نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۶۸۳-۶۷۷

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 4, Winter 2017, P. 677-683

بررسی اثرات متقابل رقابتی کلزا (*Brassica napus*) در برابر خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) با استفاده از روش سری جایگزینی

سعید اصلانی[۱] - سعید سعیدی پور[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸

چکیده

آزمایشی گلخانه‌ای به منظور بررسی اثر رقابتی تراکم‌های مختلف خردل وحشی در مقابل کلزا در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار با استفاده از سری‌های جایگزینی که در آن خردل وحشی و کلزا به ترتیب در نسبت‌های مختلف از ۸:۰، ۶:۲، ۴:۴، ۲:۶ و ۰:۸ با مجموع ۸ بوته در هر گلدان کاشته شدند، انجام شد. نتایج نشان داد که حداکثر وزن خشک، ارتفاع، تعداد شاخه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و عملکرد در کلزا در کشت خالص آن به دست آمد. حضور ۲۵ و ۷۵ درصدی خردل وحشی در ترکیب کشت، عملکرد کلزا را به ترتیب تا ۵۰ و ۹۶ درصد کاهش داد. ارزیابی کلی از عملکرد نسبی نشان داد که هر دو گونه به روش مشابهی از منابع بهره‌برداری نموده و از این رو دارای اثرات آنتاگونیستی متقابل هستند. ضریب رقابت نسبی کلزا در برابر خردل وحشی تنها در نسبت ۲:۶ بیشتر از دیگر نسبت‌های گیاهی بود. از طرفی شاخص رقابت نشان داد که خردل از توانایی رقابتی بالاتری نسبت به کلزا برخوردار بوده و مدیریت این علف هرز در مراحل ابتدایی رشد کلزا برای حصول عملکرد مطلوب امری اجتناب ناپذیر است.

واژه‌های کلیدی: تراکم، ضریب رقابت نسبی، عملکرد نسبی، وزن خشک

مقدمه

افزایش هزینه نهاده علف‌کش‌ها در سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی و بروز مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها بهره‌گیری از توانایی رقابت محصول در جهت کاهش استفاده از علف‌کش‌ها را موجب شده است (۱۶). دو عامل در رقابت محصول زراعی با علف‌های هرز مشارکت دارند: توانایی تحمل رقابت[۳] (AWC)، یا توانایی حفظ عملکرد بالا در حضور علف‌های هرز، و توانایی فرونشانی علف هرز[۴] (WSA)، یا توانایی محصول در کاهش زیست توده و تولید بذر علف هرز (۱۳). به منظور کمی‌سازی رقابت و انواع دیگر از تداخل گیاه زراعی-علف هرز برخی از شاخص‌های رشد مانند عملکرد شامل عملکرد دانه و یا عملکرد بیولوژیک استفاده می‌شود (۳۷). هر چند که برای هر گونه استفاده از شاخص عملکرد بهترین روش اندازه‌گیری رقابت است اما چندین روش مختلف برای مطالعه روابط گونه‌های گیاهی نیز وجود دارد. در این میان می‌توان به روش‌های طرح افزایشی و طرح جایگزینی اشاره کرد (۱۴). آزمایش سری جایگزینی یک روش مطالعه رقابت گیاه زراعی با علف هرز است (۲۴) این روش مطالعه شامل کشت خالص و نیز مخلوط دو گونه در نسبت‌های مختلف است. تراکم کل گیاهان در چنین آزمایشی ثابت نگه داشته می‌شود. در روش سری جایگزینی شاخص‌هایی نظیر عملکرد نسبی[۵] (RY)، مجموع عملکردهای نسبی[۶] (RYT) و ضریب نسبی تراکم[۷] (RCC) محاسبه می‌شود. عملکرد نسبی اندازه‌گیری توانایی رقابتی نسبی دو گونه را نشان می‌دهد. مقادیر بالای عملکرد نسبی نشان دهنده درجه بالایی از رقابت نسبی یک گونه نسبت به گونه دیگر است. مقادیر حدود یک نشان می‌دهد که رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای برابر است. مقادیر بیشتر از یک نشان می‌دهد که رقابت درون گونه‌ای بیش از رقابت بین گونه‌ای است. مقادیر کمتر از یک نیز بیانگر آن است که رقابت درون گونه‌ای

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، شوشتر، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: saeeds79@gmail.com
DOI: 10.22067/jpp.v30i4.53099

3- Ability to withstand competition
4- Weed suppressive ability
5- Relative yield
6- Relative yield total
7- Relative competition coefficient

کمتر از رقابت بین گونه‌ای است (۹). مجموع عملکردهای نسبی (RYT) نشان دهنده چگونگی بهره‌گیری گونه‌ها از منابع است. مقادیر حدود یک نشان می‌دهد که دو گونه برای منابع محدود یکسان با هم رقابت می‌کنند. مقادیر بیشتر از یک نشان می‌دهد که نیاز گونه‌ها از منابع متفاوت بوده، به عبارتی از رقابت اجتناب کرده و یا دارای یک رابطه همزیستی هستند. مقادیر کمتر از یک بیان کننده تضاد متقابل است. زمانی که عملکرد نسبی کل یک جفت گونه تقریبا برابر یک باشد، عملکرد ترکیبی گونه‌ها در مخلوط از کشت خالص آنها قابل پیش‌بینی است (۹). ضریب نسبی تراکم (RCC) نیز رقابت بین دو گونه را نشان می‌دهد. مقادیر RCC بالا نشان دهنده درجه بالایی از رقابت یک گونه نسبت به گونه دیگر است (۹).

کلزا، از تیره شب بو بوده که می‌تواند یک جایگزین مناسب در سیستم‌های کشاورزی مبتنی بر غلات باشد، این گیاه به عنوان یک پهن برگ می‌تواند موجب استراحت زمین در این‌گونه سیستم‌ها گردد (۱۵) و به همین دلیل است که به طور فزاینده به یک محصول دانه روغنی محبوب در ایران تبدیل شده است. خردل وحشی علف هرز غالب در مزارع کلزای ایران بوده و عامل عمده کاهش عملکرد است. بانک بذر پایدار، عادت رشد رقابتی، و باروری بالا همه به طبیعت این علف هرز کمک کرده و آنرا به یک مشکل دائمی و پایدار تبدیل کرده است (۳۶). از آنجایی که خردل وحشی حداکثر سطح برگ خود را زودتر از بسیاری از گونه‌های زراعی تشکیل می‌دهد، از قدرت رقابتی بالاتری برای کسب نور برخوردار بوده و از این طریق خسارت جبران ناپذیری بر گونه‌های زراعی وارد می‌سازد (۱۱). تراکم خردل وحشی تا ۱۰ بوته در متر مربع می‌تواند عملکرد دانه کلزا را تا ۲۰ درصد کاهش دهد، در حالی‌که تراکم ۲۰ بوته در متر مربع خردل موجب کاهش عملکرد کلزا تا بیش از ۳۶٪ می‌شود (۳۶). علاوه بر کاهش عملکرد، خردل وحشی می‌تواند کیفیت محصول را حتی در تراکم‌های کم کاهش دهد (۲۷). دانه کلزا آلوده با دانه خردل وحشی باعث افزایش سطح اسید لینولنیک و اوریک اسید در روغن و گلوکوزینولات در وعده غذایی می‌شود (۱۹). هدف اصلی مقاله حاضر بررسی توانایی رقابتی کلزا در برابر خردل وحشی، و ارزیابی پیش‌بینی تجربی کاهش عملکرد کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار با استفاده از سری جایگزینی که در آن خردل وحشی و کلزا در نسبت‌های مختلف از ۰:۸، ۲:۶، ۴:۴، ۶:۲ و ۸:۰ با مجموع ۸ بوته در گلدان در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد، کاشته شدند. بذرهای رسیده خردل وحشی اردیبهشت سال ۹۳ از مزرعه آزمایشی ایستگاه دزفول جمع‌آوری شد. بذرهای خردل وحشی و کلزا به ترتیب در عمق ۱ و ۲ سانتی‌متر، در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۳۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر محتوی خاک لوم رسی شنی کاشته شدند. تعداد کل گلدان‌های آزمایشی با توجه به اینکه ۵ نمونه تخریبی (هر ماه یک بار و هر بار ۲۰ گلدان) در طول آزمایش صورت گرفت، ۸۰ عدد بود. تاریخ کاشت ۹۳/۸/۳۰ و تاریخ آخرین نمونه‌برداری مصادف با برداشت نهایی ۹۴/۱/۳۰ بود. نیتروژن مورد نیاز در دو مرحله روزت و ساقه رفتن به صورت سرک به گلدان‌ها افزوده شد. در طول آزمایش، دما در دامنه ۳± ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد شب/روز و رطوبت نسبی ۷۰ درصد و شدت نوری معادل ۷۵ درصد شرایط طبیعی (۹۰۰-۱۶۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع در ثانیه) نگهداری شد. برای اندازه‌گیری سایر صفات پس از تخریب گلدان‌ها و انجام شستشو، بوته‌ها از هم تفکیک شده و اندام هوایی از زیرزمینی جداسازی شد. ماده خشک کل، با قرار دادن زیست توده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون بدست آمد. سایر اندازه‌گیری‌ها شامل وزن خشک ساقه و ریشه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه همراه با نمونه‌برداری پایانی تعیین شدند. شاخص‌هایی نظیر عملکرد نسبی (RY)، مجموع عملکردهای نسبی (RYT) و ضریب نسبی تراکم (RCC) نیز محاسبه شد. عملکرد نسبی (RY) با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (۹):

$$RY = Ymix / Ymon \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن Ymix و Ymon به ترتیب، نشان‌دهنده عملکرد در کشت مخلوط و خالص هستند.

عملکرد نسبی کل (RYT) با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد:

$$RYT=\sum_{i=1}^{n} RY \quad \text{معادله ۲}$$

ضریب نسبی تراکم (RCC) که نشان دهنده رقابت بین دو گونه است. با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد (۹):

$$RCC=\frac{YAmix}{YBmix}\Big/\frac{YAmon}{YBmon} \quad \text{معادله ۳}$$

که در آن YAmix و YBmix متوسط عملکرد گونه‌های A و B در کشت مخلوط، و YAmon و YBmon متوسط عملکرد گونه‌های A و B در کشت خالص است (قدیری، ۲۰۰۵). اطلاعات حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS (ver.9.2) تجزیه شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد نسبی (RY) و عملکرد نسبی کل (RYT)

نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد نسبی دانه کلزا در نسبت

تراکم ۲۵ و ۵۰ درصد در مقایسه با تراکم‌های مشابه خود در خردل وحشی به ترتیب به میزان ۷۶ و ۵۲ درصد کاهش یافت (جدول ۱). در مقایسه با خردل، کلزا در تراکم‌های کمتر و یا حتی برابر از حساسیت بیشتری نسبت به خردل وحشی برخوردار بوده و از این رو با کاهش شدید عملکرد مواجه شده است. با این حال، در تراکم ۷۵ درصد عملکرد نسبی دانه کلزا در مقایسه با سایر نسبت‌ها افزایش یافت (جدول ۱). مقادیر عملکرد نسبی نشان دهنده توانایی رقابتی نسبی دو گونه است. در آزمایش‌های سری جایگزینی به منظور تعیین پاسخ رقابتی گونه‌های رقیب عملکرد نسبی هر یک از گونه‌ها و همچنین عملکرد نسبی کل و یا بهره‌وری نسبی زمین اندازه‌گیری می‌شود (۳ و ۱۱). از این رو، مقادیر بالاتر عملکرد نسبی هر یک از گونه‌ها بیانگر قدرت رقابتی بالاتر است. گودت و کدی (۸)، با بررسی قابلیت رقابتی ۸۸ گونه از گراس‌ها در شرایط گلدانی نتیجه گرفتند که عملکرد بیولوژیک یک ویژگی مناسب برای نشان دادن قدرت رقابتی یک گیاه است. با توجه به مقادیر بالاتر عملکرد نسبی خردل وحشی در مقایسه با کلزا در نسبت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد می‌توان نتیجه گرفت که خردل وحشی دارای قدرت رقابتی بالاتری بوده، و از منابع تغذیه بهتر بهره برده است. فلمینگ و همکاران (۷) در یک مطالعه بر رابطه رقابتی در میان گندم زمستانه، (*Aegiolps cylindrica*) و (*Bromus tectorum*) به این نتیجه رسیدند که توانایی رقابت (*Aegiolps cylindrica*) و گندم زمستانه مشابه بوده، اما هر دو گونه از توانایی رقابتی بیشتری نسبت به (*Bromus tectorum*) برخوردار بودند. عملکرد نسبی کل در تمامی نسبت مخلوطها کمتر از ۱ بود (جدول ۱). این نشان می‌دهد که کلزا و خردل وحشی به روش مشابهی از منابع بهره گرفته و یا در بهره‌گیری از منابع در تضاد متقابل هستند. وال (۳۵) نشان داد که (*Erucastrum gallicum*) و کتان (*Linum usitatissimum* L.) به روش مشابهی از منابع بهره می‌برند.

جدول ۱- عملکرد نسبی کلزا و خردل وحشی در نسبت‌های مختلف تراکمی

Table 1- Relative Yields of Rapeseed and Wild mustard in Different Ratios of Rapeseed-Wild mustard Plantation Density

نسبت کلزا:خردل وحشی (Canola: mustard ratio)	عملکرد نسبی کلزا (RY of rapeseed)	عملکرد نسبی خردل وحشی (RY of mustard)	عملکرد نسبی کل (Relative yield total)
75:25	0.497	0.169	0.666
50:50	0.173	0.361	0.534
25:75	0.04	0.654	0.694

ضریب رقابت نسبی

ضریب رقابت نسبی کلزا در نسبت‌های تراکمی ۲۵ و ۵۰ درصد کمتر از خردل وحشی بود (جدول ۲)، این بدان معنی است که خردل وحشی دارای قدرت رقابتی بالاتری نسبت به کلزا حتی در نسبت‌های تراکم برابر می‌باشد. قابلیت گیاه برای گرفتن عوامل مغذی مانند آب، عناصر مختلف و نور نقش مهمی در افزایش توانایی رقابتی آن دارد (۶). در این میان نور مهم‌ترین عامل ایجاد رقابت در اکوسیستم‌های کشاورزی بوده چرا که یک منبع آنی بوده که قابل ذخیره نیست (۲۱). از این رو، رشد سریع می‌تواند یک عامل مهم در افزایش توانایی رقابتی یک گیاه باشد. به لحاظ مقایسه، خردل وحشی بدلیل ارتفاع بالاتر (نشان داده نشده است) توانایی خود را برای جذب نور افزایش داده که منجر به رشد سریع و گسترش تاج پوشش در نسبت‌های تراکمی بالاتر شده است.

جدول ۲- ضریب رقابت نسبی کلزا و خردل وحشی در نسبت‌های مختلف تراکمی

Table 2- Relative Competition Coefficient (RCC) for Rapeseed and Wild mustard in Different Ratios of Rapeseed and Wild mustard

نسبت کلزا:خردل وحشی (Canola: mustard ratio)	ضریب رقابت نسبی کلزا (RCC of canola)	ضریب رقابت نسبی خردل وحشی (RCC of mustard)	ضریب رقابت نسبی کل (Total RCC)
75:25	0.986	0.203	0.2
50:50	0.209	0.565	0.118
25:75	0.04	1.89	0.076

وزن خشک، تعداد شاخه و ارتفاع بوته کلزا

وزن خشک اندام هوایی کلزا به طور قابل توجهی متأثر از تراکم بود بطوری‌که با افزایش تراکم خردل وحشی زیست توده کلزا کاهش یافت (جدول ۴). کاهش وزن خشک کلزا در نسبت ۶:۲ در مقایسه با کشت خالص آن بیش از ۶۹ درصد بود. کاهش در وزن خشک کلزا در رقابت با خردل وحشی به قدرت جذب عناصر غذایی، نور و رطوبت بر می‌گردد (۲۵، ۳۳، ۲۸ و ۳۲). صفاهانی و همکاران (۲۹) نشان دادند که عملکرد بیولوژیک کلزا، هایولا ۴۰۱، در کشت مخلوط با علف‌های هرز بیش از ۶۱ درصد کاهش یافت. در آزمایش انجام شده توسط جعفری زاده و مدحج (۱۳) با افزایش تراکم علف هرز پنیرک عملکرد بیولوژیک گندم به طور قابل توجهی کاهش یافت. میرشاکری و همکاران (۲۰) اظهار داشتند که فصل طولانی تداخل علف‌های هرز باعث کاهش ۴۰٪ در عملکرد بیولوژیک کلزا می‌شود. روند مشابهی از تغییرات نظیر وزن خشک اندام هوایی، در وزن خشک ریشه، ارتفاع ساقه و تعداد شاخه در گیاه مشاهده شد (جدول ۴). قدیری (۹) با

استفاده از آزمایش سری جایگزینی مشابه، گزارش داد که وزن خشک ساقه و ریشه لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) با افزایش تعداد پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) در گلدان کاهش یافت.

جدول ۳- تجزیه واریانس نسبت‌های مختلف تراکمی کلزا-خردل وحشی بر برخی از شاخص‌های رشد کلزا

Table 3- Analysis of variance for the effects of Different Ratios of Rapeseed-Wild mustard Plantation on studied traits for rapeseed

منابع تغییر Variation Source	درجه آزادی df	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch No plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod No plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed No pod^{-1}	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک (Block)	3	24.15^{ns}	0.846^{ns}	8.89^{ns}	0.571^{ns}	14.36^{ns}	0.268^{ns}	0.022^{ns}	0.353^{ns}
تیمار (Treatment)	3	369.28$^{××}$	8.38$^{××}$	2120.9$^{×}$	63.54$^{××}$	3864.6$^{×}$	60.72$^{××}$	8.54$^{××}$	46.23$^{××}$
خطا (Error)	9	15.03	0.799	37.35	0.585	32.22	1.34	0.144	0.636
کل (Total)	15								
ضریب تغییرات (CV%)		6.8	8.8	6.65	7.51	7.35	7.18	13.74	9.26

نشان‌دهنده غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ است. ^{ns} , $^{××}$

^{ns}, $^{××}$ non significant and significant at 1% probability level, respectively

عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های تراکم بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌داری است (جدول ۳). تراکم خردل وحشی حداکثر تعداد غلاف در بوته را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به ترتیب مربوط به کشت خالص و نسبت تراکمی ۲۵ کلزا: ۷۵ خردل بود. کاهش تراکم کلزا به طور قابل توجهی کاهش تعداد غلاف در بوته را به دنبال داشت (جدول ۴). کاهش در تعداد شاخه ثانویه علت اصلی کاهش تعداد غلاف در بوته بود. در این میان به منظور حفظ تعادل بین مواد تولید شده در منبع و مقدار مواد مصرف شده در مخزن، برخی از گل‌ها ریزش می‌کنند (۳۰) و کاهش تعداد گل در نهایت منجر به کاهش تعداد غلاف در تراکم پایین‌تر کلزا می‌شود (۵). بلک شاو و همکاران (۴) کاهش تعداد غلاف کلزا در رقابت با خردل وحشی را نیز گزارش دادند.

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های تراکم بر روی تعداد دانه در غلاف در سطح آماری ۱٪ معنی‌داری است (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به کشت خالص و نسبت تراکمی ۲۵ کلزا: ۷۵ خردل به ترتیب با ۱۵/۴ و ۶/۷ دانه در غلاف بود. افزایش تراکم خردل وحشی موجب کاهش قابل توجهی در تعداد دانه در غلاف کلزا شد (جدول ۴). رقابت برای جذب منابع محیطی عاملی است که منجر به کاهش مواد فتوسنتزی و انتقال آن به دانه کلزا می‌شود (۲۶، ۲۲ و ۲۳).

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثر نسبت‌های تراکم بر وزن هزار دانه در سطح آماری ۱٪ معنی‌داری بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه مربوط به کشت خالص و نسبت تراکمی ۲۵ کلزا: ۷۵ خردل به ترتیب با ۴/۴ و ۱/۱ گرم بود. افزایش تراکم خردل وحشی به طور قابل توجهی موجب کاهش وزن هزار دانه گردید (جدول ۴)، که بیانگر شدت رقابت و کمبود قابل توجه منابع است. کاهش وزن دانه کلزا در تراکم پایین را می‌توان به شکل‌گیری دانه‌های کوچکتر به دلیل دسترسی محدود به منابع محیطی به خصوص نور با توجه به رقابت بالاتر، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت، انتقال مواد فتوسنتزی کمتر به دانه طی دوره پر شدن نسبت داد (۳۱ و ۱).

عملکرد دانه

عملکرد دانه بطور قابل توجهی تحت تأثیر نسبت‌های تراکم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر

و حداقل عملکرد گیاه متعلق به کشت خالص و نسبت تراکمی ۲۵ کلزا: ۷۵ خردل به ترتیب با متوسط عملکرد ۸/۱ و ۰/۳ گرم در بوته بود. افزایش در نسبت خردل وحشی موجب کاهش قابل توجه عملکرد دانه کلزا گردید، بطوری‌که میزان کاهش عملکرد در نسبت ۲۵ کلزا: ۷۵ خردل در مقایسه با کشت خالص تا ۶۲٪ کاهش نشان داد (جدول ۴). علت کاهش عملکرد را می‌توان به کاهش اجزاء عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه نسبت داد.

تراکم کمتر کلزا عملکرد تک بوته را بواسطه کاهش تعداد غلاف و کاهش وزن هزار دانه ناشی از رقابت میان گیاهان برای استفاده از منابع محیطی کاهش داد. ون اکر و دری (۳۴) نشان دادند که افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی تا ۲۰۰ بوته در متر مربع عملکرد کلزا را تا ۷۵٪ کاهش می‌دهد. امینی و همکاران (۲) نیز نشان دادند که تداخل چاودار موجب کاهش عملکرد دانه و ماده خشک تجمعی در

جدول ٤- مقایسه میانگین برخی از شاخص‌های رشد کلزا در نسبت‌های تراکمی مختلف کلزا-خردل وحشی

Table 4- Means comparison of rapeseed studied traits in different ratios of Rapeseed-Wild mustard Plantation

در صد حضور کلزا % Presence of rapeseed	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch No plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod No plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed No pod^{-1}	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield plant^{-1} (g)
25	10.1^{c}	1.1^{b}	64^{d}	5.2^{d}	38^{d}	6.7^{d}	1.1^{d}	0.3^{d}
50	16.2^{bc}	3.3^{a}	88^{c}	8.7^{c}	66^{c}	9.8^{c}	2.1^{c}	1.4^{c}
75	22.3^{b}	3.9^{a}	98^{b}	12.7^{b}	92^{b}	12.1^{b}	3.2^{b}	3.8^{b}
100	33.4^{a}	4.1^{a}	115^{a}	13.8^{a}	110^{a}	15.4^{a}	4.4^{a}	8.1^{a}

میانگین‌های با حرف مشابه به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ فاقد اختلاف معنی‌دار هستند

The means with same letter do not have statistically significant difference at 5% probability level

گندم می‌شود. در پژوهش‌های دیگر کاهش در عملکرد دانه کلزا در رقابت با علف‌های هرز نیز گزارش شده است (۱۰، ۲۹ و ۱۹).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق که مبتنی بر شاخص‌های رقابت است نشان داد که کلزا از توانایی رقابتی کمتری نسبت به خردل وحشی برخوردار است. بطوری‌که با حضور خردل وحشی در ترکیب کشت در مقایسه با کشت خالص، تمامی شاخص‌های رشدی اندازه‌گیری شده کاهش معنی‌دار پیدا کرد، به نحوی که تنها با جایگزینی ۲ بوته خردل وحشی در ترکیب (تیمار نسبت تراکم ۷۵ درصد کلزا+ ۲۵ درصد خردل وحشی) عملکرد کلزا بیش از ۵۰ درصد کاهش یافت. و در شرایطی که ۷۵ درصد تراکم کشت به خردل وحشی اختصاص داده شد، عملکرد کلزا بیش از ۹۶ درصد کاهش پیدا کرد. نتایج ارزیابی شاخص‌های رقابتی کلزا-خردل وحشی نیز مؤید این مطلب است که علف هرز خردل وحشی رقیب بسیار جدی برای کلزا بوده می‌باشد و مدیریت این علف هرز در مراحل ابتدایی رشد کلزا برای حصول عملکرد مطلوب در این گیاه زراعی امری اجتناب ناپذیر است.

منابع

1- Abdolrahmani B. 2003. Effects of plant density on yield and agronomic traits of sunflower cv. Armavirsky under dryland condition in Maragheh, Iranian Journal of Crop Science, 5: 216-224.

2- Amini A., Sharifzadeh F., Baghestani M.A., Mazaheri D., and Atri A. 2006. Competitive effect of rye (*Secale cereal* L.) on the growth of winter wheat. Special Iranian Journal of Agricultural Sciences Resources, Tehran University. Agri. Agrono. Plant Breeding Biotechnology, 37(2): 273-285.

3- Bauman D.T., Bastians L., and Kropff M.J. 2002. Inter cropping system optimization for yield, quality and weed suppression combining mechanistic and descriptive models, Agronomy Journal, 94: 734-742.

4- Black Shaw R.E., Molnar L.J., Muendel H.H., Saind G., and Li X.J. 2002. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean, Weed Technology, 14: 327- 336.

5- Eilkaee M.N., and Emam Y. 2003. Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars, Iranian Journal of Agricultural Science, 34: 509-515.

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

7- Fleming G.F., Young F.L., and Ogg A.G. 1988. Competitive relationships among winter wheat (*Triticum aestivum*), jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) and downy brome (*Bromus tectorum*), Weed Science, 36: 479-489.

8- Gaudet C.L., and Keddy P.A. 1988. A comparative approach to predicting competitive ability from plant traits, Nature, 334: 242-243.
9- Ghadiri H. 2005. Effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) densities on growth and yield of pinto beans in greenhouse. Proc. 13th European Weed Research Society Symposium. Bari. Italy.
10- 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, Weed Science and Society of America, 41: 25-32.
11- Holman J.D., Bussan A.J., Maxwell B.D., Miller P.R., and Mickelson J.A. 2004. Spring wheat, canola, and sunflower response to Persian darnel (*Lolium persicum*) interference, Weed Technology, 18: 509-520
12- Iftekhar H.B., Riaz A., Abdul J., Nazir M.S., and Mahmood T. 2006. Competitive behavior of component crops in different Sesame-Legume intercropping systems, Journal of Agricultural Biology, 2: 165-167.
13- Jafari Zadeh S.H., and Modhj A. 2011. Evaluation of weed competition Pnyrk (*Malva* spp) at different levels of nitrogen on yield, Iranian Crop Science, 42(4): 777-767.
14- Jannink J.L., Orf J.H., Jordan N.R., and Shaw R.G. 2000. Index selection for weed suppressive ability in soybean, Crop Science, 40: 1087–1094.
15- Javanshir A., Dabbagh Mohammadi Nasab A., Hamidi A., and Golipor M. 2000. Inter cropping ecology, Ferdosi university press. (In Persian).
16- Khachatourians G., Summer A.K. and Philips P. 2001. An introduction to the history of canola and the scientific basis for innovation. CABI. London.
17- Lemerle D., Verbeek B., and Orchard B. 2001. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*, Weed Research, 41: 197–209.
18- Mac Mullan P.M., Daun J.K., and DeCercq D.R. 1994. Effect of weed mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of triazintolerance and triazin-susceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*), Canadian Journal of Plant Science, 74: 369-374.
19- McMullan P.M., Daun J.K., and Declercq D.R. 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of triazinetolerant and triazinesusceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*), Canadian Journal of Plant Science, 74: 369-374.
20- Mirshekari B., and Javanshir A.S. 2008. Reaction of morphological traits, yield and harvest index of rape seed cultivars time weeds weed control, New findings of Agriculture, 4: 411-400.
21- Najafi H., Loui-Hassanzadeh M., Rashed Mohasel M.H., Zand A., and Baghestani M.A. 2006. Ecological management of grass weeds, Plant Pests Diseases Research. Ins. 599 p.
22- Ozer H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars, Plant Soil Environment, 49: 422-426.
23- Ozoni Davaji A. 2006. Effects of plant density and planting pattern on yield, yield components and growth indices of apetalous flowers and petalled rapeseed (*Brassica napus* L.). M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture College, Guilan University. Iran.
24- Radosevich S.R., Holt J., and Ghersa C. 1997. Weed Ecology: Implications for management. John Wiley. 589 p.
25- Rahimian H., and Shariati S.H. 1998. Grass weeds and crop modeling competition, publishing, education agriculture. 294 p.
26- Rahman I., Ahmad H., Serajuddin I., Ahmad I., Abbasi F., Islam M., and Ghafoor S. 2009. Evaluation of rapeseed genotypes for yield and oil quality under rainfed conditions of district Mansehra, African Journal of Biotechnology, 8: 6844-6849.
27- Rose S.P., and Bell J.M. 1982. Reproduction of mice fed low erucic acid rapeseed oil contaminated with weed seed oils, Canadian Journal of Animal Science, 62: 617-624.
28- Ross D.M., and Van Acker R.C. 2005. Effect of nitrogen fertilizer and landscape position on wild oat (*Avena fatua*) interference in spring wheat, Weed Science, 53: 869-876.
29- Safahani Langerodi A., Kamkar B., Zand E., Bagherani N., and Bagheri M. 2008. Reaction of grain yield and its components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) in Gorgan, Iranian Journal of Crop Science, 9: 356-370.
30- Safahany Langroodi A.R., Kamkar B., Zand A., Baqrany N., and Bagheri M. 2007. The reaction yield in competition with weeds in oilseed rape and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) in Iran, Iranian Crop Science, 6(4): 370-356.
31- Salehi B. 2004. Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. Sc 704) in Miyaneh, Iranian Journal of Crop Science, 6: 383-394.
32- Soleimani F., Ahmadvand G., and Sadatyan B. 2010. Indices of growth and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) affected by different nitrogen levels, Journal of Agriculture and Ecology, 2(4): 547-537.
33- Tingle C.H., Steele G.L., and Chandler J.M. 2003. Competition and control of smell melon (*Cucumis melo var. dudaim Naud*.) in cotton, Weed Science, 51: 589-591.

34- Van Acker R.C. and Dree R. 1999. Wild oat (*Avena Fatua* L.) and wild mustard (*Brassica kaber*) wheller interference in canola (*Brassica napus*), Weed Science and Society of America. 119 p.
35- Wall D.A. 1997. Dog mustard (*Erucastrum gallicum*) response to crop competition. Weed Science. 45: 397-403.
36- Warwick S.I., Bechie H.J., Thomas A.G., and Mcdonald T. 2000. The biology of Canadian weeds. 8. *Sinapis arvensis* L, Canadian Journal of Plant Science, 71: 473-480.
37- Wright A.J. 1981. The analysis of yield-density relationship in binary mixture using inverse polynomials, Journal of Agricultural Science, 96: 564-567.