

تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد جو پاییزه در واکنش به فراهمی نیتروژن و تداخل علف‌های هرز

جلیل شفق کلوانق^{۱*}، سعید زهتاب سلماسی^۲، صفر نصراله‌زاده^۳، سهیلا دست‌برهان^۴ و نسرین هاشمی عمیدی^۵

۱. دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲. استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳. دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴. دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۵. دانش آموخته کارشناسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۴)

چکیده

مدیریت عنصرهای غذایی به‌ویژه نیتروژن، رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو، برای بررسی تأثیر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد جوی پاییزه رقم ماکویی، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و ده دوره تداخل علف‌های هرز (به‌صورت دوره‌های بدون علف هرز و آلوده به علف هرز) بودند که به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، با افزایش نیتروژن مصرفی، شمار سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده (بیوماس) جو افزایش و شمار دانه در سنبله کاهش یافت. افزایش رقابت و تداخل علف‌های هرز به افت معنی‌دار شمار سنبله در واحد سطح، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه جو منجر شد. بر پایه یافته‌های این پژوهش، شمار سنبله در واحد سطح حساس‌ترین جزء عملکرد جو به کمبود نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بود. به‌طورکلی با کاربرد نیتروژن در حدود ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و مدیریت هر چه بهتر علف‌های هرز از طریق کاهش طول دوره تداخل علف‌های هرز با گیاه جو، در شرایط همسان این آزمایش می‌توان به عملکرد دانه بالا در این گیاه زراعی دست یافت.

واژه‌های کلیدی: رقابت، شمار سنبله، علف هرز، عملکرد دانه، کود اوره.

Changes in grain yield and yield components of winter barley in response to nitrogen supply and weed interference

Jalil Shafagh-Kolvanagh¹, Saeid Zehtab-Salmasi², Safar Nasrollahzadeh³, Soheila Dastborhan⁴ and Nasrin Hashemi-Amidi⁵

1. Associate Prof, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
2. Prof, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
3. Associate Prof, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
4. Ph.D in crop physiology, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
5. Former undergraduate students, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

(Received: March 2, 2016- Accepted: April 3, 2017)

ABSTRACT

Nutrients management, especially nitrogen, influences the weed-crop competition. Thus, to evaluate the effect of nitrogen and weed interference on yield and yield components of winter barley (*Hordeum vulgare* L. Var. Makoei), a field experiment was arranged as split-plot based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. The treatments included four levels of nitrogen (0, 40, 60 and 120 kg ha⁻¹) and 10 weed interference periods in two sets (weed free and weed infested periods), that allocated to the main and subplots, respectively. Results indicated that increasing nitrogen supply increased spikes per area, grain and biological yields and decreased grain number per spike. Weed interference had significant effect on number of spike per m², grain number per spike, and grain and biological yields. Increasing duration of weed interference led to significant decrease of spikes per m², biological and grain yields of barley. Based on the results of this research, spike number per m² was the most sensitive yield component of barley to nitrogen deficiency and weeds interference. Generally, by application of nitrogen up to 80 kg ha⁻¹ and better weeds management by reducing duration of weed interference in barley, high performance in this crop can be obtained in similar conditions.

* Corresponding author E-mail: shafagh.jalil@gmail.com

Keywords: Competition, Grain yield, Spike number, Urea, Weed.

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره گندمیان و از مهم‌ترین غلات در جهان است که در تغذیه انسان و دام، صنایع غذایی و دارویی استفاده شده و در تأمین امنیت غذایی کشور نقش مهمی دارد. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، از کل سطح برداشت غلات، ۷۰/۹ درصد به گندم، ۲۰ درصد به جو، ۶/۳ درصد به شلتوک و ۲/۷ درصد به ذرت دانه‌ای اختصاص داشت. همچنین سهم گندم، جو، شلتوک و ذرت دانه‌ای از کل میزان تولید غلات به ترتیب ۶۰/۳، ۱۶/۸، ۱۳/۴ و ۹/۵ درصد گزارش شده است (Ministry of Agriculture Jihad, 2015). بر پایه آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، سطح برداشت و میزان تولید جو در ایران در سال ۲۰۱۴ به ترتیب ۱۳۳۴۰۰۰ هکتار و ۲۸۰۰۰۰۰ تن بوده است (FAO, 2017).

عملکرد گیاهان زراعی در نتیجه رقابت با علف‌های هرز بر سر آب، عنصرهای غذایی، نور و دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد (Monaco et al., 2002). در برخی علف‌های هرز، آزادسازی ترکیب‌های دگرآز (آلوپاتی) به محیط نیز در کاهش عملکرد گیاه زراعی مؤثر است (Shafagh-Kolvanagh et al., 2008a). میزان تداخل و تأثیر علف‌های هرز روی عملکرد گیاه زراعی به طول تداخل و مرحله رشدی گیاه بستگی دارد (Vila et al., 2004). آسیب علف‌های هرز به گیاهان زراعی در اغلب نظام‌های کشاورزی با اعمال روش‌های مختلف مبارزه، در حدود ۱۰ درصد و در صورت نبود مبارزه برحسب شرایط، نوع گیاه زراعی و پوشش گیاهی و جمعیت (فلور) علف‌های هرز تا ۱۰۰ درصد گزارش شده است (Kropff, 1993). مدیریت علف‌های هرز باید به گونه‌ای انجام شود که از رقابت و تداخل علف‌های هرز در حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه زراعی جلوگیری شود. از دوره بحرانی مدیریت و مهار (کنترل) علف‌های هرز می‌توان به‌عنوان راهبردی مناسب در تعیین بهترین دوره زمانی برای مبارزه با علف‌های هرز و کاربرد علف‌کش‌های پس رویشی استفاده کرد (Marttin et al., 2001). بنا بر نتایج تحقیقات صورت گرفته، عملکرد سویا در شرایط

تداخل با علف‌های هرز طبیعی مزرعه به میزان ۴۸/۴ درصد کاهش یافته است (Shafagh-Kolvanagh et al., 2008b). در گیاه ذرت نیز افزایش تداخل و جمعیت علف‌های هرز طبیعی مزرعه به افت عملکرد دانه، وزن هزاردانه، شمار و وزن دانه در بلال منجر شده است (Dehghanian et al., 2013). در بررسی Rezvani et al. (2013)، شمار سنبله در مترمربع، شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه گندم که تعیین‌کننده عملکرد دانه در بوته هستند، در شرایط رقابت کاهش یافته و به افت عملکرد منتهی شده‌اند. در این تحقیق عملکرد دانه گندم بیش از عملکرد زیست‌توده (بیوماس) تحت تأثیر رقابت قرار گرفته است.

یکی از عامل‌هایی که می‌تواند رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهد، مدیریت عنصرهای غذایی است (Shrefler et al., 1994). نیتروژن از عمده محدودکننده‌های تولید گیاهان زراعی است که در بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی نقش دارد. باوجود اینکه عنصرهای غذایی موجب بهبود رشد گیاه زراعی می‌شوند، اما نتایج بسیاری از بررسی‌ها نشان داده، افزودن کود بیشتر به سود علف‌های هرز است (Lindquist et al., 2007). علف‌های هرز میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه زراعی را کاهش داده و رشد بسیاری از آن‌ها با افزایش کاربرد نیتروژن بهبود می‌یابد (Blackshaw, 2004). برخی از علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی کودهای شیمیایی را سریع‌تر و به میزان بیشتری جذب می‌کنند که نتیجه آن کاهش میزان کود قابل جذب برای گیاه زراعی است (Jafarizadeh & Modhej, 2012). هنگامی که حاصل‌خیزی خاک با افزودن نیتروژن افزایش می‌یابد، ممکن است توانایی رقابت علف‌های هرز به دلیل کارایی جذب بالاتر بسیاری از آن‌ها زیاد شود (Cathcart & Swanton, 2004). با مدیریت بهینه و آگاهی از عامل‌های مؤثر بر رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز بر سر عنصرهای غذایی می‌توان از کوددهی به‌عنوان ابزاری برای کنترل علف‌های هرز در نظام‌های کشاورزی بهره برد (Husseini et al., 2009).

کاربرد کودهای نیتروژن توان رقابتی ذرت نسبت به علف‌های هرز را افزایش می‌دهد، درحالی‌که افزودن کود نیتروژن به زراعت گندم آلوده به علف هرز یولاف وحشی، با افزایش تراکم یولاف وحشی و کاهش عملکرد گیاه گندم همراه بوده است (Carlson & Hill, 1986). بنا بر نتایج تحقیقات دیگر محققان و با توجه به کاهش قابل توجه عملکرد گیاهان زراعی در تداخل با علف‌های هرز و تأثیر متفاوت کود نیتروژن در افزایش یا کاهش تداخل و رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی مختلف، هدف این پژوهش، ارزیابی همزمان تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و دوره‌های مدیریت و مهار و تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. اقلیم این منطقه نیمه‌خشک بوده و میانگین دمای کمینه، متوسط و بیشینه سالانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب ۲/۲، ۱۰ و ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالانه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است. جدول ۱ میانگین دما و مجموع بارندگی ماهانه منطقه در طول اجرای آزمایش را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه خاک منطقه در سال ۱۳۸۵ نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

در رقم‌های مختلف گندم، کاربرد نیتروژن اثر افزایشی یا کاهش‌ی بر رقابت علف‌های هرز داشته و افت عملکرد ناشی از حضور علف‌های هرز بسته به رقم متفاوت گزارش شده است. از این‌رو، انتخاب رقم‌های مناسب و کاربرد میزان بهینه نیتروژن نقش مهمی در مدیریت علف‌های هرز دارد (Mohammaddoust- et al., 2013). در بررسی تأثیر بقایای گیاهی و کود نیتروژن (۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم جو در شرایط دیم، مشخص شد که بدون کاربرد بقایای گیاهی، افزایش کاربرد نیتروژن به بهبود شمار دانه در سنبله، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه منجر می‌شود. در این بررسی، عملکرد دانه جو همبستگی مثبتی با شمار سنبله بارور، شمار دانه در سنبله، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت داشت (Sadeghi & Kazemini, 2011). به گزارش Togay et al. (2009)، اگرچه افزایش کود نیتروژن، زیست‌توده علف‌های هرز را افزایش داده، اما عملکرد گندم نیز بهبود یافته است. در گیاه سویا، شمار نیام در بوته، دانه در نیام، دانه در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه تحت تیمار آلوده به علف‌های هرز طبیعی مزرعه به ترتیب ۴۹/۵، ۱۳/۰، ۵۴/۵، ۱۸/۰ و ۴۸/۴ درصد در مقایسه با شاهد بدون علف هرز کاهش یافته و افزایش نیتروژن مصرفی تحمل گیاه سویا را به حضور علف‌های هرز بهبود بخشیده است (Shafagh-Kolvanagh et al., 2008b). به گزارش Evans et al. (2003)،

جدول ۱. میانگین دما و مجموع بارندگی ماهانه منطقه در طول اجرای آزمایش

Table 1. Average temperature and total monthly precipitation during the experiment

Data	Year	Month											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperature (°C)	2006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15.2	4.1	-2.1
	2007	-4.7	1.7	5.0	9.9	18.9	23.3	25.2	26.4	23.8	--	--	--
Precipitation (mm)	2006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	68.7	26.8	5.8
	2007	11.5	1.6	53.9	59.6	47.2	9.0	1.5	9.0	1.0	--	--	--

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش

Table 2. Physicochemical characteristics of soil in experimental field

Soil components (%)			Organic matter (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	EC (μM/cm)	pH	Soil depth (cm)
Clay	Silt	Sand							
13.2	24	62.8	0.85	0.036	14	260	218	7.5	0-30

واحدهای آزمایشی تا حدودی یکنواخت بوده و جامعه همگنی داشته باشند. رقم جو ماکوبی پاییزه مقاوم به

بر پایه ارزیابی و بررسی پیشین، زمین محل آزمایش به‌گونه‌ای انتخاب شد که علف‌های هرز در

و دیگر قسمت‌های گیاه به مدت ۷۲ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و وزن خشک نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. در نهایت با اضافه کردن وزن دانه‌ها، عملکرد زیست‌توده در هر واحد آزمایش به دست آمد. شاخص برداشت دانه نیز از نسبت محصول دانه به عملکرد زیست‌توده به دست آمد. پس از انجام آزمون نرمال بودن خطای داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C صورت گرفت. برای مقایسه میانگین داده‌ها از روش حداقل اختلاف معنی-دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

یک هفته پیش از رسیدگی جو، میانگین تراکم علف‌های هرز مزرعه در کرت‌های شاهد ۱۶۱ عدد در مترمربع بود. سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، تلخه (*Acroptilon repense* L.)، علف‌شور (*Salsola kali* L.) و از مک (*Cardaria draba* L.) علف‌های هرز غالب مزرعه بودند که میانگین تراکم آن‌ها در کرت شاهد علف هرز به ترتیب ۱۰۴/۷، ۱۷/۲، ۱۶/۶، ۱۴/۷، ۳/۹ و ۱/۱ عدد بود. بنا بر نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، صفات شمار سنبله در واحد سطح، دانه در سنبله، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه جو به‌طور معنی-داری تحت تأثیر مقادیر مختلف کاربرد نیتروژن و دوره تداخل علف‌های هرز قرار گرفتند. بین تیمارهای مختلف نیتروژن از نظر وزن هزاردانه نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، اما اثر تداخل علف‌های هرز بر این صفت غیرمعنی‌دار بود. شاخص برداشت تحت تأثیر عامل‌های بررسی شده قرار نگرفت. اثر متقابل نیتروژن × دوره تداخل علف‌های هرز نیز بر هیچ‌یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۳). غیرمعنی‌دار بودن اثر متقابل نشان می‌دهد که تغییر عملکرد و اجزای عملکرد جو در واکنش به مقادیر مختلف کود نیتروژن در حضور علف‌های هرز طبیعی مزرعه همسان بوده است.

سرما، برای کشت انتخاب شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. چهار سطح نیتروژن (از منبع اوره) شامل مقادیر ۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در کرت‌های اصلی و دوره تداخل علف‌های هرز (به‌صورت دوره‌های بدون علف هرز و آلوده به علف هرز) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کود نیتروژن به‌صورت سرک و تقسیط شده در سه مرحله (۱/۳ همزمان با کاشت، ۱/۳ در آغاز ساقه‌روی و ۱/۳ در مرحله خروج کامل سنبله) استفاده و بی‌درنگ آبیاری انجام شد. در تیمارهای تداخل، علف‌های هرز کرت‌های فرعی در طی پنج محدوده زمانی مختلف پس از سبز شدن جو شامل مراحل رشدی Em: سبز شدن، E15: باز شدن کامل پنجمین برگ ساقه اصلی، Ti: ساقه اصلی و سه پنجه، Se: مرحله ساقه‌روی (پنجمین گره قابل تشخیص) و Ea em: مرحله ظهور کامل سنبله، به-ترتیب مطابق با کدهای زیدوکس ۱۰، ۱۵، ۲۳، ۳۵ و ۵۹ در جو (Zadoks et al., 1974)، با گیاه جو رقابت کرده و مهار نشدند و پس از گذشت مراحل مزبور، علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد جو، به‌طور کامل وجین شدند. در تیمارهای مهار، علف‌های هرز تا مراحل یادشده به‌طور کامل وجین شدند و کرت‌ها از آغاز فصل تا مراحل مورد نظر، بدون علف هرز بودند و پس از سپری شدن مرحله مربوطه، علف‌های هرز تا آخر فصل رشد کنترل نشدند. هر کرت آزمایشی با ابعاد ۳×۱ متر، شامل پنج ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. بذر جو در تاریخ ۲۰ آبان ماه سال ۱۳۸۵ به‌صورت ردیفی و با تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع کشت شد و آبیاری مزرعه با توجه به نیاز آبی و دوره رشد گیاه انجام شد و در ۱۰ مردادماه سال ۱۳۸۶ نسبت به برداشت محصول اقدام شد. در مرحله رسیدگی جو، از هر کرت آزمایشی ده بوته به‌طور تصادفی برداشت و شمار سنبله در واحد سطح، دانه در سنبله و وزن هزاردانه تعیین شد و برای اندازه‌گیری عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه، بوته‌های موجود در ۱ مترمربع از خطوط میانی هر کرت با حذف حاشیه‌ها برداشت و پس از بوجاری کامل، عملکرد دانه ثبت شد

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر میزان نیتروژن مصرفی و دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت جو

Table 3. Analysis of variance for yield and yield components of barley effected by nitrogen rate and weed interference

منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		شمار سنبله در واحد سطح Spikes per m ²	شمار دانه در سنبله Grains per spike	وزن هزاردانه 1000-grain weight	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	113936.9 ^{ns}	110.59 ^{ns}	1.014 ^{ns}	37149.7 ^{ns}	6478.8 ^{ns}	57.87 [*]
سطوح نیتروژن (N) Nitrogen levels	3	462437.6 ^{**}	158.41 [*]	14.95 [*]	2936050.5 ^{**}	746574.5 ^{**}	27.78 ^{ns}
خطای اصلی (E _a) Error (E _a)	6	28978.6	29.113	2.857	135922.7	38365.9	8.202
تداخل علف‌های هرز Weed interference (W)	9	59311.8 ^{**}	269.73 ^{***}	3.289 ^{ns}	353988.6 ^{***}	104733.6 ^{***}	17.47 ^{ns}
W × N	27	16531.6 ^{ns}	10.588 ^{ns}	4.131 ^{ns}	13110.8 ^{ns}	3341.6 ^{ns}	7.507 ^{ns}
خطای فرعی (E _b) Error (E _b)	72	17669.3	16.377	4.455	27977.7	7622.7	9.726
ضریب تغییرات (%) CV (%)	---	20.98	21.05	4.71	14.98	15.39	6.15

ns: not significant, *: significant at p 0.05, **: significant at p 0.01, ***: significant at p 0.001

علف‌های هرز بوده و از عامل‌های اصلی کاهش عملکرد در رقابت با علف‌های هرز به شمار می‌آید. با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز، رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز افزایش یافته و این واکنش کاهش سهم هر بوته از عامل‌های محیطی مانند فضای رشد، مواد غذایی، نور و رطوبت و در نتیجه کاهش شمار پنجه‌های بارور و شمار سنبله در واحد سطح را به دنبال دارد (Warwick *et al.*, 2000) که در نهایت به کاهش عملکرد دانه منجر می‌شود. علف‌های هرز افزون بر کاهش نیتروژن قابل استفاده برای گیاه و رقابت برای جذب آب، با سایه‌اندازی نیز تنش دو چندان روی گیاه زراعی ایجاد کرده و همین امر تشکیل سنبله بارور در گیاه زراعی را کاهش می‌دهد (Kristensen *et al.*, 2008). در گیاه گندم شمار سنبله بارور در واحد سطح مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد دانه بوده (Mennan & Zandstra, 2005) و در شرایط تداخل علف‌های هرز کاهش یافته است (Mohammaddoust-*Chamanabad et al.*, 2013).

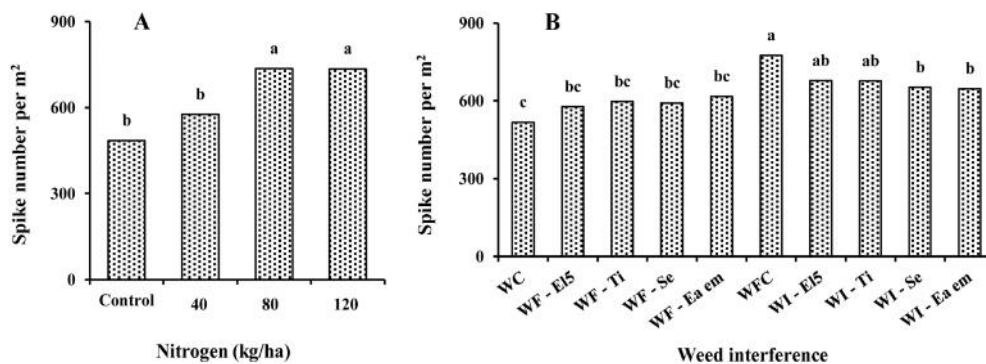
افزایش میزان نیتروژن قابل دسترس، به کاهش شمار دانه در سنبله منجر شد، به طوری که با کاربرد

با افزایش نیتروژن مصرفی شمار سنبله در واحد سطح افزایش یافت. کاربرد ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب به افزایش ۱۸/۷، ۵۱/۷ و ۵۱/۵ درصدی شمار سنبله در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاربرد کود نیتروژن) منجر شد. با این حال، بین تیمار شاهد و کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و نیز بین تیمار کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت (شکل ۱-۱). حضور علف‌های هرز تا مرحله ظهور سه پنجه (Ti) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه جو نداشته است، ولی تداخل طولانی‌تر علف‌های هرز به دلیل تشدید رقابت، شمار سنبله در واحد سطح را به طور معنی‌داری کاهش داد. بیشترین و کمترین میانگین شمار سنبله به ترتیب به تیمار شاهد بدون علف هرز (۷۷۶/۱ عدد) و تیمار شاهد آلوده به علف هرز (۵۱۸ عدد) مربوط بود. تحت تیمار شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد، میانگین شمار سنبله در واحد سطح به میزان ۳۳/۲ درصد کمتر از تیمار شاهد بدون علف هرز بود (شکل ۱-۲).

شمار سنبله حساس‌ترین جزء عملکرد در رقابت با

علف‌های هرز نیز بیشترین شمار دانه در سنبله به تیمار شاهد بدون علف هرز اختصاص داشت. بین دوره‌های مختلف تداخل و مهار علف‌های هرز اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت (شکل ۲-ب).

۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، شمار دانه در سنبله به ترتیب به میزان ۴/۴، ۱۶/۳ و ۲۸/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد نیتروژن) کاهش یافت (شکل ۲-ا). در تیمار تداخل



شکل ۱. میانگین شمار سنبله جو در واحد سطح در واکنش به سطوح مختلف نیتروژن (A) و تداخل علف‌های هرز (B)

Fig. 1. Means number of spike per unit area in response to nitrogen (A) and weed interference (B)

حرف‌های متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است.

Different letters indicate significant difference at p 0.05 using LSD.

اختصارات: WF و WI به ترتیب بدون علف هرز و آلوده به علف هرز تا مرحله Em (سبز شدن یا WC: شاهد آلوده به علف هرز در سراسر فصل رشد و WFC: شاهد بدون علف هرز در کل فصل رشد)، EI5 (پنجمین برگ ساقه اصلی به طور کامل باز شده)، Ti (ساقه اصلی و سه پنجه)، Se (مرحله ساقه‌روی - پنجمین گره قابل تشخیص) و Ea em (مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل‌آذین).

WF: weed-free and WI: weed-infested up to stage of Em (Emergence) or WC: weedy control and WFC: weed free control, EI5 (5th leaf unfolded), Ti (Tillering - Main shoot and 3 tillers), Se (Stem elongation - 5th node detectable) and Ea em (Ear emergence - Emergence of inflorescence completed).

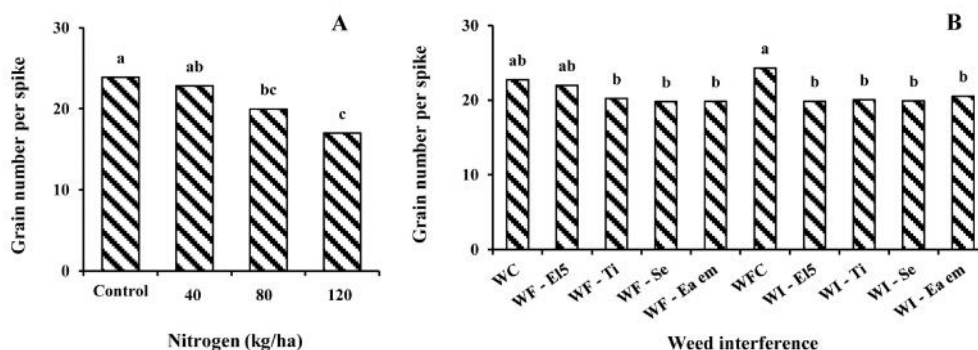
وحشی با کلزا، کاهش شمار خورجین در بوته و شمار دانه در خورجین کلزا در رقابت با خردل وحشی گزارش شده است (Blackshaw *et al.*, 2004).

کمترین وزن هزاردانه به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود نیتروژن) مربوط بود. کاربرد کود نیتروژن وزن هزاردانه جو را در مقایسه با تیمار شاهد ۲/۴ تا ۴/۱ درصد بهبود بخشید. با این حال، اختلاف بین وزن هزاردانه جو با کاربرد ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳).

وزن هزاردانه از اجزای مهم و مؤثر بر عملکرد دانه است. به دلیل کاهش تولید ترکیب‌های نورساختی و انتقال آن به اندام‌های زایشی در شرایط بدون کاربرد کود نیتروژن، دوره مؤثر پر شدن دانه نیز کوتاه شده و به افت وزن هزاردانه انجامیده است. عملکرد نهایی دانه را دو فرایند فیزیولوژیک، یعنی نورساخت جاری و انتقال دوباره ماده انباشته شده پیش از گلدهی تشکیل می‌دهند (Dordas and Sioulas, 2009).

به نظر می‌رسد به دلیل تأثیر معنی‌دار تیمارهای تداخل و مهار علف‌های هرز بر شمار سنبله در واحد سطح (شکل ۱) و تغییر الگوی توزیع تولیدات نورساختی به مخازن موجود در هر تیمار، شمار دانه در سنبله متناسب با تغییرات ایجاد شده در شمار سنبله، تغییر معنی‌داری تحت تیمارهای مورد بررسی نشان نداده است. در واقع راهبرد (استراتژی) گیاه جو در رویارویی با علف‌های هرز، کاهش شمار دانه در سنبله بوده تا از این طریق وزن دانه‌ها ثابت مانده و بقای گیاه با حفظ بنیه بذرها تأمین شود. افزایش شمار سنبله در واحد سطح (شکل ۱-ا) و وزن هزاردانه با کاربرد میزان بالاتر کود نیتروژن می‌تواند یکی از دلایل کاهش شمار دانه در سنبله باشد.

در گیاه گل‌رنگ نیز بیشترین شمار دانه در کاپیتول بدون کاربرد کود به دست آمد و با کاربرد کود نیتروژن از میانگین شمار دانه در کاپیتول کاسته شد (Fuladvand *et al.*, 2014). در بررسی تداخل خردل



شکل ۲. میانگین شمار دانه در سنبله جو تحت سطوح مختلف نیتروژن (A) و تداخل علف‌های هرز (B)

Figure 2. Mean grain number per spike under different levels of nitrogen (A) and weed interference (B)

حرف‌های متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است.

Different letters indicate significant difference at $p < 0.05$ using LSD.

اختصارات: WF و WI به ترتیب بدون علف هرز و آلوده به علف هرز تا مرحله Em (سبز شدن یا WC: شاهد آلوده به علف هرز در سراسر فصل رشد و WFC: شاهد بدون علف هرز در کل فصل رشد)، EI5 (پنجمین برگ ساقه اصلی به‌طور کامل باز شده)، Ti (ساقه اصلی و سه پنجه)، Se (مرحله ساقه‌روی - پنجمین گره قابل تشخیص) و Ea em (مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل‌آذین).

WF: weed-free and WI: weed-infested up to stage of Em (Emergence) or WC: weedy control and WFC: weed free control, EI5 (5th leaf unfolded), Ti (Tillering - Main shoot and 3 tillers), Se (Stem elongation - 5th node detectable) and Ea em (Ear emergence - Emergence of inflorescence completed).

افزایش داد. با کاربرد ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، میانگین عملکرد زیست‌توده جو در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۳/۷، ۶۲/۷ و ۹۱/۱ درصد افزایش یافت (شکل ۴-A). بیشترین و کمترین عملکرد زیست‌توده به ترتیب به تیمار شاهد بدون علف هرز و شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد مربوط بود. تیمار شاهد آلوده به علف هرز، عملکرد زیست‌توده جو را در مقایسه با شاهد بدون علف هرز به میزان ۳۸/۲ درصد کاهش داد (شکل ۴-B). عملکرد زیست‌توده نشان‌دهنده ماده خشک تجمع یافته در اندام‌های هوایی است و در شرایط تداخل علف‌های هرز به علت افزایش رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای و تحت تأثیر قرار گرفتن رشد رویشی و زایشی گیاه، عملکرد زیست‌توده کاهش می‌یابد. دستیابی به عملکرد زیست‌توده مطلوب در گیاه زراعی تابعی از تراکم مطلوب، نور کافی، آب قابل دسترس و وجود عنصرهای غذایی کافی در محیط رشد است (Davis, 2006).

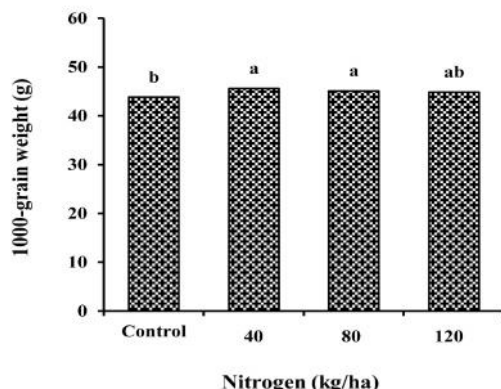
به نظر می‌رسد کاهش دسترسی به عنصرهای غذایی، آب، نور و فضا در شرایط رقابت با علف هرز

کاربرد نیتروژن موجب افزایش توسعه و دوام سطح برگ و در نتیجه افزایش مواد نورساختی می‌شود (Sepehri *et al.*, 2002)، در نتیجه میزان مواد نورساختی اختصاص یافته به هر دانه افزایش یافته و باعث بهبود نسبی وزن هزاردانه می‌شود. در گیاه ذرت نیز افزودن نیتروژن موجب افزایش وزن صدانه شده است، اما بین دو سطح نیتروژن اختلاف معنی‌داری گزارش نشده است (Hussein *et al.*, 2009).

تأثیر غیر معنی‌دار تداخل علف هرز بر وزن هزاردانه جو را می‌توان به کاهش شمار سنبله در واحد سطح (شکل ۱-B) و تغییر نکردن شمار دانه در سنبله (شکل ۲-B) و انتقال مواد پرورده به شمار دانه کمتر در شرایط رقابتی نسبت داد که در این شرایط از افت وزنی دانه‌های تولیدشده جلوگیری شده است. نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد، به‌طورمعمول وزن هزاردانه کمتر تحت تأثیر رقابت قرار گرفته و تداخل علف‌های هرز اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه گیاه زراعی ندارد (David *et al.*, 1995; Mirzaei, 2003).

افزایش نیتروژن مصرفی و طول دوره بدون علف‌های هرز، میانگین عملکرد زیست‌توده جو را

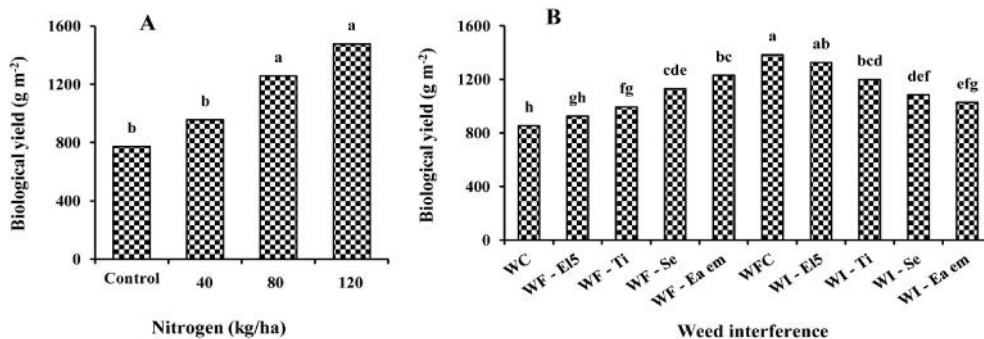
تأثیر عمده‌ای در افت عملکرد زیست‌توده گیاه زراعی جو داشته است.



شکل ۳. وزن هزاردانه جو تحت سطوح مختلف نیتروژن
 Figure 3- 1000 grains weight of barley under different levels of nitrogen
 حرف‌های متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است.
 Different letters indicate significant difference at p 0.05 using LSD.

زیست‌توده گندم را افزایش داده، اما تداخل علف‌های هرز به کاهش عملکرد زیست‌توده منجر شده است (Mohammaddoust-Chamanabad *et al.*, 2013).

کاهش تجمع ماده خشک و زیست‌توده تولیدی گیاه زراعی با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز در دیگر تحقیقات نیز گزارش شده است (Shafagh- Kolvanagh *et al.*, 2008b; Mohammadi *et al.*, 2005). در گندم نیز کاربرد نیتروژن عملکرد



شکل ۴. تغییرات عملکرد زیست‌توده جو در واکنش به نیتروژن (A) و تداخل علف‌های هرز (B).
 Changes in biological yield of barley in response to nitrogen (A) and weed interference (B). Figure 4
 حرف‌های متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است.
 Different letters indicate significant difference at p 0.05 using LSD.

اختصارات: WF و WI به ترتیب بدون علف هرز و آلوده به علف هرز تا مرحله Em (سبز شدن یا WC: شاهد آلوده به علف هرز در سراسر فصل رشد و WFC: شاهد بدون علف هرز در کل فصل رشد)، EI5 (پنجمین برگ ساقه اصلی به طور کامل باز شده)، Ti (ساقه اصلی و سه پنجه)، Se (مرحله ساقه‌روی - پنجمین گره قابل تشخیص) و Ea em (مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل‌آذین).

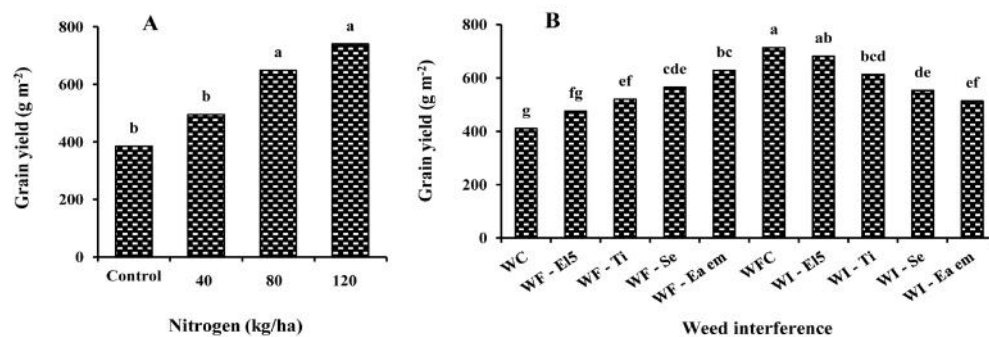
WF: weed-free and WI: weed-infested up to stage of Em (Emergence) or WC: weedy control and WFC: weed free control, EI5 (5th leaf unfolded), Ti (Tillering - Main shoot and 3 tillers), Se (Stem elongation - 5th node detectable) and Ea em (Ear emergence - Emergence of inflorescence completed).

(معادل ۷/۴ تن در هکتار) به دست آمد. با این حال با کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (شکل ۵-)

افزایش میزان نیتروژن مصرفی عملکرد دانه جو را افزایش داد، به طوری که با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه جو

(Schmitt *et al.*, 2001). در بررسی تأثیر تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با سویا، افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز به افت قابل توجه عملکرد دانه منجر شده است (Shafagh-Kolvanagh *et al.*, 2008b). کاهش نفوذ نور در تاج‌پوشش (کانوپی) به علت وجود علف‌های هرز و رقابت گیاهان برای جذب نیتروژن خاک، مهم‌ترین علت کاهش عملکرد دانه نخود عنوان شده است (Corre-Hellou & Crozat, 2005). با افزایش وزن خشک علف‌های هرز طبیعی مزرعه بالنگوی شهری تحت تیمار شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد، عملکرد دانه نسبت به شاهد بدون علف هرز ۱۰۹ گرم در مترمربع کاهش یافته است (Shafagh-Kolvanagh *et al.*, 2015). در گیاه ارزن، افزایش نیتروژن در کشت خالص باعث افزایش شمار دانه و عملکرد دانه شده است. درحالی‌که در کشت مخلوط ارزن و علف هرز، افزایش نیتروژن بیشتر به سود علف هرز بوده و تأثیر نیتروژن در بهبود عملکرد دانه گیاه زراعی در شرایط نبود علف هرز بیشتر بوده است (Izadi darbandi *et al.*, 2013).

(A). عملکرد دانه با افزایش طول دوره تداخل علف هرز و کاهش دوره بدون علف هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه جو به تیمار شاهد بدون علف هرز در کل دوره رشد مربوط بود. میانگین عملکرد دانه جو در تیمار آلوده به علف هرز در کل فصل رشد در مقایسه با شاهد بدون علف هرز به میزان ۴۲/۵ درصد کاهش یافت (شکل ۵-B). با افزایش سطوح نیتروژن، رشد و عملکرد جو افزایش یافته، ولی تغییری در ماده خشک تولیدی علف‌های هرز ایجاد نشده است. همچنین با کاربرد کود نیتروژن، طول دوره بحرانی مهار علف‌های هرز در جو کاهش یافته (Nasrollahzadeh *et al.*, 2010) و به افزایش شمار سنبله در واحد سطح (شکل ۱-A)، وزن هزاردانه (شکل ۳) و درنهایت عملکرد دانه منجر شده است. افزایش دوره تداخل علف‌های هرز نیز از طریق کاهش شمار سنبله در مترمربع (شکل ۱-B) با افت عملکرد دانه همراه بوده است. عملکرد دانه تابعی از طول دوره رشد دانه است و طول دوره با دسترسی به نیتروژن نسبت مستقیم دارد



شکل ۵. میانگین عملکرد دانه جو تحت سطوح مختلف نیتروژن (A) و تداخل علف‌های هرز (B)

Figure 5. Mean grain yield of barley under different levels of nitrogen (A) and weed interference (B)

حرف‌های متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD است.

Different letters indicate significant difference at p 0.05 using LSD.

اختصارات: WF و WI به ترتیب بدون علف هرز و آلوده به علف هرز تا مرحله Em (سبز شدن یا WC: شاهد آلوده به علف هرز در سراسر فصل رشد و WFC: شاهد بدون علف هرز در کل فصل رشد)، E15 (پنجمین برگ ساقه اصلی به‌طور کامل باز شده)، Ti (ساقه اصلی و سه پنجه)، Se (مرحله ساقه‌روی - پنجمین گره قابل تشخیص) و Ea em (مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل‌آذین).

WF: weed-free and WI: weed-infested up to stage of Em (Emergence) or WC: weedy control and WFC: weed free control, E15 (5th leaf unfolded), Ti (Tillering - Main shoot and 3 tillers), Se (Stem elongation - 5th node detectable) and Ea em (Ear emergence - Emergence of inflorescence completed).

معیاری از کارایی تسهیم مواد نورساختی به اندام‌هایی زایشی است که می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی

در گیاهان زراعی دانه‌ای، شاخص برداشت (نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک اندام‌های هوایی)

نتیجه گیری کلی

نتایج این بررسی نشان داد، با افزایش نیتروژن مصرفی، شمار سنبله در واحد سطح، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده جو افزایش و شمار دانه در سنبله کاهش یافت. افزایش رقابت و تداخل علف‌های هرز نیز به افت معنی‌دار شمار سنبله در واحد سطح، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه جو منجر شد. در این پژوهش، شمار سنبله در واحد سطح حساس‌ترین جزء عملکرد جو به کمبود نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بود. با توجه به اینکه تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه جو با کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وجود نداشت، با کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و کاهش طول دوره تداخل علف‌های هرز می‌توان به عملکرد دانه بالا در این گیاه زراعی دست یافت.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان دانشگاه تبریز به دلیل تأمین هزینه‌های این طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

قرار گیرد (Sadras *et al.*, 1997). تغییرات شاخص برداشت به اثر عامل‌های مورد بررسی بر بخش هوایی گیاه و اندام اقتصادی مورد نظر بستگی دارد. به طوری که اگر تأثیر منفی عامل مورد بررسی بر تجمع ماده خشک بیش از عملکرد اقتصادی باشد، شاخص برداشت افزایش می‌یابد و اگر تأثیر آن بر عملکرد دانه بیشتر باشد، در این حالت به کاهش شاخص برداشت منجر می‌شود. با توجه به اینکه درصد تغییرات عملکرد زیست توده (شکل ۴) و عملکرد دانه (شکل ۵) گیاه جو در واکنش به عامل‌های مورد بررسی به یک اندازه بوده است، غیرمعنی‌دار بودن تأثیر کود نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر شاخص برداشت دانه جو منطقی به نظر می‌رسد. زیرا افزایش کاربرد نیتروژن و دوره مهار علف‌های هرز، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده این گیاه زراعی را با درصدهای همسانی افزایش داده و در نتیجه نسبت بین این دو صفت نیز تا حدودی ثابت و بدون تغییر باقی مانده است. تأثیر نداشتن کود نیتروژن بر شاخص برداشت در گندم نیز گزارش شده است (Mohammaddoust-Chamanabad *et al.*, 2013). در گیاه لوبیا هم شاخص برداشت دانه تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار نگرفت (Izadi-Darbandi *et al.*, 2003).

REFERENCES

- Blackshaw, R.E. (2004). Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. *Weed Biology and Management*, 4: 103-113.
- Blackshaw, R.E., Molnar, L.J. & Janzen, H.H. (2004). Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. *Weed Science*, 52: 614-622.
- Carlson, H.L. & Hill, J.E. (1986). Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: effects of nitrogen fertilization. *Weed Science*, 34: 29-33.
- Cathcart R.J. & Swanton, C.J. (2004). Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. *Weed Science*, 52:1039-1049.
- Corre-Hellou, G. & Crozat, Y. (2005). N₂ fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping system as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). *European Journal of Agronomy*, 22: 449-458.
- David, C., Stephan, F.W. & Clarence, J.S. (1995). Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density of white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*, 43: 375-380.
- Davis, A.S. (2006). When does it make sense to target the weed seed bank? *Weed Science*, 54: 558-565.
- Dehghanian, H., Nasrollahzadeh, S. & Shafagh-Kolvanagh, J. (2013). Effect of weed interference on performance of grain corn (*Zea mays* L.) at different plant densities. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23(2): 37-47. (In Farsi).
- Dordas, C.A., & Sioulas, C. (2009). Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 110: 35-43.
- Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Lindquist, J.L. & Shapiro, C.A. (2003). Influence of nitrogen and

- duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*, 51: 546-556.
11. FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
 12. Fuladvand, M., Yadavi, A.R. & Movahedi-Dehnavi, M. (2014). Effect of plant density and nitrogen fertilizer management on agronomical characteristics of safflower under weed competition. *Electronic Journal of Crop Production*, 7(3): 163-181. (In Farsi).
 13. Hussein, S.A., Rashed-Mohassel, M.H., Nassiri-Mahallati, M. & Hajmohammadnia-Ghalibaf, K. (2009). The influence of nitrogen and weed interference periods on corn (*Zea mays* L.) yield and yield components. *Journal of Plant Protection*, 23: 97-105. (In Farsi).
 14. Izadi, F., Bagheri, A.R. & Miri, H.R. (2013). The effect of nitrogen and weeds interference on millet (*Panicum miliaceum*) yield and yield components. *Journal of Plant Ecophysiology*, 5: 85-94. (In Farsi).
 15. Izadi-Darbandi, E., Rashed-Mohassel, M.H. & Nassiri-Mahallati, M. (2003). Study of competitive effects of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Iranian Journal of Field Crop Research*, 1: 13-22. (In Farsi).
 16. Jafarizadeh, Sh. & Modhej, A. (2012). Effect of Common Mallow (*Malva* spp.) competitiveness on grain yield and yield components in wheat under different levels of nitrogen. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(4): 767-777. (In Farsi).
 17. Kristensen, L., Olsen, J. & Winer, J. (2008). Crop density, sowing pattern, and nitrogen fertilization effects on weed suppression and yield in spring wheat. *Weed Science*, 56: 97-102.
 18. Kropff, M.J. (1993). Mechanisms of weed competition for light. In: M.J. Kropff and H.H. Van Laar (Eds.), *Modeling Crop-Weed Interactions*. (pp. 33-61.), CAB International, Wallingford, UK.
 19. Lindquist, J.L., Barker, D.C., Knezevic, S.Z., Martin, A.R. & Walters, D.T. (2007). Comparative nitrogen uptake and distribution in corn and velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*). *Weed Science*, 55: 102-110.
 20. Martin S.G., Van Acker, R.C. & Friesen, L.F. (2001). Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*, 49: 326-333.
 21. Mennan, H. & Zandstra, B.H. (2005). Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seeding rate on yield loss from *Galium aparine* (cleavers). *Crop Protection*, 24: 1061-1067.
 22. Ministry of Agriculture Jihad. (2015). *Agricultural statistics*. Volume 1, Crop production; 2013-2014, 158 p. (In Farsi).
 23. Mirzaei, R. (2003). Investigation of competition between *Zea mays* and pigweed in different plant densities. M.Sc. Thesis. Mashhad Ferdowsi University. (In Farsi).
 24. Mohammaddoust-Chamanabad, H.R., Hemmati, Kh., Asghari, A. & Barmaki, M. (2013). Effect of nitrogen and weed interference on some agronomic traits, five cultivars wheat yield and yield components. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23(4): 131-140. (In Farsi).
 25. Mohammadi, G., Javanshir, A., Khoie, F.R., Mohammadi, S.A. & Zehtab-Salmasi, S. (2005). Critical period of weed interference in chickpea. *Weed Research*, 45: 57-63.
 26. Monaco, T.J., Weller, S.C. & Ashton, F.M. (2002). *Weed Science: Principles and Practices* (4th ed.). United States of America, 671 p.
 27. Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S. & Shafagh-Kolvanagh, J. (2010). Effects of nitrogen rates on critical period of natural weed interference on barley yield (*Hordeum vulgare* L. Var. Makoei). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 20(3): 97-112. (In Farsi).
 28. Sadeghi, H. & Kazemeini, A.R. (2011). Effect of crop residue management and nitrogen fertilizer on grain yield and yield components of two barley cultivars under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13: 436-451. (In Farsi).
 29. Sadras, V.O., Bange, M.P. & Milroy, S.P. (1997). Reproductive allocation of cotton in response to plant and environmental factors. *Annals of Botany*, 80: 75-81.
 30. Sepehri, A., Modarres-sanavi, S.A., Gharehyazi, B. & Yamini, Y. (2002). Effect of water deficit and different nitrogen rates on growth and development stages, yield and yield component of maize (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 4(3): 184-195. (In Farsi).
 31. Shafagh-Kolvanagh, J., Javanshir, A., Zehtab-Salmasi, S., Moghaddam, M., Dabbagh-Mohammadi-Nasab, A. & Dastborhan, S. (2008a). Allelopathic effects of some annual and perennial weed species on germination and seedling growth of soybean. *Agricultural Science*, 18: 73-80. (In Farsi).
 32. Shafagh-Kolvanagh, J., Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Moghaddam, M. & Dabbagh-Mohammadi-Nasab, A. (2008b). Effects of nitrogen and duration of weed interference on grain yield and SPAD (chlorophyll) value of soybean (*Glycine max* (L). Merrill). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6: 368-373.

33. Shafagh-Kolvanagh, J., Alami-Milani, M. & Azadmard-Talesh-Makaeel, A. (2015). Critical period of weed control in dragon's head (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 25: 15-25. (In Farsi).
34. Shrefler, J.W., Dusky, J.A., Shilling, D.G., Brecke, B.J. & Sanchez, C.A. (1994). Effects of phosphorus fertility on competition between lettuce (*Lactuca sativa*) and spiny amaranth (*Amaranthus spinosus*). *Weed Science*, 42: 556-560.
35. Schmitt, A.M., Lamp, A.J., Randall, W.G., Orf, J. & Rehm, W.G. (2001). In-season fertilizer nitrogen applications for soybean in Minnesota. *Agronomy Journal*, 93: 983-988.
36. Rezvani, H., Asghari, J., Ehteshami, S.M.R. & Kamkar, B. (2013). Study the response of yield and component yield of wheat cultivars in competition with wild mustard in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production*, 6: 187-214. (In Farsi).
37. Togay, N., Tepe, I., Togay, Y. & Cig, F. (2009). Nitrogen levels and application methods affect weed biomass, yield and yield components in Tir wheat. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37: 105-111.
38. Vila, M., Williamson, M. & Lonsdale, M. (2004). Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? *Biological Invasions*, 6: 59-69.
39. Warwick, S.I., Beckie, H.J., Thomas, A.G. & McDonald, T. (2000). The biology of Canadian Weeds. 8. *Sinapis arvensis*. L. (updated). *Canadian Journal of Plant Sciences*, 55(1): 171-183.
40. Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.