

اثر تداخل خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) بر عملکرد کلزا (*Brassica napus*) و پویایی

جمعیت علف‌هرز در سطوح مختلف نیتروژن

فاطمه سلیمانی¹، گودرز احمدوند^{2*} و بیژن سعادتیان¹

تاریخ دریافت 90/5/1 تاریخ پذیرش: 91/4/14

1- دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

2- عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

* مسئول مکاتبه E-mail:gahmadvand@basu.ac.ir

چکیده

این پژوهش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقدار نیتروژن در چهار سطح 100، 150، 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، به عنوان عامل اصلی و تراکم علف‌هرز خردل وحشی در پنج سطح صفر، 4، 8، 16 و 32 بوته در مترمربع به عنوان عامل فرعی بود. کاربرد کود نیتروژن، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را افزایش داد. در تمامی سطوح نیتروژن، افزایش تراکم و ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را کاهش داد. همچنین تولید ماده خشک خردل وحشی با کاربرد بیشتر کود، در کلیه تراکم‌های مورد بررسی افزایش نشان داد. با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار، شیب اولیه افت عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا نسبت به تراکم و ماده خشک خردل وحشی کاهش یافت. تغییرات تعداد بذر تولیدی خردل وحشی نسبت به تراکم و ماده خشک آن روند غیرخطی داشت و با مصرف بیشتر نیتروژن، شیب اولیه تولید بذر خردل وحشی بیشتر شد. با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی در هر چهار سطح نیتروژن، سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز نقصان یافت و بین سطوح 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت چندانی از این نظر وجود نداشت. ماده خشک تولیدی علف‌هرز نسبت به تراکم آن شاخص مطلوب‌تری برای تخمین کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا و تولید بذر خردل وحشی بود. با توجه به نتایج حاصل، مصرف 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای همدان و مناطق مشابه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پویایی بذر، تداخل، کاهش عملکرد، کود، مدل

Effect of Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Interference on Yield of Canola (*Brassica napus*) and Weed Population Dynamic at Different Nitrogen levels

F soleymani¹, G Ahmadvand^{2*} and B Saadatian²

Received: July 23, 2011 Accepted: July 4, 2012

¹MSc of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

²Assoc Prof, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

*Corresponding Author: E-mail: gahmadvand@basu.ac.ir

Abstract

This research was carried out as a split plot experiment based on a randomized complete block design with three replications at Agricultural Faculty of Bu-Ali Sina University, during 2008-2009. Experimental treatments were amounts of nitrogen fertilizer at four levels (100, 150, 200 and 250 kgN.ha⁻¹) and five wild mustard densities (0, 4, 8, 16 and 32 plants.m⁻²). Nitrogen fertilizer increased canola biological and economic yield. In whole nitrogen levels, increasing of wild mustard density and dry matter reduced biological and economic yield of canola. Also, in whole evaluated densities, wild mustard dry matter enhanced by more of nitrogen application. By increasing nitrogen up to 200 Kg N ha⁻¹, the initial slope of biological and grain yield loss of canola reduced in compared with plant density and dry matter of wild mustard. Wild mustard seed production variation in response to its plant density and dry matter showed a non-linear trend and enhancing of nitrogen application increased initial slope of wild mustard seed production. By increasing wild mustard plant density in each of four nitrogen levels, population growth rate of weed was reduced and there wasn't very difference between 200 and 250 Kg N ha⁻¹. Dry matter of weed than its plant density was a better indicator to estimate reduction of biological and grain yield of canola and wild mustard seed production. According to obtained results, 200 Kg N ha⁻¹ is recommended for Hamedan and similar regions.

Keywords: Fertilizer, Interference, Seed dynamic, yield loss.

مقدمه

زراعی و سطح کاربرد نهاده‌های کودی اشاره کرد (لیندکوئیست و همکاران 2007). مطالعات آگویو و ماسیوناس (2003) پیرامون اثر رقابتی علف‌هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) بر لوبیا نشان داد که با افزایش تراکم علف‌هرز از 0/5 به 8 بوته در متر مربع، 27 الی 95 درصد تعداد غلاف‌های گیاه

رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز در سیستم‌های زراعی به عنوان یکی از موضوعات کلیدی و پدیده‌ای پیچیده در مباحث اکوفیزیولوژیکی جوامع گیاهی مطرح است و عوامل بسیاری در آن دخالت دارند که از آن جمله می‌توان به زمان و مدت تداخل علف‌هرز با گیاه

کود یکی از عمده‌ترین نهاده‌های مصرفی در سیستم‌های زراعی است. مدیریت نهاده‌های کودی از نظر میزان و زمان کاربرد ممکن است به عنوان راهکاری در جهت کاهش اثرات تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی باشد (اودونووان و همکاران 2001). در این بین، نیتروژن یکی از عناصر ضروری و پرمصرف جهت حصول عملکرد بالای گیاه زراعی به شمار می‌رود. از طرفی کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی نیتروژنه موجب آلودگی و افزایش معضلات زیست محیطی می‌گردد، بنابراین به نظر می‌رسد که شناخت واکنش علف‌های هرز و گیاهان زراعی به سطوح حاصلخیزی خاک جهت مدیریت بهینه در استفاده از کودها و افزایش توانایی رقابت گیاه زراعی بسیار حائز اهمیت است. بسیاری از گونه‌های علف‌هرز نسبت به گیاهان زراعی در جذب مواد غذایی، برتری دارند (بلک شاو و همکاران 2003)، چنانکه بعضی مواقع سبب افزایش بیشتر رشد علف‌هرز و رقابت آن نسبت به گیاه زراعی شده و در نهایت عملکرد محصول را کاهش می‌دهد (لیندکوئیست و همکاران 2007). از سوی دیگر، در برخی شرایط، گیاه زراعی می‌تواند در جذب کودها نسبت به علف‌هرز کارآمدتر باشد (دهیما و الفتروهورینوس 2005). به طور مثال، در تحقیقی کاهش عملکرد ذرت در اثر تداخل علف‌هرز در شرایط عدم مصرف نیتروژن 35 تا 40 درصد بود و با مصرف 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به 12 تا 17 درصد رسید (کتکارت و سوانتون 2003). بررسی‌های 4 ساله بلک شاو (2005) بر عملکرد گندم در تیمارهای کودی مختلف نیز نشان داد که مصرف منابع مختلف نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم در تداخل با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ گردید.

گیاه کلزا عکس‌العمل بالایی به افزایش کاربرد نیتروژن دارد. اوزر (2003) در بررسی‌های خود دریافت که واکنش عملکرد کلزا به افزایش مصرف

زراعی و به تبع آن عملکرد دانه کاهش یافت. همچنین عملکرد بیولوژیک لوبیا نیز با افزایش تعداد بوته علف‌هرز در واحد سطح کاهش خطی داشت و در سال‌های 1998 و 1999 حداکثر افت آن به ترتیب به 40 و 29 درصد رسید. گزارشات اودونووان و بلک شاو (1997) حاکی از وجود یک رابطه غیرخطی بین کاهش عملکرد نخود نسبت به افزایش تراکم علف‌هرز جو در واحد سطح بود، به طوری که تراکم 5 الی 25 بوته در مترمربع جو، موجب کاهش عملکرد دانه نخود از 8 تا 27 درصد شد.

خردل وحشی از جمله مهم‌ترین علف‌های هرز خانواده شب‌بو به شمار می‌رود و با توجه به شرایط اقلیمی ایران، این گیاه بیشتر در کشت‌های پاییزه نظیر گندم، جو و کلزا ایجاد خسارت می‌کند. جوانه‌زنی سریع در پاییز و رشد سریع آن در ابتدای بهار، پایداری بانک بذر، قدرت رقابتی بالا، زادآوری زیاد و گسترش مقاومت به علف‌کش‌ها، مشکل خردل وحشی در اکثر مناطق دنیا می‌باشد. عدم کنترل آن در مزارع گیاهان زراعی موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌گردد (باغستانی و همکاران 1383). صفاهانی و همکاران (1386) گزارش کردند که در شرایط تداخل با 30 بوته خردل وحشی در مترمربع، عملکرد دانه کلزا بسته به رقم از 52 تا 95 درصد کاهش یافت. مک مولان و همکاران (1994) نیز طی یک بررسی دریافتند که حضور 10 بوته خردل وحشی در متر مربع سبب کاهش 20 درصدی عملکرد دانه کلزا شد. این علف‌هرز از توانایی بالایی در ایجاد خسارت اقتصادی نسبت به اکثر گونه‌های هرز پهن برگ دیگر برخوردار است. به عنوان مثال مطالعات دو ساله پائولینی و همکاران (1999) نشان داد که تحت تاثیر رقابت سلمه تره (*Chenopodium album*) عملکرد غده چغندر قند 53 درصد کاهش یافت اما در تداخل با خردل وحشی این نقصان به 68 درصد رسید.

تخمینی ترب وحشی نسبت به شرایط عدم تداخل آن در سال‌های 2003 و 2004 به ترتیب 76/8 و 88/4 درصد افت نشان داد.

با توجه به مطالب بیان شده، در این پژوهش ضمن بررسی واکنش عملکرد گیاه زراعی کلزا به سطوح مختلف کود نیتروژن در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی، پویایی جمعیت این علف‌هرز نیز در تیمارهای کودی مطالعه و بهترین شاخص، جهت تخمین کاهش عملکرد کلزا و تولید بذر خردل وحشی، تعیین شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان با مختصات عرض جغرافیایی 34 درجه و 52 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 32 دقیقه شرقی، با ارتفاع 1741 متر از سطح دریا و بارندگی 330 میلی-متر در سال انجام شد. بافت خاک لومی رسی با pH 7/5 و شامل 0/7 درصد ماده آلی، 0/05 درصد نیتروژن کل بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره (46 درصد ازت) در چهار سطح 100، 150، 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم علف‌هرز خردل وحشی در پنج سطح صفر، 4، 8، 16 و 32 بوته در متر مربع به عنوان عامل فرعی بود.

در شهریورماه 1387 کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان 75 و 50 کیلوگرم در هکتار با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، با دومین عملیات دیسک‌زنی با خاک مخلوط شد. زمین آماده شده از قسمت عرضی به سه بلوک مساوی با فواصل 2 متر

نیتروژن، روندی غیرخطی داشت و در بالاترین سطح مصرف نیتروژن (240 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) عملکرد دانه به حد مجانب خود نزدیک شد. همچنین کنتکارت و سوانتون (2004) اظهار داشتند که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح بهینه باعث افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در برابر علف‌هرز شده و در نتیجه افت عملکرد گیاه زراعی، کاهش می‌یابد.

توجه به پویایی بانک بذر علف‌های هرز در تعیین آستانه‌های اقتصادی دراز مدت و کنترل مطلوب گونه‌های هرز، حائز اهمیت می‌باشد. آسکیو و ویلکات (2002) در بررسی اثر علف‌هرز هفت بند (*Polygonum persicaria*) بر گیاه پنبه گزارش کردند که تولید بذر علف‌هرز با افزایش تراکم آن از رابطه هذلولی راست گوشه تبعیت کرده و طی سال‌های 1998 و 2000، میزان تولید بذر به ازاء ورود تک بوته علف‌هرز بین 53000 تا 76000 بذر در متر مربع، متغیر بود. تحقیقات اودونووان و بلک شاو (1997) نیز نشان داد که تولید بذر علف‌هرز جو در تداخل با نخود در مناطق مختلف آزمایش، متفاوت بود به طوری که شیب اولیه منحنی افزایش بذر علف‌هرز بین 5/5 تا 18/8 گرم بر متر مربع متغیر بود. افزون بر این، حداکثر توان تولید بذر توسط علف‌هرز در بالاترین تراکم ممکن آن بین 539 الی 796 گرم بر مترمربع برآورد شد. اسلامی و همکاران (2006) دریافتند که علف‌هرز پهن‌برگ ترب وحشی (*Raphanus raphanistrum*) در تراکم‌های 15، 30 و 60 بوته در مترمربع، شیب اولیه تولید دانه بالاتری در کشت خالص نسبت به شرایط تداخل با گندم داشت و حداکثر پتانسیل تخمینی تولید بذر این علف‌هرز در سال‌های 2003 و 2004 به ترتیب به 44224 و 61200 بذر در مترمربع رسید. همچنین، نتایج این محققین حاکی از آن بود که با افزایش تراکم گیاه زراعی، تولید بذر به ازاء تک بوته‌های علف‌هرز در تراکم‌های پایین، و حداکثر پتانسیل تخمینی تولید بذر آن به شدت کاهش یافت به طوری که، در تراکم مطلوب گندم، حداکثر بذر

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک کلزا، برداشت نهایی از هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت 1 متر مربع انجام گرفت. بوته‌های کلزا و خردل وحشی از یکدیگر تفکیک و وزن خشک و عملکرد دانه آنها اندازه‌گیری شد. شمارش تعداد بذر تولید شده خردل وحشی در واحد سطح به وسیله دستگاه بذر شمار انجام گردید. داده‌های حاصل از عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا در تیمارهای تداخل با خردل وحشی به مدل هذلولی سه پارامتری کوزنس (1985) برازش داده شد:

$$Y = Y_{wf} \times \left[1 - \frac{I \cdot D}{100 \left(1 + \frac{I \cdot D}{A} \right)} \right] \quad [1]$$

در این فرمول Y: عملکرد بیولوژیک یا دانه کلزا (کیلوگرم در هکتار)، D: تراکم (بوته در مترمربع) یا ماده خشک تولیدی (گرم در مترمربع) علف‌هرز خردل وحشی، Ywf: عملکرد بیولوژیک یا دانه کلزا در کشت خالص (کیلوگرم در هکتار)، I: درصد کاهش عملکرد بیولوژیک یا دانه کلزا به ازاء ورود اولین بوته علف‌هرز یا هر گرم ماده خشک آن، هنگامی که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است.

برای بررسی میزان بذر تولیدی علف‌هرز خردل وحشی، از مدل تغییر شکل یافته کاهش عملکرد-تراکم استفاده شد (اودونووان و بلک شاو 1997؛ ماسینگا و همکاران 2001؛ آسکیو و ویلکات 2002 و اسلامی و همکاران 2006):

$$Sd = \frac{b \cdot N}{1 + \frac{b \cdot N}{B}} \quad [2]$$

در این مدل Sd: تعداد بذر تولید شده خردل وحشی در مترمربع، N: تراکم (بوته در متر مربع) یا ماده خشک تولیدی (گرم در مترمربع) خردل وحشی، b: تعداد دانه تولید شده به ازاء ورود اولین بوته علف‌هرز خردل

از یکدیگر تقسیم و هر بلوک به چهار کرت اصلی با فاصله 1 متر تفکیک و در هر کرت اصلی تعداد پنج کرت فرعی به ابعاد 1/8 در 5/5 متر ایجاد شد. هر یک از تیمارهای کود اوره به سه قسمت مساوی تقسیم شده و یک قسمت آن با توجه به تیمار کودی مورد نظر به عنوان کود پایه به صورت دستی و یکنواخت پاشیده شد و دو قسمت باقیمانده، به صورت سرک در ابتدای رشد طولی ساقه و در اوایل گلدهی مصرف شد.

بذور خردل وحشی تهیه شده از مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کرج جهت شکستن خواب، قبل از کاشت به مدت 5 روز در دمای 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (باقرانی و غدیری 1374). بذر کلزای رقم اوکاپی (رقمی پائیزه و مقاوم به سرما) و خردل وحشی قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل ضدعفونی شد. کاشت کلزا با دست و به صورت خشکه‌کاری با توجه به وزن هزار دانه و قوه نامیه آن، با تراکم 800000 بوته در هکتار و در عمق 2 سانتی‌متری در 16 شهریورماه انجام گرفت. هر کرت شامل 9 ردیف کشت با فواصل 20 سانتی‌متری بود. همزمان با کاشت کلزا، بذور خردل وحشی مخلوط شده با ماسه نرم به صورت دستی در بین ردیف‌های کشت و با توجه به تراکم‌های مورد نظر پاشیده شد. آبیاری اول به صورت سبک و به روش بارانی انجام شد. در طول دوره رشد با توجه به رطوبت زمین و نیاز آبی گیاه، آبیاری صورت گرفت. پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌های خردل وحشی، در مرحله 3 برگی شمارش تعداد بوته علف‌هرز و در صورت نیاز عملیات تنک انجام شد. در انتهای فصل سرما نیز تراکم علف‌های هرز در کرت‌های آزمایشی برای حصول اطمینان مجدداً مورد شمارش و بررسی قرار گرفت. در طی دوره رشد، به منظور مبارزه با آفت شته سبز از سم دسیس (دلتامترین) به میزان 0/3 لیتر در هکتار استفاده شد. به استثناء علف‌هرز خردل وحشی، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین گردید.

R: سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز خردل وحشی، N_t : تعداد بذر کاشته شده علف‌هرز در مترمربع، N_{t+1} : تعداد بذر تولید شده علف‌هرز در واحد سطح است. از رویه-های PROC NLIN برای برازش مدل‌های رگرسیون غیرخطی و PROC REG برای مدل‌های خطی استفاده شد (SAS 1988). تعیین اعتبار خط رگرسیونی بر اساس ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد پارامترهای تخمینی انجام شد (رضایی و سلطانی 1377 و کوتسویانیس 1973). برای مقایسه مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده، از ضریب تبیین، مجذور میانگین کاهش غیرخطی عملکرد در اثر رقابت در گیاهان مختلف نظیر نخود (اودونووان و بلک شاو 1997)، گندم (اسلامی و همکاران 2006)، کلزا (صفاهانی لنگرودی و همکاران 1386 و 1387)، پنبه (اسکات و همکاران 2000 و آسکیو و ویلکات 2002)، بادام زمینی (کلیوایز و همکاران 2001) و ذرت (ماسینگا و همکاران 2001) نیز گزارش شده است.

با مصرف بیشتر کود نیتروژن در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا افزایش یافت. اما اثر مثبت تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار بر عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا نسبت به سطح اول نیتروژن در کلیه تراکم‌های خردل وحشی اندک بود. بین تیمارهای 150 و 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تاثیر مثبت کود مشهودتر شد، به طوری که صفات یاد شده به ترتیب 1600 و 1200 کیلوگرم در هکتار در کشت خالص کلزا افزایش نشان دادند. همچنین در تداخل با خردل وحشی تفاوت بین دو سطح کودی مزبور، زیاد بود (شکل 1 و 2). هرچند با مصرف 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا اضافه شد ولی در کشت خالص، افزایش صفات ذکر شده در این سطح کودی نسبت به سطح 200 کیلوگرم در هکتار، تنها 890 و 250 کیلوگرم در هکتار بود که تداخل خردل وحشی از اختلاف حاصل کاست به طوری که در تیمار 32 بوته

وحشی یا هر گرم ماده خشک آن، B: حداکثر تعداد دانه تولید شده توسط خردل وحشی وقتی تراکم یا ماده خشک آن به بی‌نهایت میل می‌کند، است.

برای محاسبه سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز در سطوح مختلف کود نیتروژن، از فرمول زیر استفاده شد (اسلامی و همکاران 2006):

$$R = \frac{N_{t+1}}{N_t} \quad [3]$$

(صفاهانی لنگرودی و همکاران 1387 و نگوآجیو و همکاران 1999) مربعات باقیمانده و شیب رگرسیون خطی استفاده شد.

نتایج و بحث

خطای استاندارد پارامترهای تخمینی آزمایش، کمتر از نصف مقادیر واقعی آنها بود (جدول 1 و 2). لذا با توجه به نظر کوتسویانیس (1973) تمامی پارامترها از درجه اعتبار بالا جهت توجیه تغییرات به وجود آمده، برخوردارند. با افزایش تراکم و ماده خشک علف‌هرز، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا کاهش یافت (شکل 1 و 2). مقادیر بالای ضرایب تبیین در جدول 1، نشان داد که مدل سه پارامتری غیرخطی کوزنس اثر منفی رقابت خردل وحشی بر عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را در سطوح نیتروژن، به خوبی توصیف کرده است.

وال (1993) گزارش کرد که تراکم 20 بوته خردل وحشی در سال‌های 1989 و 1991، عملکرد لوبیا را به ترتیب 57 و 46 درصد کاهش داد و با افزایش تراکم علف‌هرز، از روند نقصان عملکرد لوبیا کاسته شد به نحوی که، در تراکم 75 بوته خردل وحشی در مترمربع، افت محصول در دو سال آزمایش به ترتیب به 81 و 64 درصد رسید. این نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه غیرخطی بین کاهش عملکرد گیاه زراعی و تراکم‌های علف‌هرز بود و با یافته‌های این پژوهش مطابقت داشت.

تربیتی‌کاله در کشت خالص و تداخل با علف هرز یولاف وحشی افزایش معنی‌داری یافت (دهیما و الفتروهورینوس 2001).

بررسی ضرایب حاصل از برازش داده‌ها به مدل سه پارامتری کوزنس (1985) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، شیب اولیه کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار، نقصان یافت (جدول 1، شکل 1 الف، شکل 2 الف)، این نتایج مبین اثر مثبت نیتروژن بر افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل تراکم‌های پایین خردل وحشی است. اما در سطح کودی

در مترمربع علف‌هرز، صفات مورد نظر تنها 200 و 90 کیلوگرم در هکتار افزایش داشتند (شکل 1 و 2).

در پژوهش‌های صورت گرفته توسط اوزر (2003)، تیمارهای 160 و 240 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سطوح پایین‌تر آن، عملکرد دانه کلزا را به طور معنی‌داری افزایش داد و عملکرد گیاه زراعی از 799 کیلوگرم در هکتار در شرایط عدم کاربرد نیتروژن به 1162 کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح مصرف نیتروژن رسید. نتایج دیگر حاکی از آن بود که با افزایش نیتروژن از 0 به 150 کیلوگرم در هکتار، میانگین عملکرد بیولوژیک و دانه گونه‌های زراعی گندم و

جدول 1- نتایج برازش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا نسبت به تراکم و ماده خشک خردل وحشی در سطوح کود نیتروژن با استفاده از مدل سه پارامتری کوزنس.

F	R ²	A ³	I ²	Y _{wf} ¹	عملکرد کلزا	نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	شاخص مورد بررسی خردل وحشی
296**	0/98	77/7 (17/4)	1/53 (0/21)	9319 (81)	بیولوژیک	100	تراکم (بوته در مترمربع)
331**	0/98	78/4 (15/9)	1/61 (0/21)	3164 (27)	دانه	100	
109**	0/95	89/1 (38/2)	1/50 (0/34)	9395 (140)	بیولوژیک	150	
409**	0/99	91/6 (20/2)	1/56 (0/19)	3353 (27)	دانه	150	
109**	0/95	88/9 (44/0)	1/24 (0/29)	10948 (142)	بیولوژیک	200	ماده خشک (گرم در مترمربع)
132**	0/96	92/1 (43/3)	1/29 (0/27)	4559 (56)	دانه	200	
241**	0/98	86/9 (26/1)	1/41 (0/22)	11675 (111)	بیولوژیک	250	
193**	0/97	86/6 (29/1)	1/40 (0/24)	4784 (51)	دانه	250	
457**	0/99	97/7 (24/6)	0/16 (0/02)	9325 (66)	بیولوژیک	100	
436**	0/99	97/5 (23/7)	0/16 (0/02)	3165 (24)	دانه	100	
113**	0/95	97/9 (46/6)	0/15 (0/03)	9407 (139)	بیولوژیک	150	
359**	0/98	97/7 (24/8)	0/16 (0/02)	3358 (29)	دانه	150	
117**	0/95	91/6 (43/5)	0/13 (0/03)	10964 (140)	بیولوژیک	200	
298**	0/98	99/1 (30/9)	0/13 (0/02)	4569 (38)	دانه	200	
305**	0/98	80/4 (15/9)	0/15 (0/02)	11793(105)	بیولوژیک	250	
307**	0/98	79/7 (15/5)	0/15 (0/02)	4836 (43)	دانه	250	

** معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد. 1، 2 و 3 به ترتیب عملکرد تخمینی کلزا در کشت خالص (کیلوگرم در هکتار)، افت عملکرد به ازا و ورود اولین بوته خردل وحشی در واحد سطح (درصد)، حداکثر کاهش تخمینی عملکرد در واحد سطح (درصد) (مقادیر داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند).

در مطالعه تولنار و همکاران (1997) تحت شرایط محدودیت نیتروژن، عملکرد ذرت در تداخل با علف‌هرز نسبت به کشت خالص، 47 درصد پایین‌تر بود، اما

بالاتر، خسارت‌زایی تراکم‌های اولیه خردل وحشی برای صفات یاد شده بیشتر شد.

نیترژن در هکتار، قدرت رقابتی کلزا در برابر خردل وحشی، افزایش یافته است.

حداکثر کاهش تخمینی (پارامتر A) به دست آمده نشان داد که علف‌هرز خردل وحشی در بالاترین تراکم‌های ممکنه خود در همه سطوح کود نیترژن توانایی خسارت‌زایی بسیار بالا بر عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا داشته است (جدول 1). همچنین اگرچه حداکثر کاهش تخمینی (پارامتر A) در تیمارهای کودی روند مشخصی نداشت، اما میزان افت عملکرد بیولوژیک کلزا در تراکم 32 بوته علف‌هرز نسبت به عدم تداخل در سطوح نیترژن 100، 150، 200 و 250 کیلوگرم در هکتار به ترتیب 29/4، 29/1، 26/2 و 30 درصد بود. این نتایج نیز نشان‌دهنده خسارت کمتر خردل وحشی در سطح مطلوب، یعنی 200 کیلوگرم نیترژن در هکتار است.

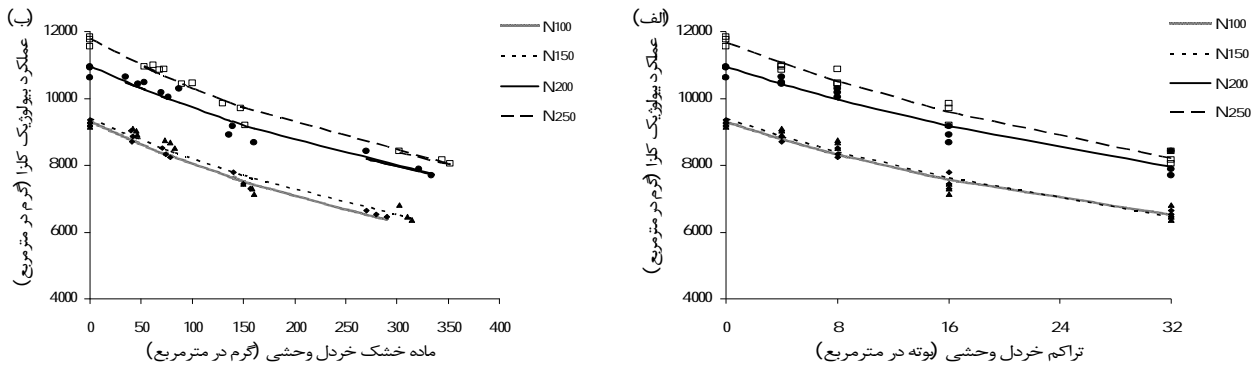
گزارشات اسکات و همکاران (2000) نشان می‌دهد که علف‌هرز تاتوره در تراکم‌های 0/5، 1 و 1/8 بوته در مترمربع، به ترتیب باعث افت 47، 64 و 78 درصدی وش پنبه شد. همچنین این علف‌هرز در تراکم 3/7 بوته در مترمربع، با تولید 458 گرم ماده خشک، بیشترین اثر بازدارندگی را به میزان 87 درصد دارا بود.

یافته‌های آسکیو و ویلکات (2001) حاکی از آن بود که به ازاء افزایش یک گرم ماده خشک علف‌هرز در هر متر از ردیف کاشت، عملکرد وش پنبه 2 کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. کلیوایز و همکاران (2001) نیز با توجه به نتایج آزمایشات خود اظهار داشتند که هر کیلوگرم ماده خشک علف‌هرز آمبروژیا در هر متر از ردیف‌های کشت، عملکرد دانه بادام زمینی را 1640 کیلوگرم در هکتار کاهش داد. درصد کاهش عملکرد در حضور علف‌هرز نسبت به شرایط کشت خالص، تحمل محصول به علف‌هرز نامیده می‌شود و هر چه درصد کاهش از نظر مقدار عددی کوچک‌تر باشد تحمل محصول بیشتر است (کالوی 1992). بنابراین، براساس نتایج حاصل می‌توان نتیجه گرفت که تحمل کلزا به علف‌هرز خردل وحشی در سطح 200 کیلوگرم نیترژن در هکتار نسبت به سایر سطوح بیشتر بوده است.

مصرف نیترژن این اختلاف را به 14 درصد تقلیل داد. یافته‌های مجنون حسینی و همکاران (2006) نیز نشان داد که کاربرد کود نیترژن تا سطح مطلوب، توان رقابتی و عملکرد دانه کلزا را در شرایط تداخل با علف‌های هرز افزایش داد.

خان و همکاران (2007) با بررسی اثر نیترژن بر عملکرد گندم در تراکم‌های مختلف یولاف وحشی گزارش کردند که در تیمار کودی بهینه، میزان خسارت ناشی از تراکم‌های علف‌هرز کاهش یافت و کمترین شیب افت عملکرد دانه گندم در سطح بهینه 100 کیلوگرم نیترژن در هکتار، به دست آمد. دلانی و ون آکر (2005) نیز گزارش کردند که با افزایش نیترژن از 0 به 200 کیلوگرم در هکتار، شیب اولیه نمودار کاهش عملکرد گندم در تداخل با یولاف وحشی از 10 به 8 درصد کاهش داشت. همچنین، حداکثر افت تخمینی در تیمار 200 کیلوگرم نیترژن در هکتار، 23 درصد برآورد شد. در حالی که برای سطوح 0 و 100 کیلوگرم نیترژن در هکتار به ترتیب 57 و 41 درصد بود. لیندکوئیست و مورتسن (1998) در این باره عنوان داشتند که پارامتر شیب اولیه منحنی کاهش عملکرد، می‌تواند شاخصی برای نشان دادن تحمل گیاه زراعی باشد و مقادیر کمتر این شاخص در شرایط تداخل، نماینده قدرت رقابتی بیشتر گیاه زراعی است.

کاربرد بیشتر کود نیترژن موجب افزایش تولید ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی گردید (شکل 1 ب و شکل 2 ب). افت ناشی از افزایش هر گرم ماده خشک تولیدی خردل وحشی در واحد سطح (پارامتر I) نیز با مصرف بیشتر نیترژن تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا روند نزولی داشت و در تیمار یاد شده مقدار آن به 0/13 درصد رسید. اما با کاربرد بیشتر نیترژن، مقدار پارامتر مزبور افزایش یافت (جدول 1، شکل 1 ب، شکل 2 ب). این یافته‌ها با بررسی اثر تراکم علف‌هرز، مطابقت داشت و با توجه به اظهارات لیندکوئیست و مورتسن (1998) می‌توان استدلال کرد که در تیمار 200 کیلوگرم



شکل 1- اثر تراکم (الف) و ماده خشک خردل وحشی (ب) بر عملکرد بیولوژیک کلزا در سطوح مختلف کود نیتروژن (250KgN.ha⁻¹:N250 و 200KgN.ha⁻¹:N200، 150KgN.ha⁻¹:N150، 100 KgN.ha⁻¹: N100).

کپسول تاتوره از 133930 کپسول در هکتار در تراکم 0/11 بوته به 915750 کپسول در هکتار در تراکم 3/7 بوته در متر مربع رسید. همچنین، دیگر بررسی‌ها نشان داد که افزایش تراکم علف‌هرز تاج خروس در تداخل با ذرت، باعث کاهش تعداد دانه تولید شده توسط هر بوته علف‌هرز شد، در حالی که میزان بذر تولیدی علف‌هرز در واحد سطح افزایش یافت، به طوری که، با افزایش تراکم تاج خروس از 0/5 تا 8 بوته در مترمربع، تولید بذر آن از 140000 به 514000 عدد در واحد سطح رسید. این محققین افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای بوته‌های علف‌هرز را علت کاهش تولید دانه در هر بوته دانستند (ماسینگا و همکاران 2001). نتایج آزمایشات پائولینی و همکاران (1999) نیز نشان داد که تولید بذر علف‌هرز خردل وحشی در رقابت با گیاه زراعی چغندر قند در طی سال‌های 1994 و 1996 به ترتیب 62200 و 55700 عدد دانه در مترمربع بود.

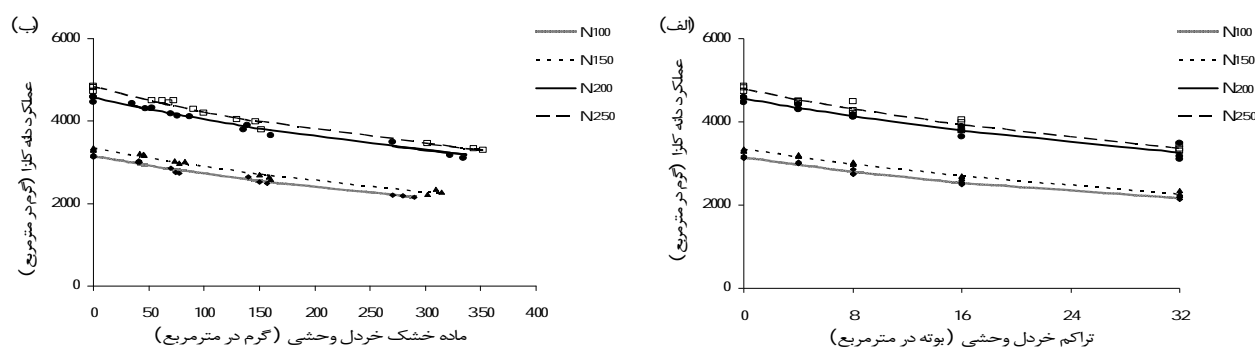
تا اواخر سال 2010 میلادی در هیچ یک از منابع تخصصی معتبر داخلی و خارجی، تولید بذر گونه‌های هرز نسبت به عملکرد بیولوژیک آن‌ها توسط معادله دوپارامتری غیرخطی کوزنس در سطوح کودی مختلف و تداخل با گیاه زراعی سنجیده نشده بود. لذا این معادله برای اولین بار بر روی خردل وحشی در سطوح مختلف نیتروژن، مورد آزمون قرار گرفت و علاوه بر توصیف خوب روند تغییرات، نتایج جالبی حاصل شد.

تولید بذر خردل وحشی

ضرایب تبیین بالا در جدول 2 بیانگر توصیف مطلوب تغییرات تولید بذر علف هرز خردل وحشی نسبت به تراکم و ماده خشک آن در واحد سطح توسط مدل دو پارامتری تغییر شکل یافته کوزنس (1985) است. روند غیرخطی تولید بذر خردل وحشی نشان می‌دهد که با افزایش تراکم این علف‌هرز، تولید بذر تک بوته آن در کانوپی مخلوط با گیاه زراعی کاهش یافته است.

با مصرف بیشتر نیتروژن، تولید بذر خردل وحشی به ازاء ورود اولین بوته آن در واحد سطح (پارامتر b)، افزایش نشان داد. به طوری که در سطوح 150، 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، این پارامتر به ترتیب 16/8، 34 و 40/8 درصد نسبت به تیمار 100 کیلوگرم در هکتار افزایش داشت (جدول 2 و شکل 3 الف). بلک شاو (2005) دریافت که با کاربرد انواع منابع کود، تولید بذر گونه‌های هرز پهن برگ و باریک برگ نسبت به عدم کاربرد کود، افزایش معنی‌داری نشان داد، و در بین گونه‌های پهن برگ 55 درصد بذر علف‌هرز تولید شده در واحد سطح مربوط به علف‌هرز خردل وحشی بود.

مطالعات اسکات و همکاران (2000) نشان داد که هر بوته علف‌هرز تاتوره در تراکم‌های 0/11 و 3/7 بوته در متر مربع به ترتیب 117 و 25 کپسول در هر بوته تولید کرد و این تغییرات از روندی غیرخطی پیروی نمود. اما علی‌رغم این کاهش در تک بوته‌های علف‌هرز، تولید



شکل 2- اثر تراکم (الف) و ماده خشک خردل وحشی (ب) بر عملکرد دانه کلزا در سطوح مختلف کود نیتروژن (100 N: 100 KgN.ha⁻¹; 150 N: 150 KgN.ha⁻¹; 200 N: 200 KgN.ha⁻¹; 250 N: 250 KgN.ha⁻¹).

تخمین سرعت افزایش جمعیت خردل وحشی

با توجه به اینکه درصد بسیار زیادی از بذور خردل وحشی به دلیل خواب و شرایط نامساعد محیطی از جوانه‌زنی باز می‌مانند، به همین دلیل تراکم بذر این علف‌هرز با توجه به وزن هزار دانه آن، در مزرعه تقریباً پنج برابر تراکم بوته مورد انتظار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی در هر چهار سطح نیتروژن، سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز یا به عبارت بهتر تولید دانه به ازاء هر عدد بذر موجود در بانک بذر فرض شده در خاک، کاهش یافت. هر چند مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش سرعت رشد جمعیت علف‌هرز خردل وحشی شد، اما بین سطوح 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت چندانی در تراکم‌های مورد بررسی مشاهده نشد (شکل 4).

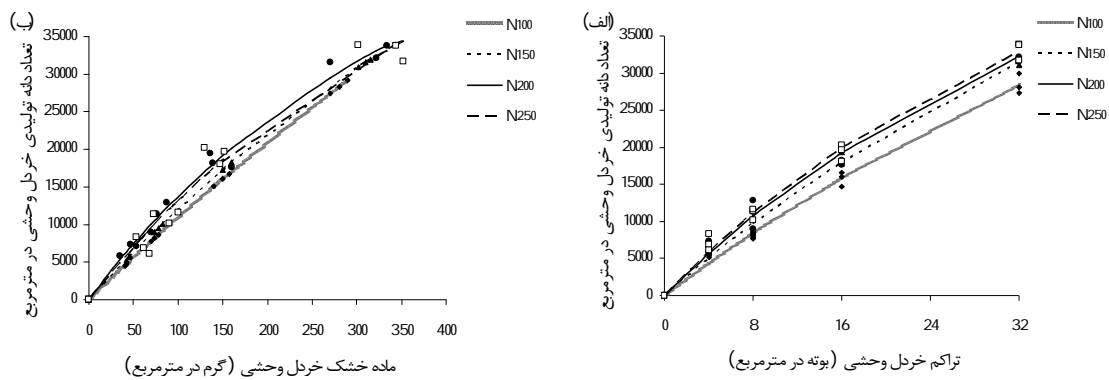
بررسی‌های اسلامی و همکاران (2006) نشان داد که سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز پهن برگ ترب وحشی در هر دو سال آزمایش بسیار چشمگیر بود، به طوری که در شرایط خالص، سرعت توسعه بانک بذر این علف‌هرز به طور میانگین به 800 برابر بذر کشت شده در سال قبل رسید، اما با افزایش تراکم گونه زراعی تا حد مطلوب، سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز به شدت کاهش یافت، ولی باز هم در هر دو سال به طور میانگین رشد جمعیت 100 برابری را برای سال بعد به همراه داشت.

مقایسه دو قسمت الف و ب شکل 3 نشان داد که اگرچه منحنی‌های حاصل از برازش داده‌ها نسبت به تراکم علف‌هرز با یکدیگر اختلاف داشتند اما هنگامی که ماده خشک خردل وحشی به جای تراکم آن قرار گرفت این تفاوت‌ها بسیار کمتر شد. به عبارتی به ازاء هر واحد ماده خشک علف‌هرز تولید بذر آن در تیمارهای کودی تغییر کمتری داشته و تفاوت زیادتر منحنی‌ها در قسمت الف بیشتر به علت تغییرات تولید ماده خشک آن بوده که به طور غیرمستقیم اثر آن بروز کرده است (شکل 3). بررسی حداکثر بذر تخمینی خردل وحشی (پارامتر B) بیانگر این مطلب است که به طور کلی مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش رقابت درون و برون‌گونه‌ای علف‌هرز شده و در بیشترین تراکم ممکن آن در کانوپی مخلوط، تولید بذر در واحد سطح کاهش یافته است (جدول 2). هرچند به نظر می‌رسد که افزایش سطح نیتروژن به عنوان مانعی برای تولید بذر خردل وحشی در تراکم‌های بالاست اما با توجه به تولید بذر بالا به ازاء تک بوته این علف‌هرز چنانکه از شیب‌های اولیه منحنی‌ها نیز به دست آمده، حضور حتی یک بوته در مترمربع آن می‌تواند باعث مشکلات بسیار زیادی برای کیفیت محصول کلزا و محصولات دیگر موجود در تناوب گردد (باغستانی و همکاران 1383 و مک مولان و همکاران 1994).

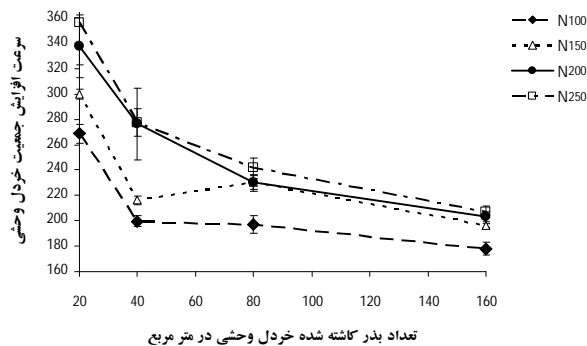
جدول 2- پارامترهای تخمینی تولید بذر علف‌هرز خردل وحشی نسبت به تراکم و ماده خشک آن در تیمارهای کود نیتروژن.

F	R ²	B ²	b ¹	شاخص مورد بررسی	نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
2005**	0/99	133224 (30490)	1127 (59)	تراکم	100
3116**	0/99	234070 (82152)	115 (5)	ماده خشک	150
2818**	0/99	124260 (19308)	1317 (58)	تراکم	200
4671**	0/99	142212 (19920)	131 (4)	ماده خشک	250
1232**	0/99	96829 (15808)	1510 (99)	تراکم	
1386**	0/99	90584 (11823)	162 (9)	ماده خشک	
1741**	0/98	93239 (11809)	1588 (87)	تراکم	
766**	0/98	97030 (17045)	152 (11)	ماده خشک	

**، معنی دار در سطح احتمال 1 درصد. 1، 2 و 3 به ترتیب میزان بذر تولیدی به ازاء ورود اولین بوته یا گرم ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی و حداکثر بذر تولیدی علف‌هرز در واحد سطح (مقادیر داخل پرانتز خطای استاندارد می باشند).



شکل 3- روند تولید بذر علف‌هرز خردل وحشی در تیمارهای کود نیتروژن نسبت به تراکم (الف) و ماده خشک تولیدی آن (ب) (N100: 100 KgN.ha⁻¹; N150: 150KgN.ha⁻¹; N200: 200KgN.ha⁻¹ و N250: 250KgN.ha⁻¹).



شکل 4- سرعت افزایش جمعیت خردل وحشی در سطوح مختلف کاشت بذر در تیمارهای مختلف نیتروژن (N100: 100 KgN.ha⁻¹; N150: 150KgN.ha⁻¹; N200: 200KgN.ha⁻¹ و N250: 250KgN.ha⁻¹).

جدول 3- نتایج تجزیه رگرسیون خطی مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر شبیه سازی شده عملکرد بیولوژیک و دانه

کلزا نسبت به تراکم و ماده خشک علف‌هرز.

R ²	RMSE ¹	شیب	شاخص مورد استفاده برای خردل وحشی	نیترژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کلزا
0/99	143/9	1/0001**	تراکم	100	بیولوژیک
0/99	118/5	1/0030**	ماده خشک		
0/99	248/7	0/9997**	تراکم	150	
0/99	244/9	1/0002**	ماده خشک		
0/99	255/7	0/9996**	تراکم	200	
0/99	247/1	0/9999**	ماده خشک		
0/99	197/9	1/0001**	تراکم	250	دانه
0/99	176/4	0/9998**	ماده خشک		
0/99	47/9	0/9996**	تراکم	100	
0/99	42/5	0/9974**	ماده خشک		
0/99	47/5	1/0000**	تراکم	150	
0/99	50/9	1/0022**	ماده خشک		
0/99	100/7	0/9997**	تراکم	200	
0/99	68/9	0/9966**	ماده خشک		
0/99	90/5	0/9997**	تراکم	250	
0/99	72/1	0/9992**	ماده خشک		

1: مجذور میانگین مربعات باقیمانده.

رگرسیون خطی بین مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده نشان دهنده کارایی بیشتر مدل برای توصیف تغییرات است. نتایج مشابهی توسط نگوآجیو و همکاران (1999) نیز ارائه شده است.

نتیجه گیری

ضرایب تبیین بالای به دست آمده برای مدل‌های دو و سه پارامتری، گویای توصیف مطلوب تغییرات ایجاد شده در صفات مورد بررسی بود. کاربرد بیشتر کود نیترژن، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را افزایش داد. در تمامی مقادیر نیترژن، افزایش تراکم و ماده خشک علف‌هرز خردل وحشی، عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را کاهش داد. همچنین تولید ماده خشک گونه‌هرز نیز تحت تاثیر مصرف کود قرار گرفت و با کاربرد بیشتر آن، در کلیه سطوح تراکمی، افزایش نشان داد.

با وجود آنکه ضریب تبیین رگرسیون در دو شاخص تراکم و ماده خشک علف‌هرز برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا و همچنین تولید بذر علف‌هرز خردل وحشی بسیار به هم نزدیک بود اما، مجذور میانگین مربعات باقیمانده برای شاخص ماده خشک علف‌هرز به جز در دو مورد در دیگر حالات کمتر از تراکم آنها به دست آمد. از این رو ماده خشک تولیدی علف‌هرز خردل وحشی نسبت به تراکم آن شاخص مطلوب‌تری جهت تخمین کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا و تولید بذر خردل وحشی بود. به نظر می‌رسد ماده خشک تولیدی چون برآیندی از میزان بهره‌برداری گیاه از منابع موجود است. لذا توصیف بهتری از تغییرات به وجود آمده در تولید گیاه زراعی و گونه‌هرز را در کانوبی مخلوط نشان می‌دهد.

صفاهانی لنگرودی و همکاران (1387) در بررسی چندین مدل غیرخطی اظهار داشتند که ضرایب تبیین بالا و مجذور میانگین مربعات باقیمانده کم حاصل از

نیترژن در هکتار تفاوت چندانی در تراکم‌های مورد بررسی وجود نداشت. ماده خشک خردل وحشی، نسبت به تراکم آن، شاخص مطلوب‌تری جهت تخمین کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا و تولید بذر خردل وحشی بود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که هر چند مصرف بیشتر نیترژن، افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا را در هر دو شرایط کشت خالص و تداخل با خردل وحشی در پی داشت و با دیدی کوتاه مدت مصرف 250 کیلوگرم در هکتار مطلوب می‌نمود، اما با در نظر گرفتن اثر کود بر افزایش تولید، شیب اولیه منحنی‌های کاهش عملکرد و نقصان سریع اختلاف عملکرد کلزا بین دو تیمار 200 و 250 کیلوگرم نیترژن با افزایش تراکم خردل وحشی، افزایش تولید بذر و ماده خشک خردل وحشی در نتیجه کاربرد بیشتر کود، بانک بذر آن در درازمدت و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای نیترژنی، سطح کودی 200 کیلوگرم نیترژن در هکتار برای همدان و مناطق مشابه از نظر آب و هوایی مناسب می‌نماید.

با افزایش مصرف نیترژن، شیب اولیه کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا (پارامتر I) تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار نسبت به تراکم و ماده خشک خردل وحشی کاهش یافت. اما در سطح کودی 250 کیلوگرم در هکتار، خسارت‌زایی خردل وحشی برای صفات یاد شده بیشتر شد. حداکثر کاهش تخمینی (پارامتر A) به دست آمده نشان داد که علف‌هرز خردل وحشی در بالاترین تراکم‌های ممکنه خود در همه سطوح کود نیترژن، توانایی خسارت‌زایی بسیار بالا بر عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا داشته است. با افزایش تراکم و ماده خشک تولیدی خردل وحشی در شرایط تداخل با کلزا، افزایش تعداد بذر تولید شده آن روند غیرخطی داشت و با مصرف بیشتر نیترژن، شیب اولیه تولید بذر (پارامتر b) آن افزایش یافت. به طور کلی حداکثر تولید بذر تخمینی خردل وحشی در کانوپی مخلوط (پارامتر B) با مصرف بیشتر نیترژن در واحد سطح کاهش نشان داد. با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی در هر چهار سطح نیترژن، سرعت افزایش جمعیت علف‌هرز نقصان یافت. هر چند مصرف بیشتر نیترژن سبب افزایش سرعت رشد جمعیت علف‌هرز خردل وحشی شد، اما بین سطوح 200 و 250 کیلوگرم

جدول 4- نتایج تجزیه رگرسیون خطی مقادیر مشاهده شده در مقابل مقادیر شبیه‌سازی شده تعداد دانه تولیدی خردل وحشی نسبت به تراکم و ماده خشک آن.

R ²	RMSE ¹	شیب	شاخص مورد استفاده	مقدار نیترژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
0/99	840	1/0004**	تراکم	100
0/99	665	1/0017**	ماده خشک	
0/99	776	0/9999**	تراکم	150
0/99	600	0/9999**	ماده خشک	
0/99	1199	1/0001**	تراکم	200
0/99	1113	1/0020**	ماده خشک	
0/99	1029	1/0003**	تراکم	250
0/99	1505	1/0016**	ماده خشک	

1: مجذور میانگین مربعات باقیمانده

منابع مورد استفاده

- باغستانی میبیدی م ع، نجفی ح و زند ا، 1383. بیولوژی و مدیریت علف‌هرز خردل وحشی. موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.
- باقرانی ن و غدیری ح، 1374. اثر خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی، اسید جیبرلیک و دما بر جوانه‌زنی خردل وحشی. صفحه 14. دوازدهمین کنگره حفاظت گیاهی، کرج.
- رضایی ع و سلطانی ا، 1377. مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- صفاهانی لنگرودی ع ر، کامکار ب، زند ا، باقرانی ن و باقری م، 1386. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در گرگان. مجله علوم زراعی ایران، جلد نهم. شماره 4. صفحه‌های 356 تا 370.
- صفاهانی لنگرودی ع ر، کامکار ب، زند ا، و باغستانی میبیدی م ع، 1387. ارزیابی توانایی تحمل رقابت ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus*) در برابر علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) با استفاده از مدل‌های تجربی در استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات)، جلد پانزدهم. شماره 5. صفحه‌های 101 تا 111.
- Aguyoh JN and Masiunas JB, 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap beans. *Weed Science* 51:202-207.
- Askew ShD and Wilcut JW, 2001. Tropic croton interference in cotton. *Weed Science* 49:184-189.
- Askew ShD and Wilcut JW, 2002. Ladysthumb interference and seed production in cotton. *Weed Science* 50:326-332.
- Blackshaw RE, Brandt RN, Janzen HH, Entz T, Grant CA and Derksen DA, 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science* 51:532-539.
- Blackshaw RE, 2005. Nitrogen fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with spring wheat. *Agronomy Journal* 97:1612-1621.
- Callaway MB, 1992. A Compendium of crop varietal tolerance to weeds. *American Journal Alternative Agricultural* 7:169-180.
- Cathcart RJ and Swanton CJ, 2003. Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. *Weed Science* 51:975-986.
- Cathcart RJ and Swanton CJ, 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. *Weed Science* 52:1039-1049.
- Clewis SB, Askew ShD and Wilcut JW, 2001. Common ragweed interference in peanut. *Weed Science* 49:68-772.

- Cousens R, 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Annual Applied Biology 107:239-252.
- Delaney MR and Van Acker RC, 2005. Effect of nitrogen fertilizer and landscape position on wild oat (*Avena fatua*) interference in spring wheat. Weed Science 53:869-876.
- Dhima KV and Eleftherohorinos IG, 2001. Influence of nitrogen on competition between winter cereals and *sterile oat*. Weed Science 49:77-82.
- Dhima KV and Eleftherohorinos IG, 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. Journal of Agronomy and Crop Science 191 (4):241-248.
- Eslami SV, Gill GS, Bellotti B and McDonald G, 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Science 54:749-756.
- Khan I, Gul H, Muhammad Khan I and Gul M, 2007. Effect of wild Oat (*Avena fatua* L.) population and nitrogen levels on some agronomic traits of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Turk Journal Agricultural 31:91-101.
- Koutsoyiannis A, 1973. Theory of econometrics: an introductory exposition of econometric methods. London, MacMillan.
- Lindquist JL and Mortensen DA, 1998. Tolerance and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) suppressive ability of two old and two modern corn (*Zea mays*) hybrids. Weed Science 46:569-574.
- Lindquist JL, Barker DC, Knezevic SZ, Martin AR and Walters DT, 2007. Comparative nitrogen uptake and distribution in corn and velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*). Weed Science 55:102-110.
- Majnoun Hosseini N, Alizadeh HM and Malek Ahmadi H, 2006. Effects of plant density and nitrogen rates on the competitive ability of canola (*Brassica napus* L.) against weeds. Journal Agricultural Science Technology 8:281-291.
- Massinga RA, Currie RS, Horak MJ and Boyer JrJ, 2001. Interference of *Palmer amaranth* in corn. Weed Science 49:202-208.
- McMullan PM, Daun JK and Declerq DR, 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of Tritizan-Tolerant and Tritizan- Susceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*). Canadian Journal Plant Science 74(2):369-374.
- Ngouajio M, Lemieux C and Leroux GD, 1999. Prediction of corn (*Zea mays*) yield loss from early observations of the relative leaf area and the relative leaf cover of weeds. Weed Science 47:297-304.
- O'Donovan JT and Blackshaw RE, 1997. Effect of volunteer barley (*Hordeum vulgare* L.) interference on field pea (*Pisum sativum* L.) yield and profitability. Weed Science 45:249-255.
- O'Donovan JT, Harker KN, Clayton GW, Robinson D, Blackshaw RE and Hall L, 2001. Implementing integrated weed management in barley (*Hordeum vulgare*). Pages 75-89 in R. E.

Blackshaw and L. M. Hall, eds. Integrated Weed Management: Explore the Potential. Sainte-Anne-de-Bellevue, Quebec: Expert Committee on Weeds.

Ozer H, 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal Agronomy* 19:453-463.

Paolini R, Principi M, Froud-Wiliams RJ, Del Puglia S and Biancardi E, 1999. Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. *Weed Research* 39:425-440.

[SAS] Statistical Analysis Systems, 1988. SAS/STAT User's Guide. Version 6.03. Cary, NC: Statistical Analysis Systems Institute.

Scott GH, Askew ShD, Wilcut JW and Brownie C, 2000. *Datura stramonium* interference and seed rain in *Gossypium hirsutum*. *Weed Science* 48:613-617.

Tollenaar M, Aguilera A and Nissanka SP, 1997. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. *Agronomy Journal* 89:239-246.

Wall DA, 1993. Wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition with navybeans. *Canadian Journal Plant Science* 73:1309-1313.