

## ارزیابی تاثیر مقدار کاربرد نیتروژن و دوره ی تداخل علف های هرز بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در گندم زمستانه

حمیدرضا محمد دوست چمن آباد<sup>1\*</sup>، بهناز پورمراد کلپیر<sup>2</sup>، علی اصغری<sup>1</sup> و محمد مهدی زاده<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 92/02/25 تاریخ پذیرش: 92/08/12

1- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی

2- دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف های هرز، دانشگاه محقق اردبیلی

3- دانشجوی دکتری علوم علف های هرز، دانشگاه محقق اردبیلی

\* مسئول مکاتبه: E-mail: [hr\\_chamanabad@yahoo.com](mailto:hr_chamanabad@yahoo.com)

### چکیده

حضور علف های هرز در کنار گیاهان زراعی ضرورت دقت بیشتر در انتخاب عملیات زراعی را به همراه داشته است. به منظور تعیین مقدار نیتروژن مورد نیاز برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم زمستانه و کارایی مصرف نیتروژن در شرایط تداخل علف های هرز، آزمایشی در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش مقادیر مختلف نیتروژن (0 (شاهد)، 75 و 150 کیلوگرم در هکتار) و طول دوره حضور علف های هرز (تداخل کامل علف های هرز در تمام طول فصل رشد، تداخل علف های هرز تا 50 روز پس از شروع رشد بهاره و کنترل کامل علف های هرز بودند. طرح مورد استفاده اسپلیت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار بود. نتایج آزمایش نشان داد که در شرایط کنترل کامل علف های هرز، با افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد دانه گندم از 2900 به 5128 کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. افت عملکرد ناشی از رقابت علف های هرز با گندم با دو برابر شدن مقدار نیتروژن بیش از دو برابر افزایش یافت. در شرایط عدم تداخل علف های هرز، دو برابر شدن مقدار نیتروژن مصرفی کارایی مصرف نیتروژن را از 1/86 به 7/43 افزایش داد. در حالی که در تداخل علف های هرز با گندم کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت.

واژه های کلیدی: تداخل، علف های هرز، کارایی مصرف نیتروژن.

## Evaluation of Nitrogen Rate and Weed Interference Duration on Wheat Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency

HR Mohammaddoust Chamanabad<sup>1\*</sup>, B Pourmorad Kaleibar<sup>2</sup>, A Asghari<sup>1</sup>  
and M Mehdizadeh<sup>3</sup>

Received: May 15, 2013 Accepted: November 3, 2013

1- Assoc. Prof University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

2- Msc student in Weed Identification and Control, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

3- Phd student in Weed Science, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

\*Corresponding author: [hr\\_chamanabad@yahoo.com](mailto:hr_chamanabad@yahoo.com)

### Abstract

Presence of weeds and crops together in agro-ecosystems requires the much attention in the selection of agricultural practices. This experiment conducted in 2009 to determine nitrogen requirement to take maximum winter wheat yield with weed interference at agricultural research site in agricultural college, university of Mohaghegh ardabili. The experiment was laid out as split-plot in randomized complete block design with three replications. The treatments consisted of three nitrogen levels: [0 (control), 75 & 150 kgNha<sup>-1</sup>] and duration of weed interference [interference during all season growth (T75), interference for 50 days after April (T50) and weed control (T0)]. The experimental design was Split-plot design in randomized complete block with three replications. Results showed that in weed control plots, increasing the amount of nitrogen, grain yield increased from 2900 to 5128 kg ha<sup>-1</sup>. In weed interference, doubling the amount of nitrogen fertilizer increased yield loss more than 2 times. In plots without weed interference, doubling the amount of nitrogen increased nitrogen use efficiency from 1.86 to 7.43. While the interaction of weeds and wheat declined nitrogen use efficiency.

**Key words:** Nitrogen, Weed interference duration, Wheat.

می‌تواند تأثیر زیادی در افزایش تولید گیاه زراعی داشته باشد. آزمایش‌های انجام شده (شفق کلوانق و همکاران 1388، ویلیامز و لیندکوئست 2007) نشان داده است که عملیات زراعی توانایی رقابتی گیاهان زراعی و علف‌های هرز را در اکوسیستم‌های کشاورزی تغییر می‌دهد که در نتیجه آن تأثیر علف‌های هرز بر روی گیاهان

مقدمه

رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی در اکوسیستم‌های کشاورزی یکی از تنش‌های بیولوژیکی مهم به شمار می‌رود که موجب کاهش شدید عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن<sup>1</sup> می‌شود و کنترل آن‌ها

<sup>1</sup> Nitrogen Use Efficiency

دارد. نتایج آزمایش محققان نشان داده است که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تاثیر منفی علف‌های هرز بر عملکرد گیاه زراعی را افزایش می‌دهد (چایی چی و احتشامی 1380، تولنار و همکاران 1994، ویلیامز و لیندکوئست 2007). برای مثال، نتایج آزمایش جیمز و همکاران (2006) بر روی ذرت نشان داد که عدم کنترل علف‌های هرز تا 4 هفته پس از سبز شدن گیاه زراعی، عملکرد ذرت را بطور معنی داری کاهش دادند. آزمایش‌های شفق‌کلوانق و همکاران (1388) نشان داد که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز علاوه بر کاهش عملکرد و اجزای عملکرد سویا، میزان کلروفیل آن را نیز کاهش داد. آنها نشان دادند که افزایش مقدار نیتروژن خاک سبب افزایش توان رقابتی سویا با علف‌های هرز گردید، بطوری که اثر منفی رقابت علف‌های هرز با سویا در سطوح بالای نیتروژن کمتر بود.

اگرچه آزمایش‌های زیادی (رحیمی‌زاده و همکاران 1389، لویز و همکاران 2001) برای تعیین کارایی مصرف نیتروژن در گیاهان مختلف انجام شده است، اما نقش تداخل علف‌های هرز روی کارایی مصرف نیتروژن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و کارایی مصرف نیتروژن می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر نیتروژن و طول دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن گندم، آزمایشی در سال زراعی 88-89 در مزرعه تحقیقاتی بابلان دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش مقادیر مختلف نیتروژن {0 (شاهد)، 75 و 150 کیلوگرم در هکتار} و طول دوره رقابت علف‌های هرز (تداخل کامل در تمام طول فصل رشد، تداخل تا 50 روز پس از

زراعی تغییر می‌کند. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی است که در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز عمدتاً افزایش عملکرد گیاه زراعی را به همراه دارد (کامارا و همکاران 2003). راثون و جوهانسون (1999) گزارش کردند که سالانه 95 میلیون تن نیتروژن در سطح جهان استفاده می‌شود که شصت درصد آن در تولید غلات استفاده می‌شود. در حالی که کارایی مصرف آن در غلات کمتر از 33 درصد است. در حضور علف‌های هرز کاربرد نیتروژن ممکن است بی-تاثیر، و یا موجب افزایش و یا کاهش عملکرد گیاه زراعی شود. نتایج بسیاری از آزمایش‌ها (بلک شاو و همکاران 2003، تولیکو و سوگوربو 1984) نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن خاک رشد و نمو علف‌های هرز نیز افزایش می‌یابد که باعث افزایش توانایی رقابتی آن با گیاه زراعی می‌شود. از طرف دیگر مدیریت صحیح کاربرد نیتروژن می‌تواند شرایط مطلوبی برای گیاه زراعی فراهم نماید که می‌تواند رشد و نمو علف‌های هرز را تحت فشار قرار دهد (محمد دوست و اصغری 1388، محمد دوست چمن‌آباد و تولیکف 1385، آزید و ادتونجی 2007).

کارایی مصرف نیتروژن نشان دهنده راندمان مصرف این عنصر و تاثیر آن در افزایش ماده خشک و عملکرد گیاه است. آزمایش‌های زیادی (چمنی‌اصغری و همکاران 1389؛ حمیدی و همکاران 2010، کانبائو و همکاران 2007) نشان داده است که کاربرد نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن گیاه زراعی و علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. برای مثال، آزمایش چمنی‌اصغری و همکاران (1389) نشان داد که افزایش مقدار نیتروژن باعث کاهش کارایی مصرف نیتروژن گندم و یولاف وحشی گردید. همچنین تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی کارایی مصرف نیتروژن را کاهش داد (آزید و ادتونجی 2007).

میزان تاثیر منفی علف‌های هرز روی گیاه زراعی به عوامل مختلفی از جمله طول دوره تداخل آنها بستگی

مورد نیاز در کرت‌های مورد نظر بکار برده شد و بلافاصله مزرعه آبیاری گردید. سایر آبیاری‌ها نیز با توجه به نیاز گیاه در طی فصل رشد صورت گرفت. دوسوم باقی‌مانده نیتروژن مورد نیاز در مرحله به ساقه‌رفتن گندم مورد استفاده قرار گرفت.

در مرحله رسیدن گندم، بوته‌های گندم از سطح یک متر مربع میانی هر کرت برداشت و برای تعیین تعداد سنبله و عملکرد دانه به آزمایشگاه منتقل شدند. کارایی مصرف نیتروژن با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{عملکرد دانه بدون کاربرد نیتروژن} - \text{عملکرد دانه با کاربرد نیتروژن} = \text{کارایی مصرف نیتروژن}$$

مقدار نیتروژن بکاربرده شده

داری با تداخل علف‌های هرز برای مدت 50 روز نداشت (شکل 1). تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط تداخل کامل علف‌های هرز در مقایسه با عدم تداخل علف‌های هرز و یا تداخل علف‌های هرز برای 50 روز به ترتیب 36 و 34 درصد کمتر بود که از نظر آماری در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود. کمترین تعداد سنبله (226/67) در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و حضور علف‌های هرز مشاهده شد که بیش از 3 برابر کمتر از تعداد سنبله در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز با 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. کاهش تعداد سنبله در واحد سطح ممکن است نتیجه کاهش تولید پنجه و یا مرگ و میر بوته‌ها در اثر رقابت شدید علف‌های هرز با گندم باشد. داده‌های آزمایش محبوب و همکاران (14) نیز نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد و اجزای عملکرد گندم کاهش یافت.

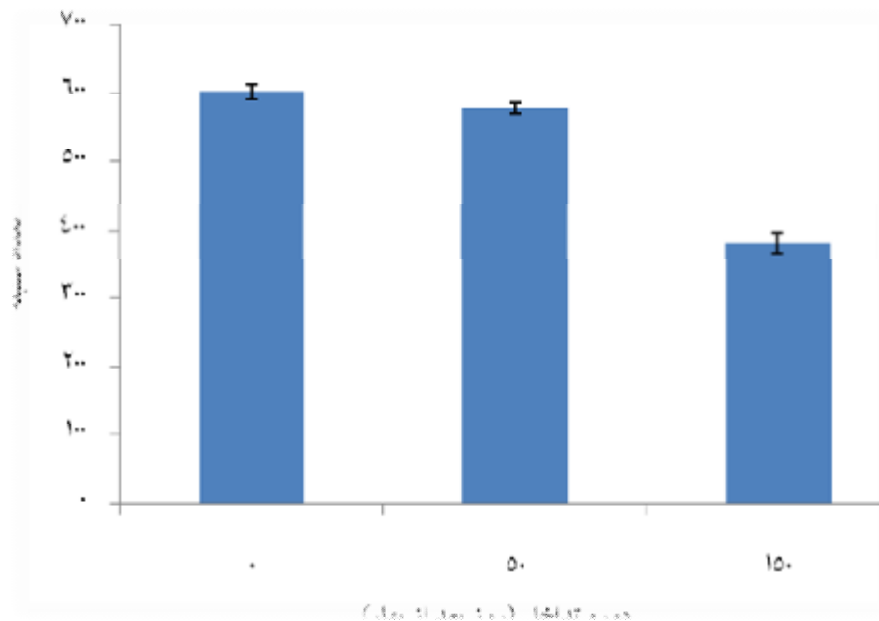
شروع رشد بهاره و کنترل کامل علف‌های هرز) بودند. طرح مورد استفاده طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار بود. مساحت هر کرت 25 متر مربع (5×5) در نظر گرفته شد.

محصول سال قبل کلزا بود که بقایای آن قبل از کاشت توسط گاواهن برگردان شخم زده شد. 200 کیلوگرم در هکتار بذر ضد عفونی شده گندم رقم سای-سونز در تاریخ 26 مهرماه به صورت دستی کشت گردید. همزمان با عملیات کاشت 200 کیلوگرم در هکتار کود فسفر بکاربرده شد. پس از کاشت یک‌سوم نیتروژن

قبل از انجام تجزیه‌های آماری جهت همگنی داده‌ها در موارد لازم از تبدیل جذری  $\sqrt{x}$  استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد مقایسه گردیدند.

### نتایج و بحث

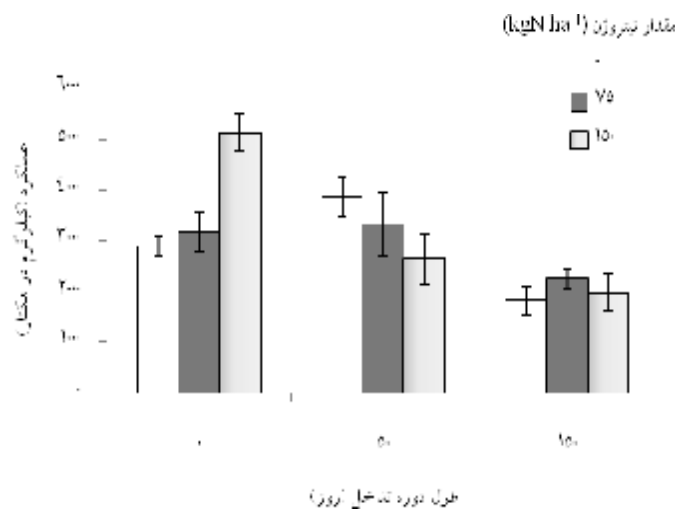
تجزیه آماری داده‌های آزمایش نشان داد که کاربرد کود نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله و عملکرد دانه گندم نداشت، اما طول دوره تداخل علف‌های هرز تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله و عملکرد دانه داشت. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تعداد سنبله و عملکرد دانه گندم کاهش یافت (شکل 1 و 2). تعداد سنبله در واحد سطح در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز 602 سنبله در مترمربع بود که تفاوت معنی-



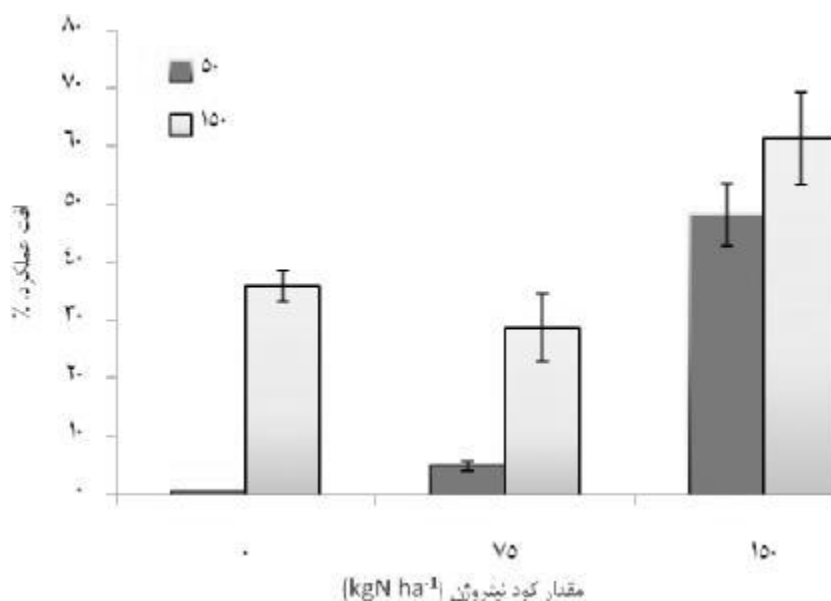
شکل 1- تاثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر تعداد سنبله گندم در متر مربع

دانه گندم به بیش از 60 درصد رسید (شکل 3). این نشان می‌دهد که مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی رشد و نمو علف‌های هرز را بیش از گیاه زراعی تحریک می‌نماید که می‌تواند تاثیر منفی آنها روی گیاه زراعی را افزایش دهد. محمددوست و اصغری (1388) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش وزن خشک علف‌های هرز بویژه در لایه یک‌سوم بالایی جو بهاره گردید. لایبمن و همکاران (2004) نیز گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن در مزرعه جو تاثیری بر افزایش ارتفاع جو نداشت و شاخص سطح سبز آن را تنها 10 درصد افزایش داد، اما ارتفاع خردل سفید بیش از 1/5 برابر و شاخص سطح سبز آن، بویژه در لایه‌های بالایی ارتفاع جو بیش از 7 برابر افزایش یافت.

طول دوره تداخل علف‌های هرز تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم داشت. تداخل علف‌های هرز با گندم برای 50 روز کاهش معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم ایجاد نکرد (شکل 2). در حالی که تداخل کامل علف‌های هرز عملکرد دانه گندم را در مقایسه با کنترل کامل علف‌های هرز و تداخل علف‌های هرز برای 50 روز به ترتیب 45 و 38 درصد کاهش داد که این اختلاف از نظر آماری معنی‌داری بود (شکل 2). در شرایط عدم حضور علف‌های هرز، با افزایش مقدار نیتروژن عملکرد دانه گندم نیز افزایش یافت. بطوری که بیشترین مقدار عملکرد در واحد سطح در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز و کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (شکل 2). در حضور علف‌های هرز تاثیر نیتروژن بر عملکرد دانه متغییر بود. کمترین عملکرد دان گندم در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز و کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. با افزایش مقدار نیتروژن تا 75 کیلوگرم در هکتار، افت عملکرد ناشی از تداخل علف‌های هرز کاهش یافت. اما با دو برابر شدن مقدار نیتروژن افت عملکرد



شکل 2- تأثیر طول دوره تناوب علف‌های هرز بر عملکرد گندم



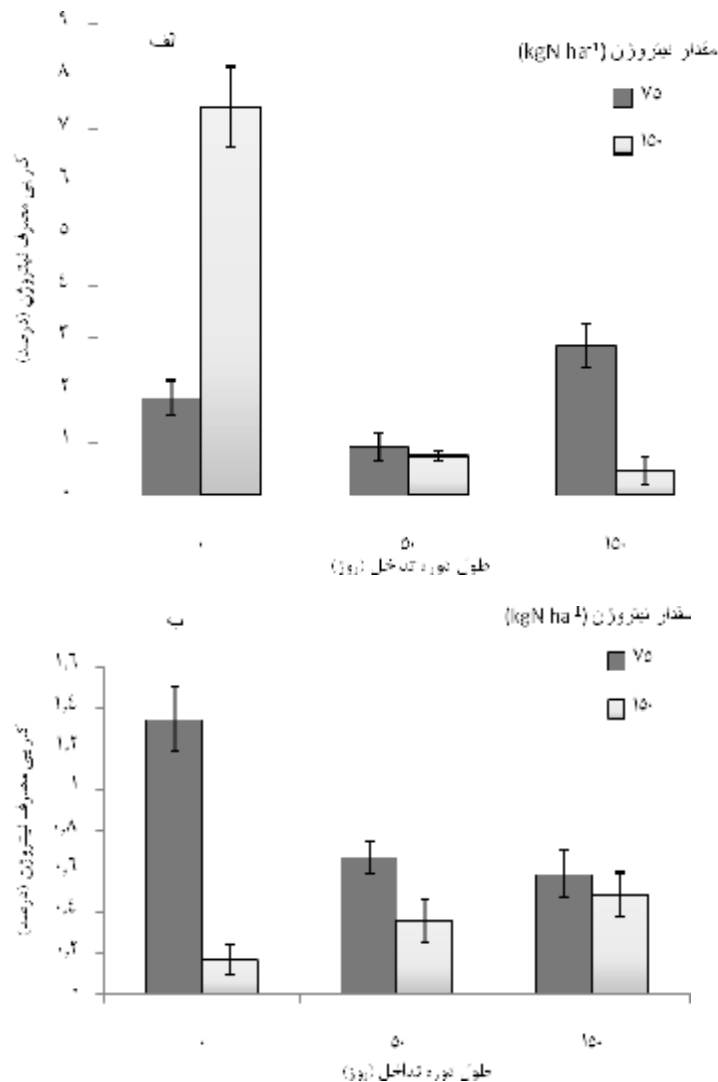
شکل 3- افت عملکرد دانه گندم ناشی از طول دوره تناوب علف‌های هرز و مقدار نیتروژن

نیتروژن بر اساس عملکرد اقتصادی کاهش داد و به کمتر از یک درصد رسید (شکل 4 الف). بر عکس، در تناوب کامل علف‌های هرز، کاربرد 75 کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی مصرف نیتروژن را بر اساس عملکرد اقتصادی افزایش داد. تأثیر متفاوت سطوح کود نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن به تأثیر متفاوت آنها بر شرایط رقابت گندم با علف‌های هرز مربوط می‌شود.

سطوح مختلف نیتروژن تأثیر متفاوتی بر کارایی مصرف نیتروژن بر اساس عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی داشت (شکل 4). در شرایط عدم تناوب علف‌های هرز، با افزایش مقدار نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن عملکرد اقتصادی نیز افزایش یافت (شکل 4 الف). در شرایط تناوب کامل علف‌های هرز با کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی مصرف

یولاف وحشی بیشتر بود. برعکس، نتایج آزمایش زمینچیک و البرجت (2002) نشان داد که در صورت تقسیط نیتروژن، با افزایش مقدار نیتروژن کارایی مصرف آن نیز افزایش یافت. رحیمی‌زاده و همکاران (1389) و لوپزبلیدو و لوپزبلیدو (2001) نیز گزارش کردند که کاربرد نیتروژن در کشت متناوب کارایی مصرف نیتروژن را افزایش داد. افزایش مقدار کود نیتروژن و طول دوره تداخل علف‌های هرز کارایی مصرف نیتروژن بر اساس عملکرد بیولوژیک را کاهش داد (شکل 4 ب).

آزمایش‌های زیادی (محمددوست و اصغری، 1388، تولیکو و همکاران 1986) نشان داده است که کاربرد زیاد کود نیتروژن شرایط رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز را به نفع علف‌های هرز تغییر می‌دهد و رشد و نمو آنها را افزایش می‌دهد. این موضوع می‌تواند کارایی مصرف نیتروژن را نیز کاهش دهد. چمنی-اصغری و همکاران (1389) گزارش کردند که افزایش مقدار نیتروژن موجب کاهش نمایی کارایی مصرف نیتروژن گندم گردید. آنها گزارش کردند شدت کاهش کارایی مصرف نیتروژن در شرایط رقابت گندم با



شکل 4. تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و طول دوره تداخل علف‌های هرز بر کارایی مصرف نیتروژن (الف، دانه گندم، ب، کل وزن خشک)

داده های این آزمایش نشان می دهد که (1) حضور علف های هرز گندم برای 50 روز تاثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نداشت؛ (2) از آنجا که کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی از جمله نیتروژن ممکن است توانایی رقابتی علف های را بیش از گیاه زراعی افزایش دهد بنابراین این در شرایط حضور علف های هرز برای رسیدن به حداکثر عملکرد به مقدار نیتروژن کمتری نیاز است.

### منابع مورد استفاده

- چایی چی م ر و احتشامی س م ر. 1380. تاثیر زمان وجین بر ترکیب گونه ای، تراکم و وزن خشک علف های هرز در سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 31. شماره 1. صفحه های 107-119.
- چمنی اصغری ت؛ محمودی س؛ راشد محصل م ح و زمانی غ. 1389. بررسی اثر رقابت بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن در مرحله رشد رویشی گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف وحشی (*Avena fatua* L.). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد 3. شماره 2، صفحه های 81-96.
- رحیمی زاده م؛ کاشانی ع؛ زارع فیض آبادی ا؛ کوچکی ع و نصیری محلاتی م. 1389. کارایی مصرف نیتروژن در تناوب های زراعی دوگانه گندم در شرایط مقادیر متفاوت نیتروژن و برگشت بقایای محصول. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد 3. شماره 3، صفحه های 125-142.
- شفیق کلوانق ج؛ زهتاب سلماسی س؛ جوانشیر ع؛ مقدم م و دباغ محمدی نسب ع. 1388. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و تداخل علف های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان کلروفیل برگ در سویا. مجله دانش کشاورزی پایدار. جلد 1. شماره 1. صفحه های 1-24.
- محمد دوست ح ر و اصغری ع. 1388. تاثیر تناوب زراعی، کاربرد کود شیمیایی و علفکش بر کنترل علف های هرز چاودار زمستانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 13، شماره 47، صفحه های 601-610.
- محمد دوست چمن آباد ح ر و تولیف ا م. 1385. بررسی تاثیر عملیات زراعی در کنترل علف های هرز و عملکرد دانه اکوسیستم های کشاورزی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 20، شماره 6، صفحه های 87-96.
- Azeez JO and Adetunji MT. 2007. Nitrogen use efficiency of maize genotypes under weed pressure in a tropical Alfisol in northern Nigeria. *Tropicultura* 25:174-179.
- Blackshaw RE, Brandt RN, Janzen HH, Entz T, Grant CA and Derksen DA. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Sci.* 51:532-539.
- Camara KM, Payne WA and Rasmussen PE. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agron. J.* 95:828-835.
- Hamidi RT, Mazaheri D and Rahimian H. 2010. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) nitrogen yields as affected by wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch) population densities and nitrogen. *Aust. J. Basic and Applied Sci.* 10: 4726-4739.



- James TK, Rahman A and Trollove M. 2006. Optimal timing for post emergence application of nicosulfuron for weed control in maize. *New Zealand Plant Protec.* 59:250-254.
- Liebman M, Mohler CL and Staver CP. 2004. *Ecological Management of Agricultural Weeds.* Cambridg University Peress.
- Lopez-Bellido RJ and Lopez-Bellido L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean condition: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crop Res.* 71:31-64.
- Mahboob A, Asjad M, Jalil A and Khlid I. 2000. Nitrogen uptake efficiency in wheat as influenced by nitrogen level and weed-crop competition duration. *Biologi. Sci.* 3:1002-1003.
- Mohajeri F and Ghadiri H. 2003. Wild mustard competition with winter wheat in different densities and nitrogen fertilizer. *Iranian J. of Agric. Sci.* 34:527-537.
- Quanbao Y, Hongcheng Z, Haiyan W, Ying Z, Benfu W, Ke X, Zhongyang H, Qigen D and Ke X. 2007. Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of rice under different soil conditions. *Front. Agric. China.* 1:30-36.
- Raun WR and Johnson GV. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 91:357-363.
- Tollenaar M, Nissanka SP, Aguilera A, Weise SF and Swanton CJ. 1994. Effect of weed interference and soil N on four maize hybrids. *Agron. J.*86: 596-601.
- Tulikov AM and Sugrobov VM. 1984. Role of long-term application fertilizer, lime and crop rotation in change infestation field by weeds. *Izvestia TCXA.* 2: 32-36.
- Tulikov AM, Kierash LM, Kiraev RS and Fralova TN. 1986. Effect of crop rotation, fertilizer rate and herbicide on barley yield and weed infestation. *Izvestia TCXA.* 5:26-30.
- Williams MM and Lindquist JL. 2007. Influence of planting date and weed interference on sweet corn growth and development. *Agron. J.* 99:1066-1072.
- Zemenchik RA and Albrecht KA 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, smooth brome grass and orchardgrass. *Agron. J.* 94: 421-428.