

## ارزیابی اثرات نیتروژن بر دوره‌ی بحرانی تداخل علف‌های هرز طبیعی

### مزرعه و عملکرد جو ماکویی

صفر نصراله‌زاده<sup>۱</sup>، سعید زهتاب سلماسی<sup>۲</sup> و جلیل شفق کلوانق<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: 88/12/4 تاریخ پذیرش: 89/8/15

1- استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه [Email:shafagh.jalil@gmail.com](mailto:Email:shafagh.jalil@gmail.com)

#### چکیده

به منظور ارزیابی اثرات سطوح نیتروژن بر دوره‌ی بحرانی تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه و عملکرد جو، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، در سال‌های زراعی 1385 و 1386 اجرا شد. آزمایش در قالب کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. چهار سطح نیتروژن، صفر، 40، 80 و 120 کیلوگرم در هکتار در کرت‌های اصلی و 10 دوره تداخل علف‌های هرز در دو سری در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در سری اول در طی پنج محدوده زمانی مختلف پس از سبز شدن جو شامل مراحل رشدی  $Em$  = سبز شدن،  $El_5$  = پنجمین برگ ساقه اصلی به‌طور کامل باز شده،  $Ti$  = ساقه اصلی و سه پنجه،  $Se$  = مرحله ساقه‌رفتن - پنجمین گره قابل تشخیص و  $Ea\ em$  = مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل‌آذین، به ترتیب مطابق با کدهای زیدوکس 10، 15، 23، 35 و 59. علف‌های هرز کنترل نشدند، ولی پس از گذشت این مراحل، علف‌های هرز تا انتهای دوره‌ی رشد جو، به‌طور کامل کنترل گردیدند. در سری دوم کرت‌ها برای مراحل ذکر شده از ابتدای فصل تا مرحله مورد نظر آلوده به علف هرز بودند و پس از سپری شدن مرحله مربوطه، وجین تا آخر فصل رشد اعمال شد. میانگین تراکم علف‌های هرز مزرعه در کرت‌های شاهد علف‌های هرز 161 بوته در مترمربع بود. نتایج نشان دادند که عملکرد دانه به تناسب افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز رو به کاهش گذاشت. تیمار شاهد آلوده به علف هرز عملکرد دانه را 42/51 درصد در مقایسه با شاهد بدون علف هرز کاهش داد. براساس مدل‌های کاربردی به‌منظور جلوگیری از افت عملکرد دانه بیشتر از پنج درصد برای سطوح نیتروژن صفر، 40، 80 و 120 کیلوگرم در هکتار، باید علف‌های هرز به ترتیب 20/5، 29/6، 31/9 و 30/5 روز بعد از سبز شدن جو، حذف شوند. همچنین جو به ترتیب نیازمند 130/5، 106/7، 105/2 و 109/8 روز، دوره عاری از علف‌هرز برای جلوگیری از افت عملکرد دانه بیش از پنج درصد می‌باشد. افزایش سطوح نیتروژن در حد پایداری تحمل جو را به حضور علف‌های هرز افزایش داد. همچنین، با افزایش در سطوح نیتروژن، رشد و عملکرد جو افزایش یافت ولی ماده خشک علف‌های هرز افزایش پیدا نکرد. به‌طور کلی می‌توان اظهار داشت که در صورت کاهش شدید و یا عدم مصرف نیتروژن ممکن است مدیریت فشرده علف‌های هرز و کنترل سریع آن‌ها به مدت طولانی مورد نیاز باشد.

واژه‌های کلیدی: جو، دوره بحرانی تداخل، علف‌های هرز طبیعی مزرعه، عملکرد، نیتروژن

*Effects of Nitrogen Rates on Critical Period of Natural Weed Interference  
on Barley Yield (*Hordeum vulgare* L. var. Makoei)*

*S Nasrollahzadeh<sup>1</sup>, S Zehtab Salmasi<sup>2</sup> and J Shafagh-Kolvanagh<sup>1\*</sup>*

*Received : 23 February 2010 Accepted : 06 November 2010*

*<sup>1</sup>Assistant Profs, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran*

*<sup>2</sup> Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran*

*\* Corresponding author : E-mail: [shafagh.jalil@gmail.com](mailto:shafagh.jalil@gmail.com)*

### **Abstract**

*Effects of nitrogen rates on critical period of natural weed interference and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) were studied during 2006 and 2007 at the Agricultural Research Station, University of Tabriz, Iran. The experiment was carried out as split-plot, based on randomized complete block design with three replications. Nitrogen levels (0, 40, 60 and 120 kg/ha) were allocated to the main plots and 10 natural weed interference periods (two sets) were assigned to subplots. In the first set, the plots were kept weed-free up to Em (Emergence - 1st leaf emerged), El5 (5th leaf unfolded), Ti (Tillering - Main shoot and 3 tillers), Se (Stem elongation - 5th node detectable) and Ea em (Ear emergence - Emergence of head complete) growth stages (GS), corresponding to 10, 15, 23, 35 and 59 Zadok's scales, respectively, by hand weeding. In the second set, plots were left weed infested up to the corresponding periods and subsequently kept weed free. Weed density was 161 plants per square meter in the control plots. Results showed that grain yield decreased with increasing weed interference duration. Full-season weed infestation decreased barley grain yield 42.51% as compared with the control. The constructed models indicated that in order to prevent a 5% grain yield loss, weeds at 0, 40, 80 and 120kg N/ha must be removed from the fields after 20.5, 29.6, 31.9 and 30.5 days from emergence (DAE), respectively. Barley required 130.5, 106.7, 105.2 and 109.8 days weed free period to prevent a 5% grain yield loss under given nitrogen rates, respectively. An increase in the nitrogen levels enhanced barley tolerance to weed infestation. The growth and grain yield of barley were also increased by nitrogen application in the sustainable level, however, weed dry weight was not affected. The absence or more reductions in nitrogen use may warrant more intensive weed management. Furthermore, more reductions in the nitrogen level before barley planting may cause the need for more immediate and long period weed control.*

**Key words:** *Barley, Critical period, Natural weed interference, Nitrogen, Sustainable agriculture, Yield*

## مقدمه

مؤثر علف کش‌ها ضرورت دارد. تعیین ضرورت کنترل از طریق مشخص نمودن آستانه خسارت اقتصادی و تعیین زمان کنترل با تکیه بر مفهوم دوره بحرانی از جمله مهمترین اهداف این سیستم به شمار می‌آیند. مدیریت پایدار عناصر غذایی یک استراتژی برای مدیریت پایدار علف‌های هرز است. هر چند که در تعیین تأثیر نیتروژن بر تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی، بویژه در مورد *CPWC* تحقیقات محدودی انجام شده است، ولی با این حال *CPWC* یکی از عوامل تأثیرگذار روی پایداری تولید و کاهش کاربرد نیتروژن در تولید محصول است. از آن جایی که بسیاری از آزمایش‌های مربوط به سطوح نیتروژن در محیط‌های عاری از علف هرز و بسیاری از پژوهش‌های کنترل علف هرز در شرایط عدم محدودیت نیتروژن انجام گرفته است، بنابراین ارزیابی اثر نیتروژن روی *CPWC* در گیاهان زراعی یک ضرورت تلقی می‌شود.

با توجه به ضرورت گسترش کشاورزی پایدار و تحقیقات در زمینه نحوه‌ی مصرف مقادیر مختلف نیتروژن روی دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی، این پروژه تحقیقی با اهداف زیر اجرا گردید:

بررسی تأثیر رقابت ناشی از کل علف‌های هرز طبیعی مزرعه بر عملکرد جو، تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در جو در سطوح متفاوت نیتروژن، تأثیر دوره‌های مختلف رقابت علف‌های هرز بر عملکرد جو و شناسایی کل علف‌های هرز مزرعه، تعیین بیوماس علف‌های هرز در دوره‌های مختلف تداخل، تعیین اثر کود نیتروژن‌دار بر دوره بحرانی و عملکرد دانه جو در رقابت با علف‌های هرز و بهبود مدیریت تغذیه ای کودهای استارتر نیتروژن‌دار در ارتباط با علف‌های هرز.

## مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی 1385 و 1386 در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

جو (*Hordeum vulgare L.*) یکی از منابع مهم غذایی برای دام، انسان و با کاربرد گسترده در صنایع غذایی است (امام 1383). طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال 1386 متوسط عملکرد جو آبی و دیم به ترتیب 3158/41 و 1043/13 کیلوگرم در هکتار بوده است. محصول جو 16/73 درصد از سهم گروه غلات کشور را تشکیل می‌دهد (بی نام 1386). شیوه مدیریت عناصر غذایی می‌تواند نوع رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز را تغییر دهد (سانتوز و همکاران 1997). در شرایط حضور کافی عناصر غذایی در خاک، با پیشرفت فصل رشد رقابت برای جذب نیتروژن گسترده‌ترین شکل رقابت بین گیاهان زراعی و همچنین گیاه زراعی با علف‌های هرز است (مظاهری 1377). با این حال، امکان دست‌یابی به عملکرد واقعی گیاهان زراعی، بدون کنترل علف‌های هرز وجود ندارد (کنزویک و همکاران 2003). به اعتقاد ایشان، یکی از عوامل مؤثر در طراحی سیستم‌های کنترل مطلوب علف‌های هرز عبارت از معرفی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز (*CPWC*)<sup>1</sup> در گیاهان مهم زراعی است. با توجه به مطالعات انجام گرفته، دوره بحرانی علف‌های هرز به ترتیب ترکیبی از دوره حداقل زمان عدم حضور علف‌های هرز و دوره حداکثر زمان حضور یا تداخل علف‌های هرز می‌باشد. فاصله زمانی این دو دوره را دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز (کنزویک و همکاران 2003) و نقطه تلاقی آن‌ها را نقطه برابری تداخل و کنترل ذکر کرده‌اند. در حقیقت این نقطه، افزایش یا کاهش عملکرد گیاه زراعی را در واکنش به رقابت مشخص می‌کند (سینگ و همکاران 1996). ایوانز و همکاران (2003 الف) بر این عقیده‌اند که در دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، به منظور جلوگیری از کاهش شدید عملکرد محصول زراعی، علف‌های هرز باید حذف شوند. به عقیده آن‌ها آگاهی از *CPWC* و عوامل مؤثر بر آن، به منظور تعیین زمان مناسب کنترل علف‌های هرز و تأثیر

<sup>1</sup> Critical period of weed control

$Em$  = سبز شدن،  $EI5$  = پنجمین برگ ساقه اصلی بطور کامل باز شده،  $Ti$  = ساقه اصلی و سه پنجه،  $Se$  = مرحله ساقه رفتن - پنجمین گره قابل تشخیص و  $Ea em$  = مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل آذین، به ترتیب مطابق با کدهای زیدوکس 10، 15، 23، 35 و 59 علف‌های هرز کنترل نشدند، ولی پس از گذشت این مراحل، علف‌های هرز تا انتهای دوره‌ی رشد جو، به طور کامل کنترل شدند.

#### ب) دوره فقدان علف‌های هرز (*Weed-Free Period*)

در این قسمت از تحقیق در طی 5 مرحله رشدی  $Em$ ،  $EI5$ ،  $Ti$  و  $Se$  و  $Ea em$  به ترتیب مطابق با کدهای زیدوکس 10، 15، 23، 35 و 59 علف‌های هرز کنترل و پس از گذشت این محدوده زمانی، تا آخر دوره‌ی رشد جو، علف‌های هرز مزرعه کنترل نشدند. مساحت هر کرت آزمایشی 3 مترمربع (1 × 3 متر) منظور شد. آزمایش با سه تکرار و در هر کرت 5 ردیف کاشت با فاصله 20 سانتی متر و طول 3 متر در جهت شمالی - جنوبی ایجاد شد. بذور جو از شرکت خدمات حمایتی کشاورزان استان آذربایجان شرقی تهیه و در پاییز سال 85 در حوالی 20 آبان ماه به صورت ردیفی کشت و مزرعه آزمایشی با توجه به نیاز گیاه آبیاری شد و در 10 مرداد ماه برداشت گردید. به منظور اندازه گیری عملکرد یک متر مربع از هر کرت با حذف حاشیه برداشت گردید و پس از بوجاری کامل عملکرد دانه تعیین شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک جو، با قرار دادن چارچوبی به ابعاد 0/25 × 0/25 سانتی متر به طور تصادفی در 4 نقطه از هر کرت، علف‌های هرز واقع در چهارچوب از سطح خاک بریده شده و پس از تعیین تعداد (برای تیمارهای عاری از علف هرز) هر یک از گونه‌های علف هرز به طور جداگانه، به مدت 48 ساعت در آونای با 70 درجه سانتی گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک آن‌ها ثبت گردید. در مورد تیمارهایی که تا مراحل مشخصی از فنولوژی جو آلوده به علف‌های هرز بودند و

واقع در هشت کیلومتری شرق تبریز (اراضی کرکچ) پیاده گردید. میانگین حداقل، متوسط و حداکثر سالانه دما در طی یک دوره 10 ساله به ترتیب 2/2، 10 و 16 درجه سانتیگراد و متوسط بارندگی سالیانه برابر با 271/3 میلی متر گزارش شده است. در خاک این منطقه محدودیتی از نظر میزان درصد سدیم، پتاسیم، و کلسیم قابل جذب دیده نمی شود و مقدار فسفر قابل جذب 10-25 قسمت در میلیون است (جعفرزاده 1377). نتایج تجزیه خاک منطقه برای سال 1384 و 1385 به ترتیب، برای  $pH$ : 7/2 و  $EC$ : 7/5 و 186 و 218 میکروموس بر سانتی متر، پتاسیم: 240 و 260 قسمت در میلیون، فسفر: 19 و 14 قسمت در میلیون، نیتروژن 0/16 و 0/36 درصد، ماده آلی 0/9 و 0/85 درصد، میزان شن: 58/8 و 62/8 درصد، سیلت: 26 و 24 درصد و رس: 15/2 و 13/2 درصد گزارش گردید (شفق کلوانق 1387). با توجه به بررسی کلیه علف‌های هرز مزرعه و با عنایت به غنی بودن گنجینه بذری علف‌های هرز در اراضی انتخابی، به منظور بالا بردن دقت آزمایش و استخراج نتایج مستدل، محل آزمایش به گونه‌ای انتخاب شد که علف‌های هرز در واحد‌های آزمایشی همگن بوده و از جامعه همگن برخوردار باشند. رقم پاییزه مقاوم به سرما و سازگار جو ماکویی برای انجام آزمایش انتخاب گردید. آزمایش به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی عبارت از 4 سطح نیتروژن،  $n0=0$  و  $n1=40$  و  $n2=80$  و  $n3=120$  کیلوگرم نیتروژن به شکل اوره) در هکتار که بصورت سرک و به میزان یک سوم در مرحله پنجه‌زنی، یک سوم در مرحله ساقه‌روی و یک سوم در مرحله ظهور گل آذین اعمال شد و فاکتور فرعی ( $w$ ) عبارت از تداخل علف‌های هرز به شرح زیر بود:

#### الف) دوره آلودگی به علف‌های هرز

##### (*Weed-Infested Period*)

در این قسمت از پژوهش در طی 5 محدوده زمانی مختلف پس از سبز شدن جو شامل مراحل رشدی

## تجزیه و تحلیل آماری

پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها براساس مدل آماری طرح مربوطه انجام شد. محاسبات آماری توسط نرم افزارهای *MSTATC* (1993) و *SPSS13* صورت گرفت. برای مقایسه میانگین داده‌ها از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (*LSD*) در سطح احتمال 5 درصد استفاده شد. گراف‌ها با استفاده از نرم‌افزار *Excel* رسم گردید.

## نتایج و بحث

## گونه و تراکم علف‌های هرز

میانگین تراکم علف‌های هرز مزرعه در کرت‌های شاهد علف‌های هرز 161 عدد در متر مربع بود. علف‌های هرز غالب به ترتیب شامل سلمه‌تره (*Chenopodium album L. (C. a.)*)، ارزنی سبز (*Setaria viridis L. (S. v.)*) پیچک (*Convolvulus arvensis L. (C. ar.)*) تلخه (*Acroptilon repense L. (A. r.)*)، علف شور (*Salsola kali L. (Sa. k.)*)، از مک (*Lepidium latifolium L. (L. d.)*) و سایر علف‌های هرز بودند. شکل 1 میانگین تراکم علف‌های هرز غالب و درصد هر یک از آن‌ها را نسبت به میانگین کل علف‌های هرز مزرعه در کرت‌های شاهد علف‌های هرز را نشان می‌دهد.

طیف گسترده‌ای از علف‌های هرز با الگوهای جوانه‌زنی متفاوت، می‌توانند تاثیر واقعی بر دوره تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی داشته باشند (ون آکر و همکاران 1993).

## وزن خشک علف‌های هرز

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول 1)، وزن خشک علف‌های هرز تحت تاثیر معنی‌دار دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز قرار گرفت. با این حال سطوح مختلف نیتروژن دارای اختلاف معنی‌دار نگردید.

پس از گذشت آن محدوده فنولوژی، علف‌های هرز آنها تا پایان فصل رشد حذف می‌شدند، نمونه برداری از علف‌های هرز پیش از حذف آن‌ها انجام گرفت (شفق کلوانق 1387).

## مدل‌ها و تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز

به منظور تعیین دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز، از مدل‌های گامپرتز<sup>1</sup> و لجستیک<sup>2</sup> (راتکاووسکی 1990) استفاده گردید. با استفاده از این روش درصد افزایش یا کاهش عملکرد ناشی از هر روز و جین یا تداخل علف‌های هرز محاسبه گردید. این روش‌ها نسبت به آزمون‌های مقایسه میانگین از اطمینان بیشتری برخوردار هستند. بدین ترتیب که با برآزش داده‌های عملکرد حاصل از تیمارهای عاری از علف هرز تا محدوده زمانی با بهره‌گیری از مدل گامپرتز، معیارهای مدل برآورد شدند:

$$Y = A \exp(-B \exp(-KT)) \quad [1]$$

در این مدل  $Y$ : عبارت از عملکرد جو برحسب درصدی از تیمار شاهد،  $A$ : مجانب بالایی منحنی،  $B$  و  $K$  معیارهای تعیین کننده شکل منحنی و  $T$ : زمان برحسب روز پس از سبز شدن جو است.

جهت تعیین دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز در جو، داده‌های عملکرد حاصل از تیمارهای آلوده به علف هرز تا محدوده‌های زمانی مشخص در مدل لجستیک برآزش داده شدند. شکل تابع مدل لجستیک به صورت زیر است:

$$Y = C + D / (1 + \exp(-A + BT)) \quad [2]$$

در این مدل  $Y$ : عبارت از عملکرد جو برحسب درصدی از تیمار شاهد،  $A$  و  $B$ : معیارهای تعیین کننده شکل منحنی،  $C$ : مجانب پایینی منحنی،  $D$ : اختلاف مجانب بالایی و پایینی منحنی و  $T$ : زمان برحسب روز پس از سبز شدن جو است.

<sup>1</sup>Gompertz equation<sup>2</sup>Logistic equation

با افزایش سطوح نیتروژن مقادیر اکثر دوره‌های تداخل، افزایش نشان داد (جدول 1 و 2). ولی در سری کرت‌های آلوده به علف هرز تا مرحله رشدی مورد نظر و سپس در سری کرت‌های عدم کنترل علف‌های هرز تا آخر فصل رشد، این تغییرات از روند مشابهی تبعیت نمی‌کنند. با این حال ماده خشک تولیدی توسط علف‌های هرز در این سری از کرت‌ها در مقایسه با کرت‌های مشابه از سری دیگر به مراتب بیشتر است (شکل 2).

همچنین، وزن خشک علف‌های هرز تحت تاثیر معنی‌دار اثر متقابل نیتروژن در دوره‌های تداخل علف‌های هرز قرار گرفت (جدول 1). هر چند که نیتروژن با دوره‌های تداخل علف‌های هرز اثر متقابل دارد، با این حال، در سری کرت‌های آلوده به علف هرز تا مرحله رشدی مورد نظر و سپس کنترل علف‌های هرز این کرت‌ها تا آخر فصل رشد در همه سطوح نیتروژن سبب کاهش تجمع ماده خشک علف‌های هرز با یک روند مشابهی شده است هر چند که

جدول 1- تجزیه واریانس تاثیر سطوح نیتروژن و دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز روی وزن خشک

علف‌های هرز طبیعی مزرعه و عملکرد دانه جو در سال زراعی 86-1385

مربعات				
عملکرد دانه	وزن خشک علف‌های هرز	درجه آزادی	منابع تغییر	
6478/85	0/079	2	تکرار	
746574/5**	0/037	3	(N) سطوح نیتروژن	
38365/94	0/479	6	(a) خطا	
104733/6***	5/157***	9	(P) دوره های تداخل علف هرز	
3341/6	0/150*	27	P*N	
7622/708	0/090	72	(b) خطا	
15/39	29/65		ضریب تغییرات (%)	

\*, \*\*, \*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج، یک و یک دهم درصد.

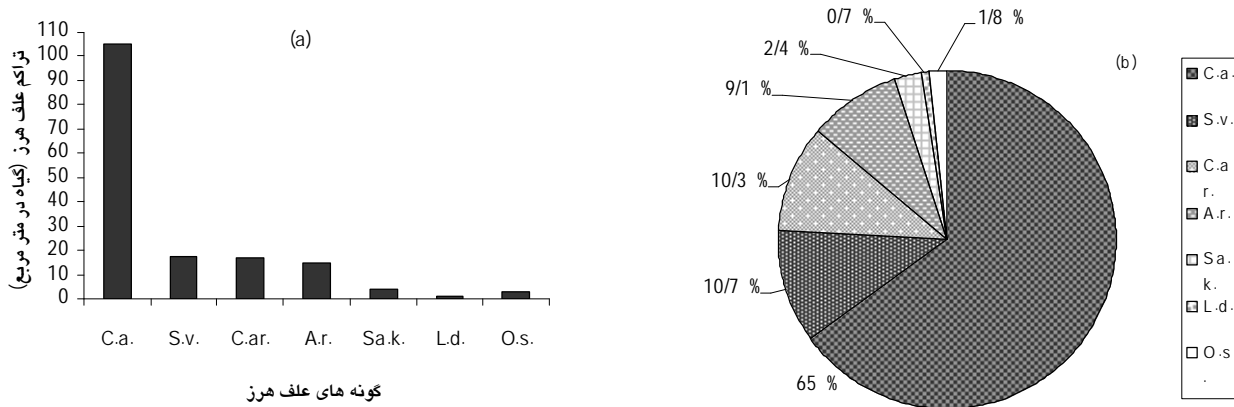
جدول 2- میانگین وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد دانه در سطوح مختلف نیتروژن و دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه در جو در سال زراعی 86-1385

عملکرد دانه	وزن خشک علف‌های هرز	تیمار سطوح نیتروژن (kg/ha)
385/0 <i>b</i>	28/41 <i>a</i>	0
495/5 <i>b</i>	33/29 <i>a</i>	40
648/4 <i>a</i>	31/02 <i>a</i>	80
739/7 <i>a</i>	24/54 <i>a</i>	120
567/12	29/32	میانگین
123/8	-	LSD (%5)
تداخل علف‌های هرز		
410/2 <i>g</i>	72/21 <i>a</i>	WF تا Em (WC)
475/4 <i>fg</i>	64/29 <i>a</i>	WF تا EI5
519/8 <i>ef</i>	48/71 <i>a</i>	WF تا Ti
564/8 <i>cde</i>	49/89 <i>a</i>	WF تا Se
627/9 <i>bc</i>	32/22 <i>ab</i>	WF تا Ea em
713/5 <i>a</i>	صفر <i>e</i>	WI تا Em (WFC)
681/2 <i>ab</i>	0/44 <i>de</i>	WI تا EI5
612/4 <i>bcd</i>	1/3 <i>d</i>	WI تا Ti
552/5 <i>de</i>	4/16 <i>c</i>	WI تا Se
513/6 <i>ef</i>	19/48 <i>b</i>	WI تا Ea em
567/12	29/32	میانگین
71/05	-	LSD (%5)

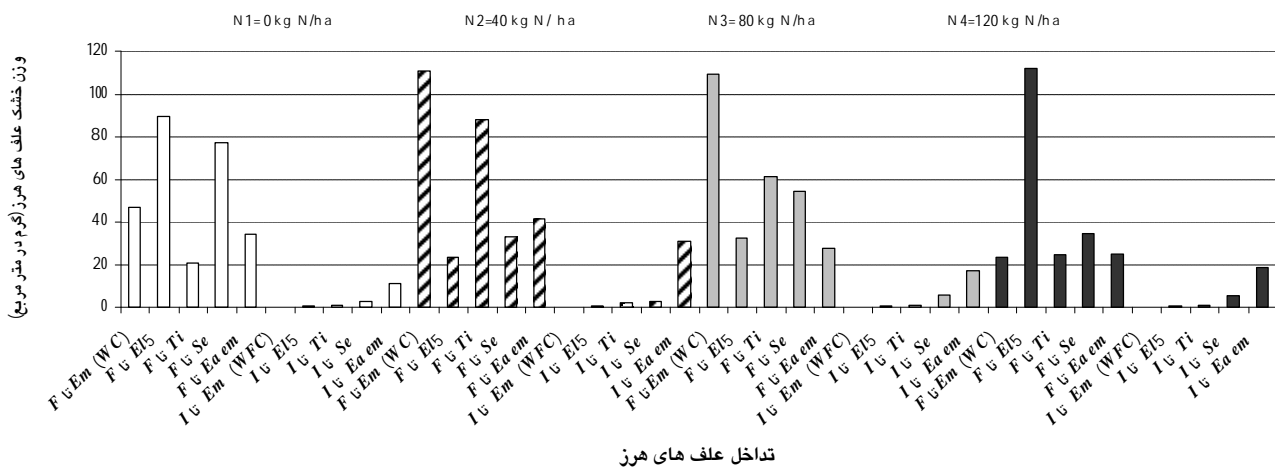
حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD می‌باشد. اختصارها: **F** و **I** به ترتیب بدون علف‌هرز و آلوده به علف‌هرز تا مرحله رشدی مورد نظر. (**Em**= سبز شدن)، (**EI5**= پنجمین برگ ساقه اصلی به‌طور کامل باز شده)، (**Ti**= ساقه اصلی و سه پنجه)، (**Se**= مرحله ساقه رفتن- پنجمین گره قابل تشخیص) و (**Ea em**= مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل آذین)، (**Em (WC)** (شاهد آلوده به علف‌هرز در سرتاسر فصل رشد) و **Em (WFC)** (شاهد عاری از علف‌هرز در کل فصل رشد).

به نظر می‌رسد در سطوح بالای نیتروژن، گیاه زراعی جو در مقایسه با علف‌های هرز در جذب نیتروژن موفق‌تر عمل نموده است. وزن خشک علف‌های هرز با افزایش طول دوره آلودگی به علف‌های هرز و کاهش طول دوره عاری از علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت

بر پایه نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول 2) وزن خشک علف‌های هرز تحت تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف نیتروژن قرار نگرفت. با این حال، نیتروژن 120 کیلوگرم در هکتار با 24/54 گرم در متر مربع کمترین میزان وزن خشک علف‌های هرز را به خود اختصاص داد (جدول 2). هر چند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نیست، با این حال،



شکل ۱- تراکم علف های هرز غالب و تعداد هریک از آنها (a) و درصد علف های هرز غالب (b) نسبت به میانگین تراکم علف های هرز مزرعه در کرت های شاهد علف های هرز مزرعه. اسامی علمی گونه ها به صورت مخفف به شرح زیر درج شده اند:  
*Acroptilon repense* (C.a.) *Convolvulus arvensis* L. (C.ar.) *Setaria viridis* L. (S.v.) *Chenopodium album* L. (C.a.)  
*O.s.*) *Lepidium latifolium* L. (L.d.) *Salsola kali* L. (Sa.k.) *L. (A.r.)*



شکل ۲- اثر متقابل نیتروژن × دوره های مختلف تداخل علف های هرز بر وزن خشک علف های هرز  
 اختصارها: **F** و **U** به ترتیب بدون علف هرز و آلوده به علف هرز تا مرحله رشدی مورد نظر. (**Em**=سبز شدن)، (**EI<sub>s</sub>**)=پنجمین برگ ساقه اصلی به طور کامل باز شده)،  
 (**Ti**)=ساقه اصلی و سه پنجه)، (**Se**)=مرحله ساقه رفتن - پنجمین گره قابل تشخیص) و (**Ea em**)=مرحله ظهور سنبله - ظهور کامل گل آذین)، (**Em (WC)** (شاهد آلوده به علف هرز در سر تا سر فصل رشد) و (**Em (WFC)** (شاهد عاری از علف هرز در کل فصل رشد)



وزن خشک علف‌های هرز معیار مناسبتر و کاربردی تری نسبت به تعداد علف‌های هرز به شمار می‌رود (پورسلی و همکاران 2003، محمدی و همکاران 2005 و شفق کلوانق و همکاران 2008). به عقیده کنزویک و همکاران (2003) سطح مواد مغذی خاک، میزان مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در نحوه توزیع علف‌های هرز تاثیر دارند.

#### عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن و دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز تاثیر معنی‌دار بر عملکرد دانه جو دارند (جدول 1). میانگین عملکرد دانه جو با افزایش سطوح نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که نیتروژن به میزان 120 کیلوگرم در هکتار با تولید 739/7 گرم دانه در متر مربع بیشترین عملکرد را نشان داد. عملکرد دانه با افزایش طول دوره آلودگی به علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه جو 713/5 گرم در متر مربع و در تیمار شاهد (عاری از علف‌های هرز در کل دوره رشد) حاصل شد. کمترین عملکرد دانه جو 410/2 گرم در متر مربع در تیمار شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد بدست آمد. میزان کاهش عملکرد در حالت آلودگی به علف هرز در سرتاسر فصل رشد در مقایسه با تیمار شاهد 42/51 درصد بود (جدول 2).

برخی از محققان افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز را از مهمترین عوامل کاهش عملکرد دانه ذکر نموده‌اند. از آن جمله می‌توان به نتایج محمدی و همکاران (2005) در بررسی تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با نخود و حمزه‌ئی و همکاران (2007) در مطالعه تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با کلزا اشاره نمود. شفق کلوانق و همکاران (2008) در مطالعه تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با سویا اظهار داشتند، افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز با کاهش تجمع ماده خشک،

(جدول 2). به طوری که تیمار شاهد آلوده به علف‌های هرز در کل دوره رشد، 72/21 گرم در مترمربع علف هرز (به صورت وزن خشک انواع علف‌های هرز موجود در مزرعه) تولید نمود. علف‌های هرز طبیعی مزرعه با تکیه بر این توان، عملکرد دانه را در تیمارهای شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد نسبت به شاهد عاری از علف هرز در کل دوره رشد 303/3 گرم در متر مربع کاهش دادند. به بیان دیگر، در اثر تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با جو در شرایط آب و هوایی تبریز به ازای هر یک کیلوگرم بیوماس علف‌های هرز، به میزان 4/2 کیلوگرم از عملکرد دانه جو کاسته شد.

محمدی و همکاران (2005) در بررسی اثر تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با نخود گزارش نمود که در شرایط آب و هوایی تبریز به ازای هر 1/6 کیلوگرم و در شرایط کرمانشاه به ازای هر 2/6 کیلوگرم بیوماس علف‌های هرز، به میزان یک کیلوگرم از عملکرد نخود کاسته شد. شفق کلوانق (1387) در بررسی اثر سطوح نیتروژن و تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با سویا گزارش نمود علف‌های هرز طبیعی مزرعه عملکرد دانه را در تیمارهای شاهد آلوده به علف هرز در کل دوره رشد نسبت به شاهد عاری از علف هرز در کل دوره رشد در سال اول 32/9 درصد، در سال دوم 68/74 درصد و در میانگین دو سال آزمایش 48/44 درصد کاهش دادند. نتایج آنها نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن و نیز بین دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز در بسیاری از صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. همچنین در مطالعه کوچیندا و همکاران (2001) اثر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر وزن خشک علف‌های هرز در دو سال از سه سال معنی‌دار، ولی در یکی از سال‌ها معنی‌دار نشد. آنها کاهش عملکرد ییاف در کنف را در اثر تداخل کل علف‌های هرز طبیعی مزرعه در مدت سه سال آزمایش به ترتیب 31/5، 41/4، 53/3 درصد گزارش نمودند.

بیوماس تولیدی را کاهش می دهد. به دنبال این امر عملکرد کاه و عملکرد دانه نیز کاهش می یابد.

#### تعیین دوره بحرانی تداخل علف های هرز

دوره های بحرانی تداخل علف های هرز با استفاده از معادله های گامپرتز و لجستیک (معادله های 1 و 2) برای سطوح مختلف نیتروژن تعیین شدند. ضرایب این معادله ها در جدول های 3 و 4 نشان داده شده اند. با در نظر گرفتن 5 درصد افت قابل قبول برای عملکرد دانه، حداکثر دوره آلودگی و حداقل دوره فقدان علف های هرز برای سطوح مختلف نیتروژن محاسبه گردید (جدول 5). حداکثر دوره آلودگی به علف های هرز برای سطوح نیتروژن صفر، 40، 60 و 120 کیلوگرم در هکتار به ترتیب 20/5، 29/6، 31/9 و 30/5 روز بعد از سبز شدن گیاهچه های جو بود (جدول 5). همچنین، حداقل دوره عاری از علف های هرز برای سطوح نیتروژن صفر، 40، 60 و 120 کیلوگرم در هکتار، به ترتیب 130/5، 106/7، 105/2 و 109/8 روز بعد از سبز شدن جو بود. لازم به ذکر است به دلیل رکود رشد در فصل زمستان و قسمتی از فصل پاییز (حدود 4 ماه)، روزهای فصل زمستان و قسمتی از فصل پاییز که در آنها گیاه در حال رکود بود، در محاسبه مد نظر قرار نگرفته است (جدول 5). بنابراین برای جلوگیری از افت عملکرد بیش از 5 درصد علف های هرز باید بعد از 20/5، 29/6، 31/9 و 30/5 روز حذف شوند.

همچنین جو تا 130/5، 106/7، 105/2 و 109/8 روز نیازمند دوره عاری از علف های هرز است تا عملکرد دانه بیشتر از 5 درصد کاهش نیابد (جدول 5 و شکل 3).

در سطوح بالای نیتروژن گیاهان زودتر شروع به گل دهی نمودند. شروع دوره بحرانی کنترل علف های هرز (CPWC) در سطوح نیتروژن با مقادیر 40، 80 و 120 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سطح نیتروژن صفر کیلوگرم در هکتار دیرتر آغاز شد (جدول 5 و شکل 3، a و c). شروع دوره بحرانی کنترل علف های هرز بدون کاربرد نیتروژن برابر با 20/5 روز پس از سبز شدن بود. برای سطوح نیتروژن با مقادیر 80 و 120 کیلوگرم در هکتار شروع CPWC به ترتیب برابر با 31/9 و 30/5 روز پس از سبز شدن بود (جدول 3 و شکل 3، a و c). پایان دوره بحرانی کنترل علف های هرز (CPWC) برای سطوح نیتروژن صفر کیلوگرم در هکتار برابر با 110 روز بعد از سبز شدن جو بدست آمد. با این حال، پایان CPWC در سطح نیتروژن 120 کیلوگرم در هکتار برابر با 79/3 روز بعد از سبز شدن جو بود (جدول 5، شکل 3 و a، b، c و d). با افزایش سطوح نیتروژن، طول دوره بحرانی کنترل علف های هرز (CPWC) کاهش یافت (جدول 5 و شکل 3). این امر می تواند در نتیجه افزایش سریع شاخص سطح برگ و پی آمد آن بسته شدن سریع کانوپی باشد.

جدول 3- مقادیر فراسنجه‌های مدل لجستیک به همراه خطای استاندارد آن‌ها (در داخل پارانتر) برای عملکرد دانه جو (برحسب درصد شاهد) برای طول دوره آلودگی به علف هرز براساس روز پس از سبز شدن جو

$R^2$	D	C	B	A	سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
0/999	53/55(1/2378)	47/67(0/6858)	0/0920(0/0052)	3/919(0/242)	0
0/998	50/56(3/0907)	51/57(1/5780)	0/0449(0/007)	3/136(0/507)	40
0/987	34/14(4/4379)	67/69(2/3162)	0/0563(0/0181)	3/179(1/163)	80
0/992	44/43(4/5987)	57/84(2/4402)	0/0553(0/0153)	3/317(1/009)	120

جدول 4- مقادیر فراسنجه‌های مدل گامپرتز به همراه خطای استاندارد آن‌ها در داخل پارانتر برای عملکرد دانه جو (برحسب درصد شاهد) برای افزایش طول دوره عاری از علف هرز براساس روز پس از سبز شدن جو

$R^2$	K	B	A	سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
0/997	0/0062(0/0012)	1/2336(0/1344)	163/69(24/23)	0
0/841	0/0149(0/0108)	0/8318(0/2336)	112/57(26/054)	40
0/965	0/0117(0/0047)	0/5023(0/0812)	110/04(9/938)	80
0/991	0/0147(0/0023)	0/6336(0/0408)	107/78(4/459)	120

جدول 5- حداکثر دوره بحرانی تداخل علف هرز (زمان شروع دوره بحرانی) و حداقل دوره فقدان علف هرز (زمان پایان دوره بحرانی) و طول دوره بحرانی تداخل در سطوح مختلف نیتروژن برای جو بر اساس روز پس از سبز شدن و مرحله رشدی گیاه زراعی برپایه پنج درصد افت عملکرد قابل قبول دانه که به وسیله مدل های گامپرتز و لجستیک محاسبه شده است

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				
120	80	40	صفر	
30/5	31/9	29/6	20/5	حداکثر دوره آلودگی به علف‌های هرز (روز پس از سبز شدن)*
109/8	105/2	106/7	130/5	مراحل دوره فقدان علف‌های هرز (روز پس از سبز شدن)
79/3	73/3	77/1	110	طول دوره بحرانی (روز)

\*تذکر: به دلیل رکود رشد در فصل زمستان و قسمتی از فصل پاییز (حدود 4 ماه)، روزهایی که در آن‌ها گیاه در حال رکود بود، در محاسبه مد نظر قرار نگرفته است.

تعیین شروع دوره بحرانی تداخل علف های هرز محسوب می شود. در تحقیق آنها دوره بحرانی تداخل علف های هرز در محیط های دارای تراکم بالاتر علف های هرز، زودتر آغاز شد. در آزمایش دیگری نیز هال و همکاران (1992) نتایج مشابهی را در گیاه ذرت گزارش نمودند. همچنین کنزویک و همکاران (2002) و محمدی و همکاران (2005) بیان نمودند که دوره بحرانی تداخل علف های هرز در یک گیاه زراعی به وسیله زمان نسبی سبز شدن علف های هرز تحت تاثیر قرار می گیرد. بدین ترتیب که سبز شدن زودتر علف های هرز به شروع زودتر دوره بحرانی منجر می شود. همان طوری که ملاحظه شد طول دوره بحرانی کنترل علف های هرز برای سطوح مختلف نیتروژن متفاوت بود (جدول 3 و شکل 3).

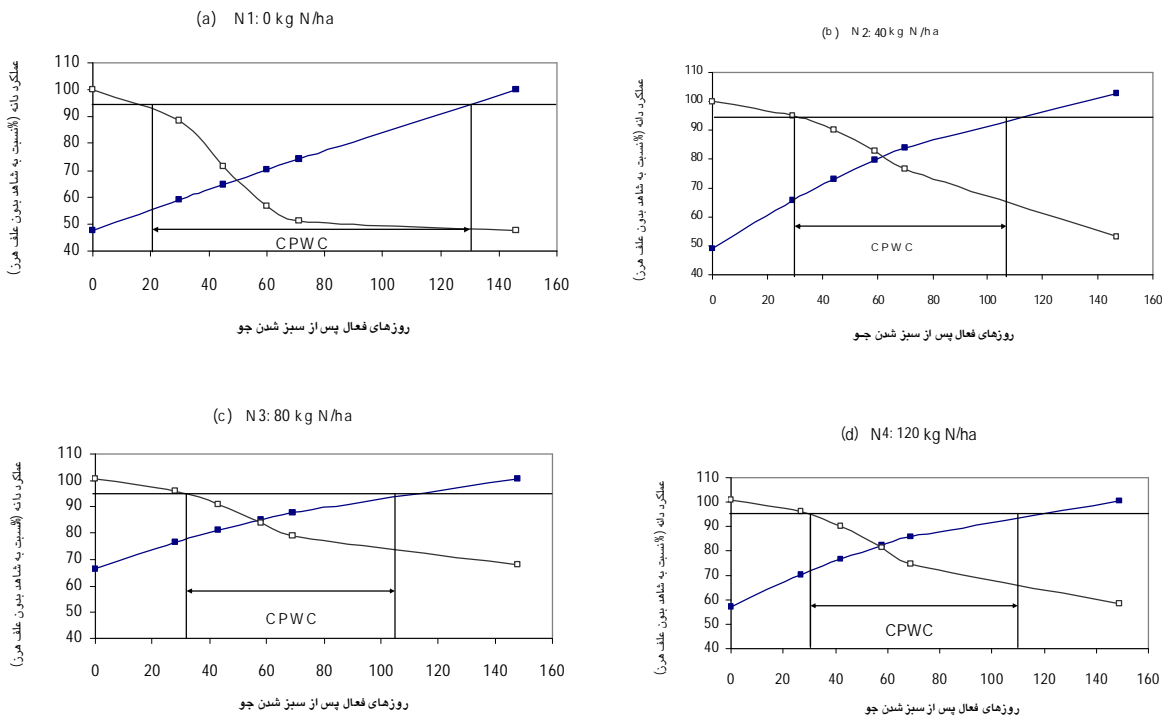
کوچیندا و همکاران (2001) در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر طول دوره بحرانی علف های هرز طبیعی در کنف و ایوانز و همکاران (2003 الف و 2003 ب) در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر طول دوره تداخل علف های هرز در ذرت نتایج مشابهی را گزارش نمودند. شفق کلوانق (1387) با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر طول دوره بحرانی علف های هرز طبیعی در سویا گزارش نمود که براساس مدل های کاربردی به منظور جلوگیری از افت عملکرد دانه بیشتر از 5 درصد برای سطوح نیتروژن صفر، 20، 40 و 60 کیلوگرم در هکتار، باید علف های هرز به ترتیب پس از 14/13، 16/77، 18/52 و 22/14 روز بعد از سبز شدن سویا که منطبق بر مراحل رشدی  $V1$ ،  $V1$ ،  $V2$  و  $V3$  سویا است، حذف شوند. همچنین سویا به ترتیب نیازمند 56/25، 60/26، 44/65 و 56 روز، منطبق با مراحل رشدی  $R1$ ،  $R2$ ،  $R2$  و  $R2$  دوره عاری از علف هرز برای جلوگیری از افت عملکرد دانه بیش از 5 درصد می باشد. سطوح بالای نیتروژن، تحمل سویا را به حضور علف های هرز افزایش

نتایج حاکی از آن است که افزایش سطوح نیتروژن در مقادیر قابل قبول تحمل جو را نسبت به حضور علف های هرز افزایش می دهد. این نتایج را می توان در قسمت اول جدول 2 مشاهده نمود. در ابتدای فصل رشد به علت اندازه کوچک گیاهان جو و علف های هرز، عوامل رشد به طور کافی وجود دارند. بنابراین، رقابت علف های هرز با جو در این مرحله بسیار زیاد نیست. با این حال، نگره داشتن مزرعه به صورت عاری از علف هرز در روزهای مورد اشاره می تواند غالبیت در رقابت را به نفع جو تغییر دهد. به طوری که با کمک به رشد و توسعه سریع جو و بسته شدن زودتر کانوپی، علف های هرز توسط جو در تنگنا قرار می گیرند. از این رو، عدم کنترل علف های هرز تا مراحل مزبور در هر سطح نیتروژن، تاثیر معنی داری را بر عملکرد جو نخواهد داشت. همان طوری که اشاره شد، این امر می تواند از عدم وجود رقابت جدی بین جو و علف های هرز تا مراحل رشدی ذکر شده جو و یا انعطاف پذیری این گیاه ناشی گردد. بدین ترتیب که اگر علف های هرز تا این مراحل با جو رقابت کنند و سپس حذف شوند، جو رشد عادی خود را باز می یابد و عملکرد آن چندان تحت تاثیر قرار نمی گیرد. از طرف دیگر پس از بسته شدن کانوپی جو علف های هرز اندکی به رشد و توسعه خود ادامه می دهند، ولی نمی توانند عملکرد جو را به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهند، چرا که زمان پایان دوره بحرانی تداخل علف های هرز با سرعت توسعه کانوپی و زمان بسته شدن آن ارتباط نزدیک دارد. بنابراین، وقتی که جو در مراحل رشدی اشاره شده عاری از علف های هرز نگهداری شود، بعد از آن آلودگی به علف های هرز به طور موثری نمی تواند عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد. این امر را می توان در قسمت دوم جدول 2 مشاهده نمود.

مارتین و همکاران (2001) در آزمایشی روی کلزا مشاهده کردند که تراکم علف های هرز عامل مهمی در

اطلاعات حاصل از این پژوهش می‌تواند به بهبود درک مکانیزم‌های پیچیده اثرات متقابل گیاه و علف هرز در کشاورزی پایدار منجر شود. این مطالعه می‌تواند در تعیین زمان موثر مصرف علف‌کش‌ها و در جلوگیری از مصرف دیر هنگام و غیر ضروری علف‌کش‌ها کاربرد داشته باشد. اطلاعات کاربردی حاصل از این پژوهش نشان داد که عدم کاربرد و یا کاهش بسیار شدید مصرف نیتروژن در مقایسه با مصرف معمولی و به اندازه‌ی نیتروژن، در کشاورزی پایدار، ممکن است مدیریت فشرده علف‌های هرز را افزایش دهد. بنابراین کاهش در میزان مصرف به اندازه‌ی نیتروژن قبل از کاشت جو سبب ایجاد نیاز فوری برای کنترل علف‌های هرز در مدت طولانی‌تری می‌گردد.

داد. همچنین، با افزایش سطوح نیتروژن، دوره رویشی کاهش (قبل از گل دهی)، اما رشد و عملکرد افزایش یافت. در این بررسی، افزایش نیتروژن نتوانست وزن خشک علف‌های هرز را افزایش دهد (جدول 2) و این امر حاکی از این حقیقت است که رقابت علف‌های هرز با جو در سطوح پایین نیتروژن بیشتر از سطوح بالای نیتروژن است (جدول 2). بنابراین سطوح بالاتر نیتروژن برای گیاه سودمندتر از همان سطوح نیتروژن برای علف‌های هرز است، بویژه زمانی که ارتفاع علف‌های هرز کمتر از گیاه زراعی باشد. لذا، سطوح بالاتر نیتروژن می‌تواند بدلیل تسریع ایجاد رشد و بسته شدن زودتر کانوپی گیاه، رشد علف‌های هرز را کنترل نماید. ولی در سطوح پایین نیتروژن، جو باید مدت زمان بیشتری از دوره رشد خود را با علف‌های هرز رقابت نماید.



شکل 3- اثر طول دوره عاری از علف هرز (□) و افزایش طول دوره آلوده به علف هرز (■) در سطوح نیتروژن صفر (a)، 40 (b)، 80 (c) و 120 (d) کیلوگرم در هکتار که به وسیله معادلات گامپرتز  $[Y=Aexp(-Bexp(-KT))]$  و لجستیک  $[Y=C+D/I+exp(-A+BT)]$  برآورد شده است. CPWC: طول دوره بحرانی کنترل علف های هرز.

### منابع مورد استفاده

- امام ی، 1383. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.
- بی‌نام، 1386. آمار نامه کشاورزی (سال زراعی 85-84). وزارت جهاد کشاورزی، دفتر معاونت برنامه ریزی و اقتصاد و دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
- جعفرزاده ع ا، 1377. مطالعات تفصیلی 26 هکتار از اراضی و خاک های ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، شماره 2، صفحه‌های 16 تا 29.
- شفق کلوانق ج، 1387. اثرات اکوفیزیولوژیک مقادیر مختلف نیتروژن بر روی دوره بحرانی تداخل علف های هرز و عملکرد کمی و کیفی سویا. رساله دکترای رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

مظاهری د، ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

*Evans SP, Knezevic SZ, Lindquist JL, Shapiro CA and Blankenship EE, 2003a. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. Weed Sci 51: 408-417.*

*Evans SP, Knezevic SZ, Lindquist JL and Shapiro CA, 2003b. Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. Weed Sci 51: 546-556.*

*Hall MR, Swanton CJ and Anderson GW, 1992. The critical period of weed control in grain corn (Zea mays). Weed Sci 40: 441-447.*

*Hamzei J, Dabbagh Mohammady Nasab A, Rahimzadeh Khoie F, Javanshir A and Moghaddam M, 2007. Critical period of weed control in three winter oilseed rape ( Brassica napus L.) cultivars. Turk J Agric For 31: 83-90.*

*Knezevic SZ, Evans SP, Blankenship EE, Van Acker RC and Lindquist JL, 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Sci 50:773-786.*

*Knezevic SZ, Evans SP and Mainz M, 2003. Row spacing influence the critical timing for weed removal in soybean ( Glycine max). Weed Tech 17: 666-673.*

*Kuchinda NC, Ndahi WB, Lagoke STO and Ahmed MK, 2001. The effects of nitrogen and period of weed interference on the fibre yield of kenaf (Hibiscus cannabinus) in the northern Guinea Savanna of Nigeria. Crop Protection 20: 229-235.*

*Martin SG, Van Acker RC and Friesen LF, 2001. Critical period of weed control in spring canola. Weed Sci 49: 326-333.*

*Mohammadi G, Javanshir A, Khoie FR, Mohammadi SA and Zehtab-Salmasi, S, 2005. Critical period of weed interference in chickpea. European Weed Research 45(1): 57-63.*

*MSTAT-C. 1993. MSTAT-C, a microcomputer statistical program for the design, arrangement and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University.*

*Puricelli ED, Delma EF, Gustavo AO and Mario RS, 2003. Spurred anoda (Anoda cristata) competition in narrow-and wide-row soybean (Glycine max). Weed Tech 17: 446-451.*

*Ratkowsky DA, 1990. Handbook of nonlinear regression models. Marcel Dekker Inc., New York.*

*Santos BM, Dusky JA, Stall WM and Shilling DG, 1997. Influence of smooth pigweed (Amaranthus hybridus) and common purslane (Portulaca oleracea) densities on lettuce yield under different phosphorus fertility regimes. Hort Sci 32: 431.*

*Shafagh-Kolvanagh J, Zehtab-Salmasi S, Javanshir A, Moghaddam M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, 2008. 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 & Environment 6 (3&4): 368-373.*

*Singh M, Saxena MC, Abu-Irmaileh BE, Al-Thahbi SA, and Haddad NI, 1996. Estimation of critical period of weed control. Weed Sci 44: 273-283.*

*Van Acker RC, Weise SF and Swanton CJ, 1993. The critical period of weed control in soybean (Glycin max (L.) Merrill.). Weed Sci 41: 194-200.*