

## رشد اولیه ریشه و اندام هوایی یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) در رقابت برای نیتروژن

### Primary growth of root and shoot of wild oat (*Avena fatua* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) in competition for nitrogen

تکتم چمنی اصغری<sup>۱</sup>، سهراب محمودی<sup>۲\*</sup>، غلامرضا زمانی<sup>۲</sup>

#### چکیده:

به منظور بررسی رشد اولیه اندام هوایی و زیرزمینی یولاف وحشی و گندم و ارزیابی قدرت رقابتی آن‌ها در مرحله رشد رویشی در سطوح مختلف نیتروژن، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۷ انجام شد. فاکتور اول شامل پنج سطح نیتروژن (۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ میلی‌مولار)، فاکتور دوم شامل پنج تراکم یولاف وحشی (۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ بوته در گلدان) و فاکتور سوم شرایط رقابت با گندم (بدون رقابت و با رقابت با گندم (تراکم ۸ بوته در گلدان) بود. آزمایش در انتهای مرحله رشد رویشی گندم به پایان رسید. نتایج نشان داد که اثرات اصلی رقابت گندم، تراکم یولاف وحشی و نیتروژن و همچنین اثرات متقابل دوگانه آن‌ها بر وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی معنی‌دار بود. افزایش نیتروژن باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی هم در کشت خالص و هم در حالت رقابت با گندم شد. رقابت گندم نیز باعث کاهش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی نسبت به تک کشتی آن در همه سطوح نیتروژن شد. همچنین اثر متقابل فاکتورهای آزمایش بر وزن خشک اندام هوایی گندم و وزن خشک ریشه یولاف وحشی معنی‌دار بود. نیتروژن در تراکم‌های بالای یولاف وحشی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی گندم نداشت. رقابت یولاف وحشی با گندم، نسبت وزن خشک اندام‌های هوایی به ریشه را در یولاف وحشی کاهش داد ولی در گندم تأثیر معنی‌داری نداشت. در مجموع نتایج نشان داد که افزایش نیتروژن در شرایط رقابت، در تراکم‌های کم یولاف وحشی موجب برتری رقابتی گندم ولی در تراکم‌های زیاد آن موجب برتری رقابتی یولاف وحشی گردید.

واژه‌های کلیدی: بیوماس، شاخص تعادل رقابتی، تراکم علف هرز، تداخل.

#### مقدمه

علف‌های هرز گندم، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین آن‌هاست که قدرت رقابت زیادی با گندم دارد (Bell and Nalewaja, 1968;

یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی، وجود علف‌های هرز در مزارع و رقابت آن‌ها با گیاه زراعی است که مانع دسترسی مطلوب محصولات زراعی به عوامل رشد می‌شود. در میان

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه بیرجند

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

\*- نویسنده مسئول Email: smahmodi@yahoo.com

تشدید رقابت برای نور محسوب می‌شود (Radosevicch *et al.*, 2007).

در میان عناصر غذایی، نیتروژن اولین عنصری است که محدود می‌شود، چرا که یون نترات در خاک به خوبی حفظ نمی‌گردد و به شدت متحرک است، بنابراین حجم ریشه گونه‌های در حال رقابت توانایی جذب نیتروژن را تعیین می‌کند (Radosevicch *et al.*, 2007). هر چند عناصر غذایی رشد گیاه زراعی را بهبود می‌بخشد ولی مطالعات زیادی نشان داده‌اند که کودها برای علف‌های هرز مفیدتر از گیاهان زراعی هستند (Iqbal and Wright, 1997 & 1999). علف‌های هرز، سریع‌تر از گیاهان زراعی رشد نموده و مواد غذایی قابل دسترس را آسان‌تر و بهتر جذب می‌کنند، در نتیجه یک رقیب غذایی جدی برای گیاه زراعی محسوب می‌شوند (Raun and Johnson, 1999).

بلکشاو و همکاران (Blackshaw *et al.*, 2003) در بررسی عکس‌العمل ۲۳ گونه علف هرز (از جمله یولاف وحشی) و دو گیاه زراعی گندم و کلزا به کود نیتروژن، دریافتند که بیوماس ریشه و نسبت بیوماس اندام هوایی به ریشه با افزایش میزان کود، در گیاهان مورد مطالعه افزایش یافت. آن‌ها همچنین به این نتیجه رسیدند که گیاهان مورد مطالعه آن‌ها به طور معمول در زمان فراهمی نیتروژن، رشد ریشه را کمتر افزایش دادند.

در مطالعه ساتور و اسنایدون (Satorre and Snaydon, 1992) رقابت ریشه بین گیاه زراعی و علف‌های هرز زودتر از رقابت اندام هوایی رخ داد. در آزمایش وال و ماسیوناس (Wahle and Masiunas, 2003) ماده خشک ریشه و اندام

Cudney *et al.*, 1991; Scursoni and Satorre, 2005)

میزان کاهش عملکرد گندم در اثر رقابت یولاف وحشی در مزارع مختلف بستگی به عواملی همچون شرایط محیطی، حاصلخیزی خاک و گونه و تراکم گندم و یولاف وحشی دارد. در بیشتر مطالعات انجام شده توسط محققین مختلف، اندازه‌گیری ماده خشک تولیدی هر یک از گونه‌های دخیل در رقابت، در اندازه‌گیری میزان رقابت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش و رادوسویچ (Roush and Radosevich, 1985) بیان کردند که رتبه‌بندی اولیه رقابتی ناشی از شاخص‌های رشد مانند وزن خشک گیاه، ارتفاع، شاخص سطح کانوپی، نسبت ریشه به ساقه، میزان جذب خالص و نسبت سطح برگ، منطبق بر رتبه‌بندی نهایی گونه‌ها از نظر قدرت رقابتی در آزمایش‌های مربوط به رقابت می‌باشد.

نتایج اکثر مطالعات انجام شده روی رقابت گیاهان زراعی و علف‌های هرز نشان می‌دهد که رقابت در هر دو محیط ریشه و اندام هوایی رخ می‌دهد. اگر چه رقابت برای نور به عنوان اولین عامل کاهش محصول در بسیاری محصولات زراعی شناخته شده است، ولی تشکیلات گیاه در بالای زمین تحت تأثیر جذب عناصر غذایی (به ویژه نیتروژن) در زیرزمین است، بنابراین میزان فراهمی نیتروژن می‌تواند گسترش رقابت علف‌های هرز را در اوایل فصل تحت تأثیر قرار دهد. به هنگام رقابت، معمولاً نوعی اثر متقابل قوی بین مواد غذایی قابل دسترس و دیگر اعمال فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه به وجود می‌آید. به عنوان مثال، تغذیه مناسب برای ریشه، عاملی جهت

وجود رقابت ریشه‌ای با *Bromus biebersteinii* دو برابر شد. اما تعداد، بیوماس و سطح برگ آن، تحت تأثیر رقابت اندام هوایی قرار نگرفت. در آزمایش آن‌ها تیمارهای رقابت کامل، رقابت ریشه، رقابت اندام هوایی و بدون رقابت، نسبت ریشه به اندام هوایی را در دو گیاه مذکور تحت تأثیر قرار نداد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که استقرار موفقیت آمیز گیاه مورد آزمایش به کاهش رقابت ریشه‌ای در طول مرحله گیاهچه‌ای وابسته است.

بدیهی است در مراحل اولیه رشد، زمانی که محدودیت فضایی برای گیاهان در حال رقابت ایجاد نشده است، رقابت برای نور از اهمیت قابل توجهی برخوردار نیست در حالی که رقابت در محیط ریشه عامل تعیین کننده‌ای در این زمان می‌باشد. با توجه به این که اندام‌های هوایی گیاه تحت تأثیر جذب مواد غذایی و رشد اندام‌های زیرزمینی است، می‌توان انتظار داشت که نه تنها رقابت در محیط ریشه بر رقابت نوری آتی گیاهان نیز مؤثر باشد بلکه نتیجه رقابت اولیه گیاهان (در مرحله رشد رویشی) در بسیاری از موارد تعیین کننده رقیب برتر باشد (Radosevicch et al., 2007). از این رو مطالعه رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی در مرحله رشد رویشی و تأثیر آن بر رشد اندام‌های هوایی و ریشه، امری مهم و ضروری به نظر می‌رسد. در همین راستا این آزمایش با هدف بررسی اثرات اولیه رقابت یولاف وحشی با گندم بر رشد اندام هوایی و ریشه آن‌ها در سطوح مختلف نیتروژن انجام شد.

هوایی تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.) با افزایش غلظت محلول نیترات به صورت خطی افزایش یافت. نتایج آزمایش موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2004) نیز نشان داد که با افزایش نیتروژن، قابلیت رقابت نسبی گندم کاهش ولی قابلیت رقابت نسبی خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) افزایش یافت.

برخی از محققین معتقدند که افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه، یک واکنش طبیعی در آن دسته از گونه‌هایی است که در معرض رقابت با سایر گونه‌ها قرار دارند (Stone et al., 1998)، این وضعیت به منظور افزایش توانایی گونه‌ها در جذب نور، در شرایط رقابت بوده است. اما نتایج برخی از پژوهشگران با این یافته‌ها مغایرت دارد، به طوری که گیاه ماده خشک بیشتری را به سیستم ریشه‌ای اختصاص می‌دهد تا توانایی جذب ریشه‌ها افزایش یابد. در آزمایش سرخی لله لو و همکاران (Sorkhy Lellahlo et al., 2008) با افزایش تراکم یولاف وحشی و شدت یافتن رقابت، نسبت ریشه به ساقه در گندم و یولاف وحشی افزایش یافت که این امر نشانگر حساسیت بیشتر اندام هوایی نسبت به سیستم ریشه‌ای در برابر رقابت بود. با مقایسه نسبت بیوماس ریشه به ساقه در دو گونه مذکور در هر سه نوع تداخل اندام هوایی، تداخل ریشه‌ای و تداخل کامل ملاحظه شد که این نسبت در یولاف وحشی به مراتب بیشتر از گندم است و این امر نشانگر قدرت رقابت و ریشه‌دهی بیشتر یولاف وحشی نسبت به گندم بود.

واکر و کینگ (Walker and King, 2008) به این نتیجه رسیدند که بیوماس رویشی *Trifolium ambiguum* L. در صورت عدم

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. شرایط محیطی گلخانه کنترل شده و شامل طول روز ۱۴ ساعت، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در روز و ۲۰ درجه سانتیگراد در شب بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول تراکم گندم (۰ و ۸ بوته در گلدان)، فاکتور دوم تراکم‌های مختلف یولاف وحشی (۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ بوته در گلدان)، و فاکتور سوم میزان فراهمی نیتروژن (در پنج سطح ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ میلی‌مولار) بود. آزمایش، در هنگام بررسی صفات گندم با دو فاکتور تراکم یولاف وحشی و سطح نیتروژن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. واحدهای آزمایشی شامل گلدان‌های پلاستیکی یکسان با قطر دهانه ۲۰ و عمق ۲۵ سانتی‌متر حاوی میزان کاملاً مساوی از خاک بودند. خاک مورد استفاده، ماسه (فاقد عناصر غذایی معدنی و آلی) بود که بعد از الک کردن توسط الک‌های استاندارد، چندین مرتبه توسط آب شسته شد. برای کاشت، بذور از پیش جوانه‌زده یولاف وحشی و گندم (که طول ریشه‌چه آن‌ها بیش از ۲ میلی‌متر بود) به گلدان‌ها منتقل، در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته و بلافاصله توسط محلول‌های غذایی آبیاری شدند.

تغذیه گیاهان با محلول غذایی از پیش تهیه شده با حجم ثابت برای همه تیمارها و به صورت روزانه انجام شد. این حجم از محلول غذایی که به منظور جلوگیری از تجمع عناصر غذایی در گلدان‌ها انتخاب شد در حدی بود که با فواصل زمانی به کار

رفته در آزمایش، فرآیند آبخوبی در تمام گلدان‌ها انجام می‌شد. محلول غذایی مورد استفاده بر اساس دستورالعمل مک کلاف تهیه شد (McCullough *et al.*, 1994). بر اساس این دستورالعمل مقادیر ۵۱/۳۸ گرم اکسید فسفر<sup>۱</sup>، ۷۰/۴ گرم سولفات - پتاسیم<sup>۲</sup>، ۸۰ گرم سولفات منیزیم<sup>۳</sup>، ۴ گرم کیلیت - منگنز<sup>۴</sup>، ۰/۳۰۲۸ گرم سولفات مس<sup>۵</sup> و ۰/۳۱۱۴ گرم سولفات روی<sup>۶</sup> در پنج بشکه، هر یک به حجم ۲۰۰ لیتر دارای آب مقطر حل شد سپس مقادیر ۶/۰۸، ۲۴/۳۴، ۴۸/۶۸، ۷۳/۰۳ و ۹۷/۳۷ گرم اوره<sup>۷</sup> برای ایجاد سطوح مختلف نیتروژن به محلول‌های غذایی اضافه گردید.

آزمایش در انتهای مرحله رشد رویشی گیاه زراعی گندم (بر اساس فنولوژی گندم در تیمار بدون علف هرز و در سطح نیتروژن ۸ میلی‌مولار) به پایان رسید. در زمان برداشت، ریشه‌های گندم و یولاف وحشی پس از شستشو توسط آب تحت فشار، به دقت تفکیک شدند. سپس اندام هوایی از ریشه جدا شد و نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند.

توانایی رقابت نسبی گندم (به یولاف وحشی) از طریق محاسبه شاخص تعادل رقابتی<sup>۸</sup> (C<sub>b</sub>) مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص بر اساس معادله ۱ محاسبه گردید که در آن W<sub>c</sub>، W<sub>wc</sub>، W<sub>cw</sub> و W<sub>w</sub> به ترتیب بیوماس (در گیاه) گندم در مخلوط

<sup>۱</sup> - P2O5 (0-20-0)

<sup>۲</sup> - K2SO4 (0-50-0)

<sup>۳</sup> - MgSO4, 7H2O

<sup>۴</sup> - Mn chelate

<sup>۵</sup> - CuSO4, 5H2O

<sup>۶</sup> - ZnSO4, 7H2O

<sup>۷</sup> - Urea (46-0-0)

<sup>۸</sup> - Competitive Balance Index

مجانبی صعودی دو پارامتری<sup>۲</sup> (معادله ۴) و نمایی نزولی<sup>۳</sup> سه پارامتری (معادله ۵) برازش داده شد که  $a$  در معادله ۴، مجانب بالایی منحنی و در معادله ۵ حداکثر مقدار  $y$  برآورد شده و  $b$  درجه تحدب منحنی است.  $y_0$  در معادله ۵ نیز مجانب پایینی منحنی است:

$$y = a (1 - e^{-bx}) \quad (\text{معادله ۴})$$

$$y = y_0 + a e^{-bx} \quad (\text{معادله ۵})$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزارهای آماری SAS و SigmaPlot انجام شد. مقایسات میانگین به روش آزمون LSD محافظت شده<sup>۴</sup> و در سطح معنی‌دار بودن ۵ درصد انجام شد. آشکال نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و SigmaPlot رسم گردید.

## نتایج و بحث

### الف- وزن خشک اندام هوایی:

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر اصلی تراکم یولاف وحشی، اثر اصلی نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام هوایی گندم معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). با افزایش تراکم یولاف وحشی وزن خشک اندام‌های هوایی گندم کاهش یافت ولی فقط افزایش فراهمی نیتروژن از ۱ به ۴ میلی‌مولار موجب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گندم شد. در حالت تک کشتی، وزن خشک اندام‌های هوایی گندم در سطوح ۴ تا ۱۶ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (شکل ۱). این موضوع می‌تواند بیانگر کفایت سطح ۴ میلی‌مولار نیتروژن برای

با یولاف وحشی، یولاف وحشی در مخلوط با گندم، گندم خالص و یولاف وحشی خالص می‌باشند (Wilson, 1988):

$$C_b = \ln(W_{CW} / W_{WC}) / (W_C / W_W) \quad (\text{معادله ۱})$$

به منظور کمی‌سازی قدرت رقابتی یولاف وحشی در شرایط آزمایش و تعیین ضرایب رقابت درون و برون گونه‌ای، از آنالیز عکس وزن تک‌بوته با استفاده از رگرسیون چندگانه خطی استفاده شد (Spitters, 1983). این مدل بر اساس معادله ۲ و (به دلیل ثابت بودن تراکم گندم در آزمایش) صرفاً برای یولاف وحشی مورد استفاده قرار گرفت که در آن  $1/W_w$  عکس وزن تک‌بوته یولاف وحشی،  $B_{w0}$  تخمین عکس وزن تک‌بوته یولاف وحشی در شرایط ایزوله،  $N_w$  تراکم یولاف وحشی،  $B_{ww}$  ضریب رقابت درون گونه‌ای یولاف وحشی،  $B_{wc}$  ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم و یولاف وحشی و  $N_c$  تراکم گندم می‌باشد:

$$1/W_w = B_{w0} + B_{ww} N_w + B_{wc} N_c \quad (\text{معادله ۲})$$

قابلیت رقابت نسبی<sup>۱</sup> (RCA) یولاف وحشی نیز به عنوان شاخصی از قابلیت رقابت آن در برابر گندم از طریق معادله ۳ محاسبه گردید که در آن  $B_{ww}$  و  $B_{wc}$  به ترتیب ضرایب رقابت درون و بین گونه‌ای هستند که در مدل عکس وزن تک‌بوته (معادله ۲) برآورد شدند:

$$RCA = B_{ww} / B_{wc} \quad (\text{معادله ۳})$$

به منظور بررسی روند تغییرات برخی از پارامترها در سطوح مختلف تراکم یولاف وحشی و نیتروژن از تجزیه رگرسیون و برازش توابع واکنش استفاده شد. به پارامترها، مدل‌های درجه دو، نمایی

<sup>۲</sup> - Exponential Rise to Maximum

<sup>۳</sup> - Exponential decay

<sup>۴</sup> - Fisher's least significant difference (FLSD)

<sup>۱</sup> - Relative Competitive Ability

مجانایی رابطه بین سطح فراهمی نیتروژن و وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی را در هر دو حالت به خوبی توجیه نمود. مقدار پارامتر  $a$  (مجانب مدل) در حالت عدم رقابت و رقابت به ترتیب  $0/90$  و  $0/44$  (گرم در بوته) بود که با توجه به اختلاف معنی دار پارامتر در دو حالت مذکور (از طریق آزمون  $t$  استیودنت) کاهش وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی در هنگام رقابت با گندم مورد تأیید قرار گرفت (شکل ۲). این موضوع می تواند موجب کاهش توانایی یولاف وحشی در جذب سایر منابع به ویژه نور در مراحل بعدی رشد شود. وال و ماسیوناس (Wahle and Masiunas, 2003) نیز بیان داشتند که در آزمایش گلخانه ای آنها، ماده خشک اندام هوایی تاجریزی با افزایش غلظت نترات به  $10$  میلی مولار به صورت نمایی افزایش یافت. در آزمایش مزرعه ای آنها، افزایش کود نیتروژن تا  $168$  کیلوگرم در هکتار، بیوماس هوایی تاجریزی را افزایش داد ولی در مقادیر  $168$  تا  $336$  کیلوگرم نیتروژن در هکتار میزان رشد تاجریزی مشابه بود. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که رشد کمتر اندام هوایی این علف هرز در مقادیر پایین نیتروژن، توانایی آن را برای به دست آوردن منابع دیگر، به ویژه نور کاهش داد.

رقابت گندم با یولاف وحشی، وزن خشک اندام هوایی این علف هرز را در سطح فراهمی کم نیتروژن ( $1$  میلی مولار)  $63/6$  درصد و در سطح فراهمی زیاد ( $16$  میلی مولار)  $48/3$  درصد کاهش داد (شکل ۲). این موضوع نشان می دهد که اثر منفی رقابت گندم بر رشد اندام هوایی یولاف وحشی در سطح کم نیتروژن شدیدتر بوده است و با افزایش نیتروژن، این اثر منفی کمتر شده است. این

مرحله رشد رویشی گندم خالص باشد. ولی در هنگام رقابت یولاف وحشی، افزایش فراهمی نیتروژن بیش از  $4$  میلی مولار، وزن خشک اندام-های هوایی گندم را در تراکم کم ( $2$  بوته در گلدان) افزایش و در تراکم زیاد ( $8$  بوته در گلدان) کاهش داد (شکل ۱). به این ترتیب به نظر می رسد افزایش نیتروژن در شرایط رقابت، در تراکم های کم یولاف وحشی موجب برتری رقابتی گندم و در تراکم های زیاد آن موجب برتری رقابتی یولاف وحشی گردیده است. افزایش وزن خشک اندام های هوایی یولاف وحشی در تراکم های بالا هنگام افزایش سطح نیتروژن نیز مؤید این موضوع است (داده ها نشان داده نشده است). احتمالاً فرصت طلبی علف هرز و استفاده بیشتر آن از نیتروژن موجود در سطوح بالای تراکم باعث تسریع رشد رویشی و ایجاد محدودیت برای رشد گندم شده است. از طرف دیگر افزایش تراکم یولاف وحشی در سطح  $1$  میلی مولار نیتروژن، تأثیری بر وزن خشک اندام-های هوایی گندم نداشت که نشان می دهد در سطح کم فراهمی نیتروژن، به دلیل رشد کم تک بوته ها، رقابت بین گونه ای از شدت کمتری برخوردار بوده است.

اثرات اصلی رقابت گندم، تراکم یولاف وحشی و نیتروژن و همچنین اثرات متقابل دو گانه آنها بر وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی نیز معنی دار بود ( $P < 0/01$ ). افزایش نیتروژن باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی هم در کشت خالص و هم در حالت رقابت با گندم شد. رقابت گندم نیز باعث کاهش معنی داری در وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی نسبت به تک کشتی آن در همه سطوح نیتروژن شد (شکل ۲). مدل نمایی

به طور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۴). این کاهش از طریق یک مدل نمایی نزولی بخوبی توجیه شد ( $R^2 = 0/99$ ). تبعیت این کاهش از یک معادله نمایی مجانبی حاکی از آن است تأثیر هر بوته یولاف وحشی بر کاهش وزن خشک ریشه گندم در تراکم‌های کم، به مراتب بیشتر از تراکم‌های بالاست، به طوری که که وزن خشک ریشه گندم در تراکم‌های ۸ و ۱۶ بوته یولاف وحشی در گلدان، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. این موضوع تأکیدی بر وجود رقابت درون گونه ای یولاف وحشی حتی در مراحل اولیه رقابت دارد. در آزمایش ساتور و اسنایدون (Satorre and Snaydon, 1992) نیز یولاف وحشی توانایی رقابت ریشه‌ای بالاتری نسبت به سه گونه غلات مورد آزمایش آن‌ها (گندم، یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) و جو) در مراحل مختلف رشد داشت.

افزایش سطح نیتروژن، وزن خشک ریشه یولاف وحشی را در شرایط رقابت و عدم رقابت با گندم به طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۵). تابع درجه دو در هر دو حالت این افزایش را به خوبی و با ضریب تبیین بالا توجیه نمود. برآورد نقطه عطف این تابع نشان داد که حداکثر میزان وزن خشک ریشه یولاف وحشی در حالت عدم رقابت با گندم در سطح نیتروژن ۱۵ میلی مولار و در حالت رقابت با گندم در سطح نیتروژن ۱۴/۷۵ میلی مولار حاصل شد. هرچند در هر دو حالت رقابت و عدم رقابت، بین وزن خشک ریشه یولاف وحشی در سطوح ۱۲ و ۱۶ میلی مولار نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی افزایش وزن خشک ریشه یولاف وحشی در سطوح بالای نیتروژن می تواند حاکی از

موضوع می تواند مؤکد بر نتایج قبلی مبنی بر اثر بیشتر نیتروژن بر افزایش رشد اندام هوایی یولاف وحشی در شرایط رقابت باشد.

#### ب- وزن خشک ریشه:

اثرات اصلی تراکم و سطوح نیتروژن بر وزن خشک ریشه گندم معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) ولی اثرات متقابل آن‌ها غیرمعنی‌دار بود ( $P > 0/05$ ). تغییرات وزن خشک ریشه تک بوته گندم نسبت به افزایش سطح نیتروژن از یک معادله نمایی مجانبی پیروی کرد ( $R^2 = 0/91^*$ ) (شکل ۳). همان طور که این شکل نشان می‌دهد فقط افزایش سطح نیتروژن از ۱ به ۴ میلی مولار باعث افزایش معنی‌دار (به میزان ۱۶/۷۵ درصد) وزن خشک ریشه تک بوته گندم شد و بین سطوح ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ میلی مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، که می‌تواند دلالت بر کفایت سطح ۴ میلی مولار نیتروژن برای گندم باشد. از آنجایی که گیاهان معمولاً در هنگام فراهمی نیتروژن، رشد ریشه را کمتر از افزایش می‌دهند، به نظر می‌رسد افزایش سطح نیتروژن بیش از ۴ میلی مولار باعث مصرف تجمعی نیتروژن شده و تأثیری در افزایش وزن خشک ریشه گندم نداشته است. نتایج آزمایش افلاکپوی و همکاران (Aflakpui et al., 1998) نیز افزایش وزن خشک ریشه ذرت را با افزایش فراهمی نیتروژن از ۲۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (در میانگین سطوح علف جادو (*Striga hermonthica* L.)) در همه نمونه برداری‌ها (مرحله ۴، ۸، ۱۲ و ۱۸ برگ ذرت) نشان داد.

افزایش تراکم یولاف وحشی موجب افزایش رقابت بین گونه‌ای شد و وزن خشک ریشه گندم را

کاهش میزان فراهمی نیتروژن در ذرت به طور معنی داری افزایش یافت (McCullough *et al.*, 1994).

نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه گندم در سطح ۱۶ میلی مولار نیتروژن در تمام تراکم های یولاف وحشی، به شکل معنی داری از سطح ۱ میلی مولار نیتروژن بیشتر بود (شکل B-۶). این نسبت، در تراکم های ۲، ۴، ۶ و ۸ بوته یولاف وحشی در گلدان، در سطح ۱۶ میلی مولار نیتروژن به ترتیب ۱/۸۱، ۱/۳۹، ۱/۳۷ و ۱/۳۰ برابر سطح نیتروژن ۱ میلی مولار بود. هرچند بیشترین نسبت اندام هوایی به ریشه برای سطح نیتروژن ۱۶ میلی مولار در تراکم ۲ بوته یولاف وحشی در گلدان و برای سطح ۱ میلی مولار نیتروژن در تراکم ۸ بوته یولاف وحشی در گلدان حاصل شد ولی در مجموع افزایش تراکم یولاف وحشی تأثیر معنی داری بر این شاخص در پایین ترین سطح نیتروژن مورد آزمایش نداشت. این موضوع می تواند حاکی از غالبیت گندم در سطح حداقل نیتروژن در آزمایش باشد که با دیگر نتایج این تحقیق مطابقت دارد. استون و همکارانش نیز نشان دادند که اگر گندم در رقابت با چچم (*Lolium multiflorum*) رشد کند، حتی در صورت کافی بودن میزان نیتروژن در خاک نیز نسبت ریشه به اندام هوایی کاهش می یابد و قسمت عمده مواد ساخته شده به وسیله فتوسنتز به اندام های هوایی اختصاص داده می شود (Stone *et al.*, 1998). با این حال در آزمایش والکر و کینگ (Walker and King, 2008) تیمارهای رقابت کامل، رقابت ریشه، رقابت اندام هوایی و بدون رقابت، نسبت ریشه به اندام

جذب و مصرف بیشتر این عنصر توسط یولاف وحشی نسبت به گندم در مراحل اولیه رشد باشد. این افزایش بین سطح ۱ تا ۱۶ میلی مولار برای ریشه یولاف وحشی در حالت رقابت و عدم رقابت با گندم به ترتیب ۷۷٪ و ۵۱٪ و برای ریشه گندم تنها ۱۳٪ بود. در آزمایش اندرسون و لاندگارد (Andersson and Lundegardh, 1999) وقتی که مقدار فراهمی نیتروژن از ۴۲ به ۶ میلی مولار در ۵۲ روز پس از کاشت رسید، وزن خشک ریشه علف هرز دم اسبی (*Equisetum arvense* (Del.) Benth.)، ۳۵ درصد کاهش یافت. بلکشاو و همکاران (Blackshaw *et al.*, 2003) نیز بیان کردند که با افزایش سطوح نیتروژن خاک، بیوماس ریشه بیشتر گونه های مورد مطالعه آنها از جمله یولاف وحشی افزایش یافت.

#### پ- نسبت اندام هوایی به زیرزمینی:

با افزایش سطح نیتروژن، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه گندم افزایش یافت (شکل A-۶). افزایش سطح نیتروژن تا ۱۲ میلی مولار باعث افزایش این نسبت در گندم شد، اما بین سطوح ۸، ۱۲ و ۱۶ میلی مولار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. این موضوع نشان داد که فراهمی نیتروژن، وزن خشک اندام هوایی گندم را بیشتر از وزن خشک ریشه آن افزایش داده است. اندرسون و لاندگارد نیز به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت نیتروژن از ۶ به ۴۲ میلی مولار، نسبت اندام هوایی به زیرزمینی دم اسبی افزایش یافت ولی بین غلظت های ۱۸، ۳۰ و ۴۲ میلی مولار اختلاف معنی داری مشاهده نشد (Andersson and Lundegardh, 1999). در آزمایشی دیگر نیز نسبت ریشه به اندام هوایی با



### ت- شاخص تعادل رقابتی گندم نسبت به یولاف وحشی:

توانایی رقابت گندم نسبت به یولاف وحشی از طریق محاسبه شاخص تعادل رقابتی مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی اثر متقابل دو فاکتور تراکم علف هرز و نیتروژن از کاهش معنی دار شاخص تعادل رقابتی گندم هنگام افزایش تراکم یولاف وحشی در همه سطوح نیتروژن حکایت داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار شاخص تعادل رقابتی گندم (۱/۱۴) در کمترین تراکم یولاف وحشی و در کمترین سطح نیتروژن مورد آزمایش حاصل شد. افزایش سطوح نیتروژن نیز باعث کاهش شاخص تعادل رقابتی گندم نسبت به یولاف وحشی شد. در همه تراکم‌های یولاف وحشی، بیشترین کاهش شاخص تعادل رقابتی با تغییر سطح نیتروژن از یک به ۴ میلی‌مولار حاصل شد، بین سطوح ۴، ۸ و ۱۲ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱)

مقادیر شاخص تعادل رقابتی بزرگ‌تر، کوچک‌تر و مساوی صفر به ترتیب بیانگر این است که گیاه زراعی به ترتیب رقیبی قوی‌تر، ضعیف‌تر یا هم‌تراز با علف هرز می‌باشد. در آزمایش حاضر، مقادیر این شاخص در همه تراکم‌های یولاف وحشی و همه سطوح نیتروژن مثبت بود که بیانگر برتری رقابتی گندم نسبت به یولاف وحشی در شرایط آزمایش بود. بررسی تغییرات این شاخص نیز نشان داد که با افزایش تراکم یولاف وحشی در مرحله اولیه رشد، قدرت رقابتی آن نسبت به گندم افزایش می‌یابد (کاهش شاخص مذکور در گیاه زراعی هنگام افزایش تراکم علف هرز). رادوسویچ و همکاران نیز معتقدند که با افزایش تراکم علف‌های

هوایی را در دو گیاه *Trifolium ambiguum* و *Bromus biebersteinii* تحت تأثیر قرار نداد.

رقابت گندم با یولاف وحشی، نسبت اندام هوایی به ریشه این علف هرز را در تمام سطوح نیتروژن و تراکم‌های ۴، ۶ و ۸ بوته در مترمربع یولاف وحشی به شکل معنی‌داری کاهش داد (شکل A-V). این موضوع تأکید مجددی بر تأثیر بیشتر رقابت بر کاهش رشد اولیه اندام هوایی یولاف وحشی دارد. به اعتقاد ساتور و اسنایدون رقابت در محیط ریشه بیش از آنکه بر کاهش رشد ریشه مؤثر باشد باعث کاهش رشد اندام‌های هوایی گیاهان می‌شود (Satorre and Snaydon, 1992). با این حال در شرایط رقابت با گندم، افزایش تراکم یولاف وحشی تأثیر معنی‌داری بر نسبت اندام هوایی به ریشه این گیاه در مرحله ابتدایی رشد نداشت (شکل B-V).

در حالت تک‌کشتی افزایش تراکم یولاف وحشی تا ۴ بوته در گلدان، نسبت اندام هوایی به زیر زمینی آن را افزایش داد، ولی افزایش تراکم یولاف وحشی به بیش از ۴ بوته در گلدان، کاهش این نسبت را در پی داشت. به نظر می‌رسد در این حالت (تک‌کشتی علف هرز) افزایش تراکم تا ۴ بوته در گلدان رقابت درون گونه‌ای برای علف هرز ایجاد نکرده است ولی با افزایش تراکم آن به بیش از ۴ بوته در گلدان، رقابت در محیط ریشه شکل گرفته است که نتیجه آن کاهش نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه یولاف وحشی بوده است، هرچند این کاهش فقط در بالاترین تراکم مورد آزمایش معنی‌دار بود (شکل B-V)

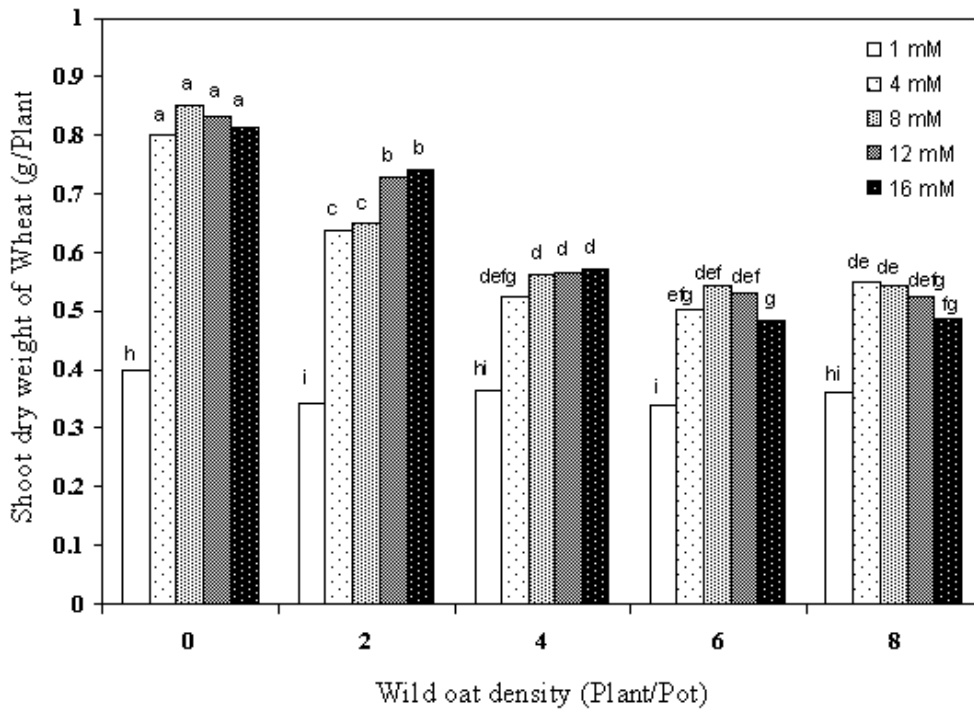
با افزایش نیتروژن، قابلیت رقابت نسبی یولاف وحشی در تراکمهای بالای آن افزایش نشان داد، به گونه‌ای که بالاترین مقدار شاخص مذکور در سطح نیتروژن ۱۶ میلی مولار و تراکم ۸ بوته در گلدان به- دست آمد (داده‌ها نشان داده نشده است). این نتایج نشان داد که افزایش سطح نیتروژن در مراحل اولیه رشد هنگامیکه تراکم یولاف وحشی زیاد است، باعث افزایش قدرت رقابت یولاف وحشی نسبت به گندم می‌شود. این مسأله پتانسیل سطوح بالای کود نیتروژن در مراحل اولیه رشد گندم را بر تحریک قدرت رقابتی یولاف وحشی نشان می‌دهد. نتایج آزمایش موسوی و همکاران (۱۳۸۳) نیز نشان دادند که بر اساس میانگین سه تاریخ نمونه برداری، با افزایش نیتروژن، قابلیت رقابت نسبی گندم از ۰/۵۳ به ۰/۴ کاهش یافت، در حالی که قابلیت رقابت نسبی خردل وحشی از ۸/۴۴ به ۱۳/۹۹ افزایش یافت. در آزمایش آن‌ها نیز بیوماس گندم حتی در سطح بالای نیتروژن متأثر از رقابت خردل وحشی بود.

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش نیتروژن در شرایط رقابت، در تراکم‌های کم یولاف وحشی موجب برتری رقابتی گندم ولی در تراکم‌های زیاد آن موجب برتری رقابتی یولاف وحشی می‌گردد. همچنین مشخص شد که اثر منفی رقابت گندم بر رشد اندام هوایی یولاف وحشی در سطح کم نیتروژن شدیدتر است و با افزایش نیتروژن، این اثر منفی کمتر می‌شود.

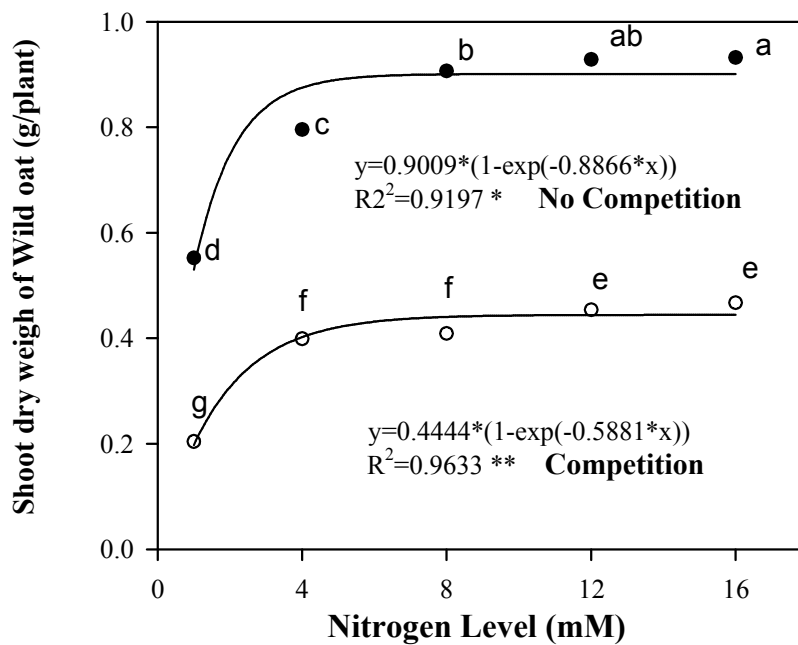
هرز در مراحل اولیه رقابت، این گیاهان شانس بیشتری برای غلبه بر گیاه زراعی خواهند داشت (Radosevicch *et al.*, 2007).

#### ث- قابلیت رقابت نسبی و رقابت درون و برون گونه‌ای یولاف وحشی

با افزایش سطوح نیتروژن، حداکثر وزن تک‌بوته یولاف وحشی در شرایط عاری از رقابت ( $B_{w0}$ ) و ضرایب رقابت بین گونه‌ای ( $B_{wc}$ ) و درون گونه‌ای ( $B_{ww}$ ) یولاف وحشی کاهش یافت (جدول ۲). افزایش سطح نیتروژن به ۱۶ میلی مولار باعث کاهش ۶۷/۸ درصدی رقابت بین گونه‌ای یولاف وحشی و گندم شد. موسوی و همکاران (۱۳۸۳) نیز در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که افزایش میزان کود نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، رقابت درون گونه‌ای خردل وحشی و رقابت بین گونه‌ای خردل وحشی و گندم را به ترتیب به میزان ۳۳ و ۲۴ درصد کاهش داد. بررسی ضرایب مذکور نشان داد که در تمام سطوح نیتروژن، رقابت درون گونه‌ای یولاف وحشی کمتر از رقابت بین گونه‌ای آن با گندم بود (جدول ۲). این نتایج بدین مفهوم است که تأثیری که رقابت گندم بر کاهش وزن خشک یولاف وحشی در مراحل اولیه رشد دارد از تأثیر منفی یولاف وحشی بر خودش بیشتر است. به این ترتیب انتظار می‌رود بتوان با افزایش تراکم کاشت گندم در کاهش رشد اولیه این علف هرز مؤثر بود و در نتیجه قدرت رقابت آن را در مراحل بعدی رشد کاهش داد.



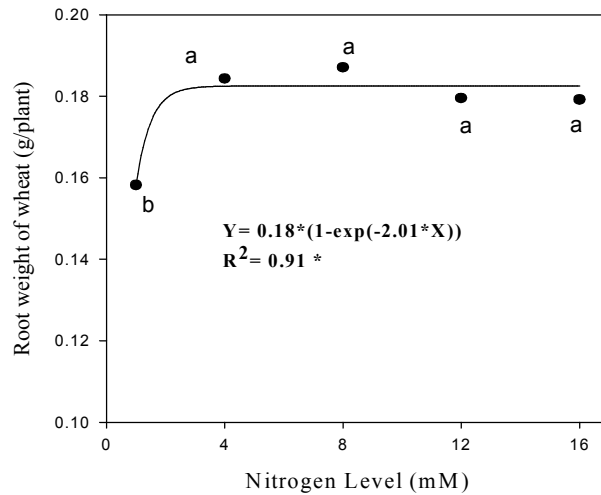
شکل ۱- اثر نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی گندم در سطوح مختلف تراکم یولاف وحشی  
Figure 1- Effect of nitrogen on shoot dry weight of wheat in different levels of wild oat density



شکل ۲- اثر نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی یولاف وحشی (در میانگین تراکم‌های آن) در هنگام رقابت و عدم رقابت با گندم

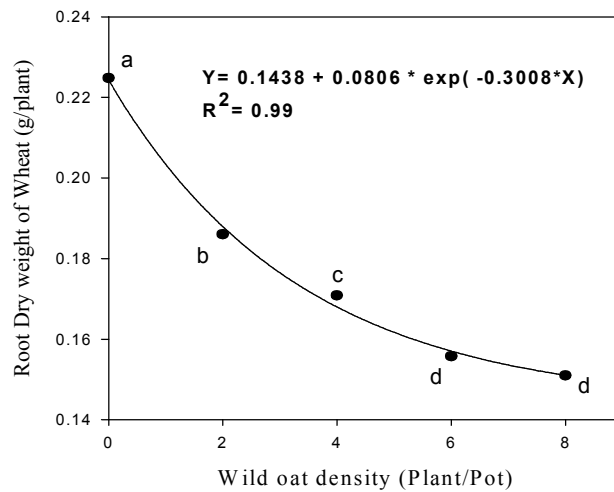
Figure 2- Effect of nitrogen on shoot dry weight of wild oat (at mean of densities) when competing and no-competing with wheat

" رشد اولیه ریشه و اندام هوایی یولاف وحشی و گندم در ... "



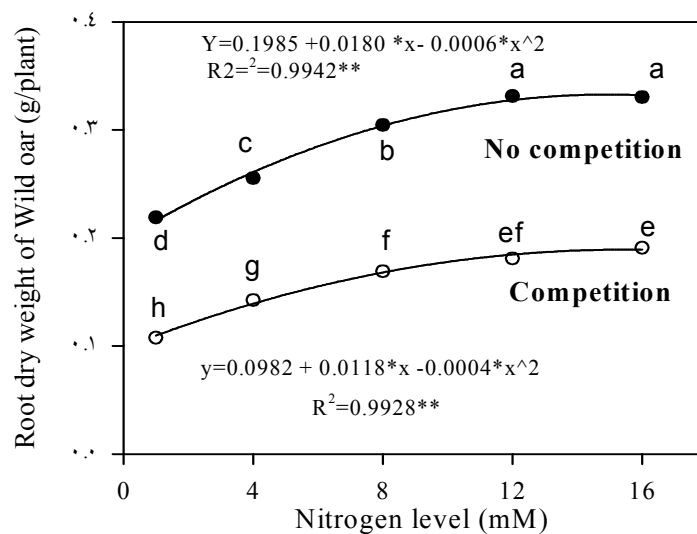
شکل ۳- اثر نیتروژن (در میانگین تراکم یولاف وحشی) بر وزن خشک ریشه گندم

Figure 3- Effect of nitrogen (at mean of wild oat densities) on root dry weight of wheat



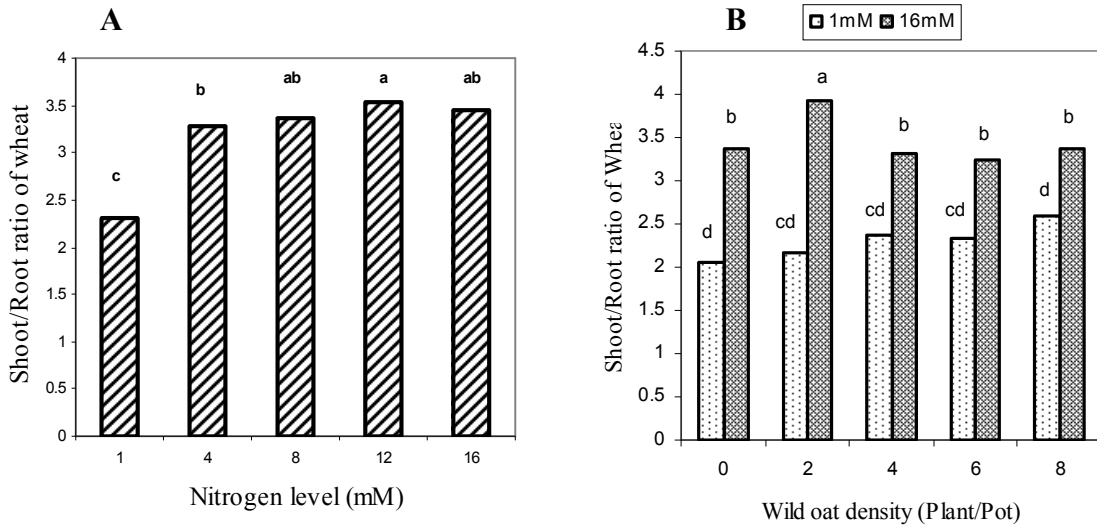
شکل ۴- اثر تراکم یولاف وحشی (در میانگین سطوح نیتروژن) بر وزن خشک ریشه گندم

Figure 4- Effect of wild oat density (at mean of nitrogen levels) on root dry weight of wheat



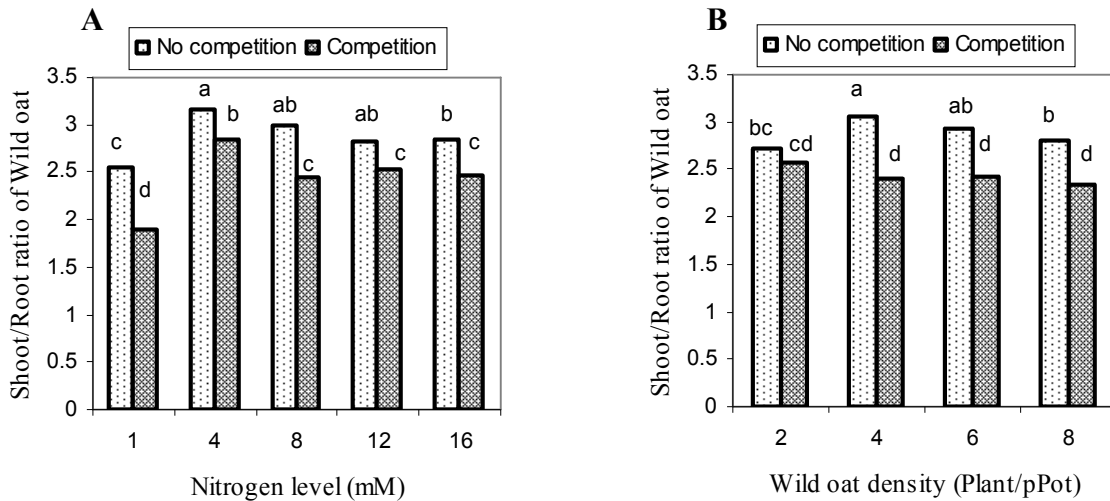
شکل ۵- اثر نیتروژن (در میانگین تراکم یولاف وحشی) بر وزن خشک ریشه یولاف وحشی در هنگام رقابت و عدم رقابت با گندم

Figure 5- Effect of nitrogen (at mean of wild oat densities) on root dry weight of wild oat when competing and no-competing with wheat



شکل ۶- اثر نیتروژن (در میانگین تراکم یولاف وحشی) (A) و اثر تراکم یولاف وحشی در سطوح ۱ و ۱۶ میلی مولار نیتروژن (B) بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به زیرزمینی گندم

Figure 6- Effects of nitrogen (at mean of wild oat densities) (A) and effect of wild oat density at 1 mM and 16 mM nitrogen (B) on shoot/root dry weight ratio of wheat



شکل ۷- اثر نیتروژن (A) و تراکم یولاف وحشی (B) بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به زیرزمینی یولاف وحشی در هنگام رقابت و عدم رقابت با گندم

Figure 7- Effects of nitrogen (A) and wild oat density (B) on shoot/root dry weight ratio of wild oat in competing with wheat

جدول ۱- اثر تراکم یولاف وحشی در سطوح مختلف نیتروژن بر شاخص تعادل رقابتی گندم نسبت به یولاف وحشی

Table 1- Effect of wild oat density at different levels of nitrogen on competitive balance index of wheat to wild oat

Density (Plant/Pot)	Nitrogen levels (mM)				
	1	4	8	12	16
2	1.145 <sup>a</sup>	0.711 <sup>bc</sup>	0.599 <sup>bc</sup>	0.721 <sup>bc</sup>	0.736 <sup>b</sup>
4	1.100 <sup>a</sup>	0.307 <sup>ef</sup>	0.360 <sup>de</sup>	0.286 <sup>efg</sup>	0.375 <sup>de</sup>
6	0.635 <sup>bc</sup>	0.102 <sup>g</sup>	0.302 <sup>ef</sup>	0.234 <sup>efg</sup>	0.132 <sup>fg</sup>
8	0.524 <sup>cd</sup>	0.182 <sup>efg</sup>	0.355 <sup>de</sup>	0.201 <sup>efg</sup>	0.151 <sup>fg</sup>

داده‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون FLSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (a=0/05).

Data followed by the same letters are not significantly different based on FLSD test (a= 0.05).

جدول ۲- ضرایب معادله عکس وزن تک‌بوته یولاف وحشی در هنگام رقابت با گندم

Table 2- Parameters of 1/w equation for wild oat when competing with wheat

Nitrogen levels (mM)	B <sub>w0</sub>	B <sub>ww</sub>	B <sub>wc</sub>	R <sup>2</sup>	P
1	1.809	0.0172	0.382	0.91	<0.001
4	1.300	-0.0077	0.144	0.94	<0.001
8	1.180	-0.0144	0.152	0.95	<0.001
12	1.094	-0.0129	0.127	0.96	<0.001
16	1.177	-0.0203	0.123	0.96	<0.001

## Reference

## فهرست منابع

- Aflakpui, G. K., P. J. Gregory, & R. J. Fround-Williams. 1998. Uptake and partitioning of nitrogen by maize influenced with *Striga hermonthica*. Annal. Bot. 81:287-294.
- Andersson, T. N., & B. Lundegardh. 1999. Growth of field horsetail (*Equisetum arvense*) under low light and low nitrogen conditions. Weed Sci. 47:41-46.
- Bell, A. R., & J. D. Nalewaja. 1968. Competition of wild oat in wheat and barley. Weed Sci. 16:505-508.
- Blackshaw, R. E., R. N. Brandt, H. H. Janzen, T. Entz, C. A. Grant, & D. A. Derksen. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Sci. 51:532-539.
- Cudney, D. W., L. S. Jordan, & A. E. Hall. 1991. Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestations on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). Weed Sci. 39:175-179.
- Iqbal, J., & D. Wright. 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. Weed Res. 37:391-400.
- Iqbal, J., & D. Wright. 1999. Effect of weed competition on flag leaf photosynthesis and grain yield of spring wheat. J. Agric. Sci. 132:23-30.
- McCullough, D.E., P. Girardin, M. Mihajlovic, A. Aguilera, & M. Tollenaar. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and a new maize hybrid. Can. J. Plant Sci. 74:471-477.

- Moosavi, S.K., H. Rahimian Mashhadi and M. Nasiri Mahalati.** 2004. Economic threshold of wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition with winter wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Plant Pests and Diseases. 72 (1): 113- 128. (in Persian).
- Radosevicch, S.R., Holt, J.S., & C.M. Ghera.** 2007. Ecology of weeds and invasive plants, Relationship to agriculture and natural resource management. Jon Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey. Pp 454.
- Raun, W. R., & G. V. Johnson.** 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 91:357-363.
- Roush, M. L., & S. R. Radosevich.** 1985. Relationship between growth and competitiveness of four annual weeds. J. Appl. Ecol. 22:895-905.
- Satorre, E. H., & R. W. Snaydon.** 1992. A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. Weed Res. 32:45-55.
- Scursoni, J. A., & E. H. Satorre.** 2005. Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. Weed Technol. 19:790-795.
- Sorkhy Lellahlo, F., A. Dabbagh Mohammadi Nassab and A. Javanshir.** 2008. Assessment of Leaf Characteristics and Root to Shoot Ratio in Above and Below Ground Interference of Wheat (*Triticum aestivum*) and Different Densities of Wild Oat (*Avena fatua*). Journal of Science & Technology of Agriculture and Natural Resources. 12 (45): 435-446. (in Persian).
- Spitters, C. J. T.** 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1: Estimation of competition effects. Nether. J. Agric. Sci. 31:1-11.
- Stone, M. J., H. T. Cralle, J. M. Chandler, R. W. Bovey, K. H. Carson.** 1998. Above- and below-ground interference of wheat (*Triticum aestivum*) by Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). Weed Sci. 46:438-441.
- Wahle, E. A., & J. B. Masiunas.** 2003. Comparison of nitrogen use by two population densities of eastern black nightshade (*Solanum ptycantum*). Weed Sci. 51:394-401.
- Walker, J. A., & J. R. King.** 2008. Above- and below-ground competition between kura clover (*Trifolium ambiguum*) and meadow brome grass (*Bromus biebersteinii*): A greenhouse study. Can. J. Plant Sci. 90: 21-27.
- Wilson, J. B.** 1988. Shoot competition and root competition. J. Appl. Ecol. 25: 279-296.