Plant Prod., 2024, 46(4), 539-552
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2024.44963.2126
Received: 11 October 2023
Accepted: 09 March 2024

Plant Productions
Research Article

Respose of corn growth and yield characteristics to different rounds of irrigation in the soil contains Apirus and Atlantis herbicide residues

Narges Saaedi[1], Kamal Hajmohammadnia Ghalibaf [2*], Ali Ghanbari[3], Ebrahim Izadi Darbandi[4]

1. Ph.D. Student of Weed Science, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4. Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Citation: Saaedi, N., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., Ghanbari, A., & Izadi Darbandi, E. (2024) Respose of Corn Growth and Yield Characteristics to Different Rounds of Irrigation in the Soil Contains Apirus and Atlantis Herbicide Residues. *Plant Productions*, 46(4), 539-552

Abstract

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is an annual plant from the Poaceae family, which ranks third among crops due to its special characteristics, including a wide range of adaptation in tropical and subtropical climates. In recent years, herbicides that inhibit the action of acetyl coenzyme A carboxylase and Acetolactate synthase have been widely used to control narrow leaves. One of the significant consequences of these herbicides being released into the environment is their persistence in the soil. This issue, along with the harmful effects on the activity of microorganisms and stability in the soil ecosystem, poses a serious threat to crop rotation, as their gradual leaching and runoff can lead to underground and surface water pollution.

Materials and Methods

This experiment aimed to investigate the residual effect of Acetolactate synthase inhibitor herbicides on some growth and yield characteristics of corn in different rounds of irrigation was conducted at Shadid Beheshti of Andimshek Agro-industrial Company in 2020-2021 and 2021-2022. The Acetolactate synthase inhibiting herbicides used in wheat were Atlantis herbicide (Mesosulfuron-methyl+ iodosulfuron-methyl-sodium, OD 1.2%, 1.5 L ha^{-1}), Apirus herbicide (Sulfosulfuron, WG 75%, 26.6 g.ha-1), weedy check, and weed-free check as main-plot and different rounds of irrigation (one, two, three, and four rounds between

* **Corresponding Author:** Kamal Hajmohammadnia Ghalibaf
E-mail: hajmohamadnia@um.ac.ir

© 2024 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

wheat harvest to corn sowing) as sub plot were examined using a split-plot design with randomized complete block design with four replications. The investigated traits included plant length, number of leaves, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of seeds per row, 100 seeds weight, seed yield, biological yield, harvest index, and herbicide carryover in the soil.

Results and Discussion

The analysis of variance revealed that the application of herbicide and irrigation rounds significantly affected the assessed traits of corn. The highest values for plant length, number of leaves, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of seeds per row, 100 seeds weight, seed yield, and biological yield were observed in the weed-free check with four rounds of irrigation. The weedy check with one round of irrigation had the lowest values for these traits. Increasing the irrigation rounds reduced the negative effect of Acetolactate synthase inhibiting herbicides on corn plants, and Atlantis herbicide demonstrated a more destructive effect compared to Apirus herbicide. Examination of herbicide carryover in the soil indicated higher residues of Atlantis herbicide compared to Apirus herbicide, resulting in a more detrimental impact on corn plants.

Conclusion

Based on the results of this study, Apirus herbicide, with better weed control in corn fields and lower soil stability, had a less negative effect on corn plants compared to Atlantis herbicide. The findings from the two years of testing supported this conclusion. Additionally, it was observed that increasing soil moisture through more rounds of irrigation reduced herbicide carryover in the soil and consequently minimized their negative effects on corn plants. Therefore, based on the results of this experiment, it seems that in the rotation of wheat-corn, the use of Apirus herbicide in wheat cultivation to control weeds, as well as the implementation of a rounder irrigation method for corn, can lead to a better corn yield compared to the use of Atlantis herbicide.

Keywords: Crop rotation of wheat- corn, Herbicide residual, Mesosulfuron-methyl+ iodosulfuron-methyl-sodium, Sulfosulfuron

تولیدات گیاهی، ۱٤۰۲، ٤٦(٤)، ۵۳۹-۵۵۲
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 110.22055/ppd.2024.44408.2114
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

پاسخ ویژگی‌های رشد و عملکردی ذرت به دورهای مختلف آبیاری در خاک دارای باقی‌مانده علف‌کش‌های آپیروس و آتلانتیس

نرگس سعدی[۱]، کمال حاج محمدنیا قالی باف[۲*]، علی قنبری[۳]، ابراهیم ایزدی دربندی[٤]

۱- دانشجوی دکتری علوم علف های هرز، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استادیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳- دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

چکیده

علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز از جمله علف‌کش‌هایی هستند که پایداری بالایی در خاک دارند. بقایای این علف‌کش‌ها در خاک می‌تواند به گیاهان بعدی کشت شده، خسارت وارد کند. به منظور ارزیابی پاسخ گیاه ذرت به باقی‌مانده علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات‌سینتاز مصرف شده در کنترل علف‌های هرز در کشت گندم بر برخی ویژگی‌های رشد و عملکردی ذرت در دورهای مختلف آبیاری، پژوهشی در کشت و صنعت شهید بهشتی شهرستان اندیمشک در طی سال‌های زراعی ۱٤۰۰-۱۳۹۹ و ۱٤۰۱-۱٤۰۰ اجرا گردید. بررسی تأثیر علف‌کش‌های استفاده شده در گندم (به عنوان فاکتور اصلی) و دورهای مختلف آبیاری شامل یک، دو، سه و چهار دور آبیاری در فاصله بین برداشت گندم تا کشت ذرت (به عنوان فاکتور فرعی) بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی ذرت به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. سطوح فاکتور اصلی شامل کاربرد علف‌کش آتلانتیس (مزوسولفورون متیل‌سدیم+ یدوسولفورون متیل‌سدیم دارای ۱۸ گرم ماده موثره، ۱/۲٪ OD) با دز ۱/۵ لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش آپیروس (سولفوسولفورون دارای ۲۲/۵ گرم ماده موثره، ۷۵٪ WG) ۲٦/٦ گرم به همراه یک لیتر مویان در هکتار ، شاهد دارای علف‌هرز و شاهد بدون علف‌هرز (وجین) بودند. علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز در ابتدای پنجه‌زنی گندم رقم "مهرگان مادری" مورد استفاده قرار گرفتند. در این پژوهش صفاتی مانند طول بوته، تعداد برگ، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و باقیمانده علف‌کش در خاک بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد علف‌کش و دور آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات ارزیابی شده ذرت داشت. کاربرد علف‌کش آپیروس و آتلانتیس (در شرایط کاربرد چهار دور آبیاری) به ترتیب در سال اول آزمایش سبب افزایش ۵۱ و ۳٤ درصدی و در سال دوم آزمایش سبب افزایش ۷٦ و ٦۲ درصدی عملکرد دانه ذرت در مقایسه با شاهد دارای علف‌هرز شد. نتایج نشان داد که با افزایش دور آبیاری از اثر منفی کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز بر ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول و قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه

* **نویسنده مسئول:** کمال حاج محمدنیا قالی باف
رایانامه: hajmohamadnia@um.ac.ir

ذرت کاسته شد و علف‌کش آتلانتیس در مقایسه با علف‌کش آپیروس اثر تخریبی بیش‌تری بر ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول و قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه ذرت داشت. بررسی نتایج بقایای علف‌کش در خاک نیز حاکی از این بود که پس از اتمام دوره آزمایش، بقایای علف‌کش آتلانتیس بیش از علف‌کش آپیروس بود که این امر سبب بروز اثر تخریبی بیش‌تر آن در مقایسه با علف‌کش آپیروس در کشت ذرت شده‌است.

کلمات کلیدی: بقایای علف‌کش، تناوب زراعی گندم- ذرت، سولفوسولفورون، مزوسولفورون متیل‌سدیم+ یدوسولفورون متیل-سدیم

مقدمه

ذرت (*Zea mays*) گیاهی یک‌ساله از خانواده گندمیان (Poaceae) است که در بین گیاهان زراعی به دلیل ویژگی‌های خاص خود، از جمله دامنه‌ی سازگاری گسترده در اقلیم‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از نظر سطح زیر کشت در مکان سوم قرار دارد (FAO, 2022). احساس نیاز به تولید ذرت در کشور به دلیل نیاز روزافزون به علوفه و دانه آن جهت تغذیه دام، طیور و انسان روز به روز در حال افزایش است که خود اهمیت این گیاه را بیش از پیش آشکار می‌سازد (Pezeshkpour and Khazaei, 2002).

یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی در کشور، خسارت علف‌های هرز و عدم مدیریت صحیح برای پیشگیری و کنترل آن‌ها است (Zand et al., 2017). راهبردهای کنترل علف‌های هرز در درجهٔ اول بر کنترل شیمیایی متمرکز شده است. ذرت نیز گیاهی وجینی با حساسیت بالا به علف‌های هرز است و کنترل علف‌های هرز از مهم‌ترین اجزای مدیریت ذرت به‌شمار می‌رود که کاربرد سموم علف‌کش در کشت آن را ضروری می‌سازد (Rashed Mohasel, and Mousavi, 2015). از سوی دیگر با توجه به مقاوم شدن اکثر گیاهان به علف‌کش‌ها و اثر بقایای سموم در خاک بر رشد و عملکرد آن‌ها، شناخت عوامل کاهنده اثرات منفی سموم علف‌کش را به لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت می‌سازد (Noormohammadi *et al*., 2018).

علف‌کش‌ها از مهم‌ترین عواملی هستند که با هدف حفاظت از محصولات زراعی به کار می‌روند و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد آن‌ها (آب‌شویی تدریجی و رواناب آن‌ها) از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده سلامت زیست‌بوم‌ها و جوامع بشری است، از این‌رو شناخت چگونگی رفتار آن‌ها در محیط به منظور کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی و بهینه‌سازی فعالیت‌های کشاورزی در تناوب کشت ضروری است (Druin *et al*., 2010).

طی دهه گذشته، پرکاربردترین علف‌کش‌ها برای کنترل باریک‌برگ‌ها در مزارع غلات کشور، علف‌کش‌های بازدارنده عمل آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (ACCases) و استولاکتات سینتاز (ALSases) بوده‌اند (Zand et al., 2021). بازدارنده‌های استولاکتات سینتاز یکی از خانواده‌های پرکاربرد علف‌کش می‌باشند. استولاکتات سینتاز که معمولاً با نام استوهیدروکسی اسید سینتاز شناخته می‌شود، اولین آنزیم در مسیر سنتز برخی اسیدهای آمینه شاخه‌دار مانند لوسین، ایزولوسین و والین است (Warwick *et al*., 2010). این علف‌کش‌ها که اولین بار در سال ۱۹۸۰ میلادی معرفی شدند (Beckie, 2006) به دلیل مقدار مصرف کم، کارایی بالا، انتخابی بودن در محصولات مختلف و طیف گسترده کنترل علف‌های هرز به طور وسیعی در گیاهان مختلف به کار می‌روند (Tan *et al*., 2005). از یک سو افزایش مصرف این گروه علف‌کش‌ها به دلیل کنترل موثر و اقتصادی علف‌های هرز و از طرف دیگر بروز سریع مقاومت نسبت به این خانواده علف‌کشی، سبب افزایش بروز مقاومت به بازدارنده-های استولاکتات سینتاز در مقایسه با سایر گروه‌های علف‌کشی شده است (Zand and Baghestani, 2002).

نتایج تحقیقات Manzari Tavakoli and Hosseini (2018) بر پاسخ جودره (*Hordeum spontaneum* Koch) به علف‌کش آپیروس در تراکم‌های مختلف گندم نشان داد که با

افزایش غلظت این علف‌کش وزن تر اندام هوایی جودره در تراکم‌های مختلف گندم به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش یافت. Olukanni *et al*., (2020) طی تحقیقات خود نتیجه گرفتند که سموم آفت‌کش، پس از مدتی، در خاک به ترکیبات کاملاً متفاوتی تخریب (و یا تجزیه) شده و در خاک باقی می‌مانند و فقط ترکیب آن‌ها تغییر می‌یابد.

در یک مطالعه Dugdale *et al*., (2020) گزارش کردند که ماندگاری علف‌کش ایمازتاپیر به طور معنی‌دار تحت تأثیر مقدار کاربرد و دور آبیاری قرار گرفت. تأثیر معنی‌دار دور آبیاری بر ماندگاری علف‌کش، توسط Fadlallah (2020) نیز گزارش شده است. نتایج آزمایش Borzouie *et al*., (2018) نیز نشان داد که بقایای تریفلورالین در خاک تأثیر معنی‌داری بر سبز شدن گیاهان داشت و با افزایش غلظت تریفلورالین در خاک، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. Fadlallah (2020) گزارش کرد که تأثیر معنی‌داری بین رطوبت خاک و باقی مانده علف‌کش‌های استامپ و روآل مشاهده شد. نتایج آزمایش Abbasi *et al*., (2022) نشان داد که تیمار دور آبیاری ۱۱ روز یکبار به همراه علف‌کش پندیمتالین قادر به کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز بود. Yaqoubi *et al*., (2021) طی تحقیقات خود دریافتند که آبیاری مطلوب همراه با مصرف کود نیتروژن، باعث افزایش معنی‌دار کارایی نیکوسولفورون و توفوردی+ امسی‌پی‌آ و کاهش وزن خشک کل علف‌های‌هرز در شاهد بدون وجین شد. همچنین کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون همراه با کود نیتروژن در شرایط توقف دوره‌ای آبیاری در اوایل دوره رشد ذرت، کنترل مناسب علف‌های‌هرز کشیده برگ و پهن‌برگ و عملکرد مطلوب دانه را باعث گردید.

همانطور که اشاره شد، در سال‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی روی اثرات باقی‌مانده علف‌کش‌ها از جمله علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر محصول زراعی بعدی انجام شده است. این علف‌کش‌ها که از مهم‌ترین علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز هستند، هر ساله به‌صورت گسترده برای مدیریت علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در غلات و بعضی محصولات پهن‌برگ دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ایران، تأثیر علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز بر گیاه ذرت در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقات Izadi Darbandi *et al*., (2013a,b) (بر علف‌کش‌های آپیروس و گرانستار) و Dehghan Benadaki *et al*., (2013) (بر علف‌کش شوالیه) اشاره کرد. در تمامی این پژوهش‌ها، تأثیر منفی بقایای علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز بر گیاه زراعی ذرت اثبات شده است، اما این مطالعات در شرایط گلدانی بوده و لازم است این موضوع در شرایط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین با توجه به تعدد آبیاری در ذرت، این سؤال مطرح می‌شود که آیا دور آبیاری این گیاه زراعی می‌تواند باعث کاهش اثرات منفی بقایای علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز شود یا خیر؟ لذا این آزمایش با هدف بررسی تأثیر بقایای علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز استفاده شده در کشت قبلی (گندم) و دفعات آبیاری مختلف بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی گیاه ذرت به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت دو مرحله و دو سال در مزرعه‌ای واقع در استان خوزستان، شهرستان اندیمشک، کشت و صنعت شهید بهشتی با طول جغرافیایی ۳۲,۳۷۹۴۰۶، عرض جغرافیایی ۴۸,۲۲۶۲۴۲ و ارتفاع از سطح دریا ۹۹,۰۱۷۱۱۲ در طی سال‌های زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به منظور بررسی میزان حساسیت گیاه ذرت به بقایای علف‌کش‌های آپیروس و آتلانتیس اجرا گردید. مراحل آماده‌سازی زمین شامل ماخار، یک‌بار شخم، دوبار دیسک و استفاده از ماله جهت تسطیح خاک بود. با هدف ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نمونه مرکب تهیه و نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

در مرحله اول آزمایش، کاشت گندم رقم "مهرگان مادری" (تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع، مقدار بذر ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) با استفاده از دستگاه کمبینات به صورت یکنواخت در کل مزرعه انجام شد. هر کرت آزمایشی، ۳۶ مترمربع به ابعاد ۶ متر × ۶ متر در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی در سال اول آزمایش در تاریخ ۱۳۹۹/۹/۲۵ و در سال دوم در تاریخ ۱۴۰۰/۹/۲۳ صورت گرفت. مصرف کود ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه مرحله در هر مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (در مرحله پنجه‌زنی، قبل از ساقه رفتن و قبل از سنبله‌دهی)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

سوپرفسفات‌تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌پتاسیم بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی و آزمون خاک مزرعه بود. عوامل مورد بررسی در این آزمایش (هر یک در چهار تکرار) شامل: ۱. علف‌کش آتلانتیس (مزوسولفورون متیل‌سدیم+ یدوسولفورون متیل‌سدیم دارای ۱۸ گرم ماده موثره) به همراه ایمن‌کننده گندم با فرمولاسیون OD، محصول شرکت بایر آلمان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار (NorAftab *et al.*, 2021)، ۲. علف‌کش آپیروس (سولفوسولفورون دارای ۲۲/۵ گرم ماده موثره) با فرمولاسیون ۷۵ درصد WG، محصول شرکت گیاه ایران به میزان ۲۶/۶ گرم در هکتار، ۳. شاهد دارای علف‌هرز و ۴. شاهد بدون علف‌هرز (وجین) بودند. علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات سینتاز در مزرعه گندم در ابتدای پنجه‌زنی مورد استفاده قرار گرفتند. عملیات سمپاشی با سمپاش پشتی شارژی با فشار ۲/۵ بار و بر اساس نتایج کالیبراسیون سمپاش متناسب با سطح کرت صورت پذیرفت. علف‌کش آپیروس به میزان ۲۱/۶ میلی‌لیتر در هر کرت و علف‌کش آتلانتیس به میزان ۰/۳۹ گرم در هر کرت مورد استفاده قرار گرفتند.

سپس، در همان مزرعه، بررسی تأثیر علف‌کش‌های مصرف شده در کشت گندم (در کرت اصلی) و دورهای مختلف آبیاری شامل یک، دو، سه و چهار دور آبیاری در فاصله بین برداشت گندم (سال اول در تاریخ ۱۴۰۰/۲/۲۸ و سال دوم در تاریخ ۱۴۰۱/۲/۳۰) تا کاشت ذرت (در کرت فرعی) بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی ذرت به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. بذور ذرت دانه‌ای رقم "ویچیتا" با فاصله ۱۸ سانتی‌متر روی پشته‌هایی با فاصلهٔ ردیف ۷۵ سانتی‌متر (Sorkheh et al., 2020) در کرت‌هایی به ابعاد ۶ متر در ۶ متر (۳۶ مترمربع) به تعداد ۸ ردیف در هر کرت و با تراکم ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار (۲۵ کیلوگرم بذر در هکتار) در تابستان (سال اول و دوم در تاریخ‌های ۱۴۰۰/۵/۱ و ۱۴۰۱/۵/۱۲) و ۳ ماه بعد از برداشت گندم و ماخار زمین کشت شدند. این رقم ذرت از ارقام میان‌رس است که دارای قدرت سازگاری و عملکرد بسیار خوبی می‌باشد. این هیبرید دو منظوره بوده و با افزایش تراکم می‌تواند به عنوان ذرت سیلوئی در کشت بهاره یا تابستانه کشت شود.

کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه‌های تحقیقاتی شامل کود نیتروژن به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله (در مراحل ۲ تا ۴ برگی و ۴ تا ۶ برگی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ظهور گل آذین) صورت گرفت. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و تعداد آب بیان شده از سوی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان صورت گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه ذرت، طول بوته، تعداد برگ، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شدند. طول بوته و طول و قطر بلال با استفاده از متر، خط‌کش و کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شدند. برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، در مرحله‌ی رسیدگی (سال اول در تاریخ ۱۴۰۰/۹/۲۰ و سال دوم در تاریخ ۱۴۰۱/۹/۲۴) پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت سطحی معادل یک مترمربع از هر کرت در نظر گرفته شد و از ردیف‌های سوم و چهارم برداشت انجام گرفت. جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی، اندام هوایی نمونه‌های برداشت شده به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شده و با ترازوی دقیق توزین شدند و نهایتاً وزن خشک آن‌ها در واحد سطح به عنوان عملکرد بیولوژیکی تعیین گردید. پس از جدا کردن دانه از علوفه، دانه‌ها توزین و وزن دانه در واحد سطح به صورت عملکرد اقتصادی گیاه درنظر گرفته شد. از تقسیم عملکرد دانه به وزن کل بوته، شاخص برداشت به صورت درصد محاسبه گردید. پس از جداسازی ۱۰۰ عدد بذر ذرت، وزن دانه بر حسب گرم نیز برآورد شد.

Table 1. Soil test results

Year	Plant	Organic matter	K	P	N	pH	Electerical conductance	Texture
		%		($mg.Kg^{-1}$)		–	($dS.m^{-1}$)	–
First year	Wheat	0.79	214	13	0	7.5	1.2	Loam
	Corn	0.80	228	24	0	7.5	1.2	Loam
Second year	Wheat	0.77	270	9	0	7.5	1.2	Loam
	Corn	0.79	320	10	0	7.5	1.2	Loam

جهت بررسی باقی‌مانده علف‌کش‌ها در خاک، نمونه‌برداری از خاک (نمونه مرکب از هر کرت) یک روز بعد از سمپاشی گندم انجام شد و مجموعاً ۱۲ نمونه‌برداری تا برداشت ذرت صورت گرفت. عمق نمونه برداری بر اساس روش Olukanni *et al.*, (2020)، صفر (سطح خاک) تا ۳۰ سانتی‌متری خاک بود.

به منظور استخراج باقی‌مانده علف‌کش‌ها از خاک، ۱۰ گرم از خاک مربوط به هر تیمار را توزین کرده، درون فالکون‌های درب‌دار ۵۰ سی سی منتقل و ۲۰ سی سی متانول با درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد به آن‌ها اضافه شد و با استفاده از دستگاه شیکر با سرعت ۳۰۰ دور در دقیقه به مدت ۹۰ دقیقه تکان داده شد (Fountolakis *et al.*, 2010). سپس با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ مدل rst-16s شرکت شیماز با ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۶ دقیقه عملیات سانتریفوژ انجام تا فاز مایع (متانول) از فاز جامد (خاک) جدا شد، سپس فاز مایع توسط کاغذ صافی واتمن شماره‌ی ۴۲ درون ارلن شیشه‌ای صاف شد و مراحل مذکور برای خاک باقی مانده داخل فالکون، مجدداً تکرار شد و محلول صاف شده از دو مرحله را درون ارلن‌هایی به حجم ۱۰۰ سی سی ریخته و برای ممانعت از تبخیر حلال درب آن‌ها توسط پارافیلم بسته و در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد. در نهایت اندازه گیری باقی‌مانده علف‌کش‌ها در نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه HPLC Knouer Germany مدل Azura با نرم‌افزار Clarity chrom انجام گرفت. سپس تحلیل نتایج با استفاده از آنالیز رگرسیون توسط نرم افزار سیگماپلات ویرایش ۱۱ انجام شد. داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ویرایش ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و آزمون مقایسه میانگین به روش LSD در سطح ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که از نظر صفات مورد بررسی در این آزمایش اثر نوع علف‌کش، دفعات آبیاری و اثرمتقابل نوع علف‌کش در دفعات آبیاری دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند و فقط اثر دفعات آبیاری بر شاخص برداشت در سال دوم فاقد اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۲).

با توجه به نتایج به دست آمده، از نظر شاخص‌های رشدی، اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد بدون علف‌هرز و سایر تیمارها مشاهده شد، به‌گونه‌ای که تیمارهای آپیروس و آتلانتیس نسبت به تیمار شاهد بدون علف‌هرز دارای شاخص‌های رشدی و عملکردی پائین‌تری بودند. تیمار کاربرد آپیروس نسبت به آتلانتیس از شاخص‌های عملکردی بالاتری برخوردار بود (جدول ۳).

کاربرد علف‌کش آپیروس و آتلانتیس (در شرایط کاربرد چهار دور آبیاری) به ترتیب در سال اول آزمایش سبب افزایش ۵۱ و ۳۴ درصدی و در سال دوم آزمایش سبب افزایش ۷۶ و ۶۲ درصدی عملکرد دانه ذرت در مقایسه با شاهد دارای علف‌هرز شد. کاربرد علف‌کش آپیروس و آتلانتیس در شرایط کاربرد چهار دور آبیاری به ترتیب در سال اول آزمایش سبب افزایش ۱۸ و ۱۴ درصدی و در سال دوم آزمایش سبب افزایش ۴۵ و ۳۶ درصدی شاخص برداشت ذرت در مقایسه با شاهد دارای علف‌هرز شد. کاربرد علف‌کش آپیروس و آتلانتیس در مقایسه با شاهد بدون علف‌هرز منجر به کاهش تمامی صفات مورد بررسی شدند. نتایج به دست آمده حاکی از افزایش میزان صفات مورد بررسی در سال دوم آزمایش در مقایسه با سال اول آزمایش بود.

همچنین مقادیر به دست آمده از صفات مختلف نشان داد علف‌کش آتلانتیس اثر کمتری در حذف رقابت علف‌های‌هرز با ذرت داشته که موجب کاهش بیشتر تمامی شاخص‌های رشدی و عملکردی در ذرت گردیده است (نتایج ارائه نشده است). نتایج تاثیر بقایای علف‌کش نیز این امر را تایید نمود (شکل ۱).

شاخص‌هایی مانند طول و قطر بلال، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن تک دانه، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تیمارهای آپیروس نسبت به آتلانتیس بیشتر بودند و این مورد در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول محسوس‌تر بود که به نظر می‌رسد به دلیل تفاوت در عوامل محیطی ازجمله میزان بارندگی و دما در دو سال آزمایش باشد، البته اثر آبشویی ناشی از دورهای مختلف آبیاری نیز به طور محسوسی مشاهده گردید. همچنین مقایسه تیمارهای کاربرد علف‌کش با تیمار شاهد بدون علف‌هرز تفاوت معنی‌داری در تمام شاخص‌های عملکردی داشته که بیانگر اثر بازدارندگی علف‌کش‌های مذکور بر روی شاخص‌های ذکر شده می‌باشد.

Table 2. The results of mean square variance analysis of some growth and yield characteristic of corn under the conditions of herbicide application and different irrigation round in two years of the experiment.

First year

Source of variation	df	Plant length	Nomber of leaf	Corn length	Corn diameter	Nomber of row per corn	Nomber of grain per row	100 grain weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index
Block	3	46.792**	0.266*	0.932*	2.104**	0.042^{ns}	5.641**	3.891**	651504**	3082319**	3.354^{ns}
Herbicide	3	150187.750**	192.391**	106.557**	304.771**	45.333**	731.141**	574.974**	118864894**	615393780**	164.729**
Error	9	5.292	0.071	0.210	0.201	0.042	0.752	0.266	43291	463173	1.188
Irrigation	3	1091.167**	1.807**	11.557**	28.188**	1.708**	86.682**	46.182**	10489079**	70745403**	6.896*
Herbicide × Irrigation	9	84.222**	0.280**	1.335**	2.229**	0.819**	8.738**	3.668**	473074**	7132525**	9.396**
Error	36	1.250	0.064	0.113	0.149	0.028	0.571	0.227	31895	58952	1.799
C.V	-	0.89	2.52	1.96	0.88	1.19	2.45	1.38	3.03	1.55	3.65

Second year

Source of variation	df	Plant length	Nomber of leaf	Corn length	Corn diameter	Nomber of row per corn	Nomber of grain per row	100 grain weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index
Block	3	165.807**	0.125*	0.891**	1.557**	0.104^{ns}	6.208**	3.891**	1872003**	8217934**	1.438^{ns}
Herbicide	3	145688.016**	247.208**	270.766**	492.057**	59.271**	1961.958**	1088.932**	575289124**	1132884820**	3044.604**
Error	9	19.335	0.028	0.071	0.168	0.035	0.167	0.280	113112	1060111	8.701
Irrigation	3	1294.641**	4.417**	17.432 **	27.932**	2.688**	95.208**	57.599**	27798341**	95304780**	13.438^{ns}
Herbicide × Irrigation	9	48.280**	0.708**	0.557 **	3.266**	0.896**	2.000**	3.543**	1332936**	4807808**	44.701**
Error	36	8.245	0.052	0.123	0.113	0.052	0.260	0.252	44360	857363	6.510
C.V	-	2.03	2.42	1.61	0.76	1.61	1.54	1.38	2.28	5.32	5.25

*, ** and ns: Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively.

Table 3. The mean comparison of herbicide application and different irrigation rounds interaction on some growth and yield characteristic of corn in two years of the experiment.

First year											
Herbicide	Irrigation	Plant length (cm)	Nomber of leaf	Corn length (cm)	Corn diameter (mm)	Nomber of row per corn	Nomber of grain per row	100 grain weight (g)	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	Harvest index (%)
Atlantis	One time	68.50 l	8.000 e	16.00 h	41.75 j	13.00 e	26.75 jk	31.00 k	4184 j	11940 l	34.75 ef
	Two time	75.50 k	8.500 d	16.00 h	42.75 i	13.00 e	27.50 ij	31.75 j	4404 j	12760 k	34.75 ef
	Three time	78.50 j	9.000 c	16.50 g	43.50 h	14.00 d	28.50 i	32.00 ij	5017 i	13710 j	36.50 de
	Four time	82.00 i	9.000 c	17.00 f	44.50 g	14.00 d	30.25 h	32.50 i	5546 h	14580 i	38.25 bcd
Apirus	One time	84.00 h	9.000 c	17.25 f	45.00 fg	14.00 d	31.00 gh	33.75 h	5817 g	15140 h	38.25 bcd
	Two time	88.25 g	9.250 c	18.00 e	45.25 f	14.00 d	31.75 fg	35.00 g	6070 g	15840 g	38.50 bc
	Three time	97.50 f	10.00 b	18.00 e	46.00 e	14.25 c	32.50 ef	35.75 f	6518 f	16940 f	38.50 bc
	Four time	109.8 e	10.00 b	18.50 d	46.00 e	15.75 b	33.50 e	38.25 e	7473 e	18690 e	40.00 b
Weedy check	One time	56.50 o	6.500 h	12.75 k	35.75 n	12.00 f	20.25 n	25.50 n	2317 n	7290 p	31.75 g
	Two time	59.75 n	7.000 g	13.75 j	37.00 m	12.00 f	22.50 m	28.25 m	2626 m	8173 o	32.00 g
	Three time	61.00 n	7.000 g	15.00 i	39.50 l	12.00 f	24.75 l	30.00 l	3177 l	9501 n	33.50 fg
	Four time	65.75 m	7.500 f	15.00 i	40.50 k	12.00 f	26.00 k	30.50 kl	3676 k	11170 m	33.00 fg
Weed free check	One time	256.3 d	15.00 a	19.00 c	47.00 d	16.00 a	35.25 d	40.50 d	8145 d	19150 d	42.50 a
	Two time	265.3 c	15.00 a	19.25 c	47.75 c	16.00 a	37.00 c	41.50 c	8642 c	21750 c	39.50 b
	Three time	268.3 b	15.00 a	20.50 b	48.75 b	16.00 a	40.25 b	42.25 b	9563 b	25600 b	37.25 cd
	Four time	286.3 a	15.00 a	22.25 a	50.50 a	16.00 a	45.00 a	45.75 a	11120 a	28310 a	39.50 b
Second year											
Herbicide	Irrigation	Plant length (cm)	Nomber of leaf	Corn length (cm)	Corn diameter (mm)	Nomber of row per corn	Nomber of grain per row	100 grain weight (g)	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	Harvest index (%)
Atlantis	One time	94.50 k	7.000 f	16.00 h	43.50 k	13.75 c	28.25 l	33.75 j	6141l	12340 k	49.75 d
	Two time	102.8 j	7.750 e	17.25 g	44.00 j	14.00 c	30.25 k	34.50 i	7001 k	13860 j	50.50d
	Three time	108.8 i	8.000 e	18.50 f	44.50 i	14.00 c	31.75 j	35.75 h	7625 j	15470 i	49.25 d
	Four time	112.5 hi	8.000 e	18.75 f	45.00 h	14.00 c	33.50 i	36.75 g	8337 i	16630 hi	50.00 d
Apirus	One time	116.0 h	8.000 e	20.25 e	46.00 g	14.00 c	34.75 h	37.00 g	8921 h	17810 gh	50.25d
	Two time	121.3 g	9.000 d	20.50 de	46.00 g	14.50 b	36.75 g	37.25 g	10380 g	18800 fg	55.25 c
	Three time	127.5 f	9.500 c	21.00 d	47.00 f	16.00 a	37.75 f	38.50 f	11980 f	19900 f	58.25 abc
	Four time	139.0 e	10.00 b	22.00 c	47.50 e	16.00 a	40.25 e	39.25 e	13230 e	22680 e	58.25abc
Weedy check	One time	50.50 n	5.000 h	12.00 l	33.75 o	11.00 e	15.50 p	22.25 n	1447 p	4797 n	31.50 e
	Two time	56.50 m	5.750 g	12.75 k	36.75 n	11.25 e	17.00 o	25.75 m	1783 o	7251 m	24.50 f
	Three time	60.00 lm	6.000 g	14.00 j	37.50 m	12.00 d	20.75 n	27.50 l	2410 n	8823 l	27.25 f
	Four time	64.00 l	7.000 f	15.00 i	39.50 l	12.00 d	22.75 m	29.00 k	3144 m	9803 l	32.00 e
Weed free check	One time	265.3 d	15.00 a	22.00 c	48.50 d	16.00 a	43.00 d	43.50 d	14480 d	24200 d	60.00 ab
	Two time	271.3 c	15.00 a	22.25 c	49.00 c	16.00 a	44.50 c	45.00 c	15590 c	25690c	60.75 a
	Three time	281.8 b	15.00 a	23.00 b	50.00 b	16.00 a	45.50 b	47.00 b	16910 b	27520 b	61.50 a
	Four time	294.8 a	15.00 a	24.00a	52.25 a	16.00 a	47.75 a	49.00 a	18490 a	32980 a	56.50 bc

Means with the same letters in each column have not significant differences based on LSD Test ($p \leq 0.05$).

بازدارنده‌های سنتز استولاکتات سینتاز از خانواده‌های پرکاربرد علف‌کش می‌باشند. این گروه از علف‌کش‌ها، فعالیت گیاهی به نسبت شدید و توانایی جذب از طریق ریشه و برگ را دارا هستند. این علف‌کش‌ها قادرند برای مدت طولانی در خاک فعال باقی بمانند و با جذب از طریق سیستم ریشه در رشد گیاه اختلال ایجاد می‌کنند. این علف‌کش‌ها فعالیت آنزیم استولاکتات سینتاز که اولین آنزیم در مسیر سنتز برخی اسیدهای آمینه شاخه‌دار است را متوقف می‌سازند. آمینواسیدها پیش‌سازهای ساخت پروتئین‌ها بوده و با ممانعت از ساخت آن‌ها، تخریب ساختار پروتئین‌ها رخ می‌دهد و فعالیت آنزیم‌ها با اختلال روبرو می‌شود و از آن‌جایی که آنزیم‌ها در بسیاری از فرآیندهای سلولی دخیل هستند، عمل بازدارنده این علف‌کش‌ها آسیب جبران‌ناپذیری را بر گیاه وارد می‌سازد (Heap, 2015). لذا به نظر می‌رسد کاهش صفات رشدی و عملکردی ذرت در شرایط کاربرد علف‌کش‌های بازدارنده سنتز استولاکتات به دلیل اثر بازدارنده این علف‌کش‌ها بر سنتز اسیدآمینه‌های ضروری باشد.

همچنین کاربرد این علف‌کش‌ها سبب توقف سریع رشد گیاه و توقف تقسیم سلولی شده و نقاط رشدی گیاه (مریستم انتهایی) دچار نکروز و کلروز می‌شود. این علف‌کش‌ها سبب کوتاه شدن میان‌گره‌ها، کاهش رشد ریشه و تخریب رنگدانه‌ها نیز می‌شوند (Druin *et al.*, 2010).

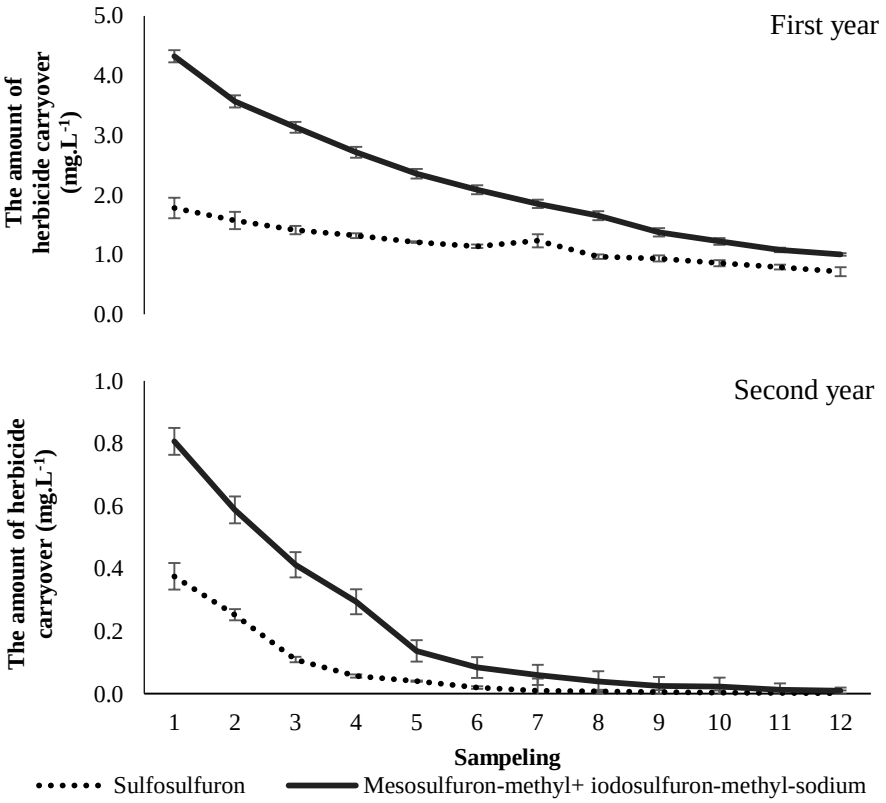

Figure 1. The mean comparison results of herbicide application and different irrigation rounds on the amount of herbicide caryover in the soil. Bars are means± S.E, at 1% level, of four replicates.

احتمالاً کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک در نتیجه حضور بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره به دلیل تاثیر بازدارندگی غیرمستقیم این علف‌کش‌ها بر فتوسنتز و فرآیند تقسیم سلولی (Zhou *et al.*, 2000) یا اثر مستقیم بر سنتز آمینو اسیدها باشد (Russel *et al.*, 2002). Blair and Martin (1988) نیز دلیل کاهش تجمع ماده خشک در گیاه را ممانعت علف‌کش‌های سولفونیل اوره از رشد گیاهچه‌ها و همچنین ظهور برگ‌ها دانستند. بنابراین می‌توان اظهار کرد که بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره با کاهش در تولید برگ‌ها به عنوان قوی‌ترین منابع فتوسنتزی و در نتیجه کاهش ظرفیت فتوسنتز که از اثرات ثانویه این علف‌کش‌ها هستند، کاهش تجمع ماده خشک در گیاه را در پی دارند.

به نظر می‌رسد در شرایط عدم حضور علف‌های‌هرز به عنوان یک تنش زیستی، افزایش طول دوره رشد زایشی و افزایش گسیل مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها سبب افزایش شاخص برداشت شده است. نتایج نشان داد که با افزایش دفعات آبیاری از اثر منفی کاربرد علف‌کش بر گیاه کاسته شد و علف‌کش آتلانتیس در مقایسه با علف‌کش آپیروس اثر تخریبی بیشتری بر گیاه ذرت داشت که بررسی نتایج بقایای علف‌کش در خاک و باقی ماندن بیشتر علف‌کش آتلانتیس در خاک نیز این امر را تایید نمود (شکل ۱).

احتمالاً دلیل اثرات منفی کمتر علف‌کش آپیروس بر گیاه به دلیل هیدرولیز سریع و در نتیجه غیر فعال شدن آن در خاک، یا ماندگاری پایین آن در آب، خاک و گیاه و یا تجزیه میکروبی آن باشد. اثرات منفی بیش‌تر مشاهده شده از علف‌کش آتلانتیس نیز احتمالاً به دلیل ترکیبات سمی موجود در آن و یا قابلیت تحرک کم و ماندگاری بیشتر آن در خاک است (Diao *et al.*, 2010). از آنجا که با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده شد که میزان رطوبت خاک بر بقایای علف‌کش در خاک موثر است، ممکن است علیرغم آن، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت، pH، موادآلی و غیره) نیز بر ماندگاری این علف‌کش‌ها اثرگذار بوده باشد که لزوم بررسی بیشتر در این زمینه را نمایان می‌سازد.

Mazarei *et al.*, (2016) به منظور بررسی تاثیر علف‌کش‌های آپیروس، سافیکس و توتال بر علف‌هرز جودره و تعیین مناسب‌ترین علف‌کش برای این علف‌هرز نشان دادند که با کاربرد علف‌کش‌ها، کم‌ترین تعداد بوته جودره بعد از سم‌پاشی و کم‌ترین ارتفاع جودره و از لحاظ تعداد دانه در سنبله، بیش‌ترین مقدار مربوط به علف‌کش توتال بود. در بین تیمارها از لحاظ تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هرچند سایر تیمارها نسبت به شاهد، میزان بیش‌تری را به خود اختصاص دادند.

بر اساس نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد ارتباط و همبستگی زیادی بین رطوبت خاک (دفعات آبیاری) و اثر علف‌کش‌های آپیروس و آتلانتیس بر رشد و عملکرد گیاه ذرت وجود دارد که بیانگر اثرگذاری عوامل محیطی بر ماندگاری علف‌کش‌ها است و با توجه به اینکه علف‌کش‌های سولفونیل اوره به طور غیر مستقیم منجر به اختلال در فرآیند تقسیم سلولی می‌شوند، به نظر می‌رسد این نتیجه که بقایای آن‌ها منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد گیاه شد، دور از انتظار نیست.

محققان تأثیر سطوح مختلف آبیاری و برخی از علف‌کش‌های خاک مصرف را بر کنترل علف‌های هرز و کارایی استفاده از آب در گیاه زراعی سیر (*Allium sativum* L.) مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که با توجه به اثر متقابل سطح آب آبیاری و تیمارهای کنترل علف‌های هرز، تأثیر معنی‌داری بین رطوبت خاک و باقی‌مانده علف‌کش‌های استامپ (پندیمتالین) و روآل (فلورپیروکسی فن بنزیل) مشاهده شد (Fadlallah, 2020). پژوهشگران به منظور ارزیابی حساسیت هفت گیاه زراعی به بقایای مختلف علف‌کش توتال یک آزمایش زیست‌سنجی انجام دادند. نتایج نشان دادند که شاخص‌های اندازه‌گیری شده در تمام گیاهان از جمله

ذرت تحت تأثیر معنی‌دار بقایای علف‌کش توتال در خاک قرار گرفتند و با افزایش بقایای توتال در خاک، درصد سبز شدن، بقا و زیست‌توده ریشه و ساقه کاهش معنی‌داری یافت (Izadi Darbandi *et al.*, 2018). دیگر محققان نیز گزارش کردند که ماندگاری علف-کش ایمازتاپیر تحت تأثیر معنی‌دار مقدار کاربرد، دور آبیاری و میزان تشعشعات محیط در زمان کاربرد این علف‌کش قرار گرفت (Dugdale *et al.*, 2020).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، علف‌کش آپیروس با کنترل بهتر علف‌های‌هرز مزرعه ذرت و بقای کم‌تر در خاک توانست اثر منفی کم‌تری بر گیاه ذرت نسبت به علف‌کش آتلانتیس داشته باشد و نتایج به دست آمده از دو سال آزمایش این امر را تایید نمود. از سوی دیگر مشاهده شد که افزایش رطوبت خاک از طریق کاربرد دفعات آبیاری بیش‌تر سبب کاهش باقی‌مانده سموم علف‌کش در خاک و در نتیجه تقلیل اثرات منفی آن‌ها بر گیاه ذرت شد. لذا بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد در تناوب کشت گندم- ذرت، کاربرد علف‌کش آپیروس در کشت گندم برای کنترل علف‌های هرز و تعداد دفعات آبیاری بیش‌تر ذرت از طریق کاهش بقایای در خاک می‌تواند سبب دستیابی به عملکرد بهتر گیاه ذرت در مقایسه با کاربرد علف‌کش آتلانتیس گردد.

سپاس گزاری

بدینوسیله نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد برای پشتیبانی مالی این پژوهش در قالب رساله دکتری(کد طرح ۵۳۶۹۴) سپاسگزاری می‌کنند.

References

Abbasi, S., Elahi Fard., & Zare, A. (2022). The effect of irrigation rounds and herbicide application on weed control and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) in Poldakhtar city. The 6th International Conference on Knowledge and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran. [In Persian]

Beckie, H. (2006). Herbicide resistance weeds: Management tactics and practices. *Weed Technology*, 20, 793-814.

Blair, A.M., & Martin, T.D. (1988). A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science*, 22, 195-219.

Borzouie, M., Izadi Darbandi, A., Rashed Mohasel, M.H., Rastgoo, M., & Hassanzadeh Khayat, M. (2018). Evaluation of the sensitivity of some plants to trifluralin herbicide residues in the soil. *Plant Protection*, 33(1), 67–57. [In Persian]

Diao, J., Xu, P., Wang, P., Lu, Y., Lu, D., & Zhou, Z. (2010). Environmental behavior of the chiral aryloxyphenoxypropionate herbicide diclofop-methyl and diclofop: enantiomerization and enantioselective degradation in soil. *Environmental Science and Technology*, 44(6), 2042-2047.

Druin, P., Sellmani, M., Prevost, D., Fortin, J., & Antoun, H. (2010). Tolerance to agricultural pesticides of strains belonging to four genera of Rhizobiaceae. *Journal of Enviromental Science Health*, 45, 780-788.

Dugdale, T.M., Butler, K.L., Finlay, M.J., Liu, Z., Rees, D.B., & Clements, D. (2020). Residues and Dissipation of the Herbicide Imazapyr after Operational Use in Irrigation Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2421.

Fadlallah, A. (2020). Effect of irrigation levels and some soil applied herbicides on weeds, water use efficiency and productivity of garlic (*Allium sativum* L.). *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 58(3), 563-578.

FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Available at www.fao.org.

Fountolakis, M.S., Makridis, K., Chroni, C., Kyriacocu, A., Lasaridi, K., & Manios, T. (2010). Fate and effect of linuron and metribuzin on the co-composting of green waste and sewage sludge. *Waste Management*, 30, 41–49.

Heap, I. (2015). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Wednesday, December 03, 2022. Available at www.weedscience.org.

Izadi Darbandi, A., Rashed Mohasel, M.H., Mahmoudi, Q., & Dehghan, M. (2013a). Evaluation of the effects of simulated sulfosulfuron (Apirus) herbicide residues in the soil on seven crops. *Knowledge of Iranian Weeds*, 6(1), 53-64. [In Persian]

Izadi Darbandi, A., Rashed Mohasel, M.H., Mahmoudi, Q., & Dehghan, M. (2013b). Evaluation of the tolerance of some agricultural plants to the residues of tribenuron-methyl (Granstar) herbicide in the soil. *Plant protection*, 26(4), 369-362. [In Persian]

Izadi Darbandi, H., Rashed Mohasel, M., Mahmoudi, G., & Dehgan, M. (2018). Evaluation of the sensitivity of agricultural plants to mesosulfuron+ iodosulfuron (total) herbicide residues in the soil. *Journal of Plant Conservation*, 25(2), 194-201. [In Persian]

Izadi Darbandi, H., Rashed Mohasel, M., Mahmoudi, G.H., & Dehgan, M. (2018). Evaluation of the sensitivity of agricultural plants to Mesosulfuron+ Iodosulfuron (Total) herbicide residues in the soil. *Journal of Plant Conservation*, 25(2), 194-201. [In Persian]

Malekian, B., & Ghadiri, H. (2015). The effect of Apirus, Total, Atlantis and Chevalier herbicides in wheat weed control. *Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products,* 6(20), 85-95. [In Persian]

Manzari Tavakoli, Z., & Hosseini, A. (2018). Response of cowpea to sulfosulfuron herbicide in different concentrations of wheat. The 8th Iran Weed Science Conference. 5 to 7 September 2018. Ferdowsi University of Mashhad. 1111-1107. [In Persian]

Maton, S.M., Dodo, J.D., Nesla, R.A., & Ali, A. (2016). Environmental impact of pesticide usage on farmlands in Nigeria. *International Journal of Innovative Research and Development*, 5(4), 311-317.

Mazarei, M., Naderpour, B., Reihani, S., & Ezzat Tabar, F. (2016). The effect of using Apirus, Pyrafix and Total herbicides on *Hordeum sopontaneum* and wheat yield components. The 4th Scientific Research Congress of Development and Promotion of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran. Tehran. [In Persian]

Noormohammadi, G., Syadat, A., & Kashani, A. (2018). *Cereal cultivation*. Publications of Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran, 441 pages. [In Persian]

NorAftab, R., Monsefi, A., Rahnama Ghahfarokhi, A., & Aynehband, A. (2021). Weed Population and Nutrient Uptake by Wheat as Influenced by Different Tillage Practices and Weed Management Options in Ahvaz. *Plant Productions*, 44(1), 143-156.

Olukanni, C.O., Audu, A.A., & Waziri, M. (2020). Pesticide residues and their degradation products as influenced by acidity and organic matter in Kura irrigation farmland soils. *Journal of Applied Life Sciences International*, 1, 63-74.

Pezeshkpour, P., & Khazaei, A. (2002). The effect of compaction on yield and yield components of hybrids 647 and 600 corn. The 7th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran, Karaj, page 79. [In Persian]

Rashed Mohasel, M.H., & Mousavi, K. (2015). *The Principle of Weed Management* (translation). Ferdowsi University Press. Mashhad. [In Persian]

Russel, M.H., Saladin, J.L., & Lichtner, I. (2002). Sulfonyrea herbicide. Pesticide Outlook. *Royal Society of Chemistry*, 1,166–173.

Sorkheh, M., Zaefarian, F., & Gharineh, M.H. (2020). Effect of Green Manure under Different Conditions of Tillage on Weed Characteristics and Corn (*Zea mays* L.) Yield. *Plant Productions*, 43(2), 281-294.

Tan, S.Y., Evans, R.R., Dahmer, M.L., Singh, B.K., & Shaner, D.L. (2005). Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management and Sciences*, 61, 246–257.

Warwick, S.I., Sauder, C.A., & Beckie, H.J. (2010). Acetolactate synthase (ALS) target-site mutations in ALS inhibitor-resistant Russian thistle (*Salsola tragus*). *Weed Science*, 58, 244–251.

Yaqoubi, S., Dehghani, M., Mokhtasei Bidgoli, A., & Sadat Asilan, K. (2021). Evaluation of the effect of stopping irrigation on the effectiveness of herbicides in corn weed control under low and high input conditions. *Sciences of Agricultural Plants of Iran*, 53(2), 29-40. [In Persian]

Zand, A., & Baghestani, M.A. (2002). *Resistance to Herbicide.* Academic Jahad Publications, Mashhad. [In Persian]

Zand, A., Baghestani, M., Mousavi, S., Oweisi, M., Ebrahimi, M., Rastgoo, M., & Labafi Hosseinabadi, M. (2017). *Weed Management Guide*. Publications University of Mashhad, 254 pages. [In Persian]

Zand, A., Nezamabadi, N., Baghestani, M., Shimi, P., & Mousavi, S. (2021). *Guide to Chemical Control of eeds in Iran*. Academic Jahad Publications, Mashhad, 216 pages. [In Persian]

Zhou, Q., Liu, W., Zhang, Y., & Liu, K. (2007). Review Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89, 89-96.