Iranian Journal of Weed Science
Vol 15, No 2, 2019 (43-54)
DOI: 10.22092/IJWS.2019.1502.04

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۸ (ص ۵۴-۴۳)

اثر تراکم بوته ارقام گندم بهاره *(Triticum aestivum and T.durum)* بر رقابت با علف‌هرز پنیرک *(Malva rotundifolia)* در شرایط محیطی بوشهر

عادل مدحج[1*]، مجتبی سالم نژاد[2]

۱- دانشیار گروه شناسایی و مبارزه با علفهای هرز، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- دانشجوی سابق زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

(تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۵/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۲/۱۵)

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر قدرت رقابت ارقام گندم و علف هرز پنیرک (*Malva rotundifolia*) در شرایط محیطی استان بوشهر، تحقیقی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و در دو آزمایش مجزا (رقابت و عدم رقابت با علف‌هرز)، هر یک بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل چهار رقم گندم (چمران، یاواروس، کوهدشت و زاگرس) و چهار تراکم بوته گندم بودند. هر کرت فرعی به صورت فرضی، به دو بخش مساوی عاری از علف هرز و با علف هرز تقسیم شد. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بوته گندم، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع به طور معنی‌داری افزایش یافت. در شرایط بدون رقابت، بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه، به ترتیب به رقم چمران (۳۷۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار) و زاگرس (۳۰۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. در شرایط رقابت با پنیرک، بیشترین میانگین عملکرد دانه در رقم یاواروس مشاهده شد که با چمران تفاوت معنی‌داری نداشت. یاواروس دارای بیشترین شاخص رقابت با پنیرک (AWC) بود. افزایش تراکم تا ۵۰۰ بوته، باعث افزایش توان رقابت گندم شد، به‌طوری‌که کاهش میانگین عملکرد دانه ارقام گندم در رقابت با پنیرک در تراکم‌های ۳۵۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع، به ترتیب ۱۸ و ۸/۵ درصد بود. تفاوت زیست توده علف‌هرز پنیرک در میان ارقام و تراکم بوته گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین زیست توده پنیرک، به ترتیب در رقابت با ارقام زاگرس و یاواروس مشاهده شد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که توان ارقام گندم در پایداری عملکرد و رقابت با پنیرک متفاوت است و با افزایش تراکم تا ۵۰۰ بوته در مترمربع، قدرت رقابت ارقام گندم با پنیرک را افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: ارتفاع بوته، شاخص رقابت، علف‌هرز، گندم.

Effect of crop density on spring wheat cultivars (*Triticum aestivum and T. durum*) competition with mallow (*Malva rotundifolia*) under Bushehr conditions

Adel Modhej[1*], Mojtaba Salemnejad[2]

1. Associate Professor, Dep. of Weed Science, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran, 2. Dep. of Agronomy, Ahvaz Branch of Islamic Azad University.

(Received: August 6, 2018- Accepted: May 5, 2019)

ABSTRACT

The effects of crop seed densities on mallow weed (*Malva rotundifolia*) suppression and grain yield of wheat cultivars was investigated at two separate (weedy and weed free conditions) factorial experiments with randomized complete block design with four replications. Four spring wheat cultivars (Atila 5, Yavaros, Zagros and Koohdasht) were sown at four densities. Mallow weed was sown at constant density of 10 m^{-2}. Increasing wheat density significantly increased the grain yield, kernel per spike, spike number per m^{-2} and plant height. Under weed free conditions, the highest and the lowest grain yield belonged to Atila5 (3721.7 kg ha^{-1}) and Zagros (3040.3 kg ha^{-1}) cultivars, respectively. Yavaros cultivar had the highest ability to withstand competition (AWC) and competition index (CI). Increasing wheat density up to 500 plant m^{-2} reduced 8.5% of grain yield in competition with mallow compared to 18% in 350 plant m^{-2}. Individual weed biomass was differed among wheat cultivars and crop densities. Mallow had higher and lower biomass when compete with Yavaros and Zagros cultivars, respectively. In general, the results showed that the wheat cultivars were different in yield stability and competition with the mallow and increasing the crop density up to 500 plants m^{-2}, increased the competitiveness of wheat cultivars with mallow.

Key words: Competition indices, stem height, wheat, weed

* Corresponding author E-mail: Adelmodhej2006@yahoo.com

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.)، مهم‌ترین گیاه تامین کننده غذای مورد نیاز انسان است (Siadat *et al*., 2013). افزایش عملکرد این گیاه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و علف‌های هرز، از جمله مهم‌ترین عوامل زیستی کاهش دهنده عملکرد این گیاه زراعی، به ویژه در شرایط عدم مصرف علف‌کش محسوب می‌شوند (Powles *et al*., 1997). گونه‌های مختلفی از علف‌های هرز در مزارع گندم رشد می‌کنند که برخی از آن‌ها مانند خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)، در مناطق جنوبی و جنوب غرب ایران غالبند و خسارت جدی ایجاد می‌کنند. پنیرک، علف‌هرزی است که عمدتا در باغ‌ها و فضای سبز رشد می‌کند اما در سال‌های اخیر، این علف‌هرز در مزارع گندم، توسعه یافته و خسارت‌زا شده است (Modhej & Jafarizadeh, 2012). در تحقیقی در شرایط محیطی شوشتر، کاهش ۲۷ درصدی عملکرد دانه گندم در رقابت با ۲۰ بوته پنیرک در متر مربع گزارش شده است (Modhej & Jafarizadeh, 2012).

افزایش توان رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز و کاشت ارقام رقیب، یکی از تدابیر مهم مدیریت علف‌های هرز در نظام‌های پایدار به شمار می‌رود (Baghestani *et al*., 2006; Moradi Telavat *et al*., 2009). ارقام گندم، با داشتن ویژگی‌های مرفولوژیکی و فنولوژیکی مختلف، دارای قدرت رقابت متفاوتی با علف‌های هرز هستند (Callaway & Forcella, 1993). سرعت بالای جوانه‌زنی و سبزشدن، سطح برگ بالا، سایه انداز انبوه، ارتفاع ساقه، ریشه توسعه یافته و توان بیشتر در جذب آب و مواد غذایی، از ویژگی‌های گونه‌های زراعی رقیب با علف‌های‌هرز به شمار می‌روند (Korres & Froud-Williams, 2002; O Donovan *et al*, 2000). همچنین گزارش شده است که ارقام گندمی که دارای توانایی بیشتری در تولید پنجه و بستن سایه‌انداز گیاهی هستند، قدرت رقابت بیشتری با علف‌های هرز دارند (Baghestani *et al* , 2006; Grundy & Froud-Williams, 1993). مطالعه واکنش رقابت ۲۹ ژنوتیپ جو با یولاف وحشی نشان داد که ژنوتیپ‌های پابلند که دارای ارتفاع بوته و تعداد پنجه بیشتری در شرایط تداخل علف‌های هرز بودند، عملکرد دانه بیشتری در این شرایط داشتند(Watson *et al*., 2002).

تراکم بوته و ساختار سایه‌انداز گیاه زراعی، بر میزان رقابت با علف‌هرز موثر است و به عنوان یک روش زراعی برای کاهش خسارت علف‌هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Baghestani *et al*., 2006; Doll, 1997; Olsen *et al*., 2006; Petraitis, 2001). برخی تحقیقات نشان می‌دهند که در شرایط رقابت با علف‌هرز، افزایش تراکم بوته گیاه زراعی، باعث افزایش توان رقابت آن می‌شود (Auškalnis & Auškalnienė, 2007; Olsen *et al*., 2006; Weiner *et al*., 2001). تراکم بالا موجب افزایش سایه‌انداز گیاه زراعی می‌شود که شرایط را برای رقابت علف‌هرز دشوار می‌کند و دسترسی آن را به منابع کاهش می‌دهد (Olsen *et al*., 2006). وینیر و همکاران (Weiner *et al*., 2001) نتیجه گرفتند که افزایش تراکم بوته ارقام گندم و کاهش فاصله بین خطوط کاشت، باعث کاهش ٦٠ درصدی زیست توده علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه گندم شد. از سوی دیگر، ممکن است افزایش بیش از حد تراکم گیاه زراعی، موجب افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای شود و خسارت بیشتر عملکرد را به دنبال داشته باشد. پنیرک، دارای توانایی تغییر عادت رشد،

از حالت بوته‌ای به ایستاده است و از این طریق، با سایه‌انداز متراکم سازگار می‌شود (Modhej & Jafarizadeh, 2012). با وجود توسعه پنیرک در مزارع مناطق جنوب کشور، تحقیقات محدودی در خصوص رقابت با گندم و امکان کاهش خسارت این علف‌هرز، از طریق کشت ارقام رقیب و اثر تراکم بوته، انجام شده است. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی اثر تراکم بوته بر میزان رقابت ارقام گندم با علف‌هرز پنیرک به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر رقابت ارقام گندم و علف هرز پنیرک (*Malva rotundifolia*) در شرایط محیطی استان بوشهر، این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و در مزرعه ای با ارتفاع ۶۰ متر از سطح دریا، طول ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۶۵ دقیقه شرقی اجرا شد. محل انجام آزمایش، دارای اقلیم نیمه‌گرمسیری با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم است. بافت خاک محل آزمایش، لومی رسی، دارای مواد آلی کمتر از یک درصد و اسیدیته ۷/۲ بود. سایر ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. این تحقیق در دو آزمایش جداگانه (رقابت و عدم رقابت با علف‌هرز پنیرک)، هر یک بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورها شامل چهار رقم گندم چمران، یاواروس، کوهدشت و زاگرس و چهار تراکم ۳۵۰، ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ بوته گندم در مترمربع بودند. ارقام گندم مورد مطالعه، دارای ویژگی‌های متفاوت فنولوژیکی و مورفولوژیکی و متداول جهت کشت در منطقه بودند. هر کرت فرعی به صورت فرضی، به دو بخش مساوی عاری از علف هرز و با علف هرز تقسیم شد. پنیرک با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع، در یک سمت کرت کاشته شد (Modhej & Jafarizadeh, 2012). سایر علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد گندم و به طور پیوسته، به صورت دستی کنترل شدند. ارقام گندم بهاره مورد مطالعه در این آزمایش، به شرایط محیطی گرمسیر و نیمه گرمسیر، با گرمای پایان فصل تحمل داشتند و برای کشت در منطقه بوشهر، توصیه شده‌اند (جدول ۲).

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil physiochemical characteristics of the experimental field

Depth (cm)	EC ($ds.m^{-1}$)	pH	(SP)	P (ppm)	K (ppm)	N (ppm)
0-30	4.2	7.2	37	2.1	150	0.011

عملیات تهیه زمین شامل استفاده از گاوآهن، دو دیسک عمود بر هم و ماله بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۲۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار، قبل از کشت و به صورت پایه مصرف شد.

جدول ۲-ویژگی ارقام گندم مورد مطالعه

Table 2. Wheat cultivars characteristics

Growth duration (day)	Origin	Cultivar type	Cultivar name
180-200	CIMMYT	Bread	Atila 5
180-200	CIMMYT	Durum	Yavaros
175-195	CIMMYT-ICARDA	Bread	Koohdasht
170-190	ICARDA	Bread	Zagros

کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و از منبع نیترات آمونیوم مورد استفاده قرار گرفت. نیمی از کود نیتروژن، قبل از کاشت و نیم دیگر، در ابتدای مرحله ساقه رفتن گندم (زادوکس ۳۰,۱) در مزرعه توزیع شد. گندم در اواسط آبان ماه و به صورت خطی کشت شد. ابعاد هر کرت، حدود ۱۳ مترمربع بود که در آن، هشت خط کاشت هشت متری با فاصله ۲۰ سانتی‌متری بین خطوط کاشت در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت غرقابی و بر اساس شرایط نرمال در هنگام نیاز گیاه زراعی انجام شد. در طول دوره رشد، از علف‌کش یا حشره‌کش استفاده نشد.

برای اندازه‌گیری زیست توده و تعداد برگ در بوته، نمونه‌برداری از پنیرک درمرحله گرده‌افشانی گندم و با استفاده از کوادراتی به مساحت ۰/۲۵ مترمربع (۵۰×۵۰ سانتیمتر)، به‌صورت تصادفی انجام شد. بوته‌های پنیرک به مدت ٤٨ ساعت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد، در آون خشک شدند و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. برداشت، در مرحله رسیدگی کامل و در ۱۸ اردیبهشت ماه، به طور همزمان برای ارقام مختلف انجام شد. جهت تعیین عملکرد دانه گندم و صفات وابسته به آن، پس از حذف حاشیه‌های بالا و پایین خطوط کشت، بوته‌های گندم، از دو خط سه متری، معادل۱/۲ مترمربع وسط کرت فرعی برداشت شدند و در آون مدل UF450/UN450 کمپانی ممرت آلمان خشک و سپس توزین شدند. صفات مورد اندازه‌گیری گندم شامل عملکرد و اجزای عملکرد دانه مانند تعداد سنبله در مترمربع، دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. وزن ۱۰۰۰ دانه، از طریق شمارش و توزین چهار نمونه ۲۵۰ بذری محاسبه شد. صفت ارتفاع بوته نیز اندازه‌گیری شد. شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز (AWC[1]) با استفاده از معادله ۱ ارزیابی شد (Watson *et al.*, 2002).

$$AWC = 100\ (Y_{WP}/Y_{WFP}) \quad \text{معادله ۱}$$

که در این معادله، YWPو YWFP به ترتیب عملکرد دانه در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌هرز هستند.

شاخص رقابت ارقام گندم با علف‌هرز پنیرک (CI[2])، با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (Wall, 1994):

$$CI=[(GY_i)/(GY)]/(TDM_{wi})/(TDM_w)] \quad \text{معادله ۲}$$

که در این معادله، GY و GYi به ترتیب میانگین عملکرد دانه همه ارقام در شرایط رقابت و میانگین عملکرد رقم در شرایط رقابت و TDM_{wi} و TDM_w به ترتیب وزن خشک علف‌های هرز در یک رقم خاص و میانگین وزن خشک علف‌هرز در تمام ارقام می‌باشند. آنالیز واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار Mstat-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد دانه گندم

نتایج نشان داد که در هر دو شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌هرز، اثر تراکم بوته و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر برهمکنش تیمارها بر این صفات معنی‌دار نشد (جداول ۳ و ٤). میانگین تعداد دانه در سنبله در شرایط رقابت، ۸/۲ درصد نسبت به شرایط بدون رقابت کاهش یافت (جدول ۵). ارقام گندم زاگرس و یاواروس، از بیشترین تعداد دانه در سنبله

[1]Ability to withstand competition
[2]Competition index

برخوردار بودند و کمترین درصد کاهش تعداد دانه در شرایط رقابت را به خود اختصاص دادند. با افزایش تراکم بوته گندم، شیب تغییرات تعداد دانه در سنبله در شرایط رقابت با پنیرک نسبت به شاهد بدون رقابت کاهش یافت.

جدول۳- تجزیه واریانس اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و ارتفاع بوته ارقام گندم در شرایط بدون رقابت با علف‌هرز

Table3. Analysis of variance of the effect of planting density on grain yield, yield components and stem height of wheat cultivars at weed-free conditions

S.O.V	df.	Means of square				
		Kernel per spike	spike No. per m^2	TKW	Grain yield	Plant height
Block	3	4.5ns	257.3ns	0.99ns	40124.2ns	14.3ns
Cultivars (C)	3	574.4**	1590.8**	38.6**	1923166.4**	98.9**
Density (D)	3	63.4**	1796.0**	282.1**	1689898.1**	134.7**
C*D	9	19.7ns	526.5ns	18.1ns	215589.8ns	77.7**
Error	45	6.7	161.9	5.6	47845.5	13.1
C.V. (%)		8.5	6.1	6.4	6.3	5.5

n.s، * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند.

ns, * and**: indicate non insignificant and significant differences at the *P*=0.05 and 0.01 level respectively.

جدول٤- تجزیه واریانس اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و ارتفاع بوته ارقام گندم در شرایط رقابت با علف‌هرز

Table4. Analysis of variance of the effect of plant density on grain yield, yield components and stem height of wheat cultivars at weedy conditions

S.O.V	df.	Means of square				
		Kernel per spike	spike No. per m^2	TKW	Grain yield	Plant height
Block	3	715.8**	4370.9**	34.0**	3300330.3**	167.0**
Cultivars (C)	3	136.6**	2954.6**	90.32**	251380.8**	168.6**
Density (D)	3	88.85**	166.0**	11.0**	152698.4**	81.2**
C*D	9	60.3ns	150.5ns	16.2ns	130546.2ns	95.3**
Error	45	10.7	79.6	5.9	98740.3	18.2
C.V. (%)		11.5	5.3	7.3	10.3	6.0

s، * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند.

ns, * and**: indicate non insignificant and significant differences at the *P*=0.05 and 0.01 level respectively.

میانگین تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط رقابت، ۱۱/۷ درصد نسبت به شاهد بدون رقابت کاهش داشت. رقم چمران، از تعداد سنبله در واحد سطح بیشتری نسبت به سایر ارقام در هر دو شرایط برخوردار بود (جدول ۵). کمترین درصد کاهش این صفت در شرایط رقابت نسبت به شاهد، در رقم یاواروس مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع، اثر منفی رقابت علف‌هرز بر تعداد سنبله در واحد سطح کاهش یافت. نیکنام حقیقی و همکاران (Niknam Haghighi *et al*., 2013) نتیجه گرفتند که با افزودن تراکم بذر گندم، گیاه قادر خواهد بود تا کاهش تعداد سنبله در مترمربع ناشی از تداخل علف‌هرز را جبران نماید. رقابت با پنیرک، میانگین وزن هزار دانه ارقام گندم را ۱۰/٤ درصد کاهش داد. رقم گندم دوروم یاواروس، از وزن دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود؛ اگرچه بیشترین شیب کاهش وزن دانه در شرایط رقابت نیز در همین رقم مشاهده شد. افزایش تراکم، کاهش وزن دانه را به دنبال داشت اما شیب کاهش وزن دانه در شرایط رقابت با پنیرک، در تراکم ۵۰۰ بوته در متر

مربع نسبت به سایر تراکم‌ها کمتر بود (جدول ۵). نیکنام حقیقی و همکاران (Niknam Haghighi *et al.*, 2013) گزارش دادند که تداخل علف هرز، موجب کاهش ۱۹ درصدی وزن هزار دانه ارقام گندم شد. در این تحقیق، افزایش میزان بذر مصرفی، خسارت علف‌هرز به وزن هزار دانه را کاهش داد.

جدول ۵-مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور در مترمربع و وزن هزار دانه در شرایط بدون رقابت و رقابت با علف‌هرز پنیرک

Table 5. Mean comparison of kernel number, fertile tiller per m^{-1} area and 1000-kernel weight (TKW) under weed-free and weed infected conditions

Treatments	Kernel per spike			spike No. per m^2			TKW(g)		
	Weedy	Weed-free	R (%)	Weedy	Weed-free	R (%)	Weedy	Weed-free	R (%)
Cultivars									
Koohdasht	21b	24b	12.0	334c	400b	16.5	34a	37a	8.0
Atila5	24b	27b	11.0	406a	446a	8.9	31c	35b	8.8
Zagros	34a	36a	5.5	336b	408b	17.6	32bc	36b	8.5
Yavaros	33a	35a	5.7	394a	412b	4.3	34a	38a	13.0
Density (plant m^{-2})									
350	25c	28b	10.7	352c	390c	10.0	35a	41a	14.0
400	27b	29b	7.0	356c	410b	13.0	34a	38b	10.0
450	28b	31a	9.6	384b	426a	9.8	32b	35c	8.5
500	31a	32a	3.1	408a	440a	7.2	29c	31d	6.4

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند. R: نشان دهنده میزان کاهش، نسبت به شرایط بدون رقابت است.

In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% of probability level. R: trait reduction under weedy compared to weed-free conditions.

عملکرد دانه

رقابت با علف‌هرز پنیرک، باعث کاهش معنی‌دار میانگین عملکرد دانه ارقام گندم شد (جدول ٦). میانگین عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط رقابت با پنیرک، حدود ۱۰/۷ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در شرایط رقابت، به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله (۸/۵ درصد)، تعداد سنبله در متر مربع (۱۱/۸ درصد) و وزن هزار دانه (۵۹/ درصد) بود (جدول ٦). نتایج یک تحقیق نشان داد که رقابت ۲۰ بوته پنیرک در مترمربع با ارقام گندم، عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع را به ترتیب ۲۷ و ۱۵ درصد کاهش داد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Modhej & Jafarizadeh, 2012).

جدول ٦- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط رقابت و عاری از علف‌هرز، شاخص تحمل رقابت (AWC) و شاخص رقابت (CI) در ارقام و تراکم‌های مختلف

Table 6. Mean comparison of the wheat grain yield under weedy and weed-free conditions, ability to withstand competition (AWC) and competition index (CI) at different wheat cultivars and plant density

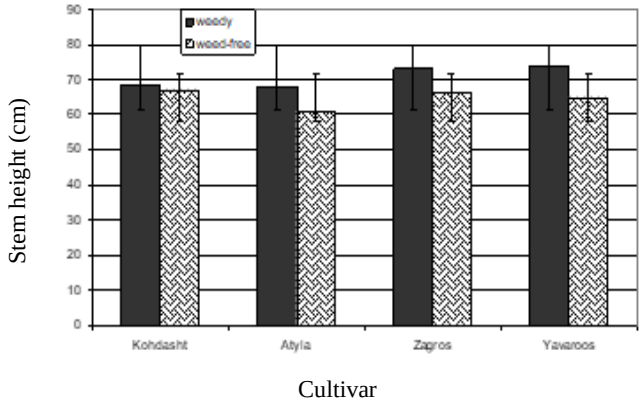
Treatments	Grain yield (g m^{-2})		Competition indices	
	Weedy	Weed-free	AWC (%)	CI
Cultivars				
Koohdasht	2660b	3268b	81	1.20
Atila5	3374a	3721a	90	1.23
Zagros	2649b	3040b	87	0.54
Yavaros	3498a	3551a	98	1.47
Density (plant m^{-2})				
350	2621c	3163c	82	0.71
400	2850c	3204c	88	0.91
450	3192b	3569b	89	1.11
500	3517a	3844a	91	1.40

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with same letters are not significantly different at 5% of probability.

نتایج نشان داد که واکنش عملکرد دانه ارقام گندم به رقابت با پنیرک متفاوت بود (جدول ٦). درصد خسارت عملکرد دانه ارقام مورد مطالعه، بین دو تا ۱۸ درصد، ارزیابی شد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون رقابت، به ترتیب به ارقام چمران (آتیلا۵) و زاگرس اختصاص داشت. کمترین شیب تغییرات کاهش عملکرد دانه در شرایط رقابت نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز، در رقم یاواروس مشاهده شد. بیشترین درصد کاهش عملکرد دانه (۱۸ درصد)، در رقم کوهدشت بود. بیشترین و کمترین شاخص تحمل رقابت (AWC)، به ترتیب به ارقام یاواروس (۹۸ درصد) و زاگرس (۸۷ درصد) اختصاص یافت (جدول ٦). شاخص رقابت (CI) برای این دو رقم، به ترتیب ۱/٤۷ و ۰/٥٤ بود.

رقم زاگرس، از عملکرد دانه پایین در هر دو شرایط رقابت و عدم رقابت برخوردار بود. اگرچه رقم کوهدشت در شرایط عدم رقابت، عملکرد پایینی داشت اما در شرایط رقابت، دارای شاخص CI نسبتاً بالایی بود (جدول ٦). ارقامی نظیر یاواروس و چمران که از شاخص تحمل رقابت و شاخص رقابت بیشتری برخوردار بودند، عملکرد بالاتری در شرایط رقابت با پنیرک داشتند. همبستگی این دو شاخص با عملکرد دانه در شرایط رقابت، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). واتسون و همکاران (۲۵) نتیجه گرفتند که دو شاخص AWC و شاخص رقابت، با یکدیگر و عملکرد دانه، دارای همبستگی مثبت بودند. این پژوهشگران، شاخص رقابت (CI) را در ارزیابی ارقام رقیب، مهم‌تر از AWC ارزیابی کردند. به نظر می‌رسد که ارتفاع ساقه بلندتر در رقم یاواروس، ممکن است یکی از دلایل توان رقابت آن با پنیرک باشد (شکل۱)؛ اگرچه همبستگی مثبتی بین شاخص رقابت و ارتفاع ساقه در این تحقیق مشاهده نشد (جدول ۷). واتسون و همکاران (Watson *et al*., 2002) با مطالعه واکنش رقابت ۲۹ ژنوتیپ جو با یولاف وحشی گزارش دادند که ژنوتیپ‌های پابلند، دارای قدرت رقابت بیشتری بودند. از سوی دیگر، رقم چمران به عنوان یک ژنوتیپ پرپتانسیل از نظر تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه در مناطق نیمه‌گرمسیری شناخته می‌شود (Modhej *et al*., 2008). همبستگی تعداد سنبله یا پنجه بارور در واحد سطح با دو شاخص رقابت و تحمل رقابت، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). نتایج سایر تحقیقات نشان می‌دهد که در شرایط تداخل با علف‌های هرز، ارقام گندمی که دارای پنجه و ارتفاع بوته بیشتری بودند، قدرت رقابت بیشتری داشتند (Baghestani *et al*., 2006; Grundy & Froud-Williams, 1993).



شکل۱- میانگین ارتفاع ساقه ارقام گندم در شرایط بدون رقابت و رقابت با پنیرک

Figure 1. Mean stem height of wheat cultivars under weedy and weed-free conditions

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه، ارتفاع بوته و شاخص‌های رقابت در شرایط رقابت با پنیرک

Table 7. Correlation coefficients between grain yield and wheat height with competition indices under weedy conditions

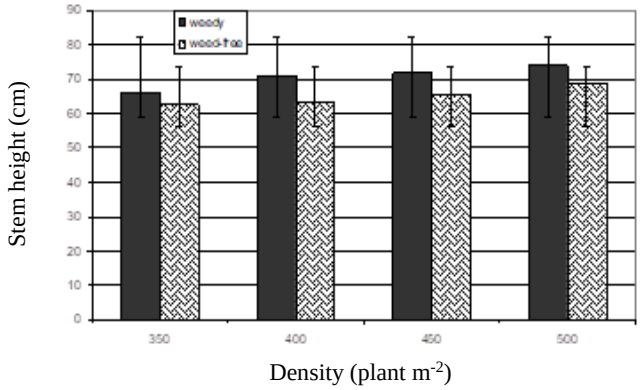
	Plant height	Grain yield	AWC	CI
Grain yield	0.13^{ns}			
AWC	0.61^{*}	0.85^{**}		
CI	-0.17^{ns}	0.72^{*}	0.44^{ns}	
Spike m^{-2}	-0.04^{ns}	0.97^{**}	0.75^{*}	0.64^{*}

n.s، * و **: به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار وتفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد هستند.

ns, * and**: indicate non insignificant and significant differences at the P=0.05 and 0.01 level, respectively.

همچنین گزارش شده است که ارقامی کـه در شـرایط رقابت، سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن، ارتفاع سـاقه و توان پنجه‌زنی بیشتری دارند، نسبت به سایر ارقـام، از توان رقابت بالاتری با علف‌هرز برخوردارند (Didon & Bostrom , 2003; Korres & Froud-Williams, 2002; O Donovan *et al*., 2000). بر اساس گـزارش تاناکـاو همکـاران (Tanaka *et al*., 1966)، پتانسـیل عملکرد دانه به تنهـایی در شـرایط رقابـت، نبایـد بـه عنوان یک شاخص در نظر گرفتـه شـود زیـرا ارتفـاع بوته و تعداد پنجه نیز بر این صفت و توان رقابـت بـا علف‌های هرز موثر است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد کاهش عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط رقابت در مقایسه با کرت عاری از پنیرک، در تراکم‌های ۳۵۰، ٤۰۰، ٤۵۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع، به ترتیب ۱۸، ۱۲، ۱۱ و نه درصد بود (جدول ٦). افزایش تراکم بوته گندم، باعث افزایش فشار به علف‌هرز و کاهش قدرت رقابت آن با گیاه زراعی شد. در برخی دیگر از تحقیقات، اثر مثبت افزایش تراکم بوته بر توان رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز گزارش شده است (Olsen *et al*., 2006; Weiner *et al*., 2001). پیشنهاد شده است که در شرایط تداخل علف‌هرز، تراکم گندم باید بیشتر از تراکم پیشنهادی در شرایط عاری از علف‌هرز باشد و این افزایش تراکم، باعث بسته شدن سایه‌انداز گیاهی و محدودیت دسترسی به منابع محیطی برای علف‌هرز می‌شود (Blackshaw *et al*., 2000). در مقابل، تراکم کم بوته، شرایط مناسب را برای جذب منابع به ویژه مواد غذایی توسط علف‌هرز فراهم می‌کند و کاهش رشد گیاه زراعی را به دنبال دارد (Hakansson, 1997; Lemerle *et al*., 2001). در این تحقیق، افزایش تراکم بوته، شیب تغییرات کاهش تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله را نسبت به شرایط بدون رقابت کاهش داد (جدول ۵). افزایش تراکم، باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح به عنوان جزء موثر در عملکرد دانه شد (جدول ۵). از سوی دیگر، افزایش تراکم بوته، موجب افزایش میانگین ارتفاع بوته گندم، به عنوان یکی از ویژگی‌های موثر در رقابت با علف‌هرز شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که اثر برهمکنش رقم و تراکم بر شاخص تحمل رقابت (AWC)، معنی‌دار بود و بیشترین میزان این شاخص، در رقم چمران با تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۸). کمترین توان رقابت، در ارقام زاگرس و کوهدشت و تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع بود. اودونوان و همکاران (O Donovan *et al*., 2000) گزارش دادند که استفاده از ارقام رقیب با تراکم بالا در گیاه کلزا، باعث افزایش قدرت رقابت و کاهش نیاز به مصرف علف‌کش‌ها شد.



شکل۲- اثر تراکم بوته بر میانگین ارتفاع ساقه ارقام گندم در شرایط بدون رقابت و رقابت با پنیرک

Figure 2. Effect of plant density on mean stem height of wheat cultivars under weedy and weed-free conditions

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تراکم بوته بر شاخص AWC

Table8. Mean comparison of the wheat cultivars and densities on AWC index

Cultivars	Density (plant m^{-2})			
	350	400	450	500
Koohdasht	74d	79c	82c	79c
Atila5	89b	90ab	91ab	99a
Zagros	73d	85bc	93ab	95a
Yavaros	92ab	96a	97a	97a

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% of probability level.

زیست توده و تعداد برگ در بوته پنیرک

نتایج جدول ۹ نشان داد که افزایش تراکم بوته در واحد سطح، باعث کاهش معنی‌دار زیست توده هر بوته پنیرک شد. پنیرک، دارای دو عادت رشد خوابیده و ایستاده است که این گیاه را تا حدودی به سایه‌انداز بسته و متراکم سازگار می‌کند (Modhej & Jafarizadeh, 2012). به هر حال، نتایج این نشان دهنده محدودیت رشد پنیرک در تراکم‌های بالای گندم بود. به طور میانگین، زیست توده هر بوته پنیرک به ازای هر بوته افزایش تراکم از ۳۵۰ به ۵۰۰ بوته در مترمربع، ۵/۵ میلی‌گرم کاهش یافت. رابطه منفی میان تراکم بوته گیاه زراعی و زیست توده علف‌هرز در تحقیقات مختلف گزارش شده است (Auškalnis & Auškalnienė, 2007; Olsen *et al*., 2006). نتایج یک تحقیق نشان داد که با افزایش تراکم گندم از ۳۰۰ به ۷۰۰ بوته در متر مربع، زیست توده علف‌های‌هرز، از ٦٢/٤ به ٦/٤ گرم در متر مربع کاهش یافت (Auskalniene & Auskalnis, 2008). در تحقیق دیگر مشخص شد که افزایش تراکم بوته گندم، باعث کاهش زیست توده علف‌هرز سلمه تره (*Chenopodium album*) شد (Colquhoun *et al*., 2001). اولسن و همکاران (Olsen *et al*., 2006) نیز نتیجه گرفتند که در تیمارهای مختلف تراکم بوته گندم، همبستگی عملکرد دانه گیاه زراعی و زیست توده علف‌های‌هرز منفی و معنی‌دار بود و افزایش تراکم، زیست توده علف‌های هرز را کاهش داد.

پنیرک در تراکم‌های پایین، از تعداد برگ بیشتری برخوردار بود (جدول ۹). اگرچه تعداد برگ، عمدتاً یک ویژگی ژنتیکی است اما به طور معنی‌دار، تحت اثر رقابت با گندم قرار گرفت. بنابراین، در تراکم‌های بالای گندم، پنیرک از تعداد برگ یا منبع فیزیولوژیکی ضعیف‌تری برخوردار بود (جدول ۹).

جدول ۹- مقایسه میانگین زیست توده و تعداد برگ پنیرک در رقابت با ارقام گندم و تراکم‌های متفاوت بوته

Table 9. Mean comparison of mallow weed dry weight and leaf number in different wheat cultivars densities

Treatments	dry weight (g plant^{-1})	Leaf per mallow plant
Cultivars		
Koohdasht	1.50c	8.3a
Atila5	1.95b	8.0a
Zagros	3.49a	7.1b
Yavaros	1.38c	6.4c
Density (plant m^{-2})		
350	2.59a	8.5a
400	2.20b	7.6b
450	2.05c	7.0bc
500	1.77d	6.7c

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at 5% of probability level.

زیست توده و تعداد برگ پنیرک در رقابت با ارقام گندم متفاوت بود (جدول ۹). این واکنش، به دلیل قدرت رقابت متفاوت ارقام گندم با علف‌هرز است. بیشترین و کمترین زیست توده پنیرک، به ترتیب در زاگرس و یاواروس مشاهده شد. زاگرس از شاخص رقابت و شاخص تحمل رقابت پایینی نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که این رقم، پتانسیل عملکرد بالایی در شرایط تداخل نداشت و از سوی دیگر، قادر به فشار بر علف‌هرز و رقابت برای دریافت منابع نبود. از جهت دیگر، رقم یاواروس، شرایط رشد پنیرک را با محدودیت مواجه کرد و از تعداد برگ در بوته و زیست توده آن کاست. به همین دلیل، این رقم از شاخص CI و AWC بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود (جدول ٦).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از نظر توان رقابت با پنیرک، تفاوت معنی‌دار وجود داشت. ارقام گندم از نظر توان رقابت با پنیرک و از سوی دیگر پایداری عملکرد بالا در شرایط رقابت، واکنش متفاوتی نشان دادند. ارقامی نظیر یاواروس و چمران که دارای شاخصAWC بالاتری بودند، در شرایط رقابت، عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام داشتند. رقم یاواروس، از ارتفاع بوته و رقم چمران، از تعداد پنجه بارور بیشتری در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بود. به نظر می‌رسد که این ویژگی‌ها، توان رقابت با علف‌هرز را افزایش داده است. افزایش تراکم بوته از ۳۵۰ به ۵۰۰ بوته در متر مربع، موجب افزایش عملکرد ارقام گندم در شرایط رقابت شد. میزان خسارت عملکرد دانه نیز در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع، به‌طور معنی‌داری نسبت به شرایط رقابت کاهش یافت. تراکم بیشتر و سایه‌انداز گیاهی متراکم، باعث کاهش توان رقابت پنیرک و در نتیجه، کاهش زیست توده تک بوته و تعداد برگ در بوته شد. به‌طورکلی، در این تحقیق مشخص شد که کشت ارقام رقیب نظیر یاواروس و پرپتاسیل از نظر عملکرد نظیر چمران، با تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع، باعث کاهش توان رقابت پنیرک و در نتیجه خسارت کمتر به عملکرد گیاه زراعی می‌شود؛ اگرچه تحقیقات بیشتر روی سایر ارقام گندم نیز قابل توصیه می‌باشد.

منابع

Auskalniene, O. and Auskalnis, A. 2008. The influence of spring wheat plant density on weed suppression and grain yield. Zemdirbyste-Agriculture. 95 (3): 5–12.

Auškalnis, A. and Auškalnienė, O. 2007. Sėjos laiko ir pasėlio tankumo įtaka javų piktžolėtumui. Augalųapsaugai Lietuvoje. 80: 241 – 246.

Baghestani M.A., Zand, E. and Soufizadeh, S. 2006. Iranian winter wheat (*Triticum aestivum* L.) interference with weeds: II. Growth analysis. Pakestan Journal of Weed Sci. Res. 12 (3): 131-144

Blackshaw, R.E., Semach, G.P. and O'Donovan, J.T. 2000. Utilization of wheat seed rate to manage redstem filaree (*Erodium cicutarium*) in a zero-till cropping system. Weed Technol. 14: 389–396.

Colquhoun, J., Stoltenberg, D.E., Binning, L.K. and Boerboom, C.M. 2001. Phenology of common lambsquarters growth parameters. Weed Sci. 49: 177–183

Didon, U.M.E. and Bostrom, U. 2003. Growth and development of six barley *(Hordeum vulgare* ssp. vulgare L.) cultivars in response to a model weed (*Sinapis alba* L.). J. Agron. Crop Sci. 189: 409–417.

Doll, H. 1997. The ability of barley to compete with weeds. Biological Agriculture and Horticulture. 14: 43–51

Grundy, A.C. and Froud-Williams, R.J. 1993. The use of cultivar, crop seed rate and nitrogen level for the suppression of weeds in winter wheat. Proceeding Brighton Crop Protection Conference-Weeds. British Crop Protection Council, Farnham, UK. pp. 997-1001.

Hakansson, S. 1997. Competitive effects and competitiveness in annual plant stands, 2: measurements of plant growth as influenced by density and relative time of emergence. Swedish J. Agric. Res. 27: 75–94.

Korres, N.E. and Froud-Williams, R.G. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. Weed Res. Banner. 42 (6): 417–428.

**Lemerle, D., Verbeck, B. and Orchard, B. 2001. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. Weed Res. 41: 197-209.

Modhej, A. and Jafarizadeh, S. 2012. Mallow (*Malva* spp) competition with spring wheat (*Triticumaestivum*) under different levels of nitrogen. Res. on Crops. 13 (3): 2854-2860.

Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A. and Normohamadi, G. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. International Journal of Plant Production. 2 (3): 257-268.

Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Fathi, G., Zand, E. and Alamisaeid, K. 2009. Effect of nitrogen and herbicide levels on wheat (*Triticum aestivum*) competition ability against wild mustard (*Sinapis arvensis*). Electronic J. Crop Product. 2 (3), 135-150. (In Persian with English Abstract).

Niknam Haghighi, A., Kazemeini, S.A. and Ghadiri, H. 2013. Effects of Nitrogen, Seeding Rate and Weed Interference on Growth and Yield of Wheat (Shiraz Cultivar). Iranian J. Weed Sci. 9: 159-174. (In Persian with English Abstract)

O' Donovan, J.T., Harker, K.N., Clayton, G.W. and Hall, L.M. 2000. Wild oat (*Avena fatua*) interference in barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seed line rate. Weed Technol. 14: 624-629.

Olsen, J., Kristensen, L. and Weiner, J. 2006. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. Weed Sci. 53: 690–694.

Petraitis, V. 2001. Vasarinių kviečių sėjos laikas ir sėklos normos lengvame priemolyje. Žemdirbystė: mokslo darbai, LŽI, LŽŪU. Akademija. T.74, p. 89-104.

Powles, S.B., Preston, C., Bryan, I.B. and Jutsum, A.R. 1997. Herbicide resistance: impact and management. Advance in Agron. 58 (1): 57–93.

Siadat, A., Modhej, A. and Sfahani, M. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 317 pp. (In Persian).

Tanaka, A., Kawano, K. and Yamaguchi, J. 1966. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. pp: 5-7.

Watson, P.R., Derksen, D.A. and Van Acker, R.C. and Blrvine, M.C. 2002. The contribution of seed seedling, and mature plant traits to barley cultivar competitiveness against weeds. Proceedings of the National Meeting-Canadian Weed Science Society. 49-57.

Wall, D. 1994. Weed research report. Morden, Manitoba: Agriculture and Agri-Food Canada. p.20.

Weiner, J., Griepentrog, H.W. and Kristensen, L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. J. Applied Ecol. 38: 784-790.