



## Effects of Chemical Pesticides on Weeds Population Dynamics, Species Richness and Biodiversity and Yield of Winter Wheat

Hossein Karimpour<sup>1</sup>, Ahmad Nezami<sup>1\*</sup>, Mehdi Nassiri Mahallati<sup>1</sup>, Amir Lakzian<sup>2</sup> and Mohammad Farsi<sup>3</sup>

1- Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(\*- Corresponding author's Email: [nezami@um.ac.ir](mailto:nezami@um.ac.ir)

Received: 01-02-2019  
Revised: 06-03-2019  
Accepted: 06-03-2019  
Available Online: 26-11-2025

### How to cite this article:

Karimpour, H., Nezami, A., Nassiri Mahallati, M., Lakzian, A., & Farsi, M. (2024). Effects of chemical pesticides on weeds population dynamics, species richness and biodiversity and yield of winter wheat. *Journal of Agroecology*, 17(3), 361-379. (In Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22067/agry.2025.47471>

### Introduction

Competition between wheat (*Triticum aestivum* L.) and weeds is one of the most important restrictions of global production of this plant, and Human solutions for management of pests and weeds have destroyed the biodiversity in agroecosystems (Bushong et al., 2011; Lemerle et al., 2001). The function of natural and agricultural ecosystems is based on biodiversity. Destruction of biodiversity is a serious threat to the sustainability of agricultural ecosystems and, ultimately, food security in the world. Use of pesticides and chemical fertilizers is one of the most important methods of intensive management in agriculture that damages biodiversity (Marshal et al., 2003).

### Materials and Methods

A factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications in two years of 2012-13 and 2013-14. The test factors included pesticides at three levels (Non insecticide, Deltamethrin as a general insecticide and Phenyrythion as a specific insecticide) and Herbicide on four levels (Non herbicide, two herbicides 2,4.D , Topic and the combination of them) was carried out. Weeds were sampled 5 times during the growing season, and Weed species were identified and counted. Sampling was performed before and after the treatment. Relative density and relative frequency of weeds, weed Species, Shannone diversity index, Species reachness and wheat yield were studied.

### Results and Discussion

Data analysis showed that in both years, the effect of herbicides on the weed density and dry weight of broad-leaf weeds and total weed dry weight were significant. However, the effects of pesticide treatments on the density and dry weight of weeds were not significant. In both crop years, the use of two herbicide mixtures had



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

 <https://doi.org/10.22067/agry.2025.47471>

the greatest effect on reducing the density and dry weight of broadleaved weeds and total weed dry weight. The highest Shanone diversity index was observed in non-herbicide treatments in 2012-13, which had a significant difference with other treatments. The highest Shannon diversity index was observed in the control plots, and the lowest Shannon diversity index were observed in the combined treatments of both herbicides in the 2013-14 crop year. It seems that the combination of both herbicides, in addition to dry weight and density, has the greatest impact on weed species diversity. The species observed in both years were similar to each other. The main weed species of the field included *Convolvulus arvensis* L. ,*Descurainia sophia* Webb ex Prantl ,*Avena ludoviciana* Durieu, and *Secale cereale* L. The contribution of grass species to the total density was 30% and the share of broad-leaf weed was measured at 70%. Therefore, the frequency of broadleaved species was higher than that of grass weeds in the field. Herbicides changed the demographic structure of weed societies and reduced the weed biodiversity index. In both years, different treatments of pesticides did not have a significant effect on the changes in weed density. The effect of herbicides in both years and the effect of pesticides only in the 2013-2014 on the yield of wheat were significant. The application of pesticides significantly increased the economic yield of wheat. However, increasing the density and dry weight of the weed decreased wheat economic yield. Wheat economic yield decreased with increase in weed density and weed dry weight.

## Conclusion

Herbicides have changed the population structure of weeds and reduced the biodiversity index of weeds. Negative and significant correlations were observed between wheat yield and species richness and shannon diversity index in both years. In general, Intensive management, specially herbicide usage in wheat agroecosystem, changed the composition of the plant communities and reduced the biodiversity and weed species richness. The result of the reduction in diversity in this ecosystem is a greater dependence on chemical inputs, which causes environmental pollution and a threat to agricultural sustainability.

**Keywords:** Conventional Agriculture, Herbicide, Insecticide

مقاله پژوهشی

جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، ص ۳۶۹-۳۶۱

## تأثیر آفت‌کش‌های شیمیایی بر پویایی جمعیت، غنای گونه‌ای و تنوع زیستی علف‌های هرز و عملکرد گندم زمستانه

حسین کریم پور<sup>۱</sup>، احمد نظامی<sup>۱\*</sup>، مهدی نصیری محلاتی<sup>۱</sup>، امیر لگزبان<sup>۲</sup> و محمد فارسی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

### چکیده

رقابت بین گندم (*Triticum aestivum*) و علف‌هرز از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید جهانی این گیاه محسوب می‌شود و راهکارهای مدیریتی بشر برای مدیریت آفات و علف‌های هرز سبب نابودی تنوع زیستی بوم‌نظام‌های کشاورزی شده است. به‌منظور مطالعه تأثیر مدیریت شیمیایی بر جمعیت علف‌های هرز و عملکرد گندم زمستانه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل آفت‌کش در سه سطح (شاهد محلول‌پاشی با آب، حشره‌کش عمومی دلتامترین و حشره‌کش اختصاصی سن گندم فینیتربیتون) و علف‌کش در چهار سطح (شاهد محلول‌پاشی با آب، علف‌کش پهن‌برگ‌کش توفوردی، علف‌کش باریک‌برگ‌کش تاپیک و تلفیق دو علف‌کش توفوردی + تاپیک) بودند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش تأثیر علف‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ و کل علف‌های هرز معنی‌دار بود، اما تیمارهای آفت‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری نداشتند. همچنین در هر دو سال زراعی، کاربرد مخلوط علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل + توفوردی، بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ و کل علف‌های هرز نشان داد. بالاترین شاخص تنوع شانون در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در تیمارهای بدون علف‌کش دیده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ نیز بیشترین شاخص تنوع شانون در شاهد و کمترین شاخص تنوع زیستی در تیمارهای استفاده تلفیقی از هر دو علف‌کش مشاهده شد. به نظر می‌رسد که تلفیق دو نوع علف‌کش علاوه بر وزن خشک و تراکم، بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای علف‌های هرز نیز داشته است. اثر علف‌کش در هر دو سال و همچنین اثر آفت‌کش فقط در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بر عملکرد گندم معنی‌دار بود. کاربرد آفت‌کش‌ها باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد، اما با افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، عملکرد دانه گندم کاهش یافت. علف‌کش‌ها موجب تغییر در ساختار جمعیتی علف‌های هرز شده و کاهش شاخص‌های تنوع زیستی آن‌ها را به دنبال داشتند. در هر دو سال آزمایش، بین عملکرد گندم و غنای گونه‌ای علف‌های هرز و همچنین شاخص تنوع شانون، همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد.

**واژه‌های کلیدی:** حشره‌کش، علف‌کش، کشاورزی رایج

۱- گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(\*) نویسنده مسئول: [nezami@um.ac.ir](mailto:nezami@um.ac.ir) (Email:)

<https://doi.org/10.22067/agry.2025.47471>

## مقدمه

مدیریت فشرده بوم‌نظام‌های کشاورزی در طول نیم قرن گذشته باعث نابودی تنوع زیستی بسیاری از گیاهان و جانوران گردیده و به دنبال آن، خدمات بوم‌نظام به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته است، زیرا مزارع کشاورزی از جمله زیستگاه‌های مهم گونه‌های گیاهی و جانوری قلمداد می‌شوند (Requier et al., 2015). کارکرد بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی بر تنوع زیستی استوار است و نابودی تنوع زیستی تهدیدی جدی برای پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی و در نهایت، امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (Swift & Anderson, 1993; Thrupp, 1998). سرعت نابودی گونه‌های گیاهی و جانوری در اثر فعالیت‌های انسان، به‌ویژه کشاورزی و صنعتی بالا بوده و این موضوع کارکرد نظام‌های اکولوژیک را به مخاطره انداخته است (Pimentel et al., 1992). به همین جهت، مطالعه تنوع زیستی کشاورزی و حفاظت از آن مورد توجه بوم‌شناسان کشاورزی بوده و از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Pimentel et al., 1992; Stocking, 1999).

رقابت بین گندم (*Triticum aestivum*) و علف‌هرز از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید جهانی این گیاه محسوب می‌شود (Bushong et al., 2001; Lemerle et al., 2011). علف‌های‌هرز به‌طور مستقیم برای کسب نور، مواد غذایی و رطوبت خاک با گیاهان زراعی رقابت می‌کنند و علاوه بر کاهش محصول، بر کیفیت محصول نیز اثر منفی گذاشته و باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شوند (Auskarniene et al., 2010). اثر مخرب رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی از دیرباز به‌عنوان جزئی نامطلوب در بوم‌نظام‌های کشاورزی شناخته شده و یکی از اصلی‌ترین عوامل کاهش‌دهنده میزان محصول به‌شمار می‌روند (Minbashi & Norouzzadeh, 2012). تلفات عملکرد ناشی از علف‌های‌هرز، ۱۰ تا ۱۵ درصد عملکرد قابل حصول محصولات زراعی ذکر شده است که این خسارت در کشورهای در حال توسعه بیش از کشورهای توسعه یافته است (Salehian et al., 2003). در ایران میانگین کاهش عملکرد گندم، ناشی از رقابت با علف‌های‌هرز حدود ۳۰ درصد ذکر شده است (Zand et al., 2008). با وجود این، علف‌هرز به‌عنوان یکی از اجزاء مکمل بوم‌نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شود. نقش علف‌های‌هرز در ایجاد و توسعه تنوع در نظام‌های کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا گیاهان زراعی با بسیاری از آن‌ها رابطه خویشاوندی داشته و تبادل ژنتیکی بین آن‌ها

صورت می‌پذیرد. از طرفی، جوامع علف‌های‌هرز زیستگاهی برای زندگی و تکثیر شکارچیان طبیعی آفات گیاهان زراعی، پرندگان و پستانداران کوچک می‌باشند (Altieri, 1999).

از اواخر دهه ۱۹۸۰ تأثیر مواد شیمیایی بر تنوع زیستی مورد توجه قرار گرفته و با گذشت زمان، استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مدرن و دقیق‌تر ادامه گسترش یافته است (Attwood et al., 2008)، زیرا از مهم‌ترین روش‌های مدیریت فشرده در کشاورزی، استفاده از سموم و کودهای شیمیایی است که بیش از عوامل دیگر به تنوع زیستی مزارع لطمه زده است. مارشال و همکاران (Marshall et al., 2003)، مدیریت فشرده مزارع غلات را عامل کاهش تنوع زیستی گیاهان، حشرات و عنکبوتیان این مزارع دانسته‌اند، به‌طوری‌که در مطالعات آنان، اصلی‌ترین عامل کاهش تنوع زیستی گیاهان، کود نیتروژنه و خاکورزی عنوان شده است. برخی محققان نیز کاهش تنوع زیستی گیاهان (علف‌هرز و گیاهان حاشیه‌ای) مزرعه گندم را عامل کاهش دشمنان طبیعی و پارازیتوئیدهای مزرعه گندم دانسته‌اند.

مصرف علف‌کش‌ها از عوامل تغییر ترکیب جوامع علف‌هرز می‌باشد، به‌طوری‌که براساس مطالعه مانلی و همکاران (Manley et al., 2002) با استفاده مداوم از یک نوع علف‌کش، ترکیب علف‌های‌هرز از گونه‌های حساس به علف‌کش به گونه متحمل‌تر تغییر می‌یابند. استفاده از علف‌کش کلودینافوپ پروپاژیل (تاپیک) و توفوردی اثر معنی‌داری بر ترکیب جمعیت علف‌های‌هرز داشتند (Nekahi et al., 2014). مطالعه ویسی و همکاران (Veisi et al., 2014) بر روی تأثیر عوامل مختلف مدیریت زراعی بر پراکنش علف‌های‌هرز نشان داد که ۵۷ درصد از واریانس پراکنش گونه‌ای علف‌های‌هرز تحت تأثیر تناوب زراعی، ۷۴/۹ درصد تحت تأثیر ترکیب علف‌کش باریک‌برگ و ۵۸/۳ درصد تحت تأثیر علف‌کش پهن‌برگ بود. صالحیان و همکاران (Salehian et al., 2003)، سهم گونه‌های علف‌های‌هرز را در کاهش عملکرد گندم ارزیابی و عنوان نمودند که برخی گونه‌های علف‌هرز به‌واسطه تأثیر بازدارندگی بر گونه‌هایی که شدت رقابتی بالایی با گندم دارند اثرات مثبتی بر روی عملکرد گندم دارند.

بررسی باغستانی میبدی و همکاران (Baghestani Meybodi et al., 2003) نشان داد که رقابت علف‌های‌هرز و گندم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک گندم داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین مشکل مدیریت علف‌های‌هرز در مزارع گندم در چهار

علف‌های هرز و عملکرد گندم مورد مطالعه قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. این مزرعه در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا واقع شده است. براساس آمار هواشناسی استان خراسان رضوی، میانگین بارش ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مشهد در سال آبی ۹۱-۱۳۹۲ در مجموع ۲۶۲ میلی‌متر و در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۳ در مجموع ۱۸۰/۲ میلی‌متر بود. با توجه به آیش بودن مزرعه، به‌منظور آماده‌سازی بستر کاشت یک مرحله شخم برگردان دار به‌عمق ۳۰ سانتی‌متر و دو مرحله دیسک عمود بر هم در زمین اجرا شد، همچنین قبل از کاشت نمونه خاک مزرعه مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به آیش بودن مزرعه و نیز پیشگیری از اثر کودهای شیمیایی و آلی بر نتایج مطالعات، هیچ‌گونه کود آلی یا شیمیایی در زمین اعمال نشد.

استان تهران، خراسان رضوی، اصفهان و لرستان مبارزه دیر با علف‌های هرز، عدم کاربرد صحیح علف‌کش‌ها و عدم آگاهی به‌میزان خسارت علف‌های هرز می‌باشد (Minbashi Moeini, 2009). مطالعه نوروززاده و همکاران (Norozzadeh et al., 2008) بر روی ساختار جوامع علف‌های هرز ۲۵۹ مزرعه گندم در سطح استان‌های خراسان نشان‌دهنده ۱۲۰ گونه علف‌هرز از ۲۶ خانواده در این مزارع می‌باشد که خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۲۰ گونه و خانواده گندمیان (Poaceae) با ۲۵ گونه، بیشترین غنای گونه‌ای دولپه و تک‌لپه را دارا بودند. در مطالعه ایشان، بیشترین شاخص شانون و سیمپسون در اسفراین به‌ترتیب معادل ۲/۹۳ و ۱ اندازه‌گیری شد.

با وجود اینکه علف‌های هرز به‌طور بالقوه تولیدات گیاهی را کاهش می‌دهند (Petit et al., 2011)، ولی در حفظ تنوع زیستی مزرعه نقش مهمی دارند (Requier et al., 2015).

با توجه به مصرف وسیع سموم شیمیایی در زراعت گندم و کشت گسترده این محصول در کشور، مطالعه تأثیر سموم شیمیایی و باقی مانده آن‌ها بر هر یک از اجزاء بوم‌نظام‌های زراعی با اهمیت به نظر می‌رسد. لذا، در این آزمایش تأثیر دو نوع علف‌کش و دو نوع آفت‌کش که بیشترین مصرف را در مزارع گندم دارند بر جمعیت و تنوع زیستی

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت سال اول

Table 1- Some chemical properties of the soil in the experiment site before the planting of the first year

| هدایت الکتریکی<br>EC (dS·m <sup>-1</sup> ) | مقدار ماده آلی (%)<br>Organic Carbon (%) | اسیدیته<br>pH | پتاسیم قابل‌دسترس<br>Available K (mg.kg <sup>-1</sup> ) | فسفر قابل‌دسترس<br>Available P (mg.kg <sup>-1</sup> ) | نیتروژن کل<br>Total N (%) |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.5                                        | 0.71                                     | 8.01          | 143                                                     | 22.5                                                  | 0.072                     |

باریک‌برگ‌کش تاپیک<sup>۴</sup> و تلفیق دو علف‌کش توفوردی + تاپیک بودند. تیمارهای علف‌کش در ابتدای ساقه رفتن در تاریخ ۲۶ فروردین در هر دو سال با غلظت توصیه شده به‌صورت محلول پاشی یک مرحله در کرت‌های مربوطه اعمال شد. همچنین تیمارهای حشره‌کش نیز در مرحله سنبله رفتن در تاریخ ۲۹ اردیبهشت در هر دو سال اجرا گردید. شاهد نیز همزمان به‌وسیله سم‌پاش با آب محلول پاشی شد.

تاریخ کاشت در سال‌های اول ۱۳۹۱/۰۸/۰۱ و در سال دوم ۱۳۹۲/۰۸/۰۳ بود. بذر گندم رقم گاسکوژن در کلیه کرت‌های آزمایشی به‌طور همزمان کشت شد. در هر کرت، ۱۲ ردیف کاشت

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار فاکتورهای آزمایش شامل آفت‌کش در سه سطح (شاهد محلول پاشی با آب، حشره‌کش عمومی دلتامترین<sup>۱</sup> و حشره‌کش اختصاصی سن گندم فینیتیریتون<sup>۲</sup>) و علف‌کش در چهار سطح (شاهد محلول پاشی با آب، علف‌کش پهن‌برگ‌کش توفوردی<sup>۳</sup>، علف‌کش

۱- از گروه شیمیایی پرتروید و برای مبارزه عمومی با آفات مزارع گندم

۲- از گروه شیمیایی ارگانوفسفره بوده و برای مبارزه اختصاصی با سن گندم

۳- علف‌کش سیستمیک پس از رویش، مهارکننده گیاهان پهن‌برگ با نام تری بنورون متیل از گروه شیمیایی سولفینیل اوره

۴- علف‌کش سیستمیک پس از رویش، مهارکننده علف‌های هرز باریک برگ مزارع گندم با نام شیمیایی کلودینانوپ پاروپارزیل

مجموع تعداد بوته گونه علف هرز ( $i=1,2,3,\dots,n$ ):  $S$ : تعداد کل بوته-های علف هرز،  $F$ : فراوانی نسبی گونه علف هرز مورد نظر،  $\sum Z_i$ : مجموع تعداد کادریهای نمونه‌برداری حاوی گونه علف هرز مورد نظر، و  $n$ : تعداد کل کادریهای نمونه‌برداری می‌باشد. همچنین تراکم متوسط گونه‌های علف هرز با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد (Nkoa et al., 2015).

$$MD = \frac{\left(\frac{\sum X_i}{N}\right)}{A} \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن،  $MD$ : تراکم گونه علف هرز مورد نظر در واحد سطح (مترمربع)،  $\sum X_i$ : مجموع تعداد بوته گونه علف هرز در کادریهای نمونه‌برداری ( $i=1,2,3,\dots,n$ ):  $N$ : تعداد کادریهای نمونه‌برداری و  $A$ : مساحت کادر می‌باشد.

به‌منظور تعیین تنوع زیستی علف‌های هرز، غنای گونه‌ای (تعداد گونه‌های علف هرز) و تنوع شانون (معادله ۴) برای هر یک از کرت-های آزمایشی در هر نمونه‌برداری محاسبه شد.

$$H = - \sum_{i=1}^S \left[ \frac{n_i}{N} \right] \left[ \ln \frac{n_i}{N} \right] \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن،  $H$ : شاخص شانون،  $n_i$ : تعداد افراد هر گونه و  $N$ : تعداد کل افراد در هر کرت می‌باشد. نسبت  $n_i/N$ : نشان‌دهنده فراوانی نسبی یک گونه است.

نتایج هر سال به‌طور مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. جهت تجزیه واریانس برای صفات تراکم و وزن خشک علف‌های هرز با تبدیل لگاریتمی داده‌ها نرمال شدند.

## نتایج و بحث

**متغیرهای جامعه علف‌های هرز:** فلور علف‌های هرز مزرعه گندم برای هر دو سال آزمایش به همراه مشخصات عمومی آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. گونه‌های ثبت شده برای هر دو سال آزمایش مشابه یکدیگر بود، منتها از لحاظ فراوانی و تراکم نسبی تفاوت داشتند. در هر دو سال، از مجموع ۱۲ گونه علف هرز از هفت

به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد گردید. ابعاد هر کرت آزمایشی  $5 \times 6$  متر بود و بذور در دو طرف پشته‌ها و در عمق ۲-۳ سانتی‌متر، کشت شدند. تراکم کاشت مطابق خصوصیات رقم ۵۰۰ بوته در مترمربع تعیین گردید. جهت جلوگیری از انتقال اثر تیمارها به کرت-های مجاور (Banks & Stark, 2004; Kurtz & Street, 2003)؛ فاصله بین کرت‌ها دو متر و فاصله بین بلوک‌ها سه متر در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت جوی و پشته بوده و آب آبیاری در هر کرت به‌صورت مستقل بوده و با سایر کرت‌ها مخلوط نشد. به‌جز مدیریت آفات و علف‌های هرز، سایر مراحل عملیات داشت در کلیه تیمارها به‌صورت یکسان اجرا شد. عملیات آماده‌سازی زمین در سال دوم همانند سال اول انجام و تیمارها در محل کرت‌های سال گذشته کشت گردیدند.

به‌منظور مطالعه جمعیت علف‌های هرز در هر دو سال نمونه-برداری در تاریخ‌های هشتم آبان، ۱۵ اسفند، ۲۵ فروردین (یک روز قبل از اعمال تیمار علف‌کش)، ۲۹ فروردین (سه روز پس از اعمال تیمار علف‌کش)، ۱۳ اردیبهشت، ۲۸ اردیبهشت (یک روز قبل از اعمال تیمار آفت‌کش)، دوم خرداد (سه روز پس از اعمال تیمار آفت‌کش) و ۱۷ خرداد صورت پذیرفت. نمونه‌گیری در هر یک از مراحل فوق با استفاده از سه کوادرات  $0.5 \times 0.5$  مترمربع به‌صورت تصادفی انجام شد. در هر نمونه‌برداری، گونه‌های علف‌های هرز شناسایی و شمارش شدند. سپس به‌طور جداگانه در آون (به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) خشک و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در پایان فصل رشد به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه، نیمی از هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها برداشت شد.

تراکم نسبی و فراوانی نسبی علف‌های هرز به‌تفکیک گونه بر طبق معادله‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (Nkoa et al., 2015). تراکم نسبی در واقع نسبتی از واحد نمونه‌برداری می‌باشد که توسط گونه مورد نظر اشغال شده است. فراوانی نسبی بیان‌کننده نسبتی از واحدهای نمونه‌برداری در آزمایش می‌باشد که گونه مورد نظر در آن موجود می‌باشد.

$$D = \frac{(\sum Y_i)}{s} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

$$F = \frac{(\sum Z_i)}{n} \times 100 \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن‌ها،  $D$ : تراکم نسبی گونه علف هرز مورد نظر،  $\sum Y_i$ :

فراوانی نسبی پایین‌تر از ۳۰ درصد نشان دادند. به‌طور کلی، سهم گونه‌های باریک‌برگ از تراکم کل حدود ۳۰ درصد و سهم گونه‌های پهن‌برگ حدود ۷۰ درصد بود، که این نشان‌دهنده وفور بیشتر گونه‌های پهن‌برگ نسبت به گونه‌های باریک‌برگ در مزرعه بود. در بین گونه‌های باریک‌برگ، گونه چاودار از فراوانی نسبی و تراکم نسبی بالاتری نسبت به دو گونه یولاف و علف‌پشمکی برخوردار بود. کمترین تراکم نسبی و فراوانی نسبی به‌ترتیب برابر ۰/۳ و ۱/۰ درصد، متعلق به گونه گاو چاق کن بود (جدول ۲).

خانواده گیاهی، ۱۱ گونه یک‌ساله (۹۱ درصد) و تنها پیچک مزرعه‌ای به‌عنوان گونه چندساله حضور داشت. همه گونه‌های علف هرز ثبت شده دارای مسیر فتوسنتزی سه کربنه ( $C_3$ ) بودند. با توجه به چرخه زندگی گیاه زراعی (یک گونه یک‌ساله زمستانه)، واضح است که بخش عمده علف‌های مختص این مزارع از گونه‌های با مسیر فتوسنتزی سه کربنه باشند.

در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، بیشترین تراکم نسبی (۱۷/۶) برای خاکشیر ایرانی ثبت شد، اما فراوانی نسبی پیچک مزرعه‌ای نسبت به آن بیشتر بود. پیچک مزرعه‌ای با فراوانی نسبی ۴۸/۳ درصد، در حدود نیمی از کادریهای نمونه‌برداری مشاهده شد، در صورتی که عمده گونه‌ها

جدول ۲- فهرست علف‌های هرز نمونه‌برداری شده به همراه مشخصات، تراکم نسبی و فراوانی نسبی آن‌ها در دو سال زراعی  
Table2- List of weed species that were sampled with specification, relative density and relative abundance in two crop years of study

| نام فارسی و نام علمی<br>Scientific name and persian name       | خانواده گیاهی<br>Family | چرخه‌زندگی<br>Life Cycle | فراوانی نسبی<br>Relative abundance |         | تراکم نسبی<br>Relative density |         |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|
|                                                                |                         |                          | 2012-13                            | 2013-14 | 2012-13                        | 2013-14 |
| پیچک مزرعه‌ای<br><i>Convolvulus arvensis</i> L.                | Convolvulaceae          | perennial                | 48.3                               | 42.7    | 16.3                           | 19.6    |
| خاکشیر تلخ<br><i>Sisymbrium irio</i> L.                        | Brassicaceae            | annual                   | 30.9                               | 21.9    | 10.7                           | 8.3     |
| خاکشیر ایرانی<br><i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl | Brassicaceae            | annual                   | 46.2                               | 34.7    | 17.6                           | 15.5    |
| سبزاب<br><i>Veronica persica</i> Poir.                         | Plantaginaceae          | annual                   | 22.9                               | 20.1    | 9.6                            | 8.2     |
| درشتوک<br><i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.                 | Brassicaceae            | annual                   | 20.8                               | 17.7    | 6.2                            | 5.9     |
| گاو چاق کن<br><i>Lactuca serriola</i> L.                       | Asteraceae              | annual                   | 1.0                                | 1.4     | 0.3                            | 0.5     |
| گندمک<br><i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                     | Caryophyllaceae         | annual                   | 22.6                               | 18.4    | 9.5                            | 7.3     |
| شاتره<br><i>Fumaria officinalis</i> L.                         | Papaveraceae            | annual                   | 19.8                               | 14.2    | 6.9                            | 5.7     |
| شقایی<br><i>Glaucium</i> sp.                                   | Papaveraceae            | annual                   | 3.5                                | 3.1     | 1.0                            | 1.0     |
| یولاف وحشی<br><i>Avena ludoviciana</i> Durieu.                 | Poaceae                 | annual                   | 20.8                               | 21.2    | 8.3                            | 10.3    |
| علف پشمکی<br><i>Bromus japonicus</i> Thunb.                    | Poaceae                 | annual                   | 9.0                                | 9.0     | 3.6                            | 4.2     |
| چاودار<br><i>Secale cereale</i> L.                             | Poaceae                 | annual                   | 29.2                               | 23.3    | 10.0                           | 13.5    |

‡ این گونه از نظر چرخه زندگی به‌صورت دوساله نیز در مزارع گیاهان زراعی چندساله مشاهده می‌شود.

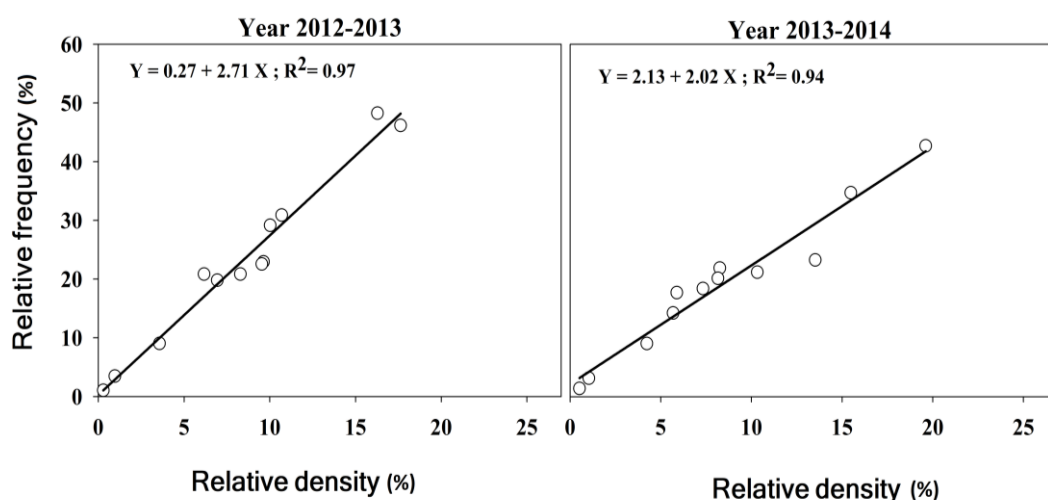
‡ This species is also seen on the fields as a Biennial plant



علف‌های هرزی که در کادرهای نمونه‌برداری بیشتر مشاهده شدند، از تراکم نسبی بالاتری نیز در واحد سطح برخوردار بودند. در جمعیت‌های گیاهی در حال رقابت، تراکم نسبی بالای یک گونه در واقع نشان‌دهنده توانایی رقابتی بالاتر آن گونه در استقرار بوته‌های بالغ در سطح مزرعه است (Radosevich et al., 1997). این امر منجر به افزایش توزیع و گسترش آن در سطح مزرعه و همچنین در ادامه به افزایش تعداد واحد تکثیر شونده آن (بذر یا اندام‌های رویشی) می‌گردد. با این وجود، در این آزمایش گونه‌ای مشاهده نشد که در بیشتر از ۵۰ درصد کادرهای آزمایشی مشاهده گردد. علف‌های هرز عمدتاً به‌صورت لکه‌ای در مزارع مشاهده می‌شوند و این حالت برای گونه‌های چندساله که توسط اندام‌های رویشی تکثیر می‌شوند، مشهودتر می‌باشد (Cardina et al., 1997; Alizadeh et al., 2014). در این آزمایش نیز با توجه به فراوانی نسبی پایین‌تر از ۵۰ درصد برای همه گونه‌ها و همچنین مشاهدات مزرعه‌ای، علف‌های هرز دارای توزیع تصادفی در مزرعه بودند.

در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، تراکم نسبی و فراوانی پیچک مزرعه-ای به‌ترتیب ۱۹/۶ و ۴۷/۲ درصد نسبت به سایر گونه‌ها بالاتر بود. در این سال نیز نسبت گونه‌های پهن‌برگ (۷۱ درصد) به باریک‌برگ (۲۹ درصد) تقریباً مشابه سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بود. همچنین کمترین تراکم نسبی و فراوانی نسبی به‌ترتیب برابر ۰/۵ و ۱/۴ درصد، متعلق به گونه گاو چاق‌کن بود (جدول ۲). برای هر دو سال آزمایش می‌توان عنوان کرد که جامعه اصلی علف‌های هرز مزرعه متشکل از چهار گونه پیچک مزرعه‌ای، خاکشیر، یولاف وحشی و چاودار تشکیل می‌دهد. مزارع گندم زمستانه ایران در دنیا نیز به داشتن چنین جوامع علف‌هرزی مشهور هستند (Kraehmer, 2016; Zand et al., 2017).

به‌طور متوسط برای کل گونه‌های علف‌هرز، فراوانی نسبی و تراکم نسبی رابطه مستقیم و خطی معنی‌داری نشان دادند (شکل ۱). به‌طور متوسط برای دو سال آزمایش، معادله خطی نشان داد که با یک واحد افزایش در تراکم نسبی علف‌های هرز، فراوانی نسبی آن‌ها حدود ۲/۵ برابر خواهد شد. بنابراین، نتایج نشان داده است که



شکل ۱- رابطه بین فراوانی نسبی و تراکم نسبی علف‌های هرز ثبت شده در کادرهای نمونه‌برداری برای دو سال زارعی آزمایش

Fig. 1- Relationship between relative frequency and relative density of Weeds that sampled by quadrats in two years of study. معادله خطی به همراه ضریب تبیین رگرسیون آن در شکل نشان داده شده است.

The linear equation with its coefficient of regression explanation is shown in Fig.

کشاورزی می‌باشد، که در مطالعات مربوط به علف‌های هرز باید مورد توجه قرار بگیرد. این امر منجر به ترسیم دیدگاه کلی در رابطه با

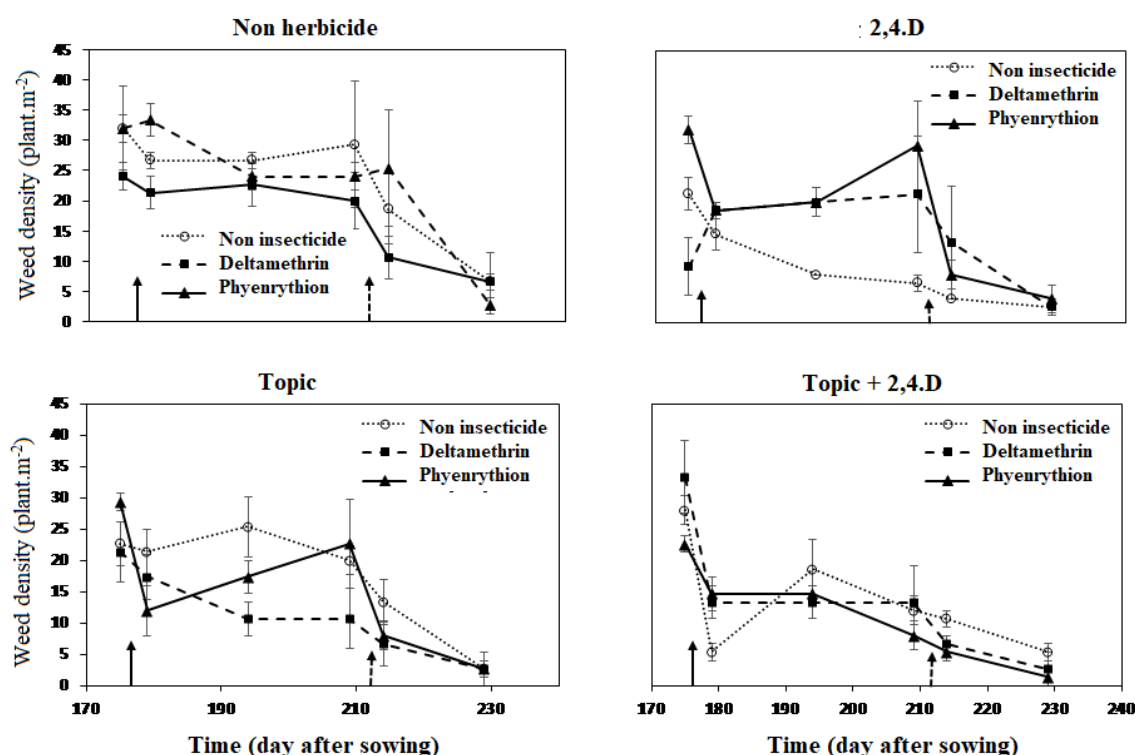
دو متغیر تراکم و فراوانی نسبی علف‌های هرز، از ابتدایی‌ترین و اصولی‌ترین متغیرهای جمعیت‌شناسی آن‌ها در اکوسیستم‌های



است. هرچند در برخی زمان‌های نمونه‌برداری، افزایش تراکم نسبت به مرحله قبلی خود مشاهده شد، اما به‌طور کلی، چه در تیمارهای اعمال علف‌کش و چه در تیمار بدون علف‌کش، روند کاهش تراکم علف‌های هرز دیده شد. مقدار این کاهش برای تیمار مخلوط علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل + توفوردی بیشتر از سایر تیمارهای علف‌کشی بود. در هر دو سال آزمایش، تیمارهای مختلف آفت‌کش تأثیر مشخصی بر روند تغییرات تراکم علف‌های هرز طی روزهای پس از کاشت نشان ندادند.

جمعیت علف‌های هرز در طرح آزمایشی می‌گردد (Nkoa et al., 2015). همچنین رابطه بین این دو متغیر در نحوه توزیع علف‌های هرز کمک بسیاری می‌کند. هرچند که گفته می‌شود، در اکوسیستم‌های کشاورزی علف‌های هرز دارای توزیع تصادفی و آرایش لکه‌ای هستند (Radosevich et al., 1997)، اما این امر همیشه صادق نیست. با این وجود، با توجه به نتایج حاضر که فراوانی نسبی بالاتر از ۵۰ درصد برای هیچ‌کدام از گونه‌های علف هرز مشاهده نشد، توزیع لکه‌ای صادق بوده است.

تغییرات تراکم علف‌های هرز نسبت به روزهای پس از کاشت، برای تیمارهای مختلف آزمایش در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده

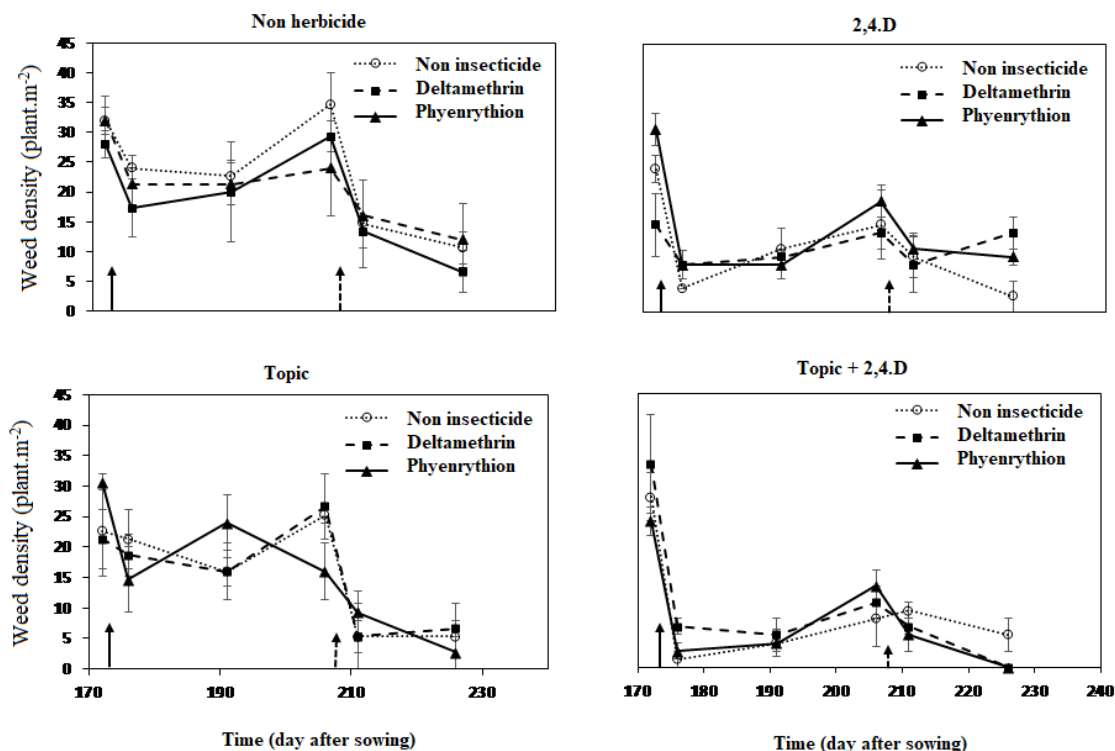


شکل ۲- تغییرات تراکم علف‌های هرز مزرعه تحت تأثیر علف‌کش و آفت‌کش‌های مورد بررسی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

Fig. 2- Weed density changes in the field under treatments with herbicides and pesticides in 2011-2012

میل‌های عمودی روی نقاط نشانگر خطای استاندارد هستند. بر روی محور زمان، فلش با خط تیره نشان‌دهنده زمان پاشش علف‌کش و فلش با خط ممتد نشان‌دهنده زمان پاشش آفت‌کش می‌باشد.

Vertical bars on the points are standard error mark. On the axis of time, the arrow with a dash reflects the time of spraying herbicide and the arrow with a continuous line indicating the time of spraying the pesticide.



شکل ۳- تغییرات تراکم علف‌های هرز مزرعه تحت تأثیر علف‌کش و آفت‌کش‌های مورد بررسی در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳

Fig. 3- Weed density changes in the field under treatments with herbicides and pesticides in 2013-2014

میل‌های عمودی روی نقاط نشانگر خطای استاندارد هستند. بر روی محور زمان، فلش با خط تیره نشان‌دهنده زمان پاشش علف‌کش و فلش با خط ممتد نشان‌دهنده زمان پاشش آفت‌کش می‌باشد.

Vertical bars on the points are standard error mark. On the axis of time, the arrow with a dash reflects the time of spraying herbicide and the arrow with a continuous line indicating the time of spraying the pesticide.

بیشتر خواهد بود و در نتیجه، بزرگی جمعیت در گونه‌های علف هرز روند نزولی نشان خواهد داد (Zimdal, 2007).

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز: در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲، تأثیر علف‌کش تنها بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ و کل علف‌های هرز معنی‌دار بود. تیمارهای آفت‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). اثر متقابل علف‌کش و آفت‌کش تنها بر وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ معنی‌دار بود. در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳، اثر علف‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ، پهن‌برگ و کل علف‌های هرز معنی‌دار بود، ولی اثر آفت‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار نبود. اثر متقابل علف‌کش و آفت‌کش تنها بر وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ معنی‌دار بود (جدول ۴).

به دلیل شرایط مناسب جوانه‌زنی (آب و دما برای کلیه گونه‌ها و نور برای گونه‌های حساس به نور برای جوانه‌زنی) و موقعیت مکانی و عمق مناسب دانه‌ها در خاک، تعداد زیادی دانه جوانه می‌زند و تعداد گیاهچه‌های استقرار یافته در واحد سطح بالا می‌باشد (Radosevich et al., 1997). در ابتدا، به دلیل کوچکی بوته‌ها و نیاز کمتر به منابع محیطی و فراهمی این منابع، رقابت درون و بین‌گونه‌ای برای نور و دیگر منابع، شروع نشده و یا در سطح پایینی قرار دارد. با افزایش رشد گونه‌ها، شروع سایه‌اندازی و کاسته شدن از فراهمی منابع در خاک، سبب کاهش میزان دسترسی گیاه به منابع شده و شدت رقابت درون و بین‌گونه‌ای افزایش می‌یابد. با افزایش شدت رقابت، ابتدا سرعت رشد و تجمع ماده خشک کاسته شده و بوته‌های ضعیف دچار مرگ می‌شوند (Zimdal, 2007). کاهش رطوبت در لایه سطحی خاک و کاهش شدت نور و عمق نامناسب دانه‌های مانده در خاک، مانع از جوانه‌زنی و رویش علف‌های هرز می‌شود و در مجموع، مرگ‌ومیر

جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات اثر آفت‌کش، علف‌کش و اثرات متقابل آن‌ها بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

Table 3- Source of variation, degree of freedom and mean of square effects of pesticide, herbicide and their interactions on weed dry matter and density in 2012-2013

| منبع تغییرات<br>S.O.V     | درجه<br>آزادی<br>df | وزن خشک علف هرز<br>Weed dry matter |                           |                              | تراکم علف هرز<br>Weed density |                           |                              |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
|                           |                     | Total                              | broad-leaved<br>weeds     | Grass<br>weeds               | Total                         | broad-leaved<br>weeds     | Grass<br>weeds               |
| بلوک<br>(Block)           | 2                   | 0.01 (2.0) <sup>ns</sup>           | 0.005 (0.2) <sup>ns</sup> | (1.5) <sup>ns</sup><br>0.01  | 0.012 (2.5) <sup>ns</sup>     | 0.007 (1.0) <sup>ns</sup> | (3.2) <sup>ns</sup><br>0.005 |
| آفت‌کش<br>Insecticide (I) | 2                   | 0.01 (1/9) <sup>ns</sup>           | 0.056 (1.9) <sup>ns</sup> | (0.5) <sup>ns</sup><br>0.003 | 0.019 (3.9) <sup>ns</sup>     | 0.02 (2.8) <sup>ns</sup>  | (5.4) <sup>ns</sup><br>0.01  |
| علف‌کش<br>Herbicide (H)   | 3                   | 0.10 (29.0)*                       | 0.53 (27.8)**             | (8.6) <sup>ns</sup><br>0.04  | 0.06 (20.1)*                  | 0.09 (20.1)*              | (4.8) <sup>ns</sup><br>0.005 |
| I × H                     | 6                   | 0.03 (18.5) <sup>ns</sup>          | 0.34 (36.3)**             | (19.4) <sup>ns</sup><br>0.04 | 0.04 (26.9) <sup>ns</sup>     | 0.07 (29.6) <sup>ns</sup> | (22.3) <sup>ns</sup><br>0.01 |
| خطا<br>Error              | 22                  | 0.02 (48.6)                        | 0.08 (33.8)               | (70.0)<br>0.044              | 0.021 (46.6)                  | 0.031 (46.5)              | (64.3)<br>0.01               |
| ضریب تغییرات<br>CV (%)    |                     | 7.6                                | 19.8                      | 11.3                         | 10.2                          | 14.3                      | 8.2                          |

جهت انجام تجزیه واریانس، تبدیل داده لگاریتمی انجام شد.

مقادیر داخل پرانتز نشان‌دهنده درصدی از کل واریانس تغییرات می‌باشد که به منبع تغییر مربوطه تعلق دارد.

<sup>ns</sup> و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

جدول ۴- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات اثر آفت‌کش، علف‌کش و اثرات متقابل آن‌ها بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

Table 5- Source of variation, degree of freedom and mean of square effects of pesticide, herbicide and their interactions on weed dry matter and density in 2013-2014

| منبع تغییرات<br>S.O.V     | درجه<br>آزادی<br>df | وزن خشک علف هرز<br>Weed dry matter |                          |                           | تراکم علف هرز<br>Weed density |                           |                           |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                           |                     | Total                              | Broad-leaved<br>weeds    | Grass weeds               | Total                         | Broad-leaved<br>weeds     | Grass weeds               |
| بلوک<br>Block             | 2                   | 0.07 (8.1) <sup>ns</sup>           | 0.07 (3.3) <sup>ns</sup> | 0.07 (10.8) <sup>ns</sup> | 0.03 (6.6) <sup>ns</sup>      | 0.02 (2.9) <sup>ns</sup>  | 0.04 (17.5)*              |
| آفت‌کش<br>Insecticide (I) | 2                   | 0.004 (0.5) <sup>ns</sup>          | 0.12 (6.2) <sup>ns</sup> | 0.01 (2.1) <sup>ns</sup>  | 0.001 (0.3) <sup>ns</sup>     | 0.04 (6.7) <sup>ns</sup>  | 0.01 (4.4) <sup>ns</sup>  |
| علف‌کش<br>Herbicide (H)   | 3                   | 0.3 (44.3)**                       | 0.65 (47.2)**            | 0.11 (24.2)*              | 0.1 (45.8)**                  | 0.2 (42.3)**              | 0.01 (26.1)*              |
| I × H                     | 6                   | 0.03 (10.2) <sup>ns</sup>          | 0.12 (17.9)*             | 0.01 (7.1) <sup>ns</sup>  | 0.02 (12.7) <sup>ns</sup>     | 0.04 (18.8) <sup>ns</sup> | 0.004 (0.6) <sup>ns</sup> |
| خطا<br>Error              | 22                  | 0.03 (36.8)                        | 0.047 (25.4)             | 0.03 (55.8)               | 0.01 (34.6)                   | 0.02 (29.3)               | 51.4 (0.01)               |
| ضریب تغییرات<br>CV (%)    |                     | 9.3                                | 16.8                     | 10.8                      | 8.2                           | 11.7                      | 7.9                       |

جهت انجام تجزیه واریانس، تبدیل داده لگاریتمی انجام پذیرفت.

مقادیر داخل پرانتز نشان‌دهنده درصدی از کل واریانس تغییرات می‌باشد که به منبع تغییر مربوطه تعلق دارد.

<sup>ns</sup> و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

For analysis of variance, data was converted by logarithmic method.

The values in brackets represent the percentage of the total variation variance that belongs to the respective change source.

<sup>ns</sup>, \* and \*\* are significant at of 5%, 1% probability level and no significant difference, respectively..

در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ کاربرد مخلوط علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل + توفوردی بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ و کل علف‌های هرز نشان داد. کاربرد این علف‌کش منجر به کاهش ۵۵ درصدی در تراکم و کاهش ۴۹ درصدی در وزن خشک کل علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون علف‌کش شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که اثر تلفیق دو نوع علف‌کش بر مهار علف‌های هرز مؤثرتر از اثر منفرد هر یک از آن‌ها بوده‌است. احتمالاً با توجه به رشد پنجه‌ها و افزایش تراکم ساقه‌های

گندم، افزایش رقابت بر سر منابع و نامساعد شدن شرایط برای رشد در انتهای فصل رشد بر گونه‌های پهن‌برگ اثر بیشتری داشته و این شرایط سبب مهار جمعیت آن‌ها گردیده است. بنابراین، تیمارهای باریک‌برگ‌کش با مهار علف‌های هرز باریک‌برگ باقی‌مانده در مهار علف‌های هرز موفق‌تر عمل نموده و در نهایت، باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز در این تیمارها شده است.

جدول ۵- تأثیر کاربرد علف‌کش بر میانگین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پس از اعمال آن‌ها در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

Table 6- Effect of herbicide application on weed density and weed dry weight after treatment in 2012-2013

| تیمار علف‌کش<br>Herbicide     | وزن خشک<br>Dry matter (g.m <sup>-2</sup> ) |                    |                   | تراکم<br>Density (plants per m <sup>2</sup> ) |                    |                   |
|-------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------|
|                               | Total                                      | Broad-leaved weeds | Grass weeds       | Total                                         | Broad-leaved weeds | Grass Weeds       |
| بدون علف‌کش<br>No_herbicide   | 144.7 <sup>a</sup>                         | 66.9 <sup>a</sup>  | 77.8 <sup>a</sup> | 24.4 <sup>a</sup>                             | 14.7 <sup>a</sup>  | 9.8 <sup>a*</sup> |
| توفوردی<br>2,4-D              | 106.2 <sup>ab</sup>                        | 44.0 <sup>ab</sup> | 62.2 <sup>a</sup> | 19.1 <sup>ab</sup>                            | 11.1 <sup>ab</sup> | 8.0 <sup>a</sup>  |
| کلودینافوپ پروپارژیل<br>Topic | 105.8 <sup>ab</sup>                        | 26.2 <sup>bc</sup> | 79.6 <sup>a</sup> | 17.8 <sup>ab</sup>                            | 8.0 <sup>ab</sup>  | 9.8 <sup>a</sup>  |
| 2,4-D + Topic                 | 73.6 <sup>b</sup>                          | 9.3 <sup>c</sup>   | 64.2 <sup>a</sup> | 11.1 <sup>b</sup>                             | 3.1 <sup>b</sup>   | 8.0 <sup>a</sup>  |

\* میانگین‌های هر ستون با حداقل یک حرف مشترک، براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using \* LSD Test.

جدول ۶- تأثیر علف‌کش بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پس از اعمال آن‌ها در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

Table 6- Effect of herbicide application on weed density and weed dry weight after treatment in 2013-2014

| تیمار علف‌کش<br>Herbicide     | وزن خشک<br>Dry matter (g.m <sup>-2</sup> ) |                    |                    | تراکم<br>Density (plants per m <sup>2</sup> ) |                    |                    |
|-------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                               | Total                                      | Broad-leaved weeds | Grass weeds        | Total                                         | Broad-leaved weeds | Grass weeds        |
| بدون علف‌کش<br>No_herbicide   | 91.1 <sup>a</sup>                          | 32.2 <sup>a</sup>  | 58.9 <sup>a</sup>  | 29.3 <sup>a</sup>                             | 12.4 <sup>a</sup>  | 16.9 <sup>a*</sup> |
| توفوردی<br>2,4-D              | 57.3 <sup>b</sup>                          | 1.8 <sup>b</sup>   | 55.6 <sup>a</sup>  | 15.6 <sup>bc</sup>                            | 1.0 <sup>b</sup>   | 14.7 <sup>a</sup>  |
| کلودینافوپ پروپارژیل<br>Topic | 76.4 <sup>ab</sup>                         | 32.0 <sup>a</sup>  | 44.4 <sup>ab</sup> | 22.7 <sup>ab</sup>                            | 11.1 <sup>a</sup>  | 11.6 <sup>ab</sup> |
| 2,4-D + Topic                 | 36.4 <sup>c</sup>                          | 3.6 <sup>b</sup>   | 32.9 <sup>b</sup>  | 10.7 <sup>c</sup>                             | 1.8 <sup>b</sup>   | 8.9 <sup>b</sup>   |

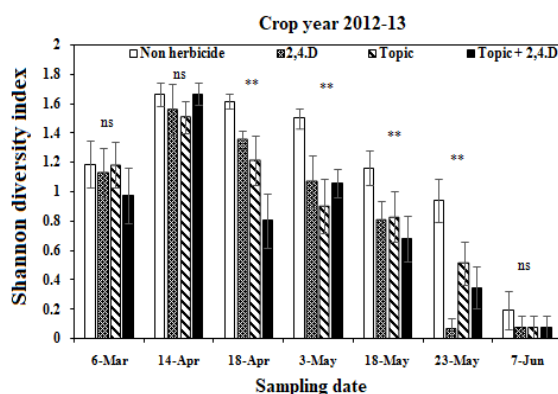
\* میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، در سطح اطمینان ۹۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using \* LSD Test.

در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ را شاهد بدون علف‌کش داشت و کاربرد مخلوط علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل + توفوردی، به‌ترتیب منجر به کاهش ۶۳ و ۶۰ درصدی تعداد بوته و وزن خشک آن‌ها نسبت به

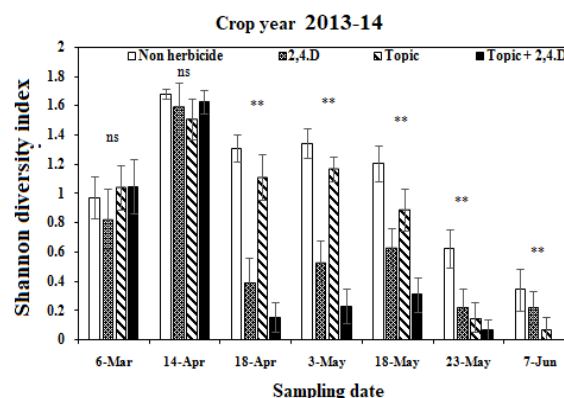
عدم کاربرد علف‌کش شد (جدول ۷). کاربرد علف‌کش توفوردی بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ نشان داد. کاربرد این علف‌کش به‌ترتیب منجر به کاهش ۹۲ و ۹۴ درصدی تعداد بوته و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت

اسفند و ۲۵ فروردین) معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است و صرفاً سطح معنی‌داری در شکل ۴ مشخص شده است). به‌طور کلی، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که غالب کرت‌های آزمایشی اختصاص یافته قبل از اعمال تیمار به لحاظ تنوع و تعداد گونه علف‌های هرز دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نبوده‌اند و زمین آزمایش از نظر رویش علف‌های هرز از یکنواختی نسبی برخوردار بوده است. ولی، بعد از اعمال تیمارهای علف‌کش، بین تیمارها در هر دو سال از لحاظ شاخص تنوع شانون تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۴).



به تیمار عدم کاربرد علف‌کش گردید (جدول ۶). به نظر می‌رسد که تلفیق دو نوع علف‌کش با مهار هر دو طیف علف‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ از طغیان یک گروه از آن‌ها جلوگیری نموده و اثر بهتری را در مهار علف‌های هرز داشته‌اند. گزارش شده است که اختلاط علف‌کش‌های توفوردی و تاپیک، علف‌های هرز مزارع گندم را به نحو مطلوبی مهار می‌نماید (Mir-Vakili & Baghestani, 2005).

شاخص‌های تنوع علف‌های هرز: نتایج مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون در دو سال آزمایش نشان داد که شاخص تنوع شانون در تاریخ‌های نمونه‌گیری قبل از اعمال تیمارهای علف‌کش (یعنی ۱۵



شکل ۴- شاخص تنوع شانون علف‌های هرز در تیمارهای علف‌کش در هر مرحله نمونه‌برداری در دو سال آزمایش  
Fig. 4- Weed Shannon Diversity Index in herbicide treatments at each sampling term in two years of experiment

ns و \*\*: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح یک درصد تیمارهای علف‌کش در هر تاریخ نمونه‌برداری می‌باشند.

میل‌های عمودی روی ستون‌ها نشانگر خطای استاندارد هستند.

ns and \*: are significant at of 5%, 1% probability level and no significant difference, respectively

Vertical bars on the columns indicate a standard error.

تأثیر داشته و تراکم آن‌ها را در مزرعه کاهش دهد (Delye, 2005). کاربرد علف‌کش‌ها هر چند باعث ریشه‌کن کردن برخی از گونه‌های علف‌های هرز می‌شوند، ولی غنای گونه‌ای را کاهش داده و فرصت رشد برای سایر گونه‌های مقاوم و مهاجم فراهم می‌آورند (Delye, 2005; Owen, 2008; Menne & Kocher, 2012).

در اراضی زراعی تنوع و غنای گونه‌ای، به‌طور همزمان متأثر از عوامل متعددی نظیر اقلیم، خصوصیات خاک، رقابت با محصول، درجه فشردگی عملیات زراعی و خصوصیات چشم‌انداز کشاورزی (از نظر سادگی یا پیچیدگی زیستگاه‌های پیرامون) می‌باشد (Walter et al., 2002; Lososova et al., 2004; Pysek & Leps., 1991).

در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بالاترین شاخص تنوع شانون در تیمارهای بدون علف‌کش دیده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ نیز بیشترین شاخص تنوع در شاهد و کمترین شاخص تنوع زیستی در تیمارهای استفاده تلفیقی از هر دو علف‌کش مشاهده شد (شکل ۴).

سوانتون و همکاران (Swanton et al., 1999) نیز گزارش کردند که مدیریت شیمیایی علف‌های هرز موجب کاهش تنوع گونه‌ای شدند، اما گونه‌های مقاوم باقی‌مانده در مزرعه غالب شده و دارای تراکم بسیار بالایی خواهند شد. تناوب زراعی به‌عنوان یک شیوه مدیریتی غیرشیمیایی مؤثر می‌تواند بر پویایی جمعیت علف‌های هرز

(Salonen, 2002).

**عملکرد گندم:** تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر علف‌کش در هر دو سال و همچنین اثر آفت‌کش فقط در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بر عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۷). کلیه تیمارهایی که در آن از یک یا هر دو نوع علف‌کش استفاده شده بود، به‌طور معنی‌داری عملکرد بیشتری نسبت به تیمارهای بدون علف‌کش داشتند (شکل ۵). همچنین علف‌کش پهن‌برگ‌کش توفوردی بیشتر از علف‌کش باریک‌برگ‌کش کلودینافوپ پروپارژیل باعث افزایش عملکرد در هر دو سال شد که علت آن، حذف بیشتر علف‌های هرز پهن‌برگ در مزرعه بود. ولی به‌طور کلی و صرف‌نظر از تیمارهای آفت‌کش، بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیق دو نوع علف‌کش حاصل شد (شکل ۵). به نظر می‌رسد که با توجه به تعداد بیشتر گونه‌های علف هرز پهن‌برگ، تیمارهای پهن‌برگ‌کش نقش بیشتری را در حذف گونه‌های علف‌هرز و کاهش تعداد گونه داشته‌اند.

اینکه کدام عامل یا عوامل بیشترین اهمیت را در توجیه تغییرات جامعه گیاهی برعهده دارند، متفاوت است، ولی نقش تعیین‌کننده علف‌کش‌های مصرفی بر ترکیب و تنوع علف‌های هرز در تحقیقات متعددی به اثبات رسیده است (Hume, 1987; Legere et al., 2005). به‌طور مثال، استفاده مکرر از علف‌کش‌هایی با سازوکار عمل مشابه برای چندین سال متوالی در مهار علف‌های هرز پهن‌برگ غلات، منجر به تغییر جوامع علف هرز از گونه‌های حساس به علف‌کش تو فوردی و غالب شدن علف‌های هرز باریک‌برگ در نظام‌های کشت غلات شده است (Radosevich et al., 1997; Kudsk & Streibig, 2003).

گزارش‌های سایر محققان نیز حاکی از این است که مصرف علف‌کش باعث کاهش معنی‌دار غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون می‌گردد (Derksen et al., 1995; Rassam et al., 2010). علف‌کش با حذف گونه‌های حساس و گزینش گونه‌های مقاوم فشار انتخابی شدیدی بر جامعه علف‌های هرز وارد می‌کند که نتیجه آن تنزل غنای گونه‌ای به سطح چند گونه غالب است (Hyvonen & Radosevich et al., 1997).

جدول ۷- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات اثر آفت‌کش، علف‌کش و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه گندم در دو سال زراعی

Table 7- Source of variation, degree of freedom and mean of square effects of pesticide, herbicide and their interactions on wheat grain yield in two years of experiment

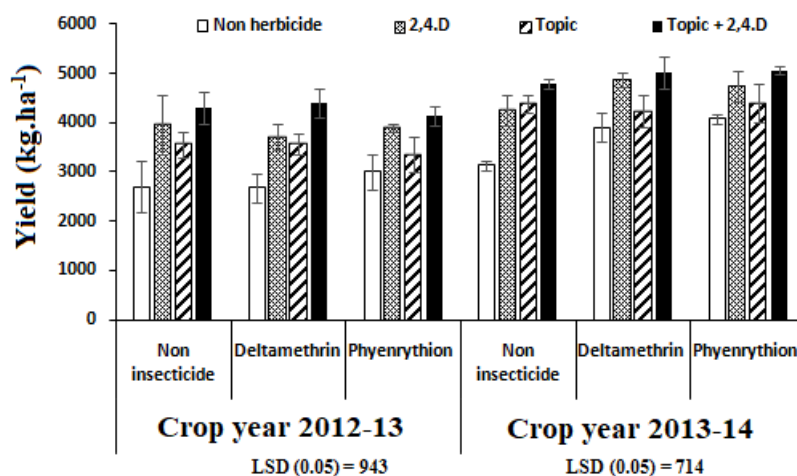
| منبع تغییرات<br>S.O.V     | درجه آزادی<br>df | عملکرد دانه<br>Economic yield |                              |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                           |                  | سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲<br>2013-14  | سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱<br>2012-13 |
| بلوک<br>Block             | 2                | 219852 (3.08) <sup>ns</sup>   | 710256 (7.31) <sup>ns</sup>  |
| آفت‌کش<br>Insecticide (I) | 2                | 658251 (9.21)*                | 5873 (0.06) <sup>ns</sup>    |
| علف‌کش<br>Herbicide (H)   | 3                | 2527607 (53.1)**              | 3562163 (55.0)**             |
| I × H                     | 6                | 173047 (7.26) <sup>ns</sup>   | 79215 (2.45) <sup>ns</sup>   |
| خطا<br>Error              | 22               | 178010 (27.4)                 | 310326 (35.15)               |
| ضریب تغییرات<br>CV (%)    |                  | 9.57                          | 15.44                        |

مقادیر داخل پرانتز نشان‌دهنده درصدی از کل واریانس تغییرات می‌باشد که به منبع تغییر مربوطه تعلق دارد.

<sup>ns</sup>, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

The values in brackets represent the percentage of the total variation variance that belongs to the respective change source.

<sup>ns</sup>, \* and \*\* are significant at of 5%, 1% probability level and no significant difference, respectively.



شکل ۵- برهم‌کنش کاربرد علف‌کش و آفت‌کش بر عملکرد گندم در دو سال آزمایش

Fig. 5- Interaction of application of herbicides and pesticides on wheat grain yield in two years of experiment

میله‌های عمودی روی ستون‌ها نشانگر خطای استاندارد هستند.

Vertical bars on the columns indicate the standard error.

پیروی کرد (شکل ۶). نتایج حاکی از آن است که با افزایش هر گرم در مترمربع وزن خشک علف هرز، عملکرد دانه در دو سال زراعی مورد مطالعه حدود ۲/۸ گرم در مترمربع کاهش یافته است (شکل ۶). همچنین با استفاده از این روابط مشاهده شد که با افزایش هر بوته علف هرز در واحد سطح، عملکرد دانه ۹/۹۶ گرم در مترمربع کاهش یافته است (شکل ۶). رحیمیان و بنابان (Rahimian & Bannayan, 1996) و رحیمیان و همکاران (Rahimian et al., 1998) عنوان کردند که در شرایطی که گندم هیچ رقیبی برای رویش نداشته باشد، پتانسیل عملکرد خیلی بیشتری را دارد. پورآذر و باغستانی (Porazar & Baghstani, 2004) نیز اثر منفی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم را گزارش نمودند.

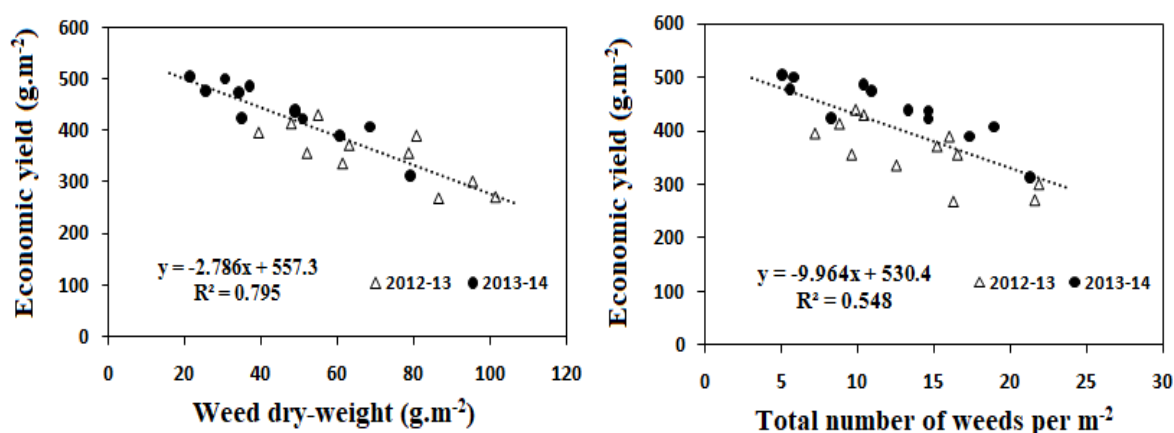
همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد گندم و غنای گونه‌ای علف‌های هرز در هر دو سال آزمایش مشاهده شد (شکل ۷). بدین صورت که با افزایش تعداد گونه علف هرز، عملکرد دانه کاهش یافت. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری نیز بین شاخص تنوع شانون و عملکرد دانه مشاهده شد و با افزایش تنوع علف‌های هرز، عملکرد کاهش یافت (شکل ۷). به نظر می‌رسد که تلفیق دو نوع علف‌کش علاوه بر وزن خشک و تراکم، بیشترین تأثیر بر تنوع گونه‌ای علف‌های هرز نیز داشته است.

در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ آزمایش اثر آفت‌کش بر عملکرد دانه گندم معنی‌دار بود (جدول ۷)، یعنی کاربرد آفت‌کش‌های دلتامترین و فینتریثیون باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد، ولی تفاوتی بین این دو آفت‌کش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۵).

رقابت بین گندم و علف‌هرز از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید جهانی این گیاه محسوب می‌شود (Bushong et al., 2011; Hasanfard et al., 2022). علف‌های هرز به‌طور مستقیم برای کسب نور، مواد غذایی و رطوبت خاک با گیاهان زراعی رقابت می‌کنند (Auskarniene et al., 2010). در آزمایش الکوچا و همکاران (Elkoca et al., 2004) مشاهده شد که مهار علف هرز، تراکم و زیست توده علف‌های هرز را کاهش و عملکرد و اجزای عملکرد را در مقایسه با شاهد افزایش داد. اختلاط علف‌کش‌های توفوردی و تاپیک علف‌های هرز مزارع گندم را به نحو مطلوبی مهار می‌نماید (Mir-Vakili & Baghestani, 2005).

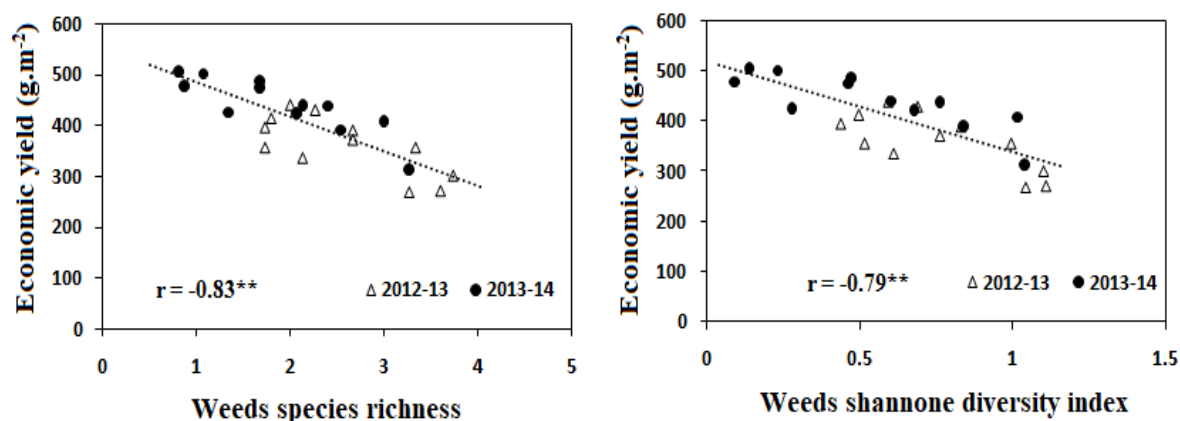
روابط بین عملکرد دانه و تراکم، وزن و شاخص‌های تنوع علف‌های هرز: برای درک بهتر از اثرات حضور علف‌های هرز بر عملکرد دانه گندم، از روابط رگرسیونی و همبستگی استفاده شد. رابطه بین عملکرد دانه با تراکم کل و وزن خشک کل علف‌های هرز در شکل ۶ نشان داده شده است. با افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، عملکرد دانه گندم کاهش یافت. ارتباط تراکم و وزن خشک علف‌های هرز با عملکرد دانه از یک رابطه خطی درجه یک





شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه گندم و تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در سال‌های آزمایش  
Fig. 9- Regression relation between wheat grain yield and density and weed dry matter in years of experiment  
معادله خطی به همراه ضریب تبیین رگرسیون آن در شکل نشان داده شده است.

The linear equation with its coefficient of regression is shown in Fig.



شکل ۷- همبستگی بین عملکرد دانه گندم و غنای گونه‌ای و تنوع شانون علف‌های هرز در سال‌های مختلف آزمایش  
Fig. 7- Correlation between wheat grain yield and species richness and Shannon diversity index in different years of experiment

ضریب همبستگی و سطح معنی‌داری آن در شکل نشان داده شده است

Correlation coefficient and its significant level are shown in Fig.

می‌کند. کاهش عملکرد در تیمارهای علف‌هرز به دلیل افزایش رقابت گیاه زراعی و علف هرز توسط چوکا و همکاران (Chhoka et al., 2008) نیز گزارش شده است.

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف علف‌کش‌ها باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و در نتیجه، کاهش غنای گونه‌ای و تنوع زیستی علف‌های هرز مزرعه گندم شد. البته کاربرد

استفاده طولانی‌مدت از علف‌کش ممکن است سبب تنوع علف‌های هرز و افزایش تعداد گونه علف‌های هرز شود. مطالعه در رابطه با پاسخ جمعیت گونه‌های علف هرز به فشارهای عملیات زراعی می‌تواند به استفاده صحیح از علف‌کش‌ها کمک کند.

علف‌کش‌ها ساختار جمعیتی علف‌های هرز را تغییر دادند و باعث کاهش شاخص تنوع زیستی علف‌های هرز شدند که این تغییر ساختار و تنوع علف‌های هرز، برنامه مدیریت صحیح را مشخص می‌نماید. البته دوره کوتاه مطالعه، تعمیم این موضوع را برای بلندمدت مشکل

علف‌کش‌ها باعث کاهش رقابت بین گندم و علف‌هرز شد که عملکرد دانه گندم بهبود یافت. برخلاف مزایایی که برای استفاده از علف‌کش‌ها در جهت مهار علف‌های هرز و افزایش تولید متصور می‌شود، خطر از دست رفتن تنوع زیستی در اکرواکوسیستم‌ها مطرح است. استفاده از یک نوع علف‌کش با کارایی بالا و دامنه اثر وسیع، منابع غذایی که توسط علف‌های هرز برای سایر ارگانیسم‌ها فراهم می‌شود را نابود می‌کند. به‌طور کلی، در کشت‌بوم‌های گندم با فشرده شدن مدیریت زراعی به‌ویژه مصرف علف‌کش‌های مؤثر بر گونه‌های پهن‌برگ، نه تنها از تنوع و غنای گونه‌ای علف‌های هرز کاسته می‌شود، بلکه ترکیب جامعه گیاهی نیز دستخوش تغییر شده و به چیره شدن یک یا چند گونه غالب می‌انجامد. پیامد کاهش تنوع در این بوم‌نظام‌ها، وابستگی بیشتر به نهاده‌های شیمیایی است که از تبعات آن آلودگی زیست‌محیطی و تهدید پایداری کشاورزی خواهد بود.

## References

1. Alizade, H., Norouzi, S., & Oveisi, M. (2014). Fundamentals of Weed Science. Tehran University Press, Tehran, Iran. 262 pp. (In Persian)
2. Altieri, M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 19–31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
3. Attwood, S.J., Maron, M., House, A.P.N., & Zammit, C. (2008). Do arthropod assemblages display globally consistent responses to intensified agricultural land use and management? *Global Ecology and Biogeography*, 17, 585–599. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00399.x>
4. Auskarniene, O., Psibisauskiene, G., Auskalnis, A., & Kadzys, A.K. (2010). Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. *Zemdirbyste Agriculture*, 97, 53–60.
5. Baghestani-Meibodi, M.A., Akbari, G.A., Atri, A.R., & Mokhtari, M. (2003). Competitive effects of rye (*Secale cereale* L.) on growth indices, yield and yield components of wheat. *Pajouhesh and Sazandegi*, 61, 2–11. (In Persian with English abstract)
6. Banks, J.E., & Stark, J.D. (2004). Aphid response to vegetation diversity and insecticide applications. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103, 595–599. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.11.005>
7. Bushong, J., Peeper, T., Boyles, M., & Stone, A. (2011). Italian ryegrass (*Lolium perenne*), feral cereal rye (*Secale cereale*) and volunteer wheat (*Triticum aestivum*) control in winter canola. *Weed Technology*, 25(3), 344–349. <https://doi.org/10.1614/wt-d-10-00078.1>
8. Cardina, J., Johnson, G.A., & Sparrow, D.H. (1997). The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Science*, 45, 364–373. <https://doi.org/10.1017/s0043174500092997>
9. Delye, C. (2005). Weed resistance to acetyl coenzyme a carboxylase inhibitors: An update. *Weed Science*, 53, 728–746. <https://doi.org/10.1614/ws-04-203r.1>
10. Derksen, D.A., Thomas, A.G., Lafond, G.P., Loepky, H.A., & Swanton, C.J. (1995). Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation tillage systems. *Weed Research*, 35, 311–320. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1995.tb01794.x>
11. Elkoca, E., Kantar, F., & Zengin, H. (2004). Effects of chemical and agronomical weed control treatments on weed density, yield and yield parameters of lentil (*Lens culinaris* L. Cv. Erzurum-89). *Asian Journal of Plant Science*, 3(2), 187–192. <https://doi.org/10.3923/ajps.2004.187.192>
12. Hasanfard, A., Rastgoo, M., Darbandi, E.I., Nezami, A., & Chauhan, B.S. (2022). Freezing stress affects the efficacy of clodinafop-propargyl and 2, 4-D plus MCPA on wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) and turnipweed [*Rapistrum rugosum* (L.) All.] in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plos One*, 17(10), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274945>
13. Hume, L. (1987). Long-term effects of 2, 4-D application on weed community in wheat crop. *Canadian Journal of Botany*, 65, 2530–2536. <https://doi.org/10.1139/b87-343>
14. Hyvonen, T., & Salonen, J. (2002). Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – A six-year experiment. *Plant Ecology*, 159, 73–81. <https://doi.org/10.1023/a:1015580722191>
15. Kraehmer, H. (2016). Atlas of Weed Mapping. John Wiley & Sons. 1–473.
16. Lemerle, D., Gill, G.S., Murphy, C.E., Walker, S.R., Cousens, R.D., Mokhtari, S., Peltzer, S.J., Coleman, R., &

- Luckett, D.J. (2001). Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weed. *Australian Journal of Agricultural Research*. 52, 527–548. <https://doi.org/10.1071/AR00056>
17. Kurtz, M.E., & Street, J.E. (2003). Response of rice (*Oryza sativa*) to Glyphosate applied to simulate drift. *Weed Technology*. 17, 234–238.
18. Kudsk, P., & Streibig, J.C. (2003). Herbicides two-edged sword. *Weed Research*, 43, 90-102. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00328.x>
19. Legere, A., Stevenson, F.C., & Benoit, D.L. (2005). Diversity and assembly of weed communities: Contrasting response across cropping systems. *Weed Research*, 45, 303-315. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2005.00459.x>
20. Lososova, Z., Chytrý, M., Cimalova, S., Kropac, Z., Otypkova, Z., Pysek, P., & Tichý, L. (2004). Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science*, 15, 415–422. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02279.x>
21. Manley, B.S., Wilson, H.P., & Hines, T.E. (2002). Management programs and crop rotations influence populations of annual grass weeds and yellow nutsedge. *Weed Science*, 50, 112–119. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0112:mpacri\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0112:mpacri]2.0.co;2)
22. Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J., Squire, G.R., & Ward, L.K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43, 77–89. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x>
23. Menne, H., & Kocher, H. (2012). HRAC classification of herbicides and resistance development, *Modern Crop Protection Compounds*. Published by Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. pp. 5-28. <https://doi.org/10.1002/9783527619580.ch1>
24. Minbashi Moeini, M. (2009). Investigation on using of GIS (Geographic Information System) for weed mapping of dryland and irrigated wheat fields of Iran. Final report. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).
25. Minbashi Moeini, M., & Norouzzadeh, S. (2012). Study on persistence causes of weeds in wheat fields of temperate regions .6<sup>th</sup> Iranian Weed Science Conference. Birjand. Iran. (In Persian with English abstract).
26. Mir-Vakili, M., & Baghestani, M.A. (2005). Effect of integrate of 2,4-D and Clodinafop propagile in wheat fields of Yazd province. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Iranian Weed Science Conference. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran. (In Persian).
27. Nekahi, M.Z., Soltani, A., Siahmarguee A., & Bagherani, N. (2014). Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-Gaz). *Electronic Journal of Crop Production*. 7, 135-156. (In Persian with English abstract).
28. Nkoa, R., Owen, M.D., & Swanton, C.J. (2015). Weed abundance, distribution, diversity, and community analyses. *Weed Science*. 63, 64-90. <https://doi.org/10.1614/ws-d-13-00075.1>
29. Norouzzadeh, S., Rashed Mohasel, M.H., Nassiri Mahallati, M. Koocheki, A.R., & AbbasPour, M. (2008). Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. *Iran Agricultural Research*, 6(2), 471-485. (In Persian with English abstract).
30. Owen, M.D.K. (2008). Weed species shifts in glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science*, 64, 377–387. <https://doi.org/10.1002/ps.1539>
31. Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N., & Reboud, X. (2011). Weeds in agricultural landscapes: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31, 309–317. <https://doi.org/10.1051/agro/2010020>
32. Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., Meaney, J.J. O'Neil, J.A.S., Onsi, D.E. & Corzilius. D.B. (1992). Conserving biological diversity in agricultural / forestry systems. *Bioscience*, 42, 354-362. <https://doi.org/10.2307/1311782>
33. Porazar, R., & Baghstani. M.A. (2004). The efficiency of new broadleaf herbicide in wheat fields in Khuzestan. 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran (In Persian with English abstract).
34. Pysek, P., & Leps, J. (1991). Response of a weed community to nitrogen fertilization: A multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science*, 2, 237–244. <https://doi.org/10.2307/3235956>
35. Radosevich, S.R., Holt, J.S., & Ghera, C. (1997). *Weed Ecology: Implications for Management*. John Wiley and Sons, New York, USA.

36. Rahimian, H., & Bannayan, M. (1996). Principles of Crop Physiology and Breeding. Jahad-e-Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. pp. 344. (In Persian with English abstract).
37. Rahimian, H., Koocheki, A., & Zand, E. (1998). Crop Evolution, Adaptation and Yield. Agricultural Education Publication. pp. 493. (In Persian with English abstract).
38. Requier, F., Odoux, J.F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., & Bretagnolle, V. (2015). Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications*, 25, 881–890. <https://doi.org/10.1890/14-1011.1>
39. Rassam, G.A., Latifi, N., Soltani, A., & Kamkar, B. (2010). Effects of crop factors and soil characteristics on weed composition and diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) fields of Jajarm. *Journal of Agroecology*, 2, 343-352. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jag.v2i2.7641>
40. Salehian, H., Ghanbari, A., Rahimian, H., & Majidi, A. (2003). Investigation of wheat and weeds interference in field condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 1, 109-120. (In Persian with English abstract).
41. Stocking, M. (1999). Agrobiodiversity: A Positive Means of Addressing Land Degradation and Suitable Rural Livelihoods. In: Conacher, A. J. (Ed.), Land Degradation; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. pp. 1-16.
42. Swanton, C.J., Shrestha, A., Knezevic, S.Z., Roy, R.C., & Ball-Oelho, B.R. (1999). Effect of tillage systems, no cover crop on the composition of weed flora. *Weed Science*, 47, 454-461. <https://doi.org/10.1017/s0043174500092079>
43. Swift, M.J., & Anderson, J.M. (1993). Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems. In: Schultze, E., Mooney, H.A. (Eds.). Biodiversity and Ecosystem Function. Springer, New York. pp. 57-83.
44. Thrupp, L.A. (1998). Cultivating diversity: Agrobiodiversity and food security. World Resource Institute, Washington D. C. pp. 1-80.
45. Veisi, M., Rahimian Mashhadi, H., Alizade, H., Minbashi Moeini, M., & Oveisi, M. (2014). Survey of flora change and weed community structure in irrigated wheat fields of Kermanshah Province in past decade. *Iranian Journal of Weed Science*. (In Persian with English abstract).
46. Walter, A.M., Christensen, S., & Simmelsgaard, S.E. (2002). Spatial correlation between species densities and soil properties. *Weed Research*, 42, 26–38. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2002.00259.x>
47. Zand, E., & Baghestani, M.A. (2008). A review on five years research on herbicide resistance in Iran. In Proceedings 2<sup>nd</sup> National Weed Science Congress, 29<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> January, Mashhad, Iran. pp. 45-61.
48. Zand, E., Baghestani-Meibodi, M.A., Nezam-abadi, N., Shimee, P., & Mousavi, K. (2017). A Guide to Chemical Control of Weed in Iran. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran. pp. 224. (In Persian).
49. Zimdahl, R.L. (2007). Weed-crop competition: A review. John Wiley and Sons, Ames, USA.