

## ارزیابی شاخص‌های تحمل و رقابت ۱۸ ژنوتیپ گندم با علف‌های هرز

حمیدرضا محمد دوست چمن‌آباد\*، مهیاره بخشی، علی اصغری و شیوا محمدنیا

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۷

### چکیده

انتخاب ارقام با توانایی رقابت بالا اهمیت زیادی در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز دارد. این آزمایش به منظور مطالعه شاخص‌های تحمل و رقابت ۱۸ ژنوتیپ گندم در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز در شرایط طبیعی در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص‌های تحمل و رقابت در ژنوتیپ‌های گندم تفاوت معنی‌داری داشتند. شاخص اختلاف عملکرد در شرایط رقابت و عدم رقابت ژنوتیپ‌ها بین ۱۱۰/۳ تا ۹۱۵/۰ کیلوگرم در هکتار بود. اکثر شاخص‌های تحمل از جمله شاخص میانگین، شاخص میانگین هارمونیک و شاخص تحمل علف‌های هرز در ژنوتیپ N-80-19 و الوند بیش از سایر ژنوتیپ‌های و در ارقام دبیرا و طوس کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. در بین شاخص‌های تحمل شاخص تحمل علف‌های هرز و توانایی رقابت علف‌های هرز در گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم از نظر تحمل علف‌های هرز کارایی بیشتری داشتند. شاخص رقابت در ژنوتیپ C-85-9 و الوند بیش از سایر ژنوتیپ‌های گندم بود. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که ارقام گندم توانایی رقابت مختلفی در برابر علف‌های هرز دارند و از این تفاوت‌ها می‌توان در برنامه‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** ارقام گندم، قدرت رقابت، مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز

\* Corresponding author. E-mail: hr\_chamanabad@yahoo.com

## مقدمه

انتخاب ارقام با توانایی رقابت بالا اهمیت زیادی در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز<sup>۱</sup> (IWM) دارد. بنابراین، لازم است این ارقام شناسایی و جهت کاشت به کشاورزان معرفی شوند. محققین برای تفکیک ارقام شاخص‌های مختلفی ارائه کرده‌اند (Quarrie *et al.*, 1999; Fernandez, 1992; Richards, 1996) Rosielle & (Ledent & Moss, 1979). روزیل و هامبلین (Hamblin, 1981) شاخص تحمل اختلاف عملکرد<sup>۲</sup> (TOL) و میانگین محصول‌دهی<sup>۳</sup> (MP) را برای این منظور پیشنهاد نمودند. به عقیده آن‌ها انتخاب بر مبنای مقادیر کمتر TOL به گزینش ژنوتیپ‌هایی منجر می‌شود که توانایی حفظ عملکرد بالا در محیط تنش‌دار نسبت به محیط بدون تنش را داشته و ثبات عملکرد بیشتری دارند. آن‌ها معتقدند که اگر عملکرد بالا در شرایط تنش مد نظر باشد، شاخص TOL می‌تواند مفید باشد، اما اگر افزایش عملکرد در هر دو محیط عادی و تنش مورد نظر اصلاح‌گر باشد، بهتر است گزینش بر اساس شاخص MP انجام شود. فیشر و مورر (Fischer & Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش<sup>۴</sup> (SSI) را برای انتخاب ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به تنش معرفی کردند. این شاخص نیز همانند دو شاخص TOL و MP قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل به تنش از ژنوتیپ‌های با پتانسیل پایین عملکرد نیست. بنابراین، انتخاب بر اساس این شاخص‌ها به گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پایین منجر می‌شود. به عبارتی، این شاخص‌ها قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C و B نمی‌باشد (Rosielle & Hamblin, 1981).

شاخص‌های دیگری نیز برای مقایسه تحمل ارقام به تنش‌های محیطی از جمله رقابت علف‌های هرز ارائه شده است. در بین

این شاخص‌ها، شاخص تحمل رقابت<sup>۵</sup> (WITI) که در تنش‌های غیرزیستی به شاخص تحمل تنش<sup>۶</sup> (STI) معروف است، بیش از دیگر شاخص‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. از این شاخص برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به رقابت علف‌های هرز استفاده می‌شود (Mohammaddoust, 2012). این شاخص همانند شاخص هارمونیک قادر به شناسایی ارقامی با عملکرد بالقوه بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بوده و مقادیر بالای آن بیانگر ثبات عملکرد بیشتر ژنوتیپ در شرایط رقابت و عدم رقابت است.

شاخص ثبات عملکرد<sup>۷</sup> (YSI) که از نسبت عملکرد در شرایط تنش به شرایط بدون تنش محاسبه می‌شود، توسط بوسلاما و شاپاگ (Bouslama & Schapaugh, 1984) پیشنهاد شد. این شاخص در علم علف‌های هرز تحت عنوان توانایی رقابت علف‌های هرز<sup>۸</sup> (AWC) بیان شده است (Farbodnia *et al.*, 2009). سی و سه مرده و همکاران (Sio-se Mardeh *et al.*, 2006) نشان دادند که ارقامی با YSI بالاتر حداقل عملکرد را در شرایط غیر تنش و بالاترین عملکرد را در شرایط تنش دارند. با توجه به این که مبنای گزینش شاخص YSI همانند شاخص TOL بر پایه میزان تغییر عملکرد در دو محیط بدون تنش و تنش می‌باشد، لذا می‌توان گفت شاخص YSI فاقد توانایی لازم برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشد (Jabbari *et al.*, 2008).

این شاخص‌ها تنها به گزینش ارقام با حفظ عملکرد بالا در شرایط تنش از جمله رقابت علف‌های هرز کمک می‌کنند، اما در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، توانایی ارقام در جلوگیری از رشد و نمو و زادآوری علف‌های هرز اهمیت بیشتری دارد. محققین علوم علف‌های هرز این توانایی ارقام را با نام شاخص رقابت<sup>۹</sup> (CI) بیان می‌کنند. زند و همکاران (Zand *et al.*, 2004) بر اساس این شاخص ارقام را به چهار گروه (A

<sup>5</sup> Weed Interference Tolerance Index

<sup>6</sup> Stress Tolerance Index

<sup>7</sup> Yield Stability Index

<sup>8</sup> Ability of Weed Competition

<sup>9</sup> Competitive Index

<sup>1</sup> Integrated weed management

<sup>2</sup> Stress Tolerance

<sup>3</sup> Mean Productivity

<sup>4</sup> Stress Susceptibility Index

علف‌های هرز کشت شدند. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. هر بلوک به دو نوار تقسیم که در یک قسمت علف‌های هرز بطور کامل تا پایان فصل وجین شدند و در قسمت دیگر به علف‌های هرز اجازه داده شد تا پایان فصل باقی بمانند.

محصول سال قبل ذرت بود که بلافاصله پس از برداشت، بقایای آن با گاوآهن برگردان به خاک برگردانده شد. برای خرد کردن کلوخه‌های زمین از دیسک استفاده شد. ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بذر هر یک از ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۹ بصورت دستی و روی خطوطی به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و طول سه متر کشت شد. در هر کرت شش خط کشت شد. پس از کاشت، نصف کود نیتروژن مورد نیاز (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مصرف و مزرعه آبیاری شد. سایر آبیاری‌ها با توجه به نیاز گیاه در طی فصل رشد انجام شد. باقیمانده کود نیتروژن در مرحله ساقه‌دهی بصورت سرک بکار برده شد. در کرت‌های عاری از علف‌هرز، علف‌های هرز در طول فصل رشد به طور کامل کنترل شد. به منظور تعیین عملکرد هر یک از ژنوتیپ‌ها، در مرحله رسیدن تمامی بوته‌های گندم از هر یک از واحدهای نمونه‌برداری با رعایت حاشیه، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از خرمکوبی نمونه، دانه از کاه جدا و عملکرد مشخص شد. شاخص‌های تحمل و رقابت با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

۱- شاخص حساسیت به تنش (SSI) (Fischer & Maurer, 1978):

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P} \quad SSI = \frac{1 - (Y_S/Y_P)}{SI}$$

۲- شاخص تحمل (TOL) (Rosielle & Hamblin, 1981):

$$TOL = Y_P - Y_S$$

ارقامی که عملکرد دانه آن‌ها بالا و بیومس علف‌هرز پایینی دارند، (B) ارقامی که هم عملکرد و هم بیومس علف‌هرز بالایی دارند، (C) ارقامی که عملکرد دانه آن‌ها پایین و بیومس علف‌هرز بالایی دارند و (D) ارقامی که هم عملکرد و هم بیومس علف‌هرز پایینی دارند تقسیم می‌کنند. آزمایش‌های زیادی نشان داده است که ژنوتیپ‌های گندم توانایی رقابت و تحمل متفاوتی نسبت به علف‌های هرز دارند (Zand et al., 2009; Farbodnia et al., Baghestani & Zand, 2004; 2004). جردن (Jordan, 1993) نشان داد که شاخص رقابت و توانایی حفظ عملکرد در حضور علف‌های هرز توسط مکانیزم‌های مختلفی در گیاه ایجاد می‌شود و لزوماً ممکن است در یک رقم هر دوی آنها وجود نداشته باشد. اگرچه نتایج آزمایش فریدنیا و همکاران (Farbodnia et al., 2009) نشان داد که ارقام نیک‌نژاد، آزادی و شیراز دارای شاخص رقابت و تحمل بالایی بودند.

گزینش و اصلاح چنین ارقامی می‌تواند اهمیت زیادی در مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز و توسعه کشاورزی پایدار در آینده داشته باشد و لازم است اصلاحگران در بحث ارقام جدید به این موضوع نیز توجه نمایند. هدف از این آزمایش نیز مطالعه توانایی تحمل و رقابت ژنوتیپ‌های مختلف گندم با علف‌های هرز و شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های گندم متحمل و رقیب به منظور استفاده در اصلاح ارقام با توانایی رقابت بالا با علف‌های هرز بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه شاخص‌های تحمل و رقابت ۱۸ ژنوتیپ گندم در شرایط رقابت با علف‌های هرز در شرایط طبیعی آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه دانشکده کشاورزی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. مختصات جغرافیایی محل اجرای آزمایش عبارت از طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۹ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ ثانیه و ارتفاع محل از سطح دریا ۷۲ متر بود. تیمارهای آزمایشی هجده ژنوتیپ گندم (جدول ۱) بودند که در شرایط رقابت و عدم رقابت

۳- شاخص میانگین (MP) (Rosielle & Hamblin, ) (1981):	۶- شاخص تحمل علف‌های هرز (WITI) (Mohammaddoust, 2012):
$MP = (Y_p + Y_s) / 2$	$WITI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(Y_p)^2}$
۴- توانایی رقابت علف‌های هرز (AWC) (Farbodnia et al., 2009):	۷- شاخص رقابت (CL) (Mohammaddoust, 2012):
$AWC = Y_s / Y_p$	$CI = \left( \frac{V_i}{\bar{V}} \right) / \left( \frac{D_i}{\bar{D}} \right)$
۵- شاخص میانگین هارمونیک (HARM) (Nemati et al., 2012):	۸- شاخص علف‌های هرز (WI) (Mohammaddoust, 2012):
$HARM = [2(Y_s)(Y_p)] / (Y_s + Y_p)$	$WI = (Y_p - Y_s) / Y_p$

## جدول ۱. خصوصیات ارقام و ندم مورد بررسی

Table 1. Characteristic of studied wheat cultivars and genotypes

Characteristic	Cultivar name
بهاره، آبی، ارتفاع بوته آن ۹۰-۱۰۰ سانتی متر است، وزن هزار دانه ۴۶-۵۰، درصد پروتئین آن ۱۲/۸، متحمل به خوابیدگی، مقاوم به زنگ زرد و قهوه‌ای می‌باشد.	N-80-19
متوسط دیررس، متحمل به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای، مقاوم به ریزش دانه و متحمل به شوری و خشکی آخر فصل است. رنگ دانه کهربایی، وزن هزار دانه ۴۵ گرم، میانگین درصد پروتئین دانه ۱۱ و متوسط ارتفاع بوته آن ۱۰۰-۱۰۵ سانتی متر است.	Alvand
زودرس، متحمل به زنگ زرد و نیمه حساس به سیاهک پنهان معمولی و سیاهک پنهان پاکوتاه، مقاوم به خوابیدگی و ریزش دانه، متحمل به تنش خشکی و سرماست رنگ دانه آن سفید و متوسط وزن هزار دانه آن در شرایط دیم ۳۴ گرم می‌باشد	Azar 2
نسبتاً دیررس، مقاوم به زنگ زرد، حساس به زنگ قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی و متحمل به سرماست. دانه آن به رنگ قرمز با متوسط پروتئین ۱۱/۶ درصد بوده و متوسط وزن هزار دانه آن ۴۲ گرم و متوسط ارتفاع بوته آن ۹۵-۱۰۰ سانتی متر می‌باشد	Kasgozhen
دیررس، مقاوم به زنگ زرد، حساس به زنگ قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی و متحمل به سرماست. رنگ دانه آن قرمز با متوسط پروتئین ۱۱ درصد، متوسط وزن هزار دانه آن ۳۹ گرم و متوسط ارتفاع آن ۸۵-۹۰ سانتی متر می‌باشد	Gaspard
زودرس، مقاوم به سرما، متحمل به خشکی، حساس به زنگ زرد و سیاهک پنهان، مقاوم به ریزش دانه، رنگ دانه آن روشن با متوسط پروتئین ۵/۱۰ درصد، وزن هزار دانه آن ۴۱ گرم و متوسط ارتفاع آن ۸۴ سانتی متر می‌باشد.	Sardari
این رقم نسبتاً دیررس بوده و مقاوم به زنگ زرد، حساس به زنگ قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی و متحمل به سرماست. دانه آن به رنگ قرمز با متوسط پروتئین ۱۱/۶ بوده و متوسط وزن هزار دانه آن ۴۲ گرم و متوسط ارتفاع آن ۹۵-۱۰۰ سانتی متر می‌باشد.	Sayson
رقمی است نسبتاً دیررس و نیمه حساس به زنگ زرد و مقاوم به زنگ قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی و متحمل به سرما با رنگ دانه قرمز روشن و متوسط پروتئین ۱۰ درصد، متوسط وزن هزار دانه آن ۳۷ گرم و متوسط ارتفاع آن ۱۰۰-۱۰۵ سانتی متر می‌باشد.	Tous
پایزه و نسبتاً دیررس، ریشک‌دار، وزن هزار دانه آن ۴۵ گرم، نسبتاً حساس به زنگ‌ها و سیاهک‌ها، حساس به خوابیدگی و مقاوم به ریزش می‌باشد. رقمی است حساس به خشکی.	Omid Cros Shahi
رقمی است دیررس، مقاوم به زنگ زرد و قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی با قابلیت کودپذیری بالا و مقاوم به سرما، رنگ دانه قرمز، متوسط وزن هزار دانه ۴۲ گرم، متوسط درصد پروتئین دانه ۱۱/۵ و متوسط ارتفاع بوته آن ۸۵-۹۰ سانتی متر است.	MV-17
اطلاعاتی گزارش نشده است.	S-82-10
اطلاعاتی گزارش نشده است.	C-85-13
اطلاعاتی گزارش نشده است.	C-85-11
اطلاعاتی گزارش نشده است.	C-85-9
اطلاعاتی گزارش نشده است.	C-85-8

بین ۱۱۰/۳ تا ۹۱۵/۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). کمترین مقدار TOL در ژنوتیپ‌های سرداری و C-85-9 و بیشترین مقدار آن در ژنوتیپ‌های C-85-11، N-80-19 و S-82-10 مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که ارقام سرداری، کاسکوژن، سایسون و فنیکان در شرایط رقابت با علف‌های هرز از ثبات عملکرد بالاتری برخوردار هستند و توانایی تحمل رقابت بیشتری دارند. اگرچه ممکن است در شرایط بدون تنش پتانسیل عملکرد کمتری داشته باشند. برعکس ژنوتیپ‌های C-85-11، N-80-19 و S-82-10 در شرایط رقابت علف‌های هرز افت عملکرد شدیدی دارند. بنابراین، این ارقام برای حفظ عملکرد بالا نیاز به مراقبت بیشتری در برابر علف‌های هرز دارند.

نتایج نشان داد که شاخص میانگین عملکرد (MP) در ژنوتیپ N-80-19 بیش از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. اگرچه، با رقم الوند تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که این ارقام پتانسیل عملکرد بالایی دارند، اگرچه ممکن است در شرایط رقابت با علف‌های هرز افت عملکرد آنها شدید باشد. این موضوع در مقایسه نسبت عملکرد در شرایط رقابت و بدون رقابت (شاخص AWC) و شاخص TOL نیز مشاهده می‌شود (جدول ۳). شاخص MP

در معادلات بالا  $\bar{Y}_p$ ،  $\bar{Y}_s$ ،  $Y_p$ ،  $Y_s$  به ترتیب عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش برای هر ژنوتیپ و میانگین عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش برای کلیه ژنوتیپ‌ها است.  $V_i$  عملکرد رقم  $i$  در شرایط رقابت علف‌هرز،  $\bar{V}$  متوسط عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در حضور علف‌هرز،  $D_i$  وزن خشک علف‌های هرز مربوط به ژنوتیپ  $i$  و  $\bar{D}$  متوسط وزن خشک علف‌های هرز در همه ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. اشکال و نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم شد.

## نتایج و بحث

گونه‌های علف‌هرز مشاهده شده در طول مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. ۱۱ گونه متعلق به ۹ خانواده در مزرعه مشاهده شد که ۷ گونه از آن‌ها یکساله و بقیه چندساله بودند.

از نظر شاخص‌های مورد مطالعه بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف عملکرد در شرایط بدون رقابت و رقابت (TOL) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

جدول ۲. خصوصیات بیولوژیکی گونه‌های علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه گندم

Table 2- Biological characteristic of observed weed species in wheat field

Life cycling	Family	Scientific name
perennial	Asteraceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
perennial	Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>
annual	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>
annual	Fumariaceae	<i>Fumaria</i> sp.
perennial	plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.
perennial	Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>
annual	Poaceae	<i>Avena fatua</i>
annual	Poaceae	<i>Hordeum spontaneum</i>
annual	Poaceae	<i>Lolium</i> sp.
annual	Scropholariaceae	<i>Veronica persica</i>
annual	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>

ژنوتیپ‌های C-85-9 و سرداری بیش از سایر ژنوتیپ‌ها بود. مقایسه نتایج حاصل از این شاخص با شاخص TOL نشان می‌دهد که نتیجه آن‌ها یکسان است. بررسی ضریب همبستگی

نشان می‌دهد که میانگین عملکرد ارقام دبیرا، سرداری و طوس در شرایط رقابت و عدم رقابت پایین است. به عبارتی این ارقام پتانسیل عملکرد پایینی دارند. شاخص AWC در

مقایسه اعداد این شاخص با عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط رقابت ( $Y_s$ ) و بدون رقابت ( $Y_p$ ) نشان می‌دهد که با استفاده از شاخص WITI می‌توان ژنوتیپ‌های گروه A و D را از هم جدا کرد. ژنوتیپ‌هایی که WITI بالایی دارند، در گروه A قرار می‌گیرند. یعنی در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز عملکرد بالایی دارند. برعکس، ژنوتیپ‌هایی که WITI پایینی دارند، در گروه D قرار می‌گیرند و عملکرد آن‌ها در شرایط رقابت و بدون رقابت پایین است. نمودار سه بعدی  $Y_p$ ،  $Y_s$  و WITI نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های N-80-19 و الوند با قرار گیری در ناحیه A دارای بیشترین مقدار WITI و عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش بودند. لذا، این ارقام در هر دو محیط بدون رقابت و رقابت عملکرد بالایی را تولید می‌کنند. به عبارتی، این ارقام متحمل به رقابت علف‌های هرز هستند. ارقام دبیرا و طوس در ناحیه D قرار گرفتند. یعنی  $Y_p$ ،  $Y_s$  و WITI پایینی دارند (شکل ۱). رقم C-85-9 در ناحیه C قرار گرفت. لذا، این رقم فقط در محیط رقابت عملکرد نسبی بالاتری دارد. بقیه ارقام با قرار گیری در ناحیه D و داشتن WITI کمتر در هر دو شرایط رقابت و بدون رقابت عملکرد پایینی داشتند و در رقابت با علف‌های هرز ضعیف هستند. البته ارقام S-82-10، C-85-8، آذر ۲ با وجود این که در ناحیه D قرار گرفتند و عملکرد پایینی در هر دو شرایط داشتند، اما دارای WITI بیشتری نسبت به سایر ارقام واقع در گروه D بودند. به همین دلیل، می‌توان گفت که این ارقام نسبت به سایر ارقام گروه D متحمل‌تر هستند.

بررسی شاخص رقابت (CI) نشان داد که ژنوتیپ‌های C-85-9، امید، گاسپارد و الوند به ترتیب با مقادیر ۳/۱۰۳، ۲/۲۴۶، ۱/۸۳۴ و ۱/۸۰۴ بالاترین شاخص رقابت را داشتند (جدول ۳). به عبارتی، این ژنوتیپ‌ها یا دارای عملکرد بالا در شرایط رقابت و وزن خشک پایین علف‌های هرز هستند (ژنوتیپ

نیز نشان داد که این شاخص با شاخص TOL همبستگی منفی معنی‌داری داشت (جدول ۴). بالا بودن مقدار AWC و یا پایین بودن مقدار TOL نشانگر تحمل بالای آن ژنوتیپ به رقابت علف‌های هرز است. اگرچه، نمی‌تواند بالا بودن عملکرد ژنوتیپ در شرایط رقابت و یا پایین بودن آن در شرایط بدون رقابت را مشخص نمایند.

مطالعه شاخص حساسیت به تنش (SSI) نشان داد که ژنوتیپ‌های C-85-9 و سرداری کمترین و ژنوتیپ‌های S-82-10 و C-85-11، بیشترین حساسیت به رقابت علف‌های هرز را داشتند (جدول ۳). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، اگرچه این شاخص‌ها هر یک به نوعی میزان تحمل ژنوتیپ‌های گندم به رقابت با علف‌های هرز را نشان می‌دهند، اما قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها بر اساس طبقه‌بندی فرناندز (Fernandez, 1992) نمی‌باشند. سایر آزمایش‌ها نیز این موضوع را مطرح کرده‌اند (Rosielle & Hamblin, 1981; Nemati et al., 2012).

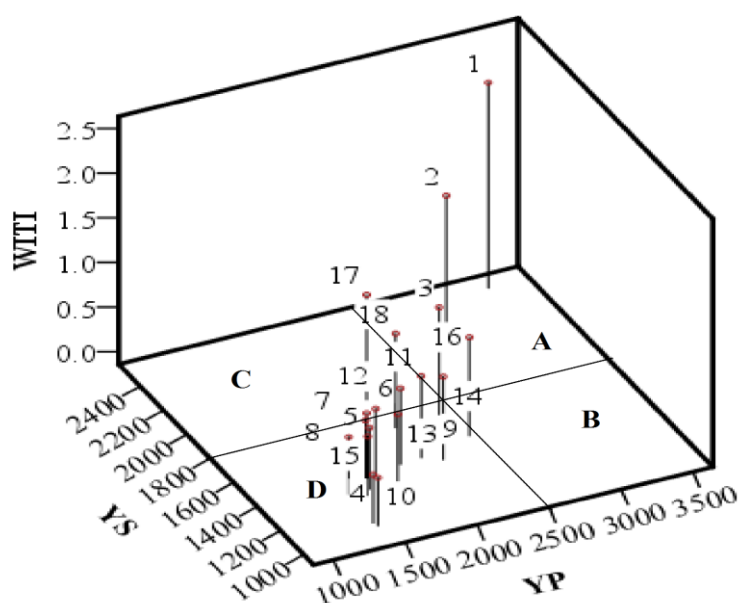
ژنوتیپ‌های C-85-9، S-82-10، N-80-19 و امید شاخص علف‌هرز (WI) بالایی داشتند. بالا بودن این شاخص نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون رقابت عملکرد بالایی دارند. این موضوع نشان می‌دهد که این شاخص ژنوتیپ‌های گروه B را از سایر گروه‌ها جدا می‌کند و برای تعیین ژنوتیپ‌هایی که در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند، مناسب می‌باشد. ژنوتیپ‌های C-85-9 و سرداری پایین‌ترین مقدار شاخص WI را داشتند. این ژنوتیپ‌ها دارای ثبات عملکرد در هر دو شرایط بودند. بررسی شاخص تحمل WITI نشان داد که ژنوتیپ‌های N-80-19 و الوند تحمل بالایی به رقابت علف‌های هرز داشت و ژنوتیپ‌های دبیرا و طوس شاخص تحمل پایینی داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- شاخص‌های تحمل و رقابت ارقام گندم در رقابت با علف‌های هرز

Table 3- Tolerance indices and competitive indices of wheat genotypes in competition with weeds

Genotypes	Yp	Ys	Dw	WI	CI	WITI	AWC	TOL	MP	HARM	SSI
N-80-19	3355.20	2487.50	870	0.25	0.69	2.16	0.74	867.70	2921.35	2856.92	1.16
Alvand	2793.10	2156.80	289	0.22	1.80	1.56	0.77	636.30	2474.95	2434.05	1.02
Azar 2	2385.80	1717.80	413	0.28	1.00	1.06	0.72	668.00	2051.8	1997.43	1.26

Dbyra	1422.50	1098.90	433	0.22	0.61	0.40	0.77	323.60	1260.7	1239.93	1.02
Kasgozhen	1597.70	1375.70	385	0.13	0.86	0.56	0.86	222.00	1486.7	1478.41	0.62
Gaspard	1897.60	1448.80	191	0.23	1.83	0.71	0.76	448.80	1673.2	1643.10	1.06
Sardari	1444.10	1333.80	349	0.07	0.92	0.49	0.92	110.30	1388.95	1386.76	0.34
Sayson	1630.70	1407.80	520	0.13	0.65	0.59	0.86	222.90	1519.25	1511.07	0.61
Fnykan	1587.80	1333.40	387	0.16	0.83	0.54	0.84	254.40	1460.6	1449.52	0.72
Tous	1436.60	1073.30	430	0.25	0.60	0.40	0.74	363.30	1254.95	1228.66	1.13
Omid	2051.40	1458.70	157	0.29	2.246	0.77	0.71	592.70	1755.05	1705.01	1.30
Cros Shahi	1692.60	1408.70	573	0.16	0.59	0.61	0.83	283.90	1550.65	1537.66	0.75
MV-17	1786.80	1334.20	334	0.25	0.96	0.61	0.75	452.60	1560.5	1527.68	1.14
S-82-10	2163.20	1409.30	371	0.34	0.91	0.79	0.65	753.90	1786.25	1706.70	1.56
C-85-13	1545.10	1295.10	291	0.16	1.07	0.51	0.83	250.00	1420.1	1409.10	0.72
C-85-11	2441.30	1526.30	290	0.37	1.27	0.96	0.62	915.00	1983.8	1878.29	1.68
C-85-9	2060.80	1938.30	151	0.05	3.10	1.03	0.94	122.50	1999.55	1997.67	0.26
C-85-8	2071.80	1703.20	216	0.17	1.90	0.91	0.82	368.60	1887.5	1869.51	0.80
LSD5%	348.2	124.5	135.3	0.06	0.87	0.07	0.03	128.5	439.8	517.2	0.08



شکل ۱- نمودار سه بعدی شاخص تحمل WITI ژنوتیپ‌های گندم براساس عملکرد در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز  
 1. N-80-19، 2. الوند، 3. آذر، 4. دبیرا، 5. کاسگوژن، 6. گاسپارد، 7. سرداری، 8. سایسون، 9. فنیکان، 10. طوس، 11. امید، 12. کراس شاهی، 13. C-85-8، 14. S-82-10، 15. C-85-13، 16. C-85-11، 17. C-85-9، 18. C-85-8

Figure 1- Three dimensional diagram of WITI index for wheat genotypes based on wheat yield in with and without presence of weed.  
 1. N-80-19, 2. Alvand, 3. Azar, 4. Dbyra, 5. Kasgozhen, 6. Gaspard, 7. Sardari, 8. Sayson, 9. Fnykan, 10. Tous, 11. Omid, 12. Cros Shahi, 13. MV-17, 14. S-82-10, 15. C-85-13, 16. C-85-11, 17. C-85-9, 18. C-85-8

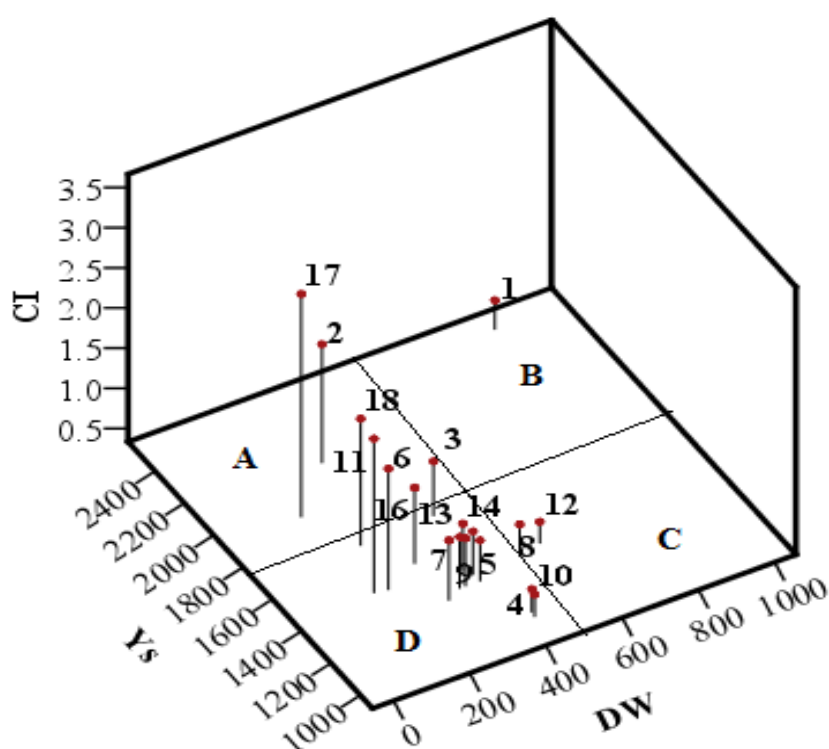
علف‌های هرز، قادر هستند رشد و نمو علف‌های هرز را نیز کاهش دهند که از نظر مدیریت تلفیقی و غیرشیمیایی علف‌های هرز اهمیت زیادی دارد. برعکس، ژنوتیپ N-80-19 شاخص رقابت پایینی داشت. اگرچه، شاخص تحمل آن بالا بود (جدول ۳). بنابراین، این ژنوتیپ از نظر اکولوژیکی و مدیریت علف‌های هرز اهمیت زیادی ندارد. بررسی شاخص رقابت CI و تحمل WITI ژنوتیپ‌ها نشان داد که در رقم

C-89-9 و الوند) که در گروه A قرار می‌گیرند و یا وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد آن‌ها کم است و در گروه D قرار می‌گیرند (رقم امید و گاسپارد). برای تفکیک بهتر ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص CI از نمودار سه بعدی Ys، Dw و CI استفاده شد (شکل ۲). بر این اساس نیز ژنوتیپ C-85-9 و الوند در گروه A قرار گرفتند. این موضوع نشان می‌دهد که این ژنوتیپ‌ها ضمن حفظ عملکرد بالا در حضور

نیز گزارش کردند که رقم جدید شاخص رقابت بالاتری نسبت به ارقام قدیمی بزوستایا دارد.

با توجه به این که بهترین شاخص تحمل آن‌هایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد تحت هر دو شرایط تنش و عدم تنش باشند، همبستگی ساده بین شاخص‌ها محاسبه شد (جدول ۴). ضرایب همبستگی نشان داد که شاخص تحمل TOL با عملکرد در شرایط بدون رقابت و شاخص‌های MP،

الوند مقدار هر دوی این شاخص نسبتاً بالا بود. زند و همکاران (Zand *et al.*, 2004) نیز گزارش کردند که رقم الوند شاخص رقابت بالاتری در بین ارقام مورد مطالعه داشت. آزمایش‌های قبلی گزارش کردند که توانایی رقابت ارقام قدیم به دلیل داشتن ارتفاع بیشتر، بیش از ارقام جدید است (Lemerle *et al.*, 1996)، اما نتایج این آزمایش نشان داد که ارقام جدید نیز می‌توانند ضمن عملکرد بالا، توانایی رقابت بالایی نیز داشته باشند. زند و همکاران (Zand *et al.*, 2004)



شکل ۲- نمودار سه بعدی شاخص رقابت ژنوتیپ‌های گندم براساس عملکرد در شرایط حضور علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز N-80-19، ۲. الوند، ۳. آذر ۲، ۴. دبیرا، ۵. کاسگوژن، ۶. گاسپارد، ۷. سرداری، ۸. سایسون، ۹. فنیکان، ۱۰. طوس، ۱۱. امید، ۱۲. کراس شاهی، ۱۳. C-85-8، ۱۴. MV-17، ۱۵. S-82-10، ۱۶. C-85-13، ۱۷. C-85-9، ۱۸. C-85-8

Figure 2- Three dimensional diagram of CI index for wheat genotypes based on wheat yield in presence of weed and weed dry mass. 1. N-80-19, 2. Alvand, 3. Azar2, 4. Dbyra, 5. Kasgozhen, 6. Gaspard, 7. Sardari, 8. Sayson, 9. Fnykan, 10. Tous, 11. Omid, 12. Cros Shahi, 13. MV-17, 14. S-82-10, 15. C-85-13, 16. C-85-11, 17. C-85-9, 18. C-85-8

کردند که می‌توان ارقامی تولید کرد که ضمن قدرت تحمل و رقابت بالا، از عملکرد قابل قبولی نیز برخوردار باشند ( & Zand, 2004; Baghestani Zand, 2004). جلالی فر و همکاران (Jalalifar *et al.*, 2012) با توجه به همبستگی بسیار بالا و معنی دار عملکرد دانه در شرایط غیر تنش ( $Y_p$ ) و تنش

HARM و WITI با عملکرد در شرایط رقابت و بدون رقابت همبستگی مثبت بالایی داشتند. برخی مطالعات بر روی گندم نشان داده است که بین تحمل ارقام به تنش و عملکرد ارتباط منفی وجود دارد (Christensen, 1995). برخی دیگر گزارش



ژنوتیپ عملکرد قابل قبول در هر دو محیط دارند. ژنوتیپ C-85-9 در گروه سه قرار گرفت. در این ژنوتیپ اگرچه شاخص‌های تحمل پایین‌تر از میانگین بودند، اما عملکرد در هر دو شرایط رقابت و بدون رقابت و شاخص رقابت (CI) بالاتر از میانگین بود. در گروه دو ژنوتیپ‌های S-82-10 و C-85-11 قرار داشتند که شاخص WI و شاخص حساسیت SSI آن‌ها بالا بود. به عبارتی این ژنوتیپ‌ها در گروه B (ارقامی که عملکرد در شرایط بدون رقابت آنها بالا است) قرار گرفتند. سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای کمترین مقادیر برای اکثر شاخص‌ها و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش بودند. مشاهده شد که انحراف از میانگین کل برای اکثر شاخص‌های این ژنوتیپ‌ها منفی بود. با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای و میانگین گروه‌های حاصل می‌توان نتیجه گرفت که این ارقام در گروه D طبقه‌بندی فرناندز (Fernandez, 1992) قرار می‌گیرند.

( $Y_s$ ) با شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های MP، STI (WITI) و HARM را به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل نسبی به خشکی برای گندم نان معرفی کردند. بر این اساس عبیری و همکاران (Abiri *et al.*, 2012) نیز بیان کردند شاخص‌های MP، HARM، STI، WITI) و YI معیارهای مناسبی برای شناسایی لاین‌های امید بخش جو و ارقام اصلاح شده متحمل می‌باشد.

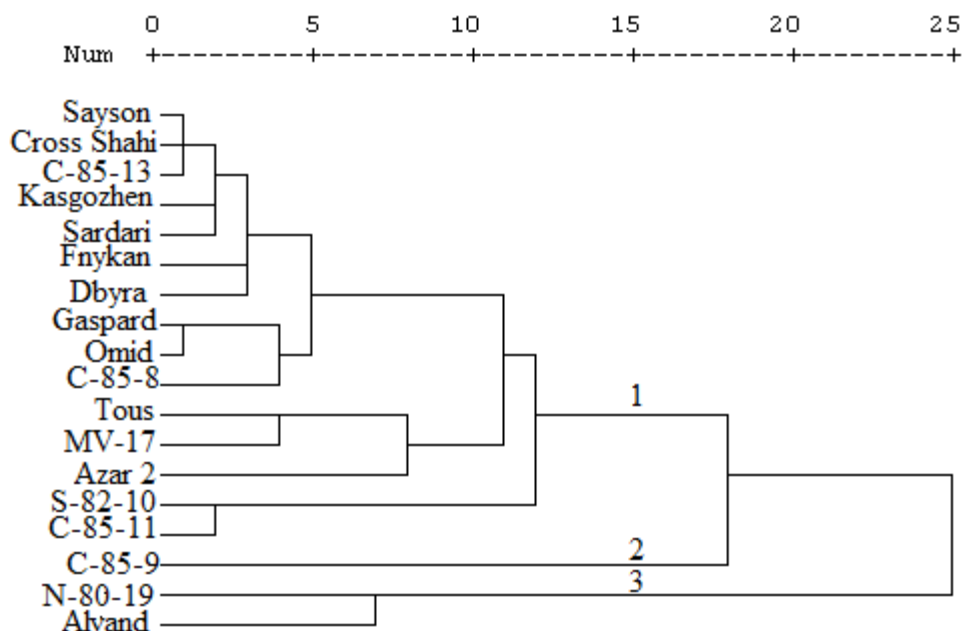
به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد و شاخص‌های محاسبه شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و ماتریس فاصله اقلیدسی استفاده شد (شکل ۳). در این تجزیه ژنوتیپ‌ها به چهار گروه تقسیم شدند که بین آن‌ها در تجزیه واریانس چند متغیره در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. ژنوتیپ‌های N-80-19 و الوند در گروه چهار قرار گرفتند که میانگین اکثر شاخص‌های تحمل و عملکرد در شرایط رقابت و عدم رقابت این گروه بیشتر از میانگین کل بود. می‌توان نتیجه گرفت این دو

#### جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های تحمل و رقابت

Table 4. Simple correlation coefficient between yields in stress, non-stress and weed tolerance indices

	Yp	Ys	Dw	WI	CI	WITI	AWC	TOL	MP	HARM	SSI
Yp	1										
Ys	0.90**	1									
Dw	0.28	0.26	1								
WI	0.44	0.03	0.06	1							
CI	0.24	0.37	-0.72**	-0.16	1						
WITI	0.96**	0.96**	0.37	0.24	0.23	1					
AWC	-0.44	-0.03	-0.06	-1.00**	0.16	-0.24	1				
TOL	0.79**	0.45	0.21	0.89**	-0.03	0.63**	-0.89**	1			
MP	0.98**	0.96**	0.28	0.28	0.30	0.99**	-0.28	0.66**	1		
HARM	0.92**	0.98**	0.28	0.22	0.31	0.99**	-0.22	0.62**	0.99**	1	
SSI	0.44	0.03	0.06	1.00**	-0.16	0.24	-1.00**	0.89**	0.28	0.22	1

\*\* significant at 1% level of probability



شکل ۳ - نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۸ ژنوتیپ گندم بر اساس شاخص‌های تحمل، رقابت و عملکرد در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز.

Table 3. Dendrograms of cluster analysis for 18 wheat genotypes based on tolerance and competitive indexes and yield in with and without presence of weed.

### نتیجه گیری کلی

انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش بهتر از سایر شاخص‌ها است. شاخص CI نیز با وزن خشک علف‌های هرز همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و شاخصی مناسب برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم بر اساس توانایی رقابت آن‌ها بود. نتایج بدست آمده از گروه‌بندی ارقام نشان داد که رقم‌های N-80-19 و الوند به عنوان بهترین ارقام از نظر عملکرد در دو محیط رقابت و عدم رقابت و شاخص‌های تحمل بودند. برعکس، رقم دبیرا و طوس کمترین تحمل به حضور علف‌های هرز را داشتند. ژنوتیپ C-85-9 بالاترین شاخص رقابت را داشت. بنابراین، چنانچه هدف حفظ عملکرد در شرایط رقابت باشد، ژنوتیپ‌های الوند و N-80-19 که توانایی تحمل بالایی دارند ارجح هستند. اما چنانچه بحث مدیریت علف‌های هرز در دراز مدت مطرح باشد، ژنوتیپ C-85-9 که شاخص رقابت بالاتری دارد، مناسب است.

نتایج این مطالعه نشان داد که اگرچه شاخص‌ها MP، TOL، AWC و SSI به تنهایی نمی‌توانند ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در گروه‌بندی چهارگانه فرناندز (Fernandez, 1992) متمایز نمایند، اما هر کدام از آنها تحمل یا حساسیت ژنوتیپ‌ها را در رقابت با علف‌های هرز نشان می‌دهد که می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی بهبود تحمل ژنوتیپ‌های گندم به علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرند. برعکس، شاخص‌های HARM و WITI ضمن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد در هر دو شرایط رقابت و بدون رقابت، مناسب‌ترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل گندم حضور علف‌های هرز بود. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص تحمل WITI برای تفکیک ژنوتیپ‌های گندم در گروه A و D مناسبتر از سایر شاخص‌های تحمل بود. فرناندز (Fernandez, 1992) نیز طی آزمایشی نشان داد که شاخص STI یا همان WITI برای

## منابع

- Abiri, R., Zebarjadi, A. R., Ghobadi, M., Kafashi, A. K. and Atabaki, N. 2012. Identification of barley promising and improved varieties of drought tolerant in Kermanshah. Iran. J. Crop Sci. 43: 175-188. (In Persian with English summary).
- Baghestani, M. A. and Zand, E. 2004. Study of competitive ability of winter wheat (*Triticum aestivum*) genotypes against weeds with attention to *Goldbachia laevigata* DC and *Avena ludoviciana* Dur in Karaj. J. Plant Pest and Disease. 72: 1-21. (In Persian with English summary)
- Bouslama, M. and Schapaugh, W. T. 1984. Stress tolerance in soybean. I. evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci.* 24: 933-937.
- Christensen, S. 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Res.* 35: 241-247.
- Farbodnia, A., Baghestani, M. A., Zand, E. and NurMohammadi. 2009. Evaluation of competitive ability of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) in contrast Fhrz against *Daphnia* (*Descurainia Sophia*). J. Plant Protect. 23: 74-81. (In Persian with English summary).
- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp. 257-270. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
- Fischer, R. A. and Maurer. R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivar. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
- Jabbari, H., Akbari, G. A., Daneshian, J., Alahdadi, I. and Shahbazian, N. 2008. Utilization ability of drought resistance in sunflower (*Heliantus annus* L.) hybrids. *EJCP.* 1: 1-17. (In Persian with English Summary).
- Jalalifar, S., Moosavi, S. S., Abdollahi, M. R., Chaichi, M. and Mazaherylaghab, H. 2012. Evaluation of tolerance to drought stress in some bread wheat cultivars using old and new indices. *Plant Produc. Techno.* 12: 15-26. (In Persian with English summary).
- Jordan, N. 1993. Prospects for weed control through weed suppression. *Ecol. Appli.* 3:84-91.
- Ledent, J. F. and Moss, D.N. 1979. Relation of morphological characters and shoot yield in wheat. *Crop Sci.*, 19: 445-451.
- Lemerle, D., Verbeek, B. and Coombes, N.E. 1996. Intraction between wheat (*Triticum aestivum* L.) and diclofop to reduce the cost of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) control. *Weed Sci.* 44: 634-639.
- Nemati, M., Asghari, A., Sofalian, O., Rasoulzadeh, A. and Mohammaddoust H. R. 2012. Effect of water stress on rapeseed cultivars using morpho-physiological traits and their relations with ISSR markers. *J. Plant Physio. Bree.* 2: 55-66.
- Quarrie, S. A., Stojanovic, J. and Pekic, S. 1999. Improving drought tolerance in small-grain cereals: A case study, progress and prospects. *Plant Growth Regul.* 29: 1-21.
- Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regul.* 20: 157-166.
- Rosielle, A. I. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Sci.* 21: 943-946.
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Res.* 98: 222-229.
- Zand, E., Koochaki, A., Rahimiyan Mashadi, H., Deihimfard, R., Soofizadeh, S. and Nassiri Mahallati, M. 2004. Studies on some eco-physiological traits associated whit competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana*). *Iran. J. Crop Res.* 1: 1-17. (In Persian with English summary)

## Evaluation of Weed Tolerance and Competition Indices of 18 Wheat Genotypes

Hamidreza Mohammaddoust Chamanabad, Mahpare Bakhshi, Ali Asghari and Shiva Mohammad Nia

Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

### Abstract

Choosing varieties with high weed competitiveness is important in integrated weed management (IWM). This experiment was carried out in order to study weed tolerance and competition indices of 18 wheat genotypes under natural weed interference or without interference at the research field of agricultural faculty, University of Mohaghegh Ardabili, during 2010-2011 growing season. Significant differences were found in the indexes of wheat genotypes. Stress tolerance index of genotypes was between 110.3 to 915.0 kg ha<sup>-1</sup>. More tolerance indices such as Mean Productivity, Harmonic index and Weed Interference Tolerance Index were higher for N-80-19 and Alvand genotypes and lower for Dabira and Toos than others. Among the tolerance indices, weed interference tolerance index (WITI) and ability of weed competition (AWC) were more efficient to classify wheat genotypes to weed tolerance. Alvand and C-85-9 genotypes had the highest competitive index (CI). This finding can be used for non-chemical weed management programs.

**Key words:** Competitive ability, non-chemical weed management, wheat cultivar