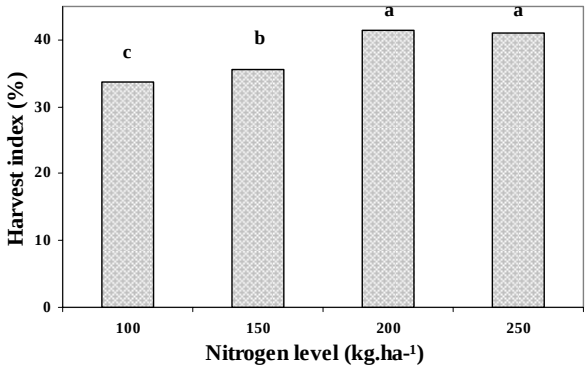
نتیجه گیری

بررسی تغییرات شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد کلزا در شرایط تداخل با خردل وحشی در سطوح کاربرد کود نیتروژن حاکی از کاهش شاخص‌های مورد بررسی با افزایش تراکم علف‌هرز بود. مدل غیرخطی سه پارامتره کوزنس (Cousens, 1985) به خوبی روند تغییرات دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد گیاه زراعی کلزا را در هر سطح از کاربرد نیتروژن نشان داد. در طی دوره رشد گیاه زراعی باتوجه به تغییرات شاخص‌های رشد و عملکرد دانه کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی و سطوح کود نیتروژن، به نظر می‌رسد که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش توان رقابتی و عملکرد کلزا و کاهش اثرات رقابت خردل وحشی بر کلزا شد.



شکل ٦- اثر تراکم خردل وحشی بر عملکرد دانه کلزا در تیمارهای مختلف کود نیتروژن

Fig. 6- Effect of wild mustard density on grain yield of canola in different treatments of nitrogen fertilizer



شکل۷- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت کلزا

Fig. 7- Effect of different levels of nitrogen fertilizer on harvest index of canola

منابع

1- Bagherani, N., and Ghadiri, H. 1995. Effect of chemical and mechanical scarification, giberelic acid and temperature on wild mustard germination (Abstract). 12th Congress of Plant Protection, Karaj, Iran. Pp 14. (In Persian)

2- Black Shaw, 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 Research 27: 31-34.

3- Blackshaw, R.E., Brandt, R.N., Janzen, H.H., Entz, T., Grant, C.A., and Derksen, D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Science 51: 532-539.

4- Bosnic, A., and Swanton, C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinocloa crus-gali*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). Weed Science 45: 276-282.

5- Cathcart, R.j., and Swanton, C.J. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed Science 52: 1039-1049.

6- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Annual Applied Biology 107: 239-252.

7- Crotser, M.P., and Witt, W.W. 2000. Effect of soybean canopy characteristics, soybean interference and weed-free period on eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) growth. Weed Science 48: 20-26.

8- Fernandez, O.N., Vignolio, O.R., and Requesens, E.C. 2002. Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. Agronomy Journal 22: 293-305.

9- Graham, D.L., Steiner, J.L., and Wicse, A.F. 1988. Light absorbtion and competition in mix sorghum-pigweed commutities. Agronomy Journal 80: 415-418.

10- Haefele, S.M., Johnson, D.E., Bodj, D.M., Wopereis, M.C.S., and Miezan, K.M. 2004. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitivness in irrigated lowland ecosystems. Field Crop Research 88: 39-56.

11- Hajilari, A., 2005. Canola: Planting and Harvesting. Agriculture Organization of Golestan, 56pp. (In Persian)

12- Harker, K.N., Clayton, G.W., ODonovan, J.T., and Blackshaw, R.E. 2001. Canola variety and seeding rate effects on weed management and yield. (Abstract), Weed Science Society American 41:25.

13- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., and Herberger, J. 1997. World Weeds, Natural Histories and Distribution. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1129 pp.

14- Kazemi Poshtmassari, H., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Nasiri, M. 2007. Study the effects of nitrogen fertilizer rates and split application on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pajouhesh v Sazandegi 75:68-77. (In Persian With English Summary)

15- Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 2006. Physiology of Crop Plants (Translated). Mashhad Jihad University Press, 400pp. (In Persian)

16- Mohajeri, F., and Ghadiri, H. 2003. Competition of different density of Wild mustard (*Brassica kaber*) with winter wheat (*Triticum aestivum*) in different amount of nitrogen fertilizer. Iranian Journal of Agricultural Science 34(3): 527-537. (In Persian With English Summary)

17- MacMullan, P.M., Daun, J.K., and DeClercq, D.R. 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of triazine-tolerance and triazine-susceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*). Canadian Journal Plant Science 74: 369-374.

18- Ngouajio, M., McGiffen Jr.M.E., and Hembree, K.J. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. Weed Science 49: 91-98.

19- 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 Science 48: 200-204.
20- Norris, R.F., Elmore, C. L., Rejmank, M., and Akey, W.C. 2001. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato:I. Crop growth and yield. Weed Science 49: 61-68.
21- Samaei, M., Zand, E., and Daneshian, J. 2004 The effects of different densities of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices of soybean (*Glycine max* L.). Iranian Journal of Field Crop Research 2(1): 13-24. (In Persian With English Summary)
22- Safahani Langrodi1, A.S., Kamkar, B., Zand, E., Bagherani, N., and Bagheri, M. 2007. The effect of growth indices in competitive ability of some canola (*Brasica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*). Iranian Journal of Field Crop Research 5(2): 301-313. (In Persian With English Summary)
23- Safahani Langrodi, A.S., Kamkar, B., Zand, E., and Baghestani, M.A. 2008. Evaluation of ability tolerance competition of canola cultivars to wild mustard (*Sinapis arvensis*) using some empirical models in Golestan province. Journal Agriculture Science Natural Resource 15(5): 101-111. (In Persian With English Summary)
24- Traore, S., Mason, S.C., Martin, A.R., Mortensen, D.A., and Spotanski, J.J. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agronomy Journal 95: 1602-1607.
25- Uhart, S.A., and Andrade, F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. Crop Science 35: 1376-1383.
26- Van Acker, R.C., Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth. Canadian Journal Plant Science 73: 1293-1304.
27- Van Acker, R.C., and Oree, R. 1999. Wild oat (*Avena fatua* L.) and wild mustard (*Brassica kaber*) wheller interference in canola (*Brassica napus*). Weed Science Society American PP. 119.
28- Zand, E., and Beckie, H.J. 2002. Competitive ability of hybrid and open pollinated canola (*Brassica napus*) with wild oat (*Avena fatua*). Canadian Journal of Plant Science 82: 473-480.