مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۰ (ص ۱۶۳-۱۴۹)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 2, 2022 (149-163)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.351372.1375

اثرات گیاه سوزی باقی‌مانده علفکش تریاسولفورون+دایکمبا (لینتور WG70%) بر چند گیاه زراعی در تناوب با گندم

محمد حسن هادی‌زاده*[۱]، حسین ثابت‌زنگنه[۲]، محمدفریدون‌پور[۳]، عبدالعزیز حقیقی[٤]، فرخ الدین قزلی[۳]

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقا، آموزش و ترویج کشاورزی مشهد،۲- مربی پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اهواز، ۳- مربی پژوهش و استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی شیراز، ٤- مربی پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایستگاه گنبدکاووس.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/٤/۲۲)

چکیده

یکی از اثرات منفی علف‌کش‌های دارای پسماند، گیاه‌سوزی آن‌ها بر گیاهان حساس در تناوب است. این پژوهش در مزارع پژوهشی مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، خوزستان ، فارس و گلستان طی سال های ۱۳۹۵-۱۳۹۷ به اجرا در آمد. گیاهان تناوب، بلافاصله پس از برداشت گندم یا در پاییز کشت شدند. تناوب ها از میان گیاهان زراعی تابستانه ذرت، پنبه، ماش، کنجد و سویا و پاییزه چغندرقند پاییزه، کلزا، شبدر، گندم، جو، باقلا و نخودفرنگی انتخاب شدند. نتایج آزمون تی-استیودنت حاکی از اثر بازدارندگی معنی‌دار بقایای تریاسولوفورون+دایکمبا (لینتور WG70%) بر وزن خشک ریشه و ساقه و عملکرد (۱۴/۶ تا ۶۳ درصد کاهش) ذرت در مشهد، اهواز و داراب بود و خسارت به عملکرد ماش در اهواز و گنبد (۵/۶ تا ۲۹درصد کاهش) معنی‌دار شد. عملکرد کنجد در اهواز ۴۶ درصد و عملکرد سویا و نخودفرنگی در گنبد به‌ترتیب ۱۲ و ۱۶ درصد کاهش معنی‌دار داشتند. عملکرد کلزا فقط در اهواز (۳۱ درصد) آسیب دید، ولی در مشهد، داراب و گنبد خسارت علف‌کش معنی‌دار نبود. کاهش عملکرد چغندرقند پاییزه در اهواز،۴۶ درصد و در گنبد، پنج درصد بود. فاصله کاربرد علف‌کش تا سبز شدن گیاهان تابستانه، ۱۴۶-۹۰ روز و برای گیاهان پاییزه ۳۱۱-۲۲۲ روز بسته به منطقه و گیاه تناوبی بود. پنبه، شبدر، گندم، جو و باقلا، خسارت معنی‌داری از بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا ندیدند.

کلمات کلیدی: زیست سنجی،ساقه، ریشه، نشانگان ظاهری خسارت، وزن خشک

Phytotoxic residue effects of triasulfuron+dicamba (Lintur 70 WG) on some rotational crops after wheat

Mohammad Hassan Hadizadeh*[1], Hossein Sabet-Zanganeh[2], Mohammad Fereidoonpour[3], Abdolaziz Haghighi [4], Farrokhdin Ghezeli[3]

1. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Research Resource and Education Center of Khorasan-Razavi, AREEO, Mashhad, Iran. 2. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Research Resource and Education Center of Khoozestan, AREEO, Ahwaz, Iran. 3. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Research Resource and Education Center of Fars, AREEO, Iran. 4. Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Research Resource and Education Center of Golestan, AREEO, Gonbad-Kavous, Iran.

(Received: February 6, 2021 - Accepted: July 13, 2021)

ABSTRACT

One of the negative effects of herbicide residuals is their phytotoxicity on subsequent susceptible crops in rotation. In order to study the phytotoxic residue effects of triasulfuron +dicamba (Lintur® WG70%) on 12 rotational crops, four experiments were carried out at field research stations of Khorasan razavi (Mashhad), Khuzestan (Ahwaz), Fars (Darab) and Golestan (Gonbad-Kavous) provinces in Iran. Rotational crops were planted in sprayed plots (with 170 g Lintur®) or in control plots (without spraying) immediately after wheat harvesting (as second crop) or in autumn. The rotational plants were selected from the summer crops including maize, cotton, mung bean, sesame and soybean, and fall crops including sugar beet, canola, clover, wheat, barley, faba bean and green pea. Results of t-student test showed the significant negative effect of triacsulfuron+dicambba residues on maize at Mashhad, Ahwaz and Darab in terms of root and shoot dry weight and yield (14.6 to 63% yield reduction). Damage to mung bean was significant in Ahwaz and Gonbad (5.6% -29% yield loss). Sesame yield in Ahwaz decreased 46% and soybean and green pea yields in Gonbad decreased by 12% and 16%, respectively. Rapeseed yield was damaged only in Ahwaz (31%) but in Mashhad, Darab and Gonbad the herbicide damage was not significant. Autumn planted sugar beet was significantly damaged in Ahwaz (46% yield) and in Gonbad (5%). The interval between herbicide application and emergence of summer crops was 90-146 days and for autumn crops was 222-311 days, depending on the rotational plants and experimental regions. Herbicide residue of triasulfuron + dicamba did not have significant damage on cotton, clover, wheat, barley and faba beans in related experiments.

Keywords: Bioassay, length, root, shoot, visual damage symptoms, weight.

* Corresponding author E-mail: mhhadizadeh@iripp.ir

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی استراتژیک کشور است که برای مبارزه با علف‌های‌هرز آن، علف‌کش‌های زیادی ثبت شده است و یا همواره در دست مطالعه و ثبت است. لینتور[۱] نام تجارتی علف‌کش انتخابی برای کنترل علف‌های‌هرز پهن برگ مزارع گندم است که از ترکیب دو علف‌کش با نحوه عمل متفاوت شامل تریاسولفورون[۲] (٤۱ گرم در کیلوگرم) و دایکمبا[۳] (٦٥۹ گرم در کیلوگرم) تشکیل شده است (Nourbakhsh, 2019). مقدار مصرف توصیه شده لینتور، ۱۷۰ گرم در هکتار است که با فرمولاسیون گرانول خیس‌شونده[٤] ۷۰ درصد، در سال ۱۳۸۹ به ثبت رسیده است (Zand *et al.*,, 2019).

دایکمبا از علف‌کش‌های هورمونی بازدارنده است که از طریق ریشه و برگ جذب می‌شود (Tomlin, 2009). بسته به شرایط مختلف، نیمه عمر دایکمبا در خاک متفاوت گزارش شده است. مرجع ایمنی مواد غذایی اروپا (European Food Safety Authority, 2011)، دایکامبا را جزو علف‌کش‌های نیمه پایدار با نیمه عمر کمتر از ۵۰ روز معرفی کرده است ولی دولین و همکاران (Devlin *et al.*, 1992) نیمه عمر آن را از ۲ تا ۱٤ هفته گزارش کردند. پژوهشگران دیگر نیز پایداری این علف‌کش را چندین هفته گزارش کرده‌اند (Friesen, 1965; Moyer *et al.*,, 1992; Burnside & Lavy, 1966) با این وجود، علف‌کش دایکامبا در شرایط گرم و مرطوب عادی، پایداری کمی در خاک دارد، زیرا به راحتی مورد تجزیه میکروبی قرار می‌گیرد (Smith & Cullimore, 1975). علایم خسارت آن مانند سایر علف‌کش‌های هورمونی شامل فنجانی شدن برگ‌ها، افزایش طول دمبرگ و خم‌شدگی (اپی‌ناستی) است (Tomlin., 2009).

تریاسولفورون علف‌کشی از خانواده سولفونیل اوره (گروه B بر اساس دسته‌بندی کمیته اقدام مقاومت به علف‌کش‌ها) است که نحوه عمل آن، جلوگیری از آنزیم استولاکتات سینتاز است (Blair & Martin, 1988). دایکمبا از گروه بنزوئیک اسیدها (از گروه O) است که نحوه عمل آن، تنظیم‌کنندگی رشد (اکسین مصنوعی) است و به‌صورت پیش‌آمیخته با توفوردی (دایالن سوپر) یا با تریاسولفورون برای مهار علف‌های هرز گندم به ثبت رسیده است (Zand *et al.*, 2019) و مهم‌ترین مسیر تجزیه آن در خاک میکروبی است (Tomlin, 2009).

با اینکه علف‌کش‌های سولفونیل اوره، انقلابی در مبارزه شیمیایی پدید آوردند، ولی باقی‌مانده بعضی از علف‌کش‌های این گروه، مشکل بالقوه برای گیاهان تناوب محسوب می‌شود (Hadizadeh & Zand, 2010; Ort, 2019). پایداری علف‌کش‌ها در مزرعه برای حفظ اثربخشی آن‌ها لازم است، ولی نباید آنقدر طولانی باشد که باعث جلوگیری از رشد گیاهان زراعی حساس در تناوب شود (Villaverde *et al.*, 2008). همچنین خطر انباشت در لایه‌های عمقی‌تر خاک در اثر تجزیه کند علف‌کش (Hakansson, 2003) یا به دلیل مصرف هر ساله آفت‌کش، بسته به شرایط اتلاف و فرسایش وجود دارد (Crompton, 2000). مفهوم پایداری با نیمه عمر ترکیب شیمیایی بیان می‌شود؛ هرچند پایداری کمتر، لزوماً دلیلی بر سمی نبودن بقایای هرچند اندک برای محصولات حساس بعدی نیست (Hanson *et al.*, 2004; Ramezani, 2010). بسته به نوع علف‌کش،

---

[۱] Lintur

[۲] Triasulfuron: 1-[2-(2-chloroethoxy)phenyl]sulfonyl-3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)urea

[۳] Dicamba: 3,6-dichloro-2-methoxy-benzoic acid sodium salt

[٤] Wettble granules (WG)

نوع محصول، شرایط شخم، خصوصیات خاک، شرایط آب و هوایی حاکم در فصل زراعی کاربرد سم و میزان و زمان مصرف سم، خسارت ناشی از پسماند علف‌کش متفاوت است (Felix *et al.*, 2007). نوع ملکول علف‌کش نیز در پایداری ذاتی آن دخالت دارد. برای مثال، علف‌کش‌های سولفونیل اوره مانند کلروسولفورون، مت‌سولفورون‌متیل و تریاسولفورون، پایداری نسبی بیشتر و نیمه عمر مزرعه‌ای متوسط (هفت تا ٤٢ روز) بسته به شرایط دارند در حالی‌که برخی دیگر مانند تری‌بنورون‌متیل و تیفن‌سولفورون‌متیل، دارای نیمه عمر کمتری در مزرعه بودند (Menne & Berger, 2001). مطالعات متعدد حاکی از آن است که در شرایط خاک‌های قلیایی، سرد، خشک و با ماده آلی کم، تجزیه علف‌کش‌های سولفونیل اوره به مراتب کندتر است و پسماند آن در غلظت های سمی تا بیش از یک فصل دوام می آورد (Mersie & Foy, Alonso-Prados *et al.*, 2002; 1986). در شرایط گرم، مرطوب و اسیدی (pH=۵/۷) در مزرعه و آزمایشگاه، نیمه عمر نیکوسولفورون و ریمسولفورون به تنهایی یا مخلوط با هم، از سه تا شش روز فراتر نرفت (Poppell *et al.*, 2002). با مصرف فورام‌سولفورون در دو دز ۳۵ و ۷۰ گرم ماده موثره در هکتار در ذرت (*Zea mays* L.)، هیچ‌گونه اثر سمی ناشی از باقی مانده سم بر لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) طبق نشانگان ظاهری یا وزن خشک گیاهچه مشاهده نشد (Robinson *et al.*, 2006).

زمان مصرف علف‌کش‌های سولفونیل اوره در گندم، پس از رویش و در بهار است و از این رو، فاصله کم بین زمان کاربرد علف‌کش با کشت بعدی یا با کشت دوباره (در صورت از بین رفتن زراعت قبلی) ممکن است باعث خسارت ناشی از بقایای علف‌کش شود (Menne & Berger, 2001). نیمه‌عمر تریاسولفورون در اروپا، به‌طور متوسط ۱۹ روز در شرایط هوازی مزرعه و ۵۵ روز در شرایط آزمایشگاهی گزارش شد و زمان ۹۰ درصد تجزیه آن در مزرعه نیز ۷۰ روز گزارش شده است (Tomlin, 2009). نتایج مطالعه بر روی ارزن پروسو (*Panicum miliaceum*) حاکی از واکنش منفی و توقف رشد آن نسبت به باقی مانده مصرف علف‌کش تریاسولفورون (۱۵ گرم در هکتار) طی آزمایش گلخانه‌ای بود؛ با این وجود اثرات منفی باقی مانده آن در مزرعه کمتر ارزیابی شد (Uludag *et al*,, 1997). در مطالعه دیگر روی اثر باقی مانده تریاسولفورون (صفر، ۱۰، ۲۰ و ٤٠ گرم ماده موثره در هکتار) مصرف شده در مزرعه گندم با استفاده از آزمون زیست‌سنجی در گلدان، خسارت به آفتابگردان کشت شده چهار ماه پس از کاربرد علف‌کش معنی‌دار بود (Kotoula-Syka *et al.*, 1993). نکته‌ای که باید به آن اشاره کرد، پایداری مخلوط علف‌کش‌ها نسبت به کاربرد جداگانه آن‌هاست که در مواردی، کاربرد مخلوط دو علف‌کش، باقی‌مانده بیشتری نسبت به کاربرد جداگانه‌ی آن‌ها دارد (Hurle & Walker, 1980).

با توجه به گزارش‌ها و سوالات در مورد اثرات منفی پسماند علف‌کش تریاسولفوورن+دایکمبا (لینتور)، هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی اثرات فوق بر رشد اولیه، ویژگی های ظاهری و در مواردی عملکرد گیاهان تناوبی در کشت دوم و کشت پاییزه در برخی شهرهای کشور بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، خوزستان، فارس و گلستان، طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ به اجرا در آمد. مشخصات خاک مزارع آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- اطلاعات خاک شناسی مربوط به مناطق اجرای آزمایش

Table1. Soil characteristics of different experimental locations

Location	Organic matter percent	pH	EC (dS m^{-1})	Soil texture	N percent	P ppm	K ppm
Mashhad	0.56	7.80	1.54	Loam	0.01	10	200
Ahwaz	0.50	7.1	2.7	Loam-clay	0.01	8.2	242
Darab	0.22	7.60	2.50	Silty clay loam	0.01	245	80
Gonbad-Kavous	0.42	7.8	0.73	Silty loam	0.15	13.5	450

در هر منطقه، قطعه‌ای زمین به ابعاد تقریبی ۵۰×۶۰ متر در نظر گرفته شد و گندم رقم مناسب در موعد مقرر در هر منطقه، در ردیف های ۵۲ سانتی متری با الگوی سه ردیف بر روی هر پشته کشت شد. پس از سبز شدن گندم و نزدیک به پایان پنجه‌زنی، نیمی از قطعه، سمپاشی و نیم دیگر بدون مصرف علف‌کش در نظر گرفته شد. تیمارها شامل گیاهان تناوبی بود که بلافاصله پس از برداشت گندم یا در پاییز، در دو قطعه سمپاشی شده و قطعه شاهد (بدون سمپاشی) کشت شدند. سمپاشی با تریاسولوفورن+دایکمبا (از ماده تجارتی لینتور به میزان توصیه شده ۱۷۰ گرم در هکتار) در موعد مقرر و با استفاده از سمپاش پشتی شارژی با نازل تی‌جت یکنواخت و فشار ثابت ۲۰۰ کیلوپاسکال پس از کالیبراسیون (۳۰۰ لیتر در هکتار) صورت گرفت. تقویم عملیات زراعی و زمان سمپاشی تریاسولوفورن+دایکمبا در مناطق مختلف آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- تقویم عملیات زراعی و زمان سمپاشی تریاسولوفورن+دایکمبا در مناطق مختلف آزمایش

Table 2. Timetable of field operations and application dates of triasulfuron+dicamba at different experimental locations

Field operation	Location			
	Mashhad	Ahwaz	Darab	Gonbad-Kavous
Wheat planting date	4 Dec 2016	13 Dec 2016	3 Jan 2018	22 Nov 2017
Wheat emergence date	14 Dec 2016	20 Dec 2016	21 Jan 2018	2 Dec 2017
Triasulfuron+Dicamba application	16 March 2017	28 Feb 2017	25 Feb 2018	14 Feb 2018
Wheat harvest	23 Jul 2017	23 May 2017	10 June 2018	6 June 2018
Wheat Cultivar	Pishgam	Shush	Chamran II	Qabus
Wheat seeding rate (Kg seed ha^{-1})	180	180	200	180

پس از برداشت گندم، گیاهان تناوبی در هر منطقه در ردیف های ثابت قبلی و پس از آماده سازی در موعد مناسب، با دست کشت شدند. اطلاعات مربوط به تاریخ‌های سبز شدن، نمونه‌گیری و برداشت گیاهان تناوبی برای هر محصول و هر منطقه در جدول ۳ آورده شده است.

گیاهان تناوبی در مشهد شامل ذرت علوفه‌ای (*Z. mays* L.) به عنوان کشت دوم و در پاییز کلزا (*Brassica napus* L.) و پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) بود. ذرت، ماش (*Vigna radiate* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تابستان، و کلزا، چغندرپاییزه (*Beta vulgaris* L.) و شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) در پاییز، گیاهان تناوبی منطقه خوزستان را تشکیل دادند و برای منطقه داراب فارس، تناوب ها شامل ذرت و پنبه در تابستان و کلزا و باقلا (*Vicia faba* L.) در پاییز بود. برای منطقه گنبدکاووس، تناوب‌ها شامل سویا (*Glycine max* L.)، پنبه و ماش در کشت دوم و در پاییز کلزا، چغندرپاییزه و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بود. نام ارقام و تراکم کشت گیاهان تناوب در مناطق مختلف آزمایش در جدول ٤ آورده شده است.

جدول ۳- تقویم رویدادهای زراعی و نمونه گیری از گیاهان تناوبی در مناطق مختلف آزمایش

Table 3. Timetable of field events and sampling dates of rotational crops at different experimental locations

Field operation	Mashhad	Ahwaz	Darab	Gonbad-Kavous
Corn emergence	6 Aug 2017	24 July 2017	16 July 2018	-
Corn sampling	19 Aug 2017	7 Aug 2017	25 July 2018	-
Corn harvest	01 Nov 2017	29 Oct 2017	4 Dec 2018	-
Sugar beet emergence	25 Nov 2017	20 Nov 2017	-	6 Dec 2018
Sugar beet sampling	28 March 2018	10 Dec2017	-	18 Jan 2019
Sugar beet harvest	27 Jun 2018	5 May 2018	-	3 July 2019
Canola emergence	25 Nov 2017	20 Nov 2017	15 Nov 2018	22 Nov 2018
Canola sampling	28 March 2018	10 Dec2017	25 Nov 2018	6 Jan 2019
Canola harvest	27 Jun 2018	5 May 2018	11 June 2019	29 May 2019
Cotton emergence	6 Aug 2017	-	26 May 2018	18 Jun 2018
Cotton sampling	19 Aug 2017	-	5 June 2018	20 July 2018
Cotton harvest	-	-	3 Nov 2018	28 Sep 2018
Soybean emergence	-	-	-	18 Jun 2018
Soybean sampling	-	-	-	5 July 2018
Soybean harvest	-	-	-	28 Sep 2018
Mung bean emergence	-	24 July 2017	-	16 June 2018
Mung bean sampling	-	7 Aug 2017	-	10 July 2018
Mung bean harvest	-	22 Oct 2017	-	11 Sep 2018
Green pea emergence	-	-	-	11 Dec 2018
Green pea sampling	-	-	-	14 Jan 2019
Green pea harvest	-	-	-	30 April 2019
Broad bean emergence	-	-	2 Jan 2019	-
Broad bean sampling	-	-	7 Jan 2019	-
Broad bean harvest	-	-	10 May 2019	-
Clover emergence	-	20 Nov 2017	-	-
Clover sampling	-	10 Dec 2017	-	-
Clover harvest	-	5 May 2018	-	-
Sesame emergence	-	24 July 2017	-	-
Sesame sampling	-	7 Aug 2017	-	-
Sesame harvest	-	22 October 2017	-	-
Wheat emergence	-	20 Nov 2017	-	-
Wheat sampling	-	10 Dec 2017	-	-
Wheat harvest	-	5 May 2018	-	-
Barley emergence	-	20 Nov 2017	-	-
Barley sampling	-	10 Dec 2017	-	-
Barley harvest	-	5 May 2018	-	-

برای هر کرت گیاهان تناوبی، شش پشته بـه طـول ۳۰ متر در نظر گرفتـه شـد. بـرای ثبـت میـزان خسـارت ظاهری از روش امتیازدهی اروپـایی (EWRC) اقـدام شد (Wilkinson, 1971). نمونه‌گیری از گیاهچـه‌هـای گیاهان تناوبی در مرحله چهـار تـا شـش برگـی و بـه شکل تخریبی انجام شد و ۳۰ بوته از هر کرت یـا ۱۰ کادر ۰/۵×۰/۵ متر در هر قطعه برداشت شـد و طـول ساقه و ریشه و وزن خشک ساقه و ریشه انـدازه‌گیری شد. جهت مقایسه اثر بـاقی مانـده لینتـور بـر گیاهـان تناوبی نسبت به شاهد متنـاظر خـود، از آزمـون تـی- استیودنت در سطح پنج درصد و با نـرم افـزار آمـاری SAS® نسخه ۹ انجام شد. چنانچه مقـدار F در نتـایج آنالیز، نشان دهنده یکنواختی واریانس ها نبود، مقـادیر تی با واریانس نایکنواخت مورد قضاوت قرار گرفت.

نتایج و بحث

گیاهان زراعی در تناوب با گندم در طی این آزمـایش شامل گروه تابستانه به عنوان کشت دوم و گروه پاییزه بودنـد. گـروه تابسـتانه را گیاهـان ذرت، پنبـه، مـاش، کنجد وسویا و گروه پاییزه را چغندرقند پـاییزه، کلـزا، شبدر، گندم، جو، بـاقلا و نخـودفرنگی تشـکیل مـی- دادند. چهار گیـاه ذرت، چغنـدر پـاییزه، کلـزا و پنبـه، دست کم در سه منطقه از چهار منطقه آزمـایش مـورد آزمون قرار گرفتند، کلزا در هر چهار منطقـه آزمـایش حضـور داشـت، گیـاه زراعـی مـاش در دو منطقـه گنبدکاووس و اهواز در تناوب با گندم قرار گرفتنـد و سویا، کنجد، شبدر، باقلا، نخـودفرنگی، گنـدم و جـو فقـط در یـک منطقـه مـورد بررسـی قـرار گرفتنـد.

جدول ٤- اسامی ارقام گیاهان تناوبی و تراکم کشت آن‌ها (بوته در متر مربع) در مناطق مختلف آزمایش
Table 4. Cultivar names and their densities (Pm^{-2}) of each rotational crop at different experimental locations

	Location			
Rotational Plant	Mashhad	Ahwaz	Darab	Gonbad-Kavous
Corn	SC704 (6.6)	SC704 (8.5)	SC704 (7)	-
Sugar beet	-	Silvetta (10)	-	Rosastar (14)
Canola	Okapi (80)	RG03 (125)	Hayola50 (80)	Delgan (50)
Cotton	Kohrdad (10)	-	Bakhtegan (8)	Sahel (8)
Soybean	-	-	-	Saman (15)
Mung bean	-	Pakestani (20)	-	VC-6371 (33)
Green pea	-	-	-	Wolf (18)
Broad bean	-	-	Barekat (16)	-
Clover	-	Bersim (700)	-	-
Sesame	-	Behbahan (25)	-	-
Wheat	-	Shush (500)	-	-
Barley	-	Zehak (350)	-	-

گیاهان تابستانه

ذرت

از میان گیاهان تابستانه، ذرت در آزمایش مشهد، اهواز و داراب حضور داشت و اثرات باقی‌مانده علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا بر آن، حاکی از خسارت قطعی، چه به لحاظ نشانگان ظاهری و چه از نظر تغییرات وزن خشک ریشه و ساقه و عملکرد بود (جدول ۵). با این‌که نشانگان خسارت بر ذرت در مشهد بر خلاف اهواز و دارب در مراحل اولیه رشد یعنی جوانه‌زنی تا چهار برگی مشهود نبود، ولی با پیشروی فصل کشت، علایم زردی و کوتاهی ذرت در این منطقه نیز ظاهر شد (شکل ۱). متوسط ارتفاع بوته ذرت در مشهد در زمان نمونه‌گیری (دو ماه بعد از سبز شدن) در قسمت تیمار شده، ۱۰/۹۹±۱٤۰/۹۱ سانتی‌متر در برابر ۲/۵۵±۱۹۰/۹سانتی‌متر و حاکی از اختلاف ۲٦درصدی بود. طول ساقه ذرت در اهواز و داراب در زمان نمونه‌گیری در قسمت تیمار شده، به‌ترتیب ۲۰ و ۱۵ درصد کمتر از شاهد و دارای اختلاف معنی‌دار بود. وزن خشک ساقه‌ی ذرت نیز در اثر بقایای علف‌کش، کاهش معنی‌دار نشان داد و در قسمت تیمار شده از ۲۷/٦ درصد کاهش نسبت به شاهد در داراب تا ٤۵ درصد کاهش در اهواز متغییر بود.

جدول ۵- اثر گیاه‌سوزی تیمار لینتور بر ویژگی‌های ذرت در مناطق مختلف آزمایش بر اساس آزمون تی-استیودنت
Table 5. Lintur treatment effects on corn in experimental locations based on T-student test

	T-value (df)		
Variable	Mashhad	Ahwaz	Darab
Corn root weight	-	-0.12^{ns} (58)	7.40^{**}(50.6)
Corn length	4.43^{**} (6.65)	4.32^{**}(48.6)	5.33^{**}(48.9)
Corn root weight	-0.47^{ns} (28)	-1.75^{ns} (58)	8.55^{**}(58)
Corn shoot weight	0.13^{ns}(28)	3.74^{**}(40.6)	6.81^{**}(41.8)
Corn yield	11.99^{**} (12)	2.08^{*}(58)	-

- unavailable data

- داده موجود نیست

تغییرات وزن خشک ریشه ذرت نیز حاکی از کاهش معنی‌دار ۳٦ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به شاهد در داراب تا ٤٤درصد در اهواز بود. دامنه اثر منفی لینتور باعث شد که عملکرد ذرت در مشهد در

قسمت تیمارشده با لینتور (۰/۱۷±۲/۱۲ تن در هکتار)، ٦۳ درصد کمتر از مقدار آن در تیمار شاهد (۷۵/۲٦±۵/۰ تن در هکتار) به‌دست آید. عملکرد دانه ذرت در اهواز نیز در اثر بقایای علف‌کش، با اختلاف معنی‌دار از شاهد، ١٤/٦ درصد کاهش یافت.

بعضی محققین بیان کرده‌اند که واکنش گیاه به اثرات علف‌کش می‌تواند به مراحل فنولوژی وابسته باشد. برای مثال، وال (Wall, 1997) نشان داد که مقدارمصرف زیر حد کشنده (۰/۲۳گرم ماده موثره در هکتار) علف‌کش تیفن‌سولفوورن+تری‌بنورون متیل در مرحله‌ی دو تا سه برگی کلزا و آفتابگردان، خسارت بسیار ناچیزی را متوجه این گیاهان کرد، ولی در مراحل پیشرفته‌تر فنولوژی، مصرف همین مقدار باعث خسارت بیشتر شد. حساسیت فنولوژیک گیاهان به کاربرد علف‌کش‌ها در مطالعات زیادی ثابت شده است (Hale *et al.*, 2019).

شکل ۱- ذرت در مرحلی چهاربرگی (راست) و در مرحله‌ی ۸ تا ۱۰ برگی (چپ) در تیمار تریاسولوفورون+دایکمبا مشهد

Figure 1. Corn plants treated with triasulfuron+dicamba at 4 leaves growth stage (right) and 8-10 leaves growth stage (left) in Mashhad

فاصله کاربرد علف‌کش تا سبز شدن ذرت در داراب، مشهد و اهواز، به‌ترتیب ١٤١، ١٤٤ و ١٤٥روز محاسبه شد. از ذرت به عنوان گیاه حساس به تریاسولفوورن در آزمون زیست‌سنجی در مطالعات قبلی استفاده شده است (Oppong & Sagar, 1992). مطالعات دیگر نیز حاکی از حساسیت ذرت به بقایای بعضی علف‌کش-های سولفونیل اوره بود. برای مثال، بقایای علف‌کش-های مصرفی در گندم شامل کلروسولفورون (۲۰ گرم در هکتار از ماده تجارتی مگاتن) و سولفوسولفورون (٥٦ و ٦٨ گرم در هکتار از ماده تجارتی آپیروس۷۵٪)، باعث کاهش معنی‌دار ۳٦، ۱۰ و ۱۷ درصد محصول ذرت در اهواز شد (Poorazar *et al.*, 2009). نتایج آزمایش حاضر نیز حاکی از حساسیت ذرت به بقایای علف‌کش تریاسولوفورن+دایکمبا در تمام مناطق آزمایش بود (جدول ٦).

پنبه

پنبه در سه منطقه آزمایش شامل مشهد، داراب و گنبد بررسی شد، ولی هیچ‌گونه علایم خسارت ظاهری در هیچ یک از مناطق آزمایش ثبت نشد (شکل ۲). البته بررسی داده‌ها در مشهد و گنبد نیز نشانی از خسارت جدی به پنبه نداشت و تنها در داراب، طول و وزن خشک ساقه در اثر بقایای علف‌کش کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۷). با توجه به نبود نشانگان خسارت و در دست نبودن داده‌های عملکرد، تداوم

اثرات منفی باقی‌مانده تریاسولوفورون+دایکمبا تا عملکرد پنبه در داراب نیز جای تردید دارد.

جدول ٦- میانگین (± خطای معیار) صفات مختلف گیاه ذرت در تیمار لینتور و شاهد در مناطق مختلف آزمایشی
Table 6. Means (± SE) measured traits of corn in herbicide treated /control plots in experimental locations.

Location	Treatments	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Root weight (ml g)	Shoot weight (ml g)	Yield (Ton ha^{-1})
Mashhad	Control	-	190.90±2.55	1846.70±196.12	1393.30±115.25	5.75±0.26
	Herbicide	-	140.91±10.99	1980.00±205.22	1373.30±103.49	2.12±0.17
Ahwaz	Control	14.84±0.80	22.24±1.01	203.00±19.98	472.67±50.59	3.47±0.17
	Herbicide	14.97±0.75	17.05±0.63	261.00±26.37	264.67±23.13	2.96±0.17
Darab	Control	3.28±0.04	34.13±0.51	443.70±12.56	1300.00±22.99	-
	Herbicide	2.63±0.07	28.97±0.81	282.30±12.06	940.00±47.60	-

- داده موجود نیست

- unavailable data

فاصله کاربرد علف‌کش تا سبز شدن پنبه در مشهد، ۱٤٤ روز و در دو منطقه دیگر، ۹۰ تا ۹٤ روز بود و از این رو به نظر می‌رسد که پنبه حساسیت زیادی به باقی‌مانده تریاسولوفورون+دایکمبا نداشت. مطالعه هادی‌زاده و همکاران (Hadizadeh *et al.*, 2019) در سرخس نیز نشان داد که اثر باقی‌مانده علف‌کش‌های تریاسولفورون+تربوترین و تریاسولفورون+دایکمبا بر ارتفاع ساقه و طول ریشه پنبه در مزرعه پس از ۱۱۰ روز، اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت و عملکرد وش نیز کاهش نیافت. به نظر می‌رسد که پنبه نسبت به بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا ایمنی مناسبی داشته باشد و چنان‌چه مطالعات قبلی هم نشان داده‌اند، حتی اگر در اوایل رشد، توقف رشد مشاهده شود، به زودی جبران خواهد شد (Grey *et al.*,, 2012).

شکل ٥- پنبه در مرحله سه برگی در تیمار تریاسولوفورون+دایکمبا (راست) و شاهد (چپ) در مشهد
Fig 5. Cotton plants treated with triasulfuron+dicamba at 3 leaves growth stage (right) and control (left) in Mashhad

جدول ۷- اثر گیاه‌سوزی تیمار لینتور بر ویژگی‌های پنبه در مناطق آزمایش بر اساس آزمون تی-استیودنت
Table 7. Lintur treatment effects on cotton in the experimental locations based on T-student test

	T-value (df)		
Variable	Mashhad	Darab	Gonbad
Cotton root weight	-0.39^{ns} (8)	-0.15^{ns} (58)	0.35^{ns}(58)
Cotton length	1.69 (8)	2.10^{*}(47)	0.27^{ns}58)
Cotton root weight	-0.13^{ns} (8)	-1.67^{ns} (58)	2.19^{*}(58)
Cotton shoot weight	1.53^{ns} (8)	2.94^{**}(58)	0.57^{ns} (58)
Cotton yield	-	-	0.47^{ns} (58)

- unavailable data – داده موجود نیست

ماش، کنجد و سویا

در هر دو منطقه اهواز و گنبد، این سه گیاه از بقایای علف‌کش خسارت دیدند و این خسارت به شکل نشانگان ظاهری و کاهش رشد ریشه یا ساقه و عملکرد دانه خود را نشان داد (جدول ۸). فاصله سمپاشی تا سبز شدن ماش از ۹۲ روز در گنبد تا ۱۴۵ روز در اهواز متغییر بود. هنگامی که ماش در تناوب با گندم قرار گرفت، بقایای علف‌کش‌های کلروسولفورون و سولفوسولفورون باعث خسارت ۲۱-۳۷ درصد به عملکرد آن شد (Poorazar *et al.*, 2009). مطالعه اثر بقایای پنج علف‌کش سولفونیل اوره روی گندم نشان داد که تریاسولفورون در مقدار ۲۲ گرم در هکتار پس از گذشت یکسال مصرف، دارای اثر منفی روی یونجه، کلزا، ذرت، عدس، نخود فرنگی، سیب زمینی و چغندر قند بود (Moyer, 1995). از آزمون رشد ریشه‌های عدس (*Lens culinaris* cv. Laird) برای تشخیص بقایای علف‌کش تریاسولفورون در مقادیر بسیار کم (۰/۴۸ گرم بر کیلوگرم خاک) در خاک لوم شنی استفاده شده است که حاکی از حساسیت بسیار زیاد این گیاه به بقایای علف‌کش نامبرده است (Blacklow & Pheloung, 1991).

کنجد در اهواز (۱۴۵ روز پس از سمپاشی) و سویا در گنبد (۹۴ روز پس از سمپاشی)، دو گیاه تابستانه دیگر بودند که از بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا آسیب دیدند و علاوه بر نشانگان ظاهری، عملکرد آن‌ها نیز به‌ترتیب ۴۶درصد و ۱۲درصد نسبت به شاهد متناظر خود کاهش معنی‌دار یافت. نتایج آزمون تی-استیودنت در اهواز، حاکی از اثر منفی و معنی‌دار باقی‌مانده تریاسولوفورون+دایکمبا بر گیاه کنجد بود (جدول ۸).

جدول ۸- میانگین صفات اندازه‌گیری شده گیاهان ماش، کنجد و سویا در در مناطق آزمایش
Table 8. Mean measured traits of mung bean, sesame and soybean in the experimental locations

		Ahwaz		Gonbad	
Traits	Treatments	Mung bean	Sesame	Mung bean	Soybean
Root length (cm)	Control	9.91±0.46	10.21±0.59	13.87±0.19	14.46±0.35
	Herbicide	10.91±0.41	7.38±0.46	12.59±0.19	11.98±0.31
Shoot length (cm)	Control	17.11±0.47	26.55±1.28	14.17±0.21	14.34±0.23
	Herbicide	14.97±0.75	17.08±0.66	13.85±0.20	12.00±0.22
Root weight (mg)	Control	30.16±7.88	157.33±21.72	1417.5±25.70	1385.0±30.89
	Herbicide	23.50±1.61	25.66±2.12	1295.9±26.46	1160.0±25.40
Shoot weight (ml g)	Control	250.67±23.17	760.00±91.20	1548.2±36.69	1495.50±28.88
	Herbicide	102.67±5.07	213.50±18.16	1462.8±31.53	1288.30±20.49
Yield (kg ha^{-1})	Control	1010.1±51.40	1869.7±88.02	837.4±14.03	2756.2±61.98
	Herbicide	716.2±46.48	994.4±50.15	790.2±16.82	2424.6±52.10

علاوه بر ثبت نشانگان ظاهری، خسارت طول ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه و عملکرد دانه کنجدکاهش معنی‌دار نشان داد (جدول ۸). نتایج آزمون تی-استیودنت در گنبدکاووس، حاکی از اثر منفی و معنی‌دار باقی‌مانده تریاسولوفورون+دایکمبا بر گیاه سویا بود (جدول ۸)؛ به‌طوری‌که علاوه بر ثبت نشانگان ظاهری خسارت (امتیاز چهار تا پنج)، صفات طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه و در نهایت عملکرد دانه نیز کاهش یافت (جدول ۸). طی یک بررسی جامع توسط گریکار و همکاران (Grichar *et al.*, 2011) مشخص شد که بقایای تریاسولفورون حاصل مصرف آن در سال گذشته در گندم، باعث خسارت به کنجد شد. گری و همکاران (Grey *et al.*, 2012)، رعایت فاصله ۱۲ ماه از هنگام مصرف علف‌کش‌های سولفونیل اوره شامل سولفوسولفورون و متسولفوورن+کلروسولفورون برای کشت سویا توصیه کردند. مطالعه بیرولو و همکاران (Birolo *et al.*, 2005) در آرژانتین نشان داد که بقایای مصرف تریاسولوفورن+پروسولفورون در مقادیر ۱۵ گرم ماده موثره از هر یک در اختلاط با هم، بیشترین اثر گیاه‌سوزی بر آفتابگردان و در درجات کمتری بر سویا و ذرت داشت. پایداری بقایای مصرف هفت گرم ماده موثره از علف‌کش‌ها در آزمایش آن‌ها برای آفتابگردان، ۱۷۶-۱۴۸ روز طول کشید، ولی برای سویا بیش از پنج روز نبود. در دستورالعمل دانشگاه کانزاس، نیمه عمر دو علف‌کش تریاسولفوورن و دایکمبا در شرایط مزرعه، به‌ترتیب چهار تا ۱۲ هفته و دو تا ۱۲ هفته گفته شده است و بر رعایت فاصله زمانی ۳۶ ماه از مصرف تریاسولوفورن و انتظار تا فصل آینده پس از مصرف دایکمبا برای کشت سویا تاکید شد (Devlin *et al.*, 1992).

مطالعه زاهان و همکاران (Zahan *et al.*, 2018) در دشت‌های غرقابی بنگلادش در شرایط اسیدیته خاک ۶/۸ و مواد آلی ۱/۷۶٪، هیچگونه اثر منفی ناشی از بقایای مصرف تریاسولوفورون و هفت علف‌کش مورد مطالعه دیگر بر ماش، آفتابگردان و ژوت (*Corchorus capsularis* L.) نشان نداد. این دانشمندان بیان کردند که نیمه عمر علف‌کش‌های آزمایش در شرایط اقلیمی آزمایش، از دو تا سه هفته فراتر نمی‌رود. مقدار فعال علف‌کش در خاک، به عوامل زیادی بستگی دارد که برهم‌کنش آن‌ها می‌تواند منتهی به ایجاد اثرات منفی بر رشد و عملکرد گیاهان تناوب شود. مهم‌ترین عوامل خاکی در فروسایی بقایای علف‌کش‌های سولفونیل اوره که با ساختمان ملکولی علف‌کش نیز برهم‌کنش دارد، اسیدیته‌ی خاک (پی اچ)، مقدار مواد آلی، بافت و بار میکروبی خاک است (Senseman, 2007; Ahmad *et al.*, 2017). آنچه مسلم است، پی‌اچ قلیایی و فقر مواد آلی خاک، باعث طولانی شدن پایداری ملکول علف‌کش سولفونیل اوره می‌شود (Maheshwari & Ramesh, 2007).

گیاهان پاییزه

کلزا

از گیاهان پاییزه، کلزا فقط در اهواز آسیب دید، ولی اثر بقایای علف‌کش در مشهد، داراب و گنبد بر رشد و عملکرد کلزا معنی‌دار نبود. فاصله کاربرد علف‌کش تا سبز شدن کلزا در مشهد، ۲۲۲ روز، در اهواز ۲۶۵ روز، در داراب ۲۶۳ روز و در گنبد ۲۵۱ روز بود. مهدی زاده (Mehdizadeh, 2016) نشان داد که وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی کلزا، به تمام مقادیر علف‌کش تریاسولفورون (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار) واکنش منفی داشت و حساسیت وزن خشک ریشه (دوز موثر ۵۰ درصد کاهش = ۰/۲۲۴ میلی گرم در کیلوگرم) به مقادیر علف‌کش، شدیدتر از اندام های هوایی (ED50 =۰/۴۱۲) بود.

مطالعه دیگر با استفاده از گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) در اتاقک رشد، حاکی از واکنش سیگموئیدی طول ریشه‌ها به مقادیر باقی‌مانده علف‌کش تریاسولفورون بود، به نحوی که مقادیر ۰/۹ تا ۲/۹ قسمت در میلیارد، باعث ۵۰ درصد کاهش طول ریشه‌های آفتابگردان شد (HernÁNdez-Sevillano *et al.*, 2001). جیمز و همکاران (James *et al.*, 1999) با استفاده از دو گیاه خردل سفید (*Sinapis alba*)و سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) نشان دادند که اثرات سمی مصرف ۱۵ یا ۳۰ گرم ماده موثره تریاسولفورون در مزرعه، به‌ترتیب نه و ١٤ هفته باقی می‌ماند. در یک مطالعه، رعایت مدت زمان سه تا شش ماه از هنگام کاربرد علف‌کش‌های مت‌سولوفورن و تریاسولفوورن در گندم تا کشت گیاهان حساس شامل یونجه، چغندرقند و کلزا ضروری بود (Don Giovanni *et al.*, 2000). در مقابل پارادوفسکی (Paradowski, 1994) هیچ‌گونه تاثیر منفی ناشی از بقایای تریاسولفوورن از علف‌کش لوگران WP20 بر چغندرقند وکلزا در لهستان را گزارش نکردند.

چغندرقند پاییزه

تشکیل برگ‌های حقیقی چغندرقند پس از مرحله لپه‌ای در قسمت تیمارشده باعلف‌کش، با تاخیر همراه بود و این موضوع در کنار داده‌های طول و وزن خشک ریشه و ساقه، حاکی از حساسیت زیاد چغندرپاییزه نسبت به بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا، با توجه به سپری شدن بیش از هشت ماه از زمان سمپاشی بود. چغندرپاییزه در اهواز (٤٦٪) و گنبد (۵درصد)، خسارت معنی‌دار دید (جدول ۹)، ولی در مشهد به دلیل از بین رفتن داده‌ها، امکان نتیجه‌گیری فراهم نشد.

نخودفرنگی

اثرات منفی خسارت در نخودفرنگی، چه از نظر نشانگان ظاهری به شکل جمع‌شدگی و فنجانی شدن برگ‌ها و چه از نظر تغییرات طول و وزن خشک ریشه و ساقه وعملکرد غلاف (١٦درصد کاهش معنی‌دار)، مشهود بود (جدول ۹). فاصله سمپاشی با علف‌کش تا سبز شدن نخود فرنگی، ۲۷۰ روز محاسبه شد. مطالعه اثر بقایای پنج علف‌کش سولفونیل اوره بکار رفته در گندم شامل کلروسولفورون، مت-سولفورون، تیفن‌سولفورون، تریاسولفورون و تری-بنورون متیل بر روی محصولات تناوبی پس از گندم نشان داد که ۲۲ گرم علف‌کش تریاسولفورون در هکتار، پس از گذشت یکسال از مصرف، اثر منفی روی یونجه، کلزا، ذرت، عدس، نخود فرنگی، سیب زمینی و چغندر قند داشت (Moyer, 1995) .

سایر گیاهان تناوب

از میان دیگر کشت‌های پاییزه ، سه گیاه شبدر، گندم و جو (پس از ٢٦٥ روز در اهواز) و باقلا (پس از ۳۱۱ روز در داراب)، خسارتی از بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا ندیدند.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع و با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان کرد از میان گیاهان تابستانه، ذرت در کشت دوم به‌طور قطع از بقایای علف‌کش تریاسولوفورون + دایکمبا خسارت دید و سه گیاه ماش، کنجد وسویا نیز در شرایط وجود بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا، محدودیت کشت و کار داشت. پنبه دارای تحمل نسبی به بقایای علف‌کش بود و در هیچ‌یک از مناطق آزمایش خسارت ندید. با این وجود، به دلیل تفاوت‌های اقلیمی وخاک ممکن است که نتایج بعضا متفاوتی در تحقیقات به‌دست آید که برای مثال می‌توان به نتایج آزمایش دنمال و همکاران (Dunmall *et al.*, 1996) اشاره کرد.

جدول ۹- میانگین صفات اندازه‌گیری شده گیاهان کلزا و چغندرقند پاییزه در در مناطق مختلف آزمایش
Table 9. Mean measured traits of canola and sugar beet in the experimental locations

Traits		Ahwaz		Gonbad	
	Treatments	Canola	Sugar beet	Green pea	Sugar beet
Root length (cm)	Control	7.55±0.30	8.63±0.46	13.98±0.24	11.12±0.25
	Herbicide	9.07±0.31	8.82±0.41	13.14±0.27	9.98±0.31
Shoot length (cm)	Control	14.35±0.65	12.47±0.56	4.85±0.13	4.96±0.12
	Herbicide	10.38±0.48	9.03±0.31	4.45±0.12	4.24±0.11
Root weight (mg)	Control	229.00±28.51	588.00±42.88	1763.3±27.95	1150.7±28.92
	Herbicide	153.00±25.70	162.00±23.68	1580.7±25.03	994.0±14.32
Shoot weight (ml g)	Control	528.00±63.75	1090.00±113.23	1474.5±55.66	1304.1±28.61
	Herbicide	399.6±65.18	433.67±39.48	1273.7±48.18	1188.3±22.33
Yield (kg /ton ha^{-1})	Control	¥1195.9±88.13	1.67±0.07¥	12.06±0.23	55.05±0.88
	Herbicide	816.8±52.82	0.90±0.07	10.55±0.19	52.30±0.65

¥ کیلوگرم بر هکتار

¥ kg ha^{-1}

آن‌ها نشان دادند که ٤/٥ ماه پس از مصرف علف‌کش-های سولفونیل اوره (مت‌سولفورون، تریاسولفورون و کلروسولفورون در مقادیر توصیه شده) در خاک با پی‌اچ ۷/۸ تا ۸/٦، وزن زنده پنبه بسته به منطقه آزمایش، ٦۷-۲۳ درصد کاهش یافت. از میان گیاهان کشت پاییزه، چغندرپاییزه محدودیت تناوبی داشت و بسته به شرایط منطقه، کلزا و نخودفرنگی نیز از بقایای علف‌کش تریاسولوفورون+دایکمبا آسیب دیدند. چهار گیاه شبدر، گندم، جو و باقلا، بدون محدودیت قابل کشت و کار بودند. از میان مناطق، اهواز بیشترین محدودیت تناوبی را نشان داد، به‌طوری‌که از هشت گیاه مورد آزمون در منطقه پنج گیاه خسارت جدی دیدند. پس از آن، بیشترین خسارت‌ها مربوط به منطقه گنبد بود که از میان شش گیاه، چهارگیاه خسارت دیدند. در مشهد و داراب، فقط ذرت آسیب دید و بقیه گیاهان آزمون خسارت ندیدند. شرایط حاکم در دو منطقه اهواز و گنبد، احتمالا باعث محدودیت تناوبی برای بعضی گیاهان مانند کلزا و چغندرپاییزه شد و ممکن است به خاک، اقلیم و نحوه آبیاری و مدیریت زراعی این مناطق مربوط باشد. برای مثال در مطالعه کوتولاسایکا و همکاران (Kotoula-Syka *et al.*, 1993)، خسارت باقی‌مانده علف‌کش تریاسولفورون به عدس (*L. culinaris*) ، چغندرقند (*B. vulgaris*) و آفتابگردان هشت ماه پس از کاربرد، فقط در خاک لوم شنی اتفاق افتاد، ولی در خاک لوم رسی شنی مشهود نبود. یعقوبی و همکاران (Yaghoubi *et al.*, 2016) در مطالعه خود، بیان کردند به‌طور معمول از کاستی‌های زیست سنجی، نتایج متفاوتی است که در خاک های مختلف نشان می دهد و نتایج گزارش شده بسته به نوع و میزان علف‌کش مصرفی در زراعت اصلی، نوع محصول کشت دوم، شرایط آب و هوایی و ویژگی شیمیایی خاک منطقه انجام آزمایش و نیز فاصلهٔ زمانی بین مصرف علف کش در زراعت اصلی تا کشت گیاه بعدی متفاوت است. محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al.*, 2011) گزارش کردند در دشت ناز مازندران، باقی‌مانده علف‌کش‌های تیوبنکارب و اکسادیارژیل، عملکرد کاهو را به‌طور معنی‌داری کاهش داد، درحالی که عملکرد کاهو در منطقهٔ قراخیل مازندران، تحت تأثیر باقی ماندهٔ علف‌کش‌های یادشده قرار نگرفت. یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های مناطق در خاک، فعالیت میکروبی خاک‌های مناطق آزمایش است که با توجه به اهمیت مسیر تجزیه میکروبی برای تریاسولفورون و دایکمبا می‌تواند باعث تغییر طول دوره پایداری علف‌کش شود (Hurle & Walker, 1980; Said-Pullicino *et al.*, 2004). با این حال، حساسیت ارقام مورد کشت و کار را نیز نباید از نظر دور داشت (Li *et al.*, 2000).

منابع

Alonso-Prados, J.L., Hernandez-Sevillano, E., Llanos, S., Villarroya, M. and Garcia-Baudin, J.M. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Prot. 21(10): 1061-1066.

Ahmad, K.S. 2017. Pedospheric sorption investigation of sulfonyl urea herbicide Triasulfuron via regression correlation analysis in selected soils. S. Afr .J. Chem. 70: 163-170.

Bajya, D.R., Parween, T., Lakharan, M.C. and Raza, S.K. 2015. Efficacy of new formulations of triasulfuron on weeds in wheat (*Triticum aestivum*) and their residual effects on succeeding maize (*Zea mays*), Indian J. Agron. 60, 57–60.

Birolo, J.M., Bedmar, F. and Monterubbianesi, G. 2005. Field phytotoxic persistence of prosulfuron+triasulfuron sprayed preplanting of soybean, sunflower and corn. XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) I Congreso Iberoamericano de Ciencia de las Malezas, IV Congreso Nacional de Ciencia de Malezas, Matanzas, Cuba, 8 al 11 de noviembre Del 2005. Matanzas.

Blair, A.M. and Martin, T.D. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pesticide Sci. 22(3): 195-219.

Blacklow, W. and Pheloung, P. 1991. Sulfonylurea herbicides applied to acidic sandy soils: a bioassay for residues and factors affecting recoveries. Aust. J. Agric. Res. 42(7):1205-1216.

Brown, H. M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. Pesticide Sci. 29(3): 263-281.

Burnside, O.C. and Lavy, T.L. 1966. Dissipation of dicamba. Weeds. 14: 211–214.

Crompton, T.R. 2000. Determination of organic compounds in soils, sediments and sludges (e-Library, 2002 Ed.). London and New York: E & FN Spon (Taylor & Francis).

Devlin, D.L., Peterson, D.E. and David Regehr, L. 1992. Residual Herbicides, Degradation, and Recropping Intervals, Kansas State University. Available at: https://www.coffey.k-state.edu/crops-livestock/crops/Residual%20Herbicides.pdf.

Don Giovanni, G., Onofri, A. and Covarelli, L., 2000. Biological activity-soil persistence and safe recropping intervals for some herbicides for weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Atti delle Giornate Fitopatologiche (Italy).

European Food Safety Authority. 2011. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dicamba. EFSA Journal. 9(1):1965. [52 Pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.1965. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal.,ht.

Felix, J., Doohan, D.J. and Bruins, D. 2007. Differential vegetable crop responses to mesotrione soil residues a year after application. Crop Prot. 26: 1395-1403.

Friesen, H. A. 1965. The movement and persistence of dicamba in soil. Weeds. 13: 30–33.

Grichar, W.J., Dotray, P.A. and D.R. Langham. 2011. Weed control and the use of herbicides in sesame production. Pages 41-72, in Herbicides, Theory and Applications, S. Soloneski and M. Larranmendy, Eds, InTech. US.

Grey, T.L., Braxton, L.B. and Richburg, J.S. 2012. Effect of wheat herbicide carryover on double-crop cotton and soybean. Weed Technol. 26(2): 207-212.

Hadizadeh, M.H., Hosseiniykia, S.H., Torabi, S.H. and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2019. Residual effects of some sulfonylurea herbicides of wheat (*Triticum aestivum* L.) on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in conservational tillage system. J. Plant Prot. 33(1): 85-97. (In Persian)

Hadizadeh, M.H. and Zand, E. 2010. Sulfonylurea herbicides- A revolution in innovation. Zeytoon. 209: 1-7. (In Persian)

Hakansson, S. 2003. Weeds and weed management on arable land: an ecological appraoch. Oxon: CABI Publishing.

Hale, R.R., Bararpour, T., Kaur, G., Seale, J.W., Singh, B. and Wilkerson, T. 2019. Sensitivity and Recovery of grain sorghum to simulated drift rates of glyphosate, glufosinate, and paraquat. Agriculture. 9(4): 70.

Hanson, B. D., Rauch, T. A. and Thill, D. C. 2004. Plant back restrictions for herbicides used in the dryland wheat production areas of the Pacific Northwest. Pages 1-8. Pacific Northwest Extension Publication University of Idaho, Oregon State University, Washington State University, Idaho.

HernÁNdez-Sevillano, E.V.A., Villarroya, M., Alonso-Prados, J.L. and GarcÍA-BaudÍN, J.M. 2001. Bioassay to detect MON-37500 and triasulfuron residues in soils1. Weed Technol. 15(3): 447-452.

Hurle, K. and Walker, A. 1980. Persistence and its prediction. Pages 83-123 in Interactions Between Herbicides and the Soil, Hance, R.J. (Ed.). New York: Academic Press.

James, T.K., Holland, P.T., Rahman, A. and Lu, Y.R. 1999. Degradation of the sulfonylurea herbicides chlorsulfuron and triasulfuron in a high-organic-matter volcanic soil. Weed Res. 39(2), 137-147.
Kotoula-Syka, E., Eleftherohorinos, I.G., Gagianas, A.A. and Sficas, A.G. 1993. Persistence of preemergence applications of chlorsulfuron, metsulfuron, triasulfuron, and tribenuron in three soils in Greece. Weed Sci. 41(2): 246-250.
Li, Z., Wehtje, G.R. and Walker, R.H. 2000. Physiological basis for the diferential tolerance of *Glycine max* to sulfentrazone during seed germination, Weed Sci. 48(3): 281–285.
Maheswari, S.T. and Ramesh, A. 2007. Adsorption and degradation of sulfosulfuron in soils. Environ. Monit. Assess. 127: 97–103.
Mahmoudi, M., Rahnemaie, R., Sufizadeh, S., Malakouti, M.J. and Shaghi, A.E. 2011. Residual effect of thiobencarb and oxadiargil on spinach and lettuce in rotation with rice. J. Agric. Sci. Technol. 13: 785-794. (In Persian)
Menne, H.J. and Berger, B.M. 2001. Influence of straw management, nitrogen fertilization and dosage rates on the dissipation of five sulfonylureas in soil. Weed Res. 41: 229-453.
Mersie, W. and Foy, C.L. 1986. Adsorption, desorption and mobility of chlorosulfuron in soils. J. Agric. Food Chem. 34(1): 89-92.
Monaco, T.J., Weller, S.C. and Ashton, F.M. 2002. Weed Science: Principles and Practices (4th Ed.). New York: John Wiley and Sons.
Moyer, J.R., Bergen, P. and Schaalje, G.B. 1992. Effect of 2, 4-D and dicamba residues on following crops in conservation tillage systems. Weed Technol. 6: 149–155.
Moyer, J.R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. Weed Technol. 9(2): 373-379.
Nourbakhsh, S. 2019. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural products, chemicals and recommended ways for their control. Plant Protection organization, Ministry of Jihad-e Agriculture, 208 Pp. (In Persian)
Ort, O. 2019. Newer Sulfonylureas. Pages 55-95. in Modern Crop Protection Compounds (3rd Edition), WIELY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA.
Oppong, F.K. and Sagar, G.R. 1992. Degradation of triasulfuron in soil under laboratory conditions. Weed Res. 32: 167–73.
Paradowski, A.1994. Carryover effect of chlorsulfuron and triasulfuron applied to winter wheat on yield of winter rape and sugar beet. Pages 129-134 in 34-th Research Session of Institute of Plant Protection. Part2, Pruszynski, S., Lipa, J. (Eds.). Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne. Poznan (Poland). (In Polish)
Poorazar, R., Zand, E., Baghestani, M.A., Mansoori, H. and Deihimfard, R. 2009. Response of some crops grown in rotation with wheat to the residues of sulfonylurea herbicides in Khuzestan province. J. Agroecol. 1(2): 29-35. (In Persian)
Poppell, C.A., Hayes, R.M. and Mueller, T.C. 2002. Dissipation of nicosulfuron and rimsulfuron in surface soil. J. Agric. Food Chem. 50(16): 4581-4585.
Rahman, A., James, T.K., Mellsop, J. and Grbavac, N. 2000. Effect of cultivation methods on weed seed distribution and seedling emergence. New Zealand Plant Prot. 53: 28-33.
Ramezani, M.K. 2010. Soil persistence of herbicides and their carryover effects on rotational crops – A review. Weed Res. J. 2(1): 95-119. (In Persian)
Robinson, D. E., Soltani, N. and Sikkema, P. H. 2006. Response of four market classes of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) to foramsulfuron, isoxaflutole and isoxaflutole plus atrazine applied in previous years. Weed Technol. 20(3): 558-563.
Said-Pullicino, D., Gigliotti, G. and Vella, A.J. 2004. Environmental fate of triasulfuron in soils amended with municipal waste compost. J. Environ. Qual. 33(5): 1743-1751.
Senseman, S.A. 2007. Herbicide Handbook. 9th ed. Lawrence, KS: Weed Sci. Soc. of America. 458Pp.
Smith, A.E. and Cullimore, D.R. 1975. Microbiological degradation of the herbicide dicamba in moist soils at different temperatures. Weed Res. 15: 59–62.
Tomlin, C.D.S. 2009. The Pesticide Manual (Fifteenth Edition). BCPC (British Crop Protection Council), Hampshire, UK. 1457Pp.
Uludag, A., Lyon, D.J., Nissen, S.J. and Kachman, S.D. 1997. Proso millet (*Panicum miliaceum*) response to CGA-152005, metsulfuron and triasulfuron. Weed Technol. 11(1): 138-143.
Villaverde, J., Kah, M. and Brown, C.D. 2008. Adsorption and degradation of four acidic herbicides in soils from southern Spain. Pest Manag. Sci. 64: 703-710.
Wall, D. 1997. Effect of crop growth stage on tolerance to low doses of thifensulfuron: tribenuron. Weed Sci. 45(4): 538-545. Doi: 10.1017/S0043174500088780.
Wilkinson, R.E. 1971. Research Methods in Weed Science. Southern Weed Science Society, 40Pp.

Yadav, A., Malik, R.K., Punia, S.S., Mehta, R. and Bir, D. 2004. Studies on carry-over efects of herbicides applied in wheat on the succeeding crops in rotation, Indian J. Weed Sci. 36(1and 2): 15–18.
Yaghoubi, B., Yasami, A. and Aminpanah, H. 2016. Residual phytotoxic effect of some paddy herbicides on the growth of cress and lettuce. Iranian J. Plant. Protec. Sci. 47(1): 83-91. (In Persian)
Zahan, T., Muktadir, M.A., Rahman, M.M. and Ahmed, M.M. 2018. Response of the succeeding crops as affected by the residue of herbicides applied in wheat in Old Brahmaputra Floodplain, Bangladesh. Ann. Agrarian Sci. 16(4): 451-457. doi:https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.06.001.
Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M.A., Shimi, P. and Mousvi, S.K. 2019. A guide to chemical control of weeds in Iran. Jihad_e_Daneshgahi Press, Mashhad, Iran. 216 Pp. (In Persian)