مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۵، شماره ۲، ۱۳۹۲
صفحات ۱۶۶- ۱۵۳

ارزیابی قابلیت رقابتی کلزا (*Brassica napus* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم نسبی دو گونه

Evaluation of competitive ability of canola (*Brassica napus*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*) at different rate of nitrogen and relative density of both species

فاطمه سلیمانی[1*]، بیژن سعادتیان[2]، گودرز احمدوند[3]

چکیده:

به منظور ارزیابی روابط رقابتی خردل وحشی و کلزا رقم اوکاپی در سطوح مختلف نیتروژن، آزمایشی به صورت سری‌های جایگزینی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بو علی سینا همدان در سال ۲۰۱۰ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح نیتروژن خالص ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵۰ گرم در گلدان و نسبت‌های مختلف تراکم کلزا و علف‌هرز خردل وحشی به ترتیب در پنج سطح ۱:۰، ۰/۷۵: ۰/۲۵، ۰/۵: ۰/۵، ۰/۲۵: ۰/۷۵ و ۱:۰ بود. تراکم هر دو گونه در کشت خالص ٤ بوته در گلدان منظور شد. ضرایب رقابت درون گونه‌ای کلزا براساس هر دو صفت عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نسبت به ضرایب رقابت برون گونه‌ای آن در تمامی سطوح نیتروژن کمتر بود، اما در خردل وحشی عکس آن مشاهده شد. قابلیت رقابت نسبی کلزا براساس دو صفت مذکور، در تمامی سطوح نیتروژن نسبت به خردل وحشی کمتر بود. افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در گلدان موجب افزایش قابلیت رقابت نسبی کلزا شد. تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته کلزا با افزایش تراکم نسبی آن افزایش یافت، اما با افزایش تراکم نسبی خردل وحشی، حالت عکس برای صفات ذکر شده به دست آمد. شاخص تمایز آشیان اکولوژیک براساس صفات عملکرد بیولوژیک و دانه، کمتر از یک برآورد گردید. شاخص مذکور برای عملکرد بیولوژیک، در هر چهار سطح نیتروژن بیشتر از عملکرد دانه، به دست آمد. بیشترین مقادیر شاخص تمایز آشیان اکولوژیک برای دو صفت ذکر شده، به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در گلدان حاصل شد. به طور کلی نتایج آزمایش حاکی از آن بود که سطح ۱ گرم نیتروژن خالص در گلدان (معادل با سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) تیمار کودی مناسب جهت افزایش توان رقابتی کلزا در شرایط تداخل با خردل وحشی بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تمایز آشیان اکولوژیک، ضریب رقابت درون و بین گونه‌ای، قابلیت رقابت نسبی، مدل عکس عملکرد تک بوته.

مقدمه

علف‌های هرز یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد گیاهان زراعی در جهان به شمار می‌روند (Di Tomaso, 1995; Ahmadvand, 2002). خردل وحشی از مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع کلزا است که گیاهی پهن‌برگ و یکساله می‌باشد (Blackshaw *et a*l., 1987; Baghestani Meybodi *et a*l., 2004; Safahani *et al*.,

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۶

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه بوعلی سینا همدان
*- نویسنده مسئول Email: f.soleymani63@ gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

2007; Soleymani *et al*., 2011). تاکنون این گیاه به عنوان علف‌هرز غالب ۳۰ محصول زراعی در ۵۲ کشور جهان معرفی شده است (Holm *et al*., 1997). در ایران نیز رقابت خردل وحشی تاثیرات منفی کیفی و کمی عمده‌ای بر محصول کلزای پاییزه در پی داشته است (Baghestani *et al*., 2004).

تحقیقات بسیاری در رابطه با اثرات زیان آور خردل وحشی بر گیاهان زراعی مختلف صورت گرفته است (Blackshaw *et al*., 1987; Dhima and Eleftherohorinos, 2005; Safahani *et al*., 2007; Soleimani *et al*., 2011). تراکم علف‌هرز یکی از عوامل کمی موثر بر رقابت علف‌های هرز و گیاه زراعی می‌باشد (Cudney *et al*., 1989; Ahmadvand, 2002; Safahani Langrodi *et al*., 2008; Soleymani *et al*., 2010). به طوری که در تحقیقی وجود ۱۰ بوته خردل وحشی در متر مربع، سبب کاهش ۲۰ درصدی عملکرد دانه کلزا شد (McMullan *et al*., 1994). در یک آزمایش نیز، خردل وحشی با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، عملکرد کلزا را تا ۳۶ درصد کاهش داد (Blackshaw *et al*., 1987). همچنین یافته‌ها نشان داد که رقابت ۲۰۰ بوته خردل وحشی در متر مربع، کاهشی ۷۵ درصدی را در تولید بذر کلزا باعث شد (Van Acker and Oree, 1999). در مطالعه‌ای دیگر، میزان افت عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا در شرایط تداخل با ۳۰ بوته خردل وحشی در متر مربع، ۵۲ تا ۹۵ درصد گزارش شده است (Safahani *et al*., 2007).

یکی از دلایل افت عملکرد گیاهان زراعی در حضور علف‌های هرز، رقابت بر سر عناصر غذایی است. افزایش میزان عناصر غذایی خاک در صورتی که رشد علف‌های هرز را بیش از گیاه زراعی تحریک نماید، سبب تشدید اثرات تداخلی علف‌های هرز می‌گردد (Iqbal and Wright, 1997; Ahmadvand, 2002; Mousavi *et al*., 2003; Lindquist *et al*., 2007; Soleymani *et al*., 2010; Soleymani *et al*., 2011). علف‌های هرز در بسیاری از موارد بیش از میزان نیاز خود از عناصر غذایی استفاده می‌کنند و در نتیجه این مصرف کننده‌های لوکس[1]، ممکن است بیشتر از گیاه زراعی از کود بهره‌مند شده و مقدار عناصر غذایی قابل دسترس گیاه زراعی را کاهش دهند، که این امر توانایی رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. بسیاری از گونه‌های علف‌هرز نسبت به گیاهان زراعی در جذب مواد غذایی اضافه شده به عنوان کود، برتری دارند (Blackshaw *et al*., 2003)، اما کاربرد متناسب عناصر غذایی می‌تواند شرایط مطلوبی را جهت رشد گیاه زراعی فراهم نموده و رشد و نمو علف‌های هرز را کاهش دهد (Soleymani *et al*., 2010).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی است که منجر به افزایش محصول زراعی شده و همچنین بر جوانه‌زنی و استقرار علف‌های هرز تاثیر می‌گذارد (Camara *et al*., 2003) و بیشترین نگرانی را در رابطه با رقابت علف‌های هرز ایجاد کرده است (Di Tomaso, 1995). از طرفی کاربرد بیش از اندازه نیتروژن، تاثیر سوء مشهودی بر محیط زیست، به همراه خواهد داشت (Vitousek *et al*., 2009). تحقیقات نشان داده

[1] - Luxury consumers

www.SID.ir

Archive of SID

است که اثرات رقابتی گیاه زراعی- علف‌هرز در اثر میزان مصرف نیتروژن تغییر می‌یابد (Ahmadvand, 2002; Cathcart and Swanton, 2003; Soleymani *et al*., 2010; Soleymani *et al*., 2011).

در بررسی انجام گرفته بر روی رقابت گندم و علف‌های هرز سلمه تره (*Chenopodium album*) و خردل وحشی مشاهده شد که زیست توده دو گونه هرز به طور چشمگیری با افزایش نیتروژن از ۲۰ به ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، افزایش یافته و هر دو علف‌هرز بیش از گندم به افزایش نیتروژن واکنش مثبت نشان دادند (Iqbal and Wright, 1997). گزارش دیگری نیز حکایت از افزایش ۷/۸ برابری زیست توده خردل وحشی در اثر افزایش نیتروژن از ۰ به ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، دارد (Blackshaw *et al*., 2003). همچنین در مطالعه‌ای گلخانه‌ای مشاهده شد که با افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد دانه علف‌هرز و گیاه زراعی بیشتر شد و با افزایش نسبت علف‌هرز چچم (*Lolium rigidum*) به جو (*Hordeum vulgare*)، عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه زراعی در هر گلدان کاهش یافت (Gonzalez-Ponce, 1998). از سوی دیگر، در برخی موقعیت‌ها گیاه زراعی می‌تواند در جذب کود نسبت به علف‌هرز کارآمدتر باشد (Dhima and Eleftherohorinos, 2005)، به طوری که در شرایط عدم استفاده نیتروژن، عملکرد ذرت (*Zea maize*) در اثر تداخل با دم روباهی سبز (*Setaria viridis*)، ۳۵ تا ۴۰ درصد کاهش یافت، اما با کاربرد نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، خسارت وارده به ۱۲ تا ۱۷ درصد تقلیل پیدا کرد (Cathcart and Swanton, 2003). پژوهشگران اظهار داشتند که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح بهینه، باعث افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در برابر علف‌های‌هرز شده و در نتیجه افت عملکرد گیاه زراعی کاهش خواهد یافت (Cathcart and Swanton, 2004).

باتوجه به اینکه کودهای شیمیایی یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش هزینه‌های تولید در سیستم‌های زراعی می‌باشند و تاثیر بسزایی بر روابط گیاه زراعی و علف‌هرز دارند (Dhima and Eleftherohorinos, 2005)، مدیریت مصرف نهاده‌های کودی از نظر میزان کاربرد و دستیابی به مقادیر بهینه کود که بالاترین بازده تولید و کمترین هزینه و آلودگی محیط زیست را در برداشته باشد می‌تواند به عنوان راهکاری در جهت کاهش اثرات تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی باشد (Soleymani *et al*., 2011). همچنین شناخت روابط رقابتی درون و بین گونه‌ای و پاسخ آن‌ها به نهاده‌های کودی بخصوص نیتروژن، برای نیل به کشاورزی پایدار و تصمیم-گیری مناسب، بسیار تعیین کننده می‌باشد. از اینرو پژوهش حاضر به منظور به دست آوردن دیدگاه مدیریت کودی مناسب و مقایسه ضمنی با آزمایشات مزرعه‌ای نگارندگان، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۲۰۱۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. خاک مورد استفاده، دارای بافت لومی بود. نور مورد نیاز به طور طبیعی فراهم شد و

www.SID.ir

محدودیتی از این جهت در گلخانه وجود نداشت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با استفاده از سری‌های جایگزینی اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار سطح نیتروژن خالص ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره (۴۶٪ N) بود که برحسب حجم گلدان‌ها معادل‌سازی گردید (N1=۰/۷۵، N2=۱، N3=۱/۲۵، N4=۱/۵۰ گرم نیتروژن در گلدان). فاکتور دوم، نسبت‌های مختلف تراکم کلزا رقم اوکاپی و علف‌هرز خردل وحشی در پنج سطح ۱: ۰، ۰/۷۵: ۰/۲۵، ۰/۵: ۰/۵، ۰/۲۵: ۰/۷۵ و ۱:۰ بود. تراکم هر دو گونه در کشت خالص براساس تراکم ۸۰ بوته کلزا در مترمربع (Soleymani *et al.*, 2011) معادل ۴ بوته در گلدان منظور شد. در طی فصل رشد، آبیاری گلدان‌ها به فواصل زمانی سه روز و با حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر در گلدان انجام شد. بذر خردل وحشی قبل از کاشت به مدت یک هفته در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خواب آن شکسته شود (Bagherani and Ghadiri, 1995). همچنین جهت آبشویی مواد نیتروژنه احتمالی، گلدان‌های حاوی ۳ کیلوگرم خاک قبل از کشت چهار نوبت آبیاری سنگین شدند به گونه‌ای که از کف آن‌ها آب اضافی خارج گردید. کاشت بذر دو گونه با عمق یک سانتی‌متر در گلدان‌ها صورت گرفت. پس از سبز شدن عملیات تنک بوته‌ها برای رسیدن به نسبت‌های مورد نظر انجام شد. تیمار کود نیتروژن در دو مرحله بعد از تنک کردن و ساقه‌روی، همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. در مرحله ۶ برگی به تدریج دمای گلخانه به ۲ درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد و پس از تطابق بوته‌ها به سرما، پنجره‌های گلخانه جهت بهاره‌سازی به مدت ۶ هفته باز گردید و تغییرات دمایی آن ثبت شد. در مدت بهاره‌سازی، میانگین بیشترین و کمترین دما به ترتیب ۱۴ و ۲- درجه سانتی‌گراد بود. از سم دسیس (دلتامترین)[1] با غلظت ۳ در هزار جهت مقابله با شته سبز در اوایل گل‌دهی استفاده شد. پس از رسیدن فیزیولوژیک، بوته‌ها کف‌بر شده و صفات تعداد خورجین در بوته، تعداد بذر در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و بذر هر دو گونه اندازه‌گیری شد. برای به دست آوردن ضرایب رقابت درون و برون گونه‌ای براساس عملکرد بیولوژیک و بذر کلزا و خردل وحشی از مدل رگرسیون خطی چند متغییره عکس عملکرد تک بوته (معادله ۱) استفاده شد (Spitters, 1983).

$$1/W=B_{00}+B_{11}D_1+B_{12}D_2 \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله B_{00} عکس عملکرد بیولوژیک یا بذر تک بوته گونه ۱ در شرایط ایزوله، B11 و B12 به ترتیب ضرایب رقابت درون و بین گونه‌ای گونه ۱، D_1 و D_2 نیز به ترتیب تراکم گونه۱ و گونه ۲ است.

با استفاده از ضرایب مدل اسپیترز، قابلیت رقابت نسبی (RCA)[2] دو گونه محاسبه شد (Ahmadvand, 2002; Mousavi *et al.*, 2003) (معادله ۲).

$$RCA=B_{11}/B_{12} \qquad \text{معادله (۲)}$$

شاخص تمایز آشیان اکولوژیک (NDI)[3] از حاصل ضرب قابلیت رقابت نسبی دو گونه به دست آمد

[1]-Deltamethrin (Decis TM)
[2]- Relative Competitive Ability

www.SID.ir

(Ahmadvand, 2002; Mousavi *et al.*, 2003) (معادله ۳).

$$NDI=RCA_1\times RCA_2 \qquad \text{معادله (۳)}$$

آنالیز داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

افزایش نسبت تراکم هر گونه در گلدان، با افزایش عملکرد بیولوژیک و بذر آن گونه و کاهش صفات ذکر شده در گونه مقابل همراه بود (شکل ۱و۲). این نتایج نشان‌دهنده تاثیر بسزای تراکم گونه‌ای در قابلیت بهره‌برداری از فضا، شرایط محیطی و تغذیه‌ای و در نهایت عملکرد نهایی هر یک از دو گونه است. همچنین افزایش تراکم هر یک از گونه‌ها با تاثیر منفی بر عملکرد تک بوته‌های گونه مقابل، تولید دانه و وزن خشک را در بوته‌ها کاهش داده است. محققین دیگر نیز در بررسی نسبت‌های مختلف مخلوط گندم (*Triticum aestivum*) و یولاف وحشی (*Avena fatua*) در آزمایش سری‌های جایگزینی دریافتند که با افزایش نسبت تراکم هر گونه، عملکرد دانه و بیوماس گونه دیگر به طور خطی کاهش یافت(Cudney *et al.*, 1989). همچنین در مطالعات انجام گرفته بر روی رقابت گندم و یولاف وحشی تحت تاثیر نیتروژن، مشاهده شد که با کاهش تراکم نسبی هر گونه در نسبت‌های مختلف مخلوط، بیوماس نهایی آن کاهش پیدا کرد (Ahmadvand, 2002).

به طور کلی مجموع عملکرد بیولوژیک و دانه دو گونه با افزایش نسبت تراکمی خردل وحشی، در همه سطوح نیتروژن کاهش یافت و در نسبت ۲:۲ کمترین مجموع عملکرد بیولوژیک و بذر دو گونه در گلدان حاصل شد (شکل ۱ و ۲). با مصرف بیشتر نیتروژن، عملکرد بیولوژیک و بذر هر دو گونه کلزا و خردل وحشی در تمامی نسبت‌های تراکمی افزایش نشان داد (شکل ۱ و ۲). در یک آزمایش جایگزینی با افزایش مقدار نیتروژن پاسخ مثبتی در عملکرد بذر گیاه زراعی جو و گونه‌هرز چچم مشاهده شد (Gonzalez-Ponce, 1998). اثرات افزایشی کاربرد نیتروژن بر عملکرد گونه‌ها در شرایط تداخل توسط محققین دیگر نیز گزارش گردیده است (Ahmadvand, 2002; Soleymani *et al.*, 2010).

با توجه به ضرایب تبیین تصحیح شده و سطوح معنی‌داری به دست آمده، مدل عکس عملکرد تک بوته به خوبی روند تغییرات عملکرد بیولوژیک و بذر کلزا و خردل وحشی را در سطوح نیتروژن نشان داد (جدول ۱ و ۲). ضریب رقابت درون گونه‌ای کلزا در هر دو صفت عملکرد بیولوژیک و دانه نسبت به ضریب رقابت برون گونه‌ای آن در تمامی سطوح نیتروژن کمتر بود، که این نتایج بیانگر تاثیر بیشتر رقابت خردل وحشی بر عملکرد تک بوته کلزا است (جدول۱). اما بررسی ضرایب رقابتی درون و برون گونه‌ای خردل وحشی عکس نتایج کلزا را نشان داد و رقابت درون گونه‌ای خردل وحشی در هر چهار سطح کاربرد نیتروژن، نسبت به رقابت برون گونه‌ای آن شدیدتر بود (جدول ۲).

نتایج بررسی عملکرد بیولوژیک تک بوته گندم و علف‌هرز خردل وحشی در بازه‌های زمانی ۱۴۳، ۱۵۸ و ۲۲۰ روز پس از کاشت، نشان داد که

www.SID.ir

مقادیر مختلف کاربرد نیتروژن موجب تغییر ضرایب رقابت درون و برون گونه‌ای دو گونه شد (Mousavi *et al*., 2003). همچنین در هر سه بازه زمانی و سطوح مختلف کودی، ضرایب رقابت برون گونه‌ای گندم بیشتر از ضرایب رقابت درون گونه‌ای آن به دست آمد، اما مقادیر ضریب رقابت دورن گونه‌ای برای علف‌هرز خردل وحشی بالاتر از ضرایب رقابت برون گونه‌ای آن بود که با نتایج به دست آمده در این بررسی مطابقت داشت. در آزمایشی دیگر نیز در کلیه سطوح نیتروژن ضریب رقابت برون گونه‌ای گندم بیشتر از ضریب رقابت درون گونه‌ای به دست آمد، ولی در گونه هرز یولاف وحشی ضریب رقابت برون گونه‌ای کمتر از درون گونه‌ای بود. این نتایج موید آن است که تولید بیوماس گیاه زراعی بیشتر از آن که توسط فشار رقابت درون گونه‌ای محدود گردد، تحت تاثیر رقابت برون گونه‌ای قرارگرفته و برعکس، تاثیر رقابت علف‌هرز یولاف وحشی بر خودش بیشتر از تاثیر منفی گندم بر آن بوده است(Ahmadvand, 2002).

ضرایب رقابت درون و برون گونه‌ای عکس عملکرد بیولوژیک کلزا و خردل وحشی در هر چهار سطح نیتروژن، کمتر از ضرایب به دست آمده برای عکس عملکرد دانه آن دو بود. در مطالعات مزرعه‌ای نیز تاثیرپذیری عملکرد بذرکلزا از رقابت خردل وحشی، در تمامی سطوح نیتروژن بیشتر از عملکرد بیولوژیک بود (Soleymani *et al*., 2011). به عبارت دیگر، عملکرد بذر هر دو گونه نسبت به عملکرد بیولوژیک آنها از حساسیت بیشتری نسبت به رقابت درون و برون گونه‌ای برخوردار بوده است (جدول ۱ و ۲). همچنین محققان در بررسی توانایی تحمل رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی، با مشاهده بالاتر بودن شیب افزایش عکس عملکرد بذر ارقام کلزا در تراکم‌های علف‌هرز نسبت به شیب افزایش عکس عملکرد بیولوژیک پی بردند که حساسیت عملکرد بذر کلزا نسبت به رقابت بیشتر از عملکرد بیولوژیک است. آن‌ها علت این امر را حساسیت بیشتر عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی از جمله رقابت، به دلیل حساسیت بیشتر رشد زایشی به تنش‌ها در مقایسه با رشد رویشی و کوتاه بودن طول دوره تشکیل‌دهنده عملکرد دانه نسبت به دوره تشکیل‌دهنده عملکرد بیولوژیک، دانستند (Safahani Langrodi *et al*., 2008).

قابلیت رقابت نسبی عملکرد بیولوژیک و بذر کلزا در همه سطوح نیتروژن، کمتر از یک بود، اما میزان قابلیت رقابت نسبی خردل وحشی در کلیه سطوح نیتروژن بیشتر از یک بدست آمد (جدول ۱). کمتر از یک بودن قابلیت رقابت نسبی کلزا در همه حالات بیانگر این است که در کلیه سطوح نیتروژن، کلزا بیشتر متاثر از رقابت برون گونه‌ای خردل وحشی بوده است. نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی رقابت گندم و یولاف وحشی نیز حاکی از بیشتر بودن قابلیت رقابت نسبی علف‌هرز در برابر گیاه زراعی در کلیه سطوح نیتروژن بود (Ahmadvand, 2002).

افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در گلدان (۲۰۰کیلوگرم در هکتار) موجب افزایش قابلیت رقابت نسبی کلزا شد. به طوری که مقادیر آن برای عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا در سطح کودی یاد شده به ترتیب به

www.SID.ir

۰/۵۲۱ و ۰/۳۷۴ رسید (جدول۱)، و بیانگر آن بود که به ترتیب هر ۱/۹۲ و ۲/۶۷ بوته کلزا قدرت رقابتی معادل یک بوته خردل وحشی در صفات عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا داشته است. قابلیت رقابت خردل وحشی بر خلاف کلزا با مصرف نیتروژن تا سطح ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در گلدان کاهش نشان داد. از این نتایج چنین بر می‌آید که مصرف نیتروژن تا حد ۱/۲۵ گرم در گلدان شرایط رقابتی را به نفع گیاه زراعی تغییر داده است. بررسی شیب معادله عکس عملکرد بیولوژیک و دانه کلزا در مطالعات مزرعه‌ای نشان داد که کلزا با داشتن کمترین شیب خط در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار که معادل ۱/۲۵ گرم نیتروژن خالص در واحد گلدان می‌باشد، دارای بیشترین قابلیت رقابت نسبی بود (Soleymani *et al*., 2011). نتایج حاصل از پژوهشی دیگر حاکی از آن بود که قابلیت رقابت نسبی خردل وحشی در سطوح مختلف نیتروژن بسیار بیشتر از گیاه زراعی بود و سطح بهینه نیتروژن موجب کاهش این شاخص در علف‌هرز و افزایش آن در گیاه زراعی گردید (Mousavi *et al*., 2003). همچنین یافته‌ها نشان داده که افزایش مصرف نیتروژن بیش از سطح مطلوب سبب تشدید اثرات رقابتی علف‌هرز یولاف وحشی در مقابل گندم شد (Parchami *et al*., 2010). به اعتقاد محققان کاربرد نیتروژن در حد بهینه و زمان مناسب، سبب رشد سریع گیاه زراعی و بالا رفتن توان رقابتی آن در برابر علف‌های هرز می‌گردد (Paolini *et al*., 1999). سایر بررسی‌ها نیز موید نتایج بیان شده است (Cathcart and Swanton, 2003; Cathcart and Swanton, 2004).

با توجه به ضرایب تبیین به دست آمده، رگرسیون خطی به خوبی روند تغییرات صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین کلزا و خردل وحشی را نسبت به تراکم آنها، توصیف کرد (شکل۳ و۴). کمترین تعداد خورجین در بوته کلزا در پایین‌ترین نسبت تراکمی آن حاصل شد و با افزایش نسبت تراکمی کلزا در گلدان، تعداد خورجین در بوته آن در هر چهار سطح نیتروژن، افزایش یافت. به طوری که شیب خط رگرسیونی حاصل برای سطوح ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵۰ گرم نیتروژن خالص در گلدان به ترتیب ۳/۳۴، ۲/۰۳، ۱/۴۰ و ۲/۴۲ به دست آمد و مصرف بیشتر نیتروژن به طور کلی بر صفت یادشده تاثیر مثبت داشت (شکل ۳- a). هرچند اثر مثبت نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته علف‌هرز خردل وحشی مشهود بود، اما این صفت در تمامی سطوح کاربرد نیتروژن، با افزایش تراکم نسبی خردل وحشی کاهش یافت و تمامی ضرایب رگرسیونی به دست آمده منفی بود (شکل ۳b-). نتایج مطالعات مزرعه‌ای نیز بیانگر کاهش افت تعداد خورجین در بوته کلزا به ازاء ورود اولین بوته خردل وحشی با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با نتایج گلخانه‌ای مطابقت داشت (Soleymani, 2010). اثرات منفی رقابت علف‌هرز بر صفت تعداد خورجین، توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Blackshaw *et al*., 2002; Holman *et al*., 2003; Safahani *et al*., 2007).

کمترین تعداد دانه در خورجین کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی مشاهده شد و تعداد دانه در خورجین کلزا با افزایش تراکم نسبی آن

www.SID.ir

افـزایش یافـت (شـکل ۴- a). در مقابـل، اگرچـه کاربرد بیشـتر نیتـروژن بـر تعـداد دانـه در خـورجین علف‌هرز خـردل وحشـی افـزود، امـا تعـداد دانـه در خـورجین ایـن گیـاه در همـه سـطوح نیتـروژن، بـا افزایش تراکم نسبی آن، نقصان یافت (شکل۴-b).

با افزایش تـراکم خـردل وحشـی در مزرعـه نیـز تعداد دانـه در خـورجین کلـزا کـاهش پیـدا کـرد و کاربرد مقادیر بیشـتر کـود نیتـروژن، تعـداد دانـه در خورجین کلـزا را در تمـامی سـطوح تـراکم خـردل وحشـی افـزایش داد (Soleymani, 2010). بـه گفته پژوهشـگران در شـرایط رقابـت، سـایه‌انـدازی خردل وحشـی سـبب کـاهش کـارآیی فتوسـنتزی و درنتیجه کاهش تولیـد و اختصـاص مـواد غـذایی بـه انـدام‌هـای زایشـی کلـزا و تعـداد دانـه در خـورجین مـی‌گـردد (Safahani *et al*., 2007). محققـین بسیاری کاهش تعداد دانه در خورجین کلـزا در اثـر رقابت علف‌هرز را گزارش کرده‌اند (Blackshaw *et al*., 2002; Holman *et al*., 2003).

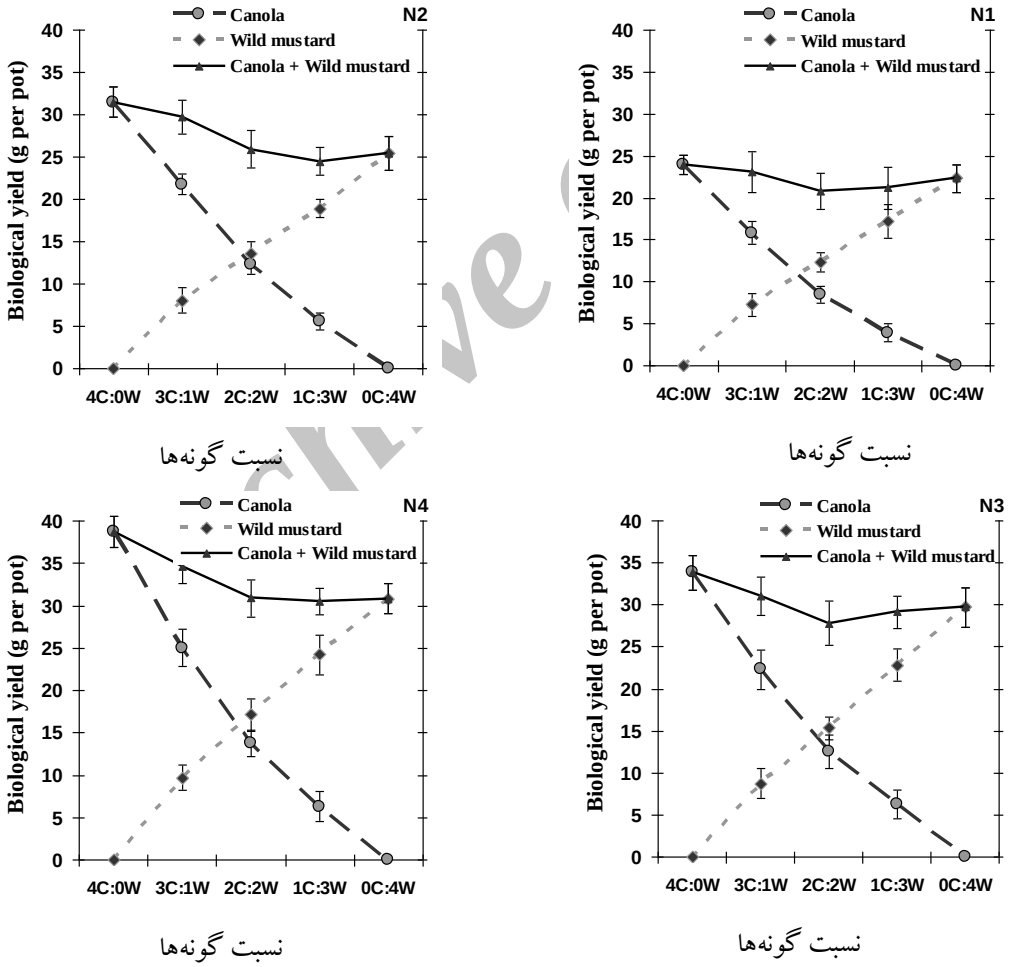
شاخص تمایز آشیان اکولوژیـک کمتـر از یـک برای صفات عملکرد بیولوژیک و دانه، نشـان‌دهنـده وجـود آشـیان اکولوژیـک مشـترک بـین دو گونـه مورد بررسی بود (شکل۱)، به عبارت دیگـر بـر سـر منـابع مشـترک بـین کلـزا و خـردل وحشـی رقابـت وجود داشته است. شاخص آشیان اکولوژیک بیشـتر عملکرد بیولوژیک نسبت به دانه در هر چهار سـطح نیتروژن، می‌تواند نشان‌دهنده شدت بیشـتر رقابـت و تداخل نیچ دو گونه در مرحله زایشی باشد. هـر چـه مقدار عددی شاخص تمـایز آشـیان اکولوژیـک بـه دست آمده بزرگتر باشد تمایز آشـیان بـین دو گونـه بیشتر شده و درنتیجـه بـر سـر منـابع مشـترک کمتـر رقابت خواهنـد کـرد (Ahmadvand, 2002)، در ایـن آزمـایش، بیشـترین مقـادیر ایـن شـاخص بـرای صـفات عملکـرد بیولوژیـک و دانـه بـه ترتیـب در سـطوح ۱ و ۱/۲۵ گـرم نیتـروژن خـالص در گلـدان (۱۵۰ و ۲۰۰ کیلـوگرم در هکتـار) بـه دسـت آمـد (شـکل۱) کـه حـاکی از اثـر مثبـت نیتـروژن در تیمارهای یاد شده و کاهش تداخل نیچ دو گونـه در صـفات مـورد بررسـی بـود. در تحقیقـی مشـابه، پژوهشگران با مطالعه رقابت خردل وحشـی و گنـدم پاییزه درجه تمایز نیچ را در سطح مطلـوب نیتـروژن ۱/۶۷ بدست آوردند. درحالی که با افزایش نیتروژن نسبت ضرایب کمتر از یک شد و درجـه تمـایز نـیچ به ۰/۵۴ تقلیل یافت که این کـاهش درجـه تفکیـک نیچ، بیـانگر تشـدید روابـط تـداخلی گیـاه زراعـی و علف‌هرز در پی افزایش نیتـروژن از سـطح مطلـوب بـود (Mousavi *et al*., 2003). همچنـین در آزمایشی دیگر، مقدار ضریب تمایز نـیچ بـا افـزایش مصرف نیتروژن کاهش یافـت و کمتـرین میـزان در بالاترین سطح کاربرد کود به دست آمد کـه بیـانگر افزایش تداخل نیچ دو گونـه و رقابـت بـین گونـه‌ای بود (Ahmadvand, 2002). در مطالعه حاضر نیـز کمترین میزان ضـریب تفـرق نـیچ و بیشـترین میـزان تداخل دو گونه، در سطح بـالاتر از حـد بهینـه کـود نیتروژن حاصل شد.

نتیجه‌گیری کلی

از نتـایج ایـن پـژوهش مـی‌تـوان دریافـت کـه علـی‌رغـم تـاثیر مثبتـی کـه افـزایش مصـرف کـود نیتـروژن بـر عملکـرد بیولوژیـک، دانـه و اجـزای عملکرد موثر دو گونه در تمـامی تـراکم‌هـای نسـبی آن‌ها داشته، تغییرات پارامترهـای رقـابتی گونـه‌هـرز خـردل وحشـی و گیـاه زراعـی کلـزا و بـه تبـع آن

www.SID.ir

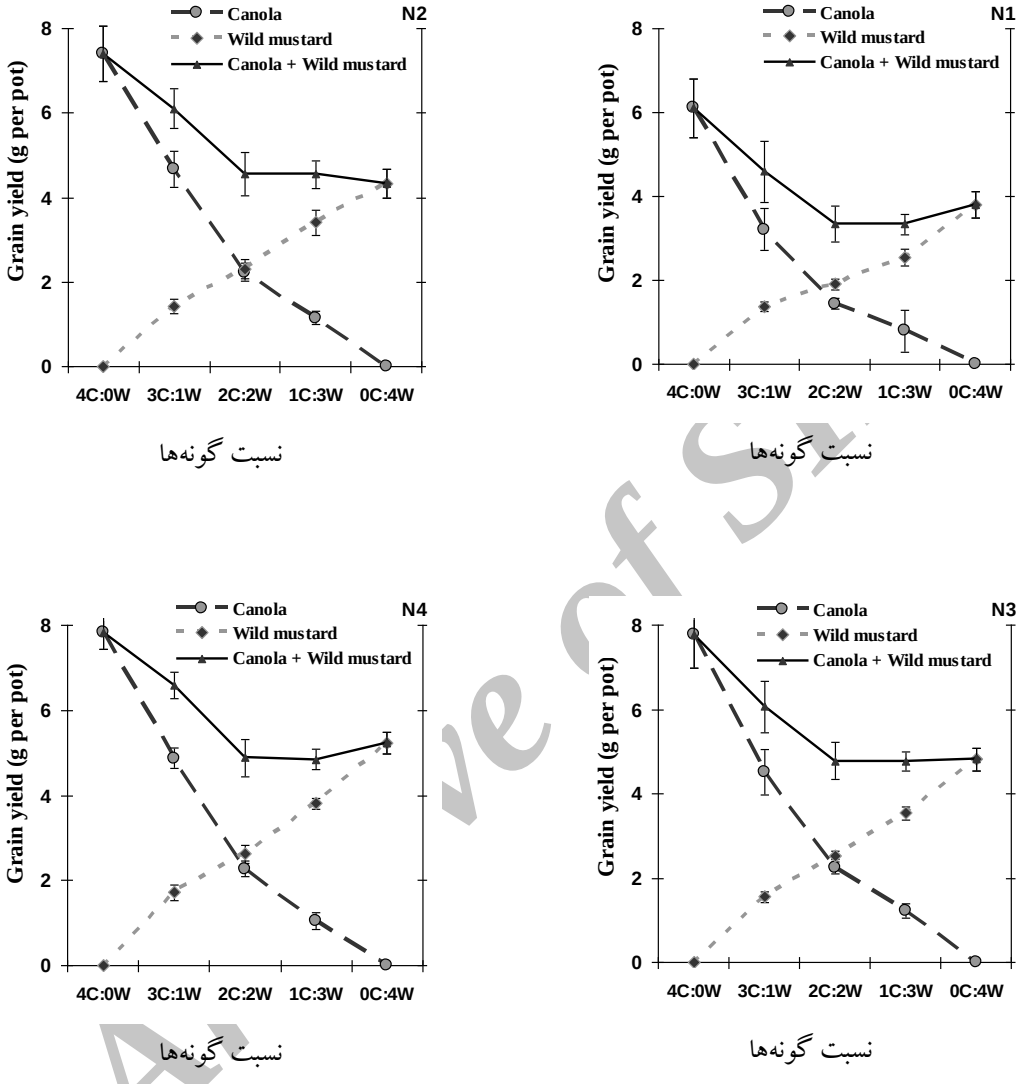
تداخل نیچ اکولوژیک و افزایش قابلیت رقابت نسبی دو گونه را موجب شده است. سطح بهینه مصرف کود برای رقم اوکاپی (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) که به ۱/۲۵ گرم در گلدان معادل‌سازی شده بود، شاخص تمایز آشیان اکولوژیک صفت عملکرد دانه دو گونه را افزایش داد. نتایج مزرعه‌ای به دست آمده نیز حاکی از خسارت‌زایی کمتر تراکم‌های خردل وحشی بر گیاه کلزا و افزایش توان رقابتی کلزا در تیمار کودی بهینه بود (Soleymani *et al.*, 2010) و با آزمایش کنترل شده حاضر مطابقت داشت. بین بوته‌های علف‌هرز خردل وحشی رقابت درون گونه‌ای بالاتری در مقایسه با رقابت برون گونه‌ای در همه تیمارهای کودی وجود داشت و همین عامل سبب کاهش صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین خردل وحشی با افزایش تراکم نسبی آن شد، اما در رابطه با گیاه زراعی، عکس حالت ذکر شده برای صفات مورد بررسی حادث شد.



شکل۱- عملکرد بیولوژیک کلزا (C) و خردل وحشی (W) و مجموع تولید دو گونه در گلدان در نسبت‌های مخلوط (N1=۰/۷۵، N2=۱، N3=۱/۲۵، N4=۱/۵۰ گرم نیتروژن در گلدان).

Fig1: Biological yield of canola (C) and wild mustard (W) and total grain production of two species in pot at mixed proportions (N1=0.75, N2=1 ،N3=1.25، N4= 1.5 g N per pot)

www.SID.ir



شکل۲- عملکرد دانه کلزا (C) و خردل وحشی (W) و مجموع تولید بذر دو گونه در گلدان در نسبت‌های مخلوط (N1=۰/۷۵، N2=۱، N3=۱/۲۵، N4=۱/۵۰ گرم نیتروژن در گلدان).

Fig 2: Grain yield of canola (C) and wild mustard (W) and total grain production of two species in pot at mixed proportions (N1=0.75, N2=1 ،N3=1.25، N4= 1.5 g N per pot)

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج برازش مدل عکس عملکرد تک بوته به صفات عملکرد بیولوژیک و بذر کلزا در سطوح کاربرد نیتروژن.

Table 1: Results of fitting reciprocal yield of per plant model to biological and grain yield of canola at nitrogen levels.

صفت Trait	نیتروژن خالص (گرم در گلدان) Nitrogen (g per pot)	[1]B_{00}	[2]B_{11}	[3]B_{12}	[4]R^2_{adj}	[5]*P*	[6]RCA
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.75	0.0835	0.0205	0.0513	0.90	<0.0001	0.399
	1	0.0603	0.0161	0.0344	0.89	<0.0001	0.468
	1.25	0.0569	0.0160	0.0307	0.82	<0.0001	0.521
	1.5	0.0520	0.0128	0.0320	0.96	<0.0001	0.400
عملکرد بذر Grain yield	0.75	0.4131	0.0770	0.3071	0.71	0.0001	0.251
	1	0.2903	0.0649	0.1928	0.73	<0.0001	0.337
	1.25	0.2837	0.0673	0.1801	0.70	0.0002	0.374
	1.5	0.2882	0.0532	0.2154	0.90	<0.0001	0.247

۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و۶ به ترتیب عکس عملکرد بیولوژیک یا بذر تک بوته کلزا در شرایط ایزوله، ضریب رقابت درون گونه‌ای کلزا، ضریب رقابت برون گونه‌ای کلزا، ضریب تبیین تصحیح شده، سطح معنی‌داری مدل رگرسیونی عکس عملکرد و قابلیت رقابت نسبی است.

1, 2, 3, 4, 5 and 6 Reciprocal yield of biological or grain of canola plant in isolated condition, intraspecific competition coefficient of canola, Interspecific competition coefficient of canola, Adjustment determination coefficient, Statistically significant level of Reciprocal of per plant model and Relative competitive ability, respectively.

جدول ۲- نتایج برازش مدل عکس عملکرد تک بوته به صفات عملکرد بیولوژیک و بذر علف‌هرز خردل وحشی در سطوح کاربرد نیتروژن.

Table 2: Results of fitting reciprocal yield of per plant model to biological and seed yield of wild mustard at nitrogen levels.

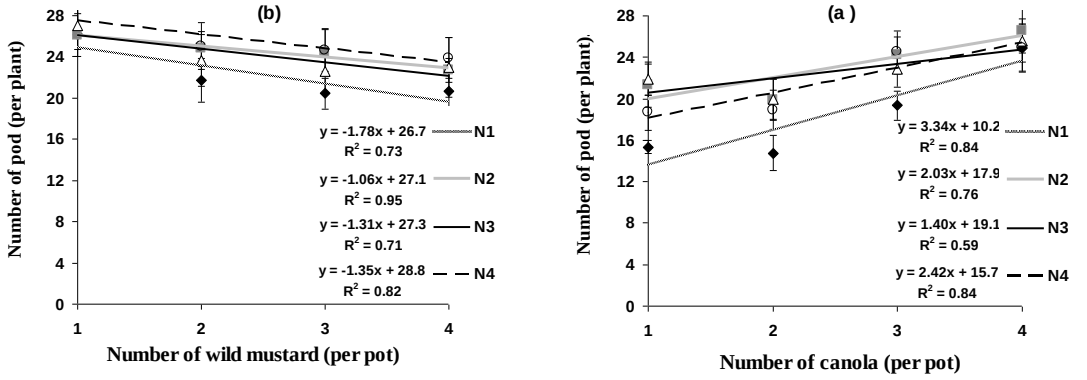
صفت Trait	نیتروژن خالص (گرم در گلدان) Nitrogen (g per pot)	[1]B_{00}	[2]B_{11}	[3]B_{12}	[4]R^2_{adj}	[5]*P*	[6]RCA
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.75	0.0679	0.0290	0.0154	0.78	<0.0001	1.883
	1	0.0608	0.0256	0.0146	0.74	<0.0001	1.753
	1.25	0.0527	0.0211	0.0150	0.51	0.004	1.406
	1.5	0.0491	0.0206	0.0119	0.88	<0.0001	1.731
عملکرد بذر Seed yield	0.75	0.4195	0.1878	0.0769	0.46	0.007	2.442
	1	0.3502	0.1492	0.0805	0.66	0.0003	1.853
	1.25	0.3243	0.1373	0.0764	0.42	0.01	1.806
	1.5	0.3012	0.1277	0.0707	0.42	0.01	1.806

۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب عکس عملکرد بیولوژیک یا بذر تک بوته خردل وحشی در شرایط ایزوله، ضریب رقابت درون گونه‌ای خردل وحشی، ضریب رقابت برون گونه‌ای خردل وحشی، ضریب تبیین تصحیح شده، سطح معنی‌داری مدل رگرسیونی عکس عملکرد و قابلیت رقابت نسبی است.

1, 2, 3, 4, 5 and 6 Reciprocal yield of biological or grain of wild mustard plant in isolated condition, Intraspecific competition coefficient of wild mustard, Interspecific competition coefficient of wild mustard, Adjustment determination coefficient, Statistically significant level of Reciprocal of per plant model and Relative competitive ability, respectively.

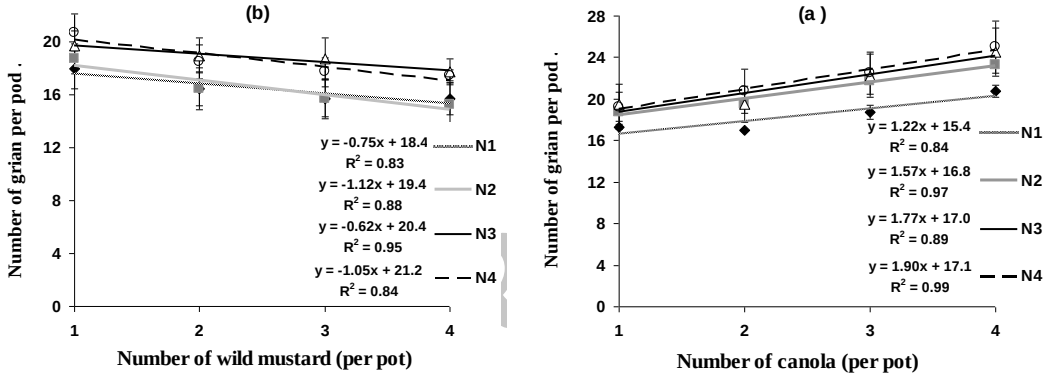
Archive of SID

www.SID.ir



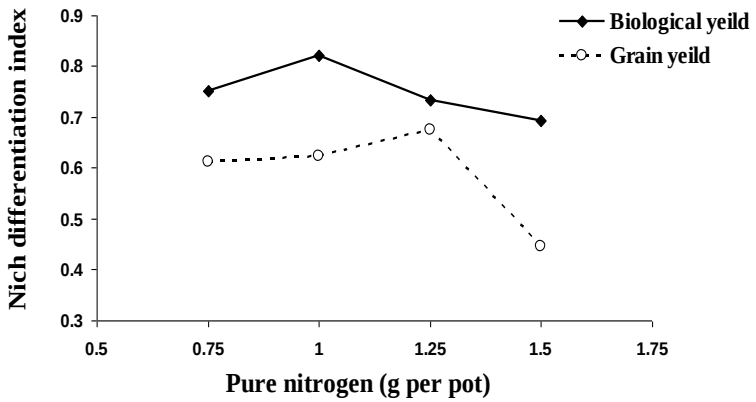
شکل۳- اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر روند تغییرات تعداد خورجین در بوته کلزا (a) و خردل وحشی (b).

Fig 3: Interaction effect of nitrogen level and plant density on changing trend of pod number per plant of canola (a) and wild mustard (b)



شکل۴- اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر روند تغییرات صفت تعداد دانه در خورجین کلزا (a) و خردل وحشی (b).

Fig 4: Interaction effect of nitrogen level and plant density on changing trend of grain number per pod of canola (a) and wild mustard (b)



شکل ۵- تغییرات شاخص تمایز آشیان اکولوژیک کلزا و خردل وحشی در مقادیر مختلف نیتروژن.

Fig 5: Changing of nich differentiation indices of canola and wild mustard in different amount of nitrogen

www.SID.ir

Reference

فهرست منابع

Ahmadvand, G. 2002. Canopy structure and light and nitrogen absorption and use efficiency as affected by wheat and wild oat inter and intra- specific competition. Ph.D thesis. Ferdowsi university of Mashhad. Iran.

Bagherani, N and H.Ghadiri. 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)

Baghestani, M. A., H. Najafi and E. Zand. 2004. Wild mustard biology and management.Weed Research Department. (In Persian).

Blackshaw, R.E., G.W. Anderson and J. Ekker. 1987. Interference of (*Sinapis arvensis* L.) and (*Chenopodium album* L.) in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Research, 27:207-213.

Blackshaw, R.E., D. Lemerle and K.R. Young. 2002. Influence of wild radish on yield and quality of canola. Weed Science, 50:344-349.

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

Camara, K.M., W.A. Payne and P.E. Rasmussen. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen and rainfall on winter wheat yields in the pacific Northwest. Agronomy Journal, 95: 828-835

Cathcart, R.j. and C.J. Swanton. 2003. Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. Weed Science, 51: 975-986.

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

Cudney, D.W., L.S. Jordan, J.S. Holt and J. Sreint. 1989. Competitive interactions of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena fatua*) grown at different densities. Weed Research, 37: 538-543.

Dhima, K.V. and I.G. Eleftherohorinos. 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.

Di Tomaso, J.M. 1995. Approaches for irmproving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Science, 43:49 1-497.

Gonzalez-Ponce, R. 1998. Competition between barley and *Lolium rigidum* for nitrate. Weed Research, 38: 453-460.

Holm, L., J. Doll, E. Holm, J. Pancho and J. Herberger. 1997. World weeds, natural histories and distribution. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Holman, J.D., A.J. Bussan, B.D. Maxwell, P.R. Miller and J.A. Mickelson. 2004. Spring Wheat, Canola, and Sunflower Response to Persian Darnel (*Lolium persicum*) Interferenc. Weed Technology, 18:509-520.

Iqbal, J. and D. Wright. 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. Weed Research, 37:391-400.

Lindquist, J.L., D.C. Barker, S.Z. Knezevic, A.R. Martin and D.T. Walters. 2007. Comparative nitrogen uptake and distribution in corn and velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*). Weed Science, 55:102-110.

McMullan, P.M., J.K. Daun and D.R. Declerq. 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.

www.SID.ir

Mousavi, S.K., H. Rahimian, M. Bannayan and A. Ghanbari. 2003. Analysis of competition between wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by competition indices. Journal Agriculture Science Natural Resource, 10(2): 135-146. (in persian)

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

Parchami, P., SH. Lack, P. Behdarvand and M. Mojaddam. 2010. Effect of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) competition and different nitrogen levels on the trend of dry matter accumulation, nitrogen use efficiency and chlorophyll concentration of wheat (*Triticum aestivum* L.)The proceeding of 3rd Iranian weed science congress, 1: 281-284. (In Persian)

Safahani, A., B. Kamkar, E. Zand, N. Bagherani and M. Bagheri. 2007. 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 Sciences, 9 (4): 356-370. (In Persian)

Safahani Langrodi, A.S., B. Kamkar, E. Zand and M. A. Baghestani. 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)

Soleymani, F. 2010. The effect of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.) plant density and nitrogen fertilizer on competition ability of winter oilseed Rape (*Brassica napus*). M.Sc thesis. Bu-Ali Sina University.

Soleymani, F., G. Ahmadvand and B. Saadatian. 2010**.** Investigation of growth indices and yield of canola (*Brassica napus*) in competition with wild mustard (*Sinapis arvensis*) as influenced by different amount of nitrogen application**.** Journal of Agroecology, 2(4): 537-547 (in Persian)

Soleymani, F., G. Ahmadvand and B. Saadatian. 2011. Investigation the Effect of Nitrogen on Competitive Ability of Canola (*Brassica napus*) Against Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Using Empirical Models. Journal Plant Protection, 25 (2): 158-167. (In Persian)

Spitters C.J.T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1: Estimates of competition effects. Netherlands Journal Agriculture Science, 31: 1-11.

Van Acker, R.C. and R. Oree. 1999. Wild oat (*Avena fatua* L.) and Wild mustard (*Brassica kaber*) Wheller interference in canola (*Brassica napus*). Weed Science Society American, 119.

Vitousek, P.M., R. Naylor, T. Crews, M.B. David and L.E. Drinkwater. 2009. Nutrient imbalances in agricultural development. Weed Science, 324: 1519-1520.

Archive of SID

www.SID.ir