مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۱۶-۱)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2021 (1-16)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1601.1317

واکنش جمعیت‌های مختلف جودره (*Hordeum spontaneum* Koch) به علف‌کش سولفوسولفورون

مجتبی حسینی[۱]، رضا قربانی[۲]*، محمدحسن راشدمحصل[۲] و محسن یاسائی[۳]

۱- دکتری علوم علف هرز دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۷- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۸)

چکیده

در این تحقیق، پاسخ ۲۹ جمعیت مختلف جودره به علف‌کش سولفوسولفورون مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل و بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، در گلدان در فضای آزاد مزرعه، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، انجام شد. فاکتور اول، ۲۹ جمعیت مختلف جودره شامل ۲۸ جمعیت شهرستان‌های مختلف استان فارس، به همراه یک نمونه از استان کرمانشاه بود. فاکتور دوم، دز علف‌کش سولفوسولفورون در پنج سطح شامل صفر، ۱۳/۳، ۲۶/۶، ۳۹/۹ و دز خرد شده ۱۳/۳+۱۳/۳ (در دو مرحله) گرم در هکتار بود و فاکتور سوم، زمان سم پاشی شامل مراحل یک تا سه برگی (ZGS11-13)، مرحله ابتدای پنجه‌زنی (ZGS21-23) و مرحله ابتدای ساقه رفتن (ZGS31-33) بود. نتایج نشان دادند که اثر زمان بر ارتفاع بوته معنی دار بود. همچنین اثر فاکتورهای دیگر و اثرات متقابل آن‌ها معنی دار بود. با افزایش دز علف‌کش، درصد کاهش ارتفاع و وزن تر جودره بیشتر بود. دزهای کمتر از دز توصیه شده و دز خرد شده، اثر اندکی بر کاهش رشد گیاه داشت. بیشترین و کمترین کاهش درصد وزن تر نسبت به شاهد، به ترتیب در جمعیت بوانات با دز ۳۹/۹ گرم بر هکتار در مرحله ZGS11-13 (۸۵/۲۸ درصد) و فسا با دز ۱۳/۳ گرم درهکتار در مرحله ZGS31-33 (۰/۵۱ درصد) مشاهده شد. بر اساس نتایج این آزمایش، پاسخ‌ها به علف‌کش سولفوسولفورون متفاوت بود که احتمالاً دلیل آن، تنوع درون جمعیت‌ها و تحمل آن‌ها به علف‌کش سولفوسولفورن است.

کلمات کلیدی: تحمل به علف‌کش، تنوع ژنتیکی، زمان مصرف علف‌کش، علف‌کش بازدارنده ALS، مدیریت علف‌هرز

Wild Barely (*Hordeum spontaneum* koch) populations response to sulfosulfuron *herbicide*.

Mojtaba Hosseini[1], Reza Ghorbani[1]*, Mohammad Hassan Rashed mohassel[1] and Mohsen Yassa[2]
1. Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, 3. Seed and Plant Improvement Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.
(Received: February 26, 2019- Accepted: July 30, 2019)

ABSTRACT

The main purpose of this research was to investigate the effect of sulfosulfuron, as a chemical herbicide, on different populations of wild barley in Iran. A factorial experiment was conducted under outdoor condition based on randomized complete block design (RCBD) with three replications at Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center during 2014-2015. The main factors were 29 different populations of wild barley, application of sulfosulfuron WG 75% at 5 doses (0, 9.97, 9.97+9.97 (as a split dose at two stages), 19.95 and 29.92 g ai h^{-1}) and different application times of sulfosulfuron (one- to three-leaf of Zadoks growth stage (ZGS11-13), at an early stage of tillering (ZGS21-23), and stage of stem elongation (ZGS31-33)). The growth traits of wild barley were evaluated 45 days after herbicide treatments. The results showed that sulfosulfuron decreased the growth of all wild barley populations, and the lowest fresh weight was obtained by the highest level of herbicide (29.92 g aih^{-1}). Application a split dose (i.e. 9.97+9.97 g ai h^{-1}) showed to slightly retard the growth of wild barely. Using sulfosulfuron at ZGS11-13 was found to have better effect on controlling wild barley. Populations of wild barley displayed various responses to different times and doses of herbicide application. Overall, the response of wild barley to the applied herbicide could probably be attributed to their inter-population variability and their ability to tolerate the herbicide.

Keywords: ALS inhibitor herbicide, genetic diversity, herbicide tolerance, time of herbicide application, weed management.

* Corresponding author E-mail: reza-ghorbani@um.ac.ir

مقدمه

جودره با نام علمی (*Hordeum spontaneum* .Koch)، علف‌هرز یک‌ساله زمستانه از تیره گندمیان است که جد جو زراعی محسوب می‌شود (Hosseini *et al.,* 2019). این علف‌هرز در سال‌های اخیر در مزارع گندم آبی کشور گسترش فزاینده‌ای داشته است و در حال حاضر، در تمام استان‌های کشور بجز سمنان، گیلان، مازندران، گرگان و سیستان و بلوچستان گزارش شده است (Baghestani *et al.,* 2008a). بیشترین تراکم این علف‌هرز در استان فارس و کرمانشاه دیده شده است (Baghestani *et al.*, 2008a). جودره دارای تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی در ایران است (Babaei *et al*., 2016; Hosseini *et al.,* 2019). تنوع ژنتیکی جمعیت علف‌های‌هرز، چالشی در مدیریت آن‌ها محسوب می‌شود. تاکنون روش‌های زراعی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیک در کنترل علف‌های‌هرز استفاده شده است اما دست‌یابی به برنامه مدیریتی علف‌های‌هرز ممکن است مرتبط با تنوع ژنتیکی آن‌ها باشد (Mangolin *et al.,* 2012).

در آزمایشات متعددی نشان داده شده است که جمعیت‌های مختلف علف‌های‌هرز، دارای واکنش متفاوت به علف‌کش هستند. جمعیت‌های مختلف توق (*Xanthium strumarium* L.) نسبت به علف‌کش بنتازون (Zhang *et al.,* 1994) و نیزتاج‌خروس (*Amaranthus rudis* J.D.Sauer.) در پاسخ به علف‌کش گلیفوسیت، آترازین، فومسافن و ایمازتاپیر متفاوت بودند (Patzoldt *et al.,* 2002). جمعیت‌های مختلف گونه‌ای خردل (*Brassica juncea* L.) پاسخ متفاوتی به علف‌کش گلیفوسیت نشان دادند (Huangfu *et al.,* 2007). ژنوتیپ‌های مختلف علف‌های هرز می‌تواند در حساسیت به علف‌کش متفاوت باشند (Bozic *et al.,* 2016; Bravo *et al.,* 2017; Espeby *et al.,* 2011). نتیجه مشابهی از تفاوت درون و بین جمعیت‌های بروموس در پاسخ به علف‌کش سولفوسولفورون و گلیفوسیت گزارش شد (Escorial *et al.,* 2011).

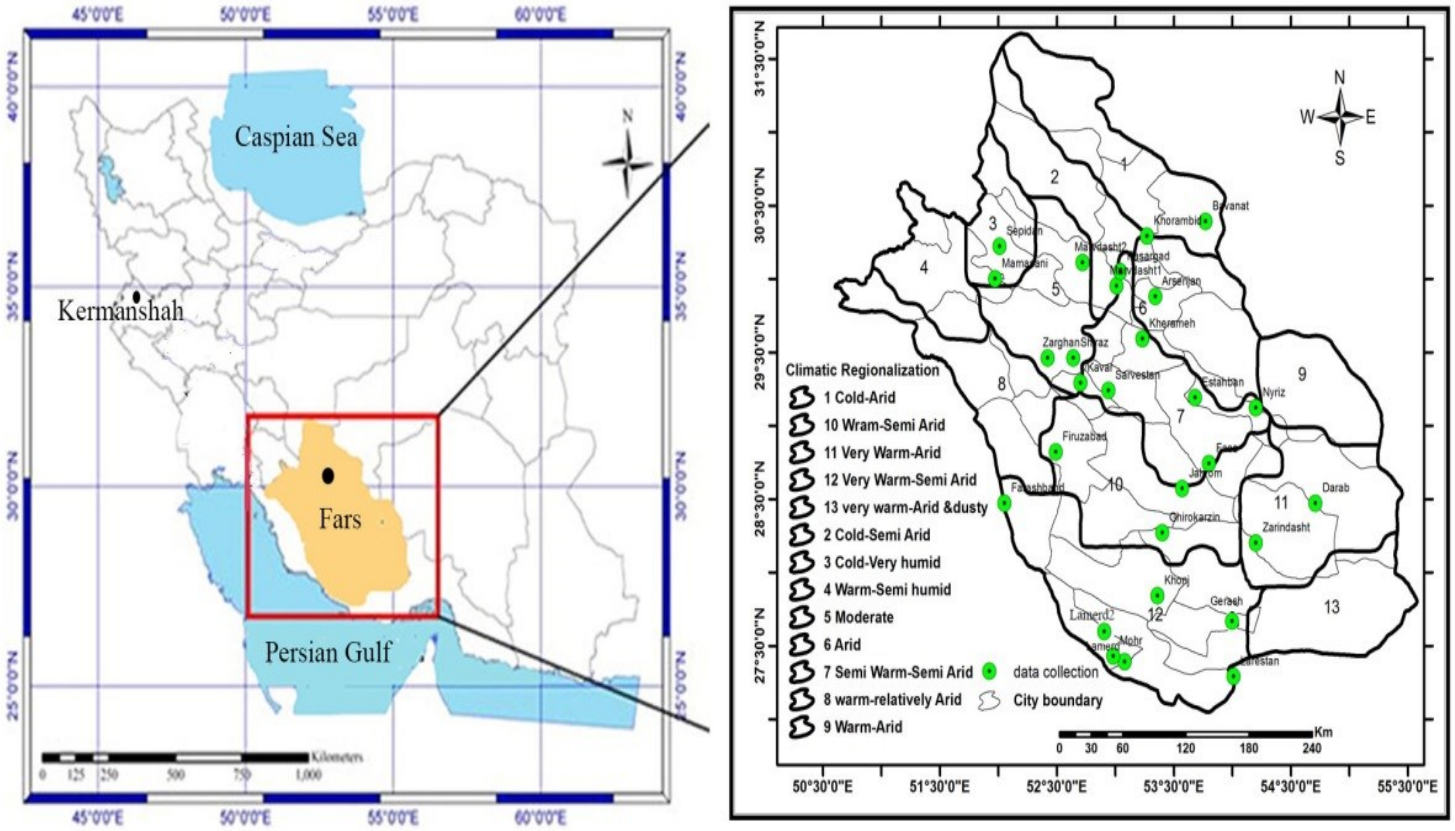
علف‌کش سولفوسولفورون جزو علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتیت سنتاز (ALS) است که یک آنزیم کلیدی در مسیر بیوسنتز اسید آمینه با زنجیره جانبی می‌باشد. این علف‌کش با میزان ۲۶/۶ گرم در هکتار، برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در مزارع گندم به ثبت رسید (Baghestani *et al.,* 2007). در دو آزمایش نشان داده شد که افزایش دز علف‌کش سولفوسولفوران، منجر به افزایش کنترل جودره شد (Baghestani *et al.,* 2008b; Hosseini *et al.,* 2011). برای استفاده بهینه از علف‌کش‌ها، زمان و مرحله‌رشدی علف‌هرز می‌تواند باعث افزایش کارآیی علف‌کش شود (Holm *et al.,* 2000). با توجه به تنوع ژنتیکی این علف‌هرز، هدف از اجرای این آزمایش، بررسی عکس العمل جمعیت های مختلف جودره به غلظت و زمان مصرف علف‌کش آپیروس، تعیین بهترین زمان کاربرد و دز علف‌کش و بررسی اثرات متقابل بین جمعیت و زمان یا جمعیت و دز علف‌کش بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذر

بذرهای رسیده این گیاه از ۲۸ منطقه مختلف استان فارس، به همراه یک نمونه از استان کرمانشاه جمع‌آوری شدند (شکل ۱). حداقل فاصله بین محل های جمع‌آوری نمونه‌ها ۱۵ کیلومتر بود. مشخصات محل جمع‌آوری بذرها در جدول ۱ آورده شده است. بذرهای بالغ گیاه مادری جودره، از ۱۵ تا ۲۵ نقطه

مزرعه گندم که حداقل یک متر با هم فاصله داشتند و حداقل ۵۰ سنبله را شامل می‌شدند، به صورت تصادفی جمع‌آوری شدند (Hosseini *et al.*, 2019). بوته‌های جمع‌آوری شده از هر محل به عنوان یک جمعیت مستقل در نظر گرفته شدند. بذرهای هر محل در یک پاکت برچسب گذاری شد و تا قبل از انجام آزمایش، در شرایط اتاق نگهداری شدند.



شکل۱- محل‌های جغرافیایی جمع‌آوری بذرهای رسیده جمعیت‌های جودره (◉ نشان‌دهنده محل جمع‌آوری بذر می باشد.).

Fig 1. Geographical locations of Wild barley population mature seed collections (◉ Collection sites).

واکنش به علف‌کش

این آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۳ تا بهار ۱۳۹٤، در فضای آزاد مزرعه‌ی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول جمعیت‌های مختلف جودره، فاکتور دوم غلظت علف‌کش در پنج سطح شامل صفر، ۱۳/۳، ۲٦/٦، ۳۹/۹ گرم از ماده تجاری بر هکتار و دز خرد-شده (۱۳/۳+۱۳/۳+۱۳/۳ در دو مرحله) و فاکتور سوم زمان سمپاشی شامل مراحل یک تا سه برگی (ZGS11-13)، مرحله ابتدای پنجه‌زنی (ZGS21-23) و مرحله ابتدای ساقه رفتن (ZGS31-33) بودند. گلدان‌ها دو لیتری وحاوی ترکیب ۲: ۱: ۱: ۰/۵ شن، ماسه، کود دامی و پیت بود. تعداد ۱۰ بذر در هر گلدان کشت شد و پس از آبیاری و سبز شدن، پنج بوته یکسان در هر گلدان نگه داشته شد (Volis *et al.*, 2004). اعمال تیمارها با سم‌پاش کوله ای پشتی با نازل تی جت صورت

گرفت. کالیبراسیون سم‌پاش، با فشار دو بار و ۳۰۰ لیتر آب مصرفی در هکتار انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها بر اساس درصد کنترل نسبت به شاهد در نظر گرفته شدند و قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نرمال سازی آن‌ها بر اساس $\sqrt{x}$ انجام شد. به منظور ارزیابی غلظت و زمان مناسب علف کش در جمعیت‌های مختلف، از مدل ANOVA استفاده شد. ٤٥ روز پس از سم‌پاشی، وزن تر و ارتفاع سه بوته در هر گلدان یادداشت شد. تجزیه آماری داده‌ها به‌وسیله نرم افزار SAS (ver 9.1)انجام شد و مقایسات میانگین داده‌ها بر اساس آزمون FLSD در سطح پنج درصد صورت گرفت. همبستگی بین درصد وزن تر، ارتفاع و درصد گیاه سالم بعد از سم‌پاشی، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام پذیرفت (Escorial *et al.*, 2011). به منظوربررسی درصد تشابه جمعیت ها و دسته بندی آن‌ها در پاسخ به تمامی دزها و زمان‌های کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون، از تجزیه و تحلیل چند متغییره با استفاده از نرم افزار Minitab استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی محل‌های جمع‌آوری بذر جودره.

Table 1. Geographical characteristics of wild barely (*Hordeum spontaneum* Koch) seed sampling sites.

No	Sampling site	Abbreviation	Longitude	Latitude	Altitude	Climatic parameters*			
						Annual mean rain (mm)	Mean annual temperature (°C)	Mean temperature in August (°C)	Mean temperature in January (°C)
1	Arsenjan	ARS	53.34 E	29.88 N	1648	223.98	17.52	29.36	6.15
2	Bavanat	BAV	53.77 E	30.39 N	1772	196.80	13.07	22.9	3.04
3	Darab	DAR	54.71 E	28.47 N	1098	203.72	22.14	33.43	10.07
4	Estahban	EST	53.68 E	29.19 N	1615	223.60	17.31	27.85	6.18
5	Farashband	FAR	52.05 E	28.47 N	835	245.27	21.16	32.92	10.25
6	Fasa	FSA	53.80 E	28.74 N	1180	220.79	19.36	30.45	7.85
7	Firuzabad	FIR	52.49 E	28.82 N	1317	329.31	20.54	31.5	9.2
8	Gerash	GRA	54.10 E	27.53 N	791	NA	NA	NA	NA
9	Ghirokarzin	GHK	53.40 E	28.27 N	715	216.28	24.52	36.85	14.5
10	Jahrom	JAH	53.57 E	28.57 N	1100	217.34	21.18	31.64	9.28
11	Kavar	KAR	52.70 E	29.29 N	824	NA	NA	NA	NA
12	Kherameh	KHR	53.23 E	29.59 N	1645	NA	NA	NA	NA
13	Khonj	KNJ	53.36 E	27.84 N	641	NA	NA	NA	NA
14	Khorambid	KHO	53.27 E	30.29 N	1935	203.88	11.93	22.14	0.61
15	Lamerd 1	LAM1	53.02 E	27.39 N	1405	166.68	25.61	35.12	13.68
16	Lamerd 2	LAM2	53.00 E	27.63 N	1418	166.68	25.61	35.12	13.68
17	Larestan	LAR	54.01 E	27.29 N	668	153.50	24.05	34.62	11.68
18	Mamasani	MAS	51.97 E	30.00 N	790	465.08	21.11	32.63	10.21
19	Marvdasht1	MAR1	53.01 E	29.95 N	1516	380.53	17.44	28.56	5.42
20	Marvdasht2	MAR2	52.27 E	30.11 N	1652	380.53	17.44	28.56	5.42
21	Mohr	MOR	52.98 E	27.43 N	1426	NA	NA	NA	NA
22	Nyriz	NIZ	54.20 E	29.12 N	1632	172.95	19.35	29.95	7.12
23	Pasargad	PAS	53.04 E	30.05 N	2301	263.52	17.55	28.8	5.76
24	Sarvestan	SAR	52.94 E	29.24 N	834	NA	NA	NA	NA
25	Sepidan	SEP	52.01 E	30.22 N	1780	616.78	14.9	26.14	3.63
26	Shiraz	SHZ	52.64 E	29.46 N	813	252.58	18.27	29.17	6.21
27	Zarghan	ZGN	52.42 E	29.46 N	1596	239.73	19.35	29.95	7.12
28	Zarindasht	ZAR	54.20 E	28.20 N	1052	182.45	22.38	33.83	10.97
29	Kermanshah	KER	47.15 E	34.45 N	1420	440	6	16	-3.06

NA: داده‌ای موجود نیست.

*: داده‌های اقلیمی، میانگین داده‌های ۱۰ ساله هستند.

NA= Data not available

*, Climatic parameters are mean of ten recent years.

نتایج و بحث

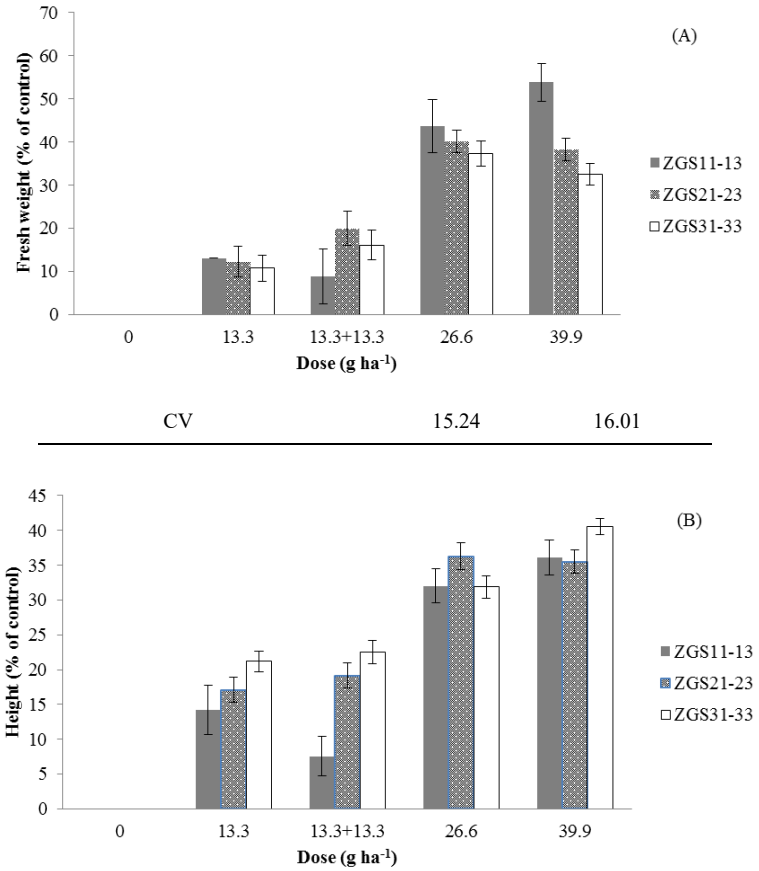
اثر دز و زمان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون

اثر زمان سم‌پاشی بر کاهش ارتفاع جودره معنی دار بود و اثر فاکتورهای دیگر و اثرات متقابل آن‌ها نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش دز علف‌کش،

درصد کاهش وزن تر و ارتفاع بیشتر شد؛ بیشترین درصد کاهش وزن تر، در زمان ZGS11-13 مشاهده شد (شکل ۲ الف و ب).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثرات جمعیت‌های مختلف، دز علفکش و زمان کاربرد بر روی وزن تر و ارتفاع جودره
Table 2. ANOVA results of the effect of different populations, dose and time of herbicide applications on wild barely fresh weight and plant height reduction

Source of variation	Df	Fresh weight	Height
Rep	2	0.615	0.0011
time	2	0.0005	<0.0001
population	28	<0.0001	<0.0001
population Xtime	56	<0 0001	<0.0001
dose	4	<0.0001	<0.0001
doseXtime	8	<0.0001	<0.0001
doseX population	112	<0.0001	<0.0001
doseX population Xtime	224	0.0003	<0.0001
CV		15.24	16.01



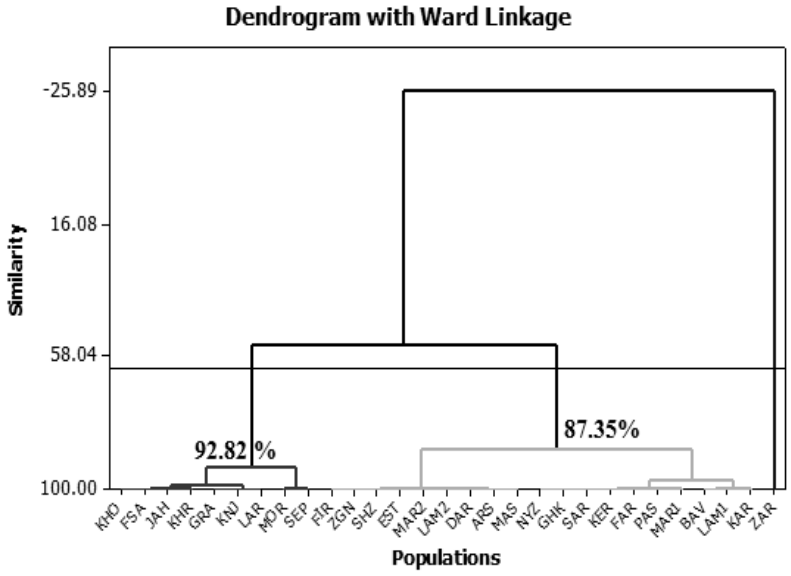
شکل ۲- اثر متقابل دز علف کش سولفوسولفورون و زمان کاربرد (یک تا سه برگی (ZGS11-13)، مرحله ابتدای پنجه‌زنی (ZGS21-23) و مرحله ابتدای ساقه رفتن (ZGS31-33)) بر وزن تر (A) و ارتفاع جودره (B).خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد است.

Fig 2. Effect of sulfosulfuron doses on wild barely fresh weight (A) and height (B). Vertical bars represent SE.

نتایج حاکی از آن بود که اثر بخشی سولفوسولفورون در مراحل ابتدایی رشد، هنگامی که جمعیت‌ها حساس‌تر هستند، بیشتر بود. با مقایسه درصد کاهش وزن تر و ارتفاع، به‌نظر می‌رسد که اثر تاخیر در استفاده از علف‌کش بر کاهش ارتفاع بوته بیشتر از کاهش وزن تر است. کاهش دز کمتر از دز توصیه شده و دز خردشده، اثر کمی بر کاهش وزن تر و ارتفاع بوته جودره داشت (شکل ۲ الف و ب). آنالیز خوشه‌بندی نشان داد که بیشترین تشابه، بین جمعیت-های خنج و گراش و بعد از آن‌ها، فیروزآباد و زرقان، با ۹۹ درصد بود. هفت جمعیت خرم‌بید، فسا، جهرم، گراش، خنج، لارستان، مهر و سپیدان، در یک گروه گرفتند و بیشترین تشابه را داشتند و از بقیه جمعیت‌ها متمایز بودند (شکل ۳).

زمان مصرف علف‌کش سولفوسولفورون بر تراکم، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و ارتفاع جودره، اثر معنی‌داری داشت (Baghestani *et al.,* 2009). در آزمایش دیگری، بیشترین کارآیی سولفوسولفورون در کنترل جودره زمانی بدست آمد که علف‌کش در مرحله دو تا شش برگی مصرف شد. تاخیر در زمان مصرف اشاره شده، نیازمند افزایش دز علف‌کش بود (Baghestani *et al.,* 2012). بنابراین نتایج این آزمایش (جدول ۲ و شکل ۲ الف و ب) با نتایج دو آزمایش ذکر شده در بالا مطابقت دارد. استفاده از علف‌کش سولفوسولفورون قبل از پنجه‌زنی گونه‌ای جو، باعث کاهش رقابت علف‌هرز با گندم شد و بیشترین عملکرد گیاه زراعی را به همراه داشت (Blackshaw *et al.,* 1998). علف‌کش‌های بازدارنده ALS، اثر بیشتری بر کاهش ارتفاع نسبت به وزن خشک و مرگ و میر داشتند (Abbas *et al.,* 2005) که این با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (شکل ۲ الف و ب). کاربرد این علف‌کش بر جمعیت‌های مختلف جودره در زمان دو برگی نسبت به گره دوم، تأثیر کمتری بر صفات رویشی و زایشی داشت (Mohammadi *et al.,* 2016). کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون و مواد افزودنی در مرحله گره دوم جودره نسبت به مرحله پنجه‌زنی، باعث کنترل مناسب‌تر جودره شد اما به‌دلیل تأثیر منفی بر روی گندم، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد (Babaei *et al.,* 2014). علف‌کش سولفوسولفورون بر روی برخی از علف‌های‌هرز باریک‌برگ مانند چچم و برخی از پهن‌برگ‌ها مثل فرفیون خوابیده (*Euphorbia helioscopia* L.)، کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L.)، کاهو تلخ (*Lactuca serriola* L.)، تاتاری (*Cardus pycnocephalus* L.)، گل‌گندم (*Centurea depressa* M.B.)، ازمک (*Cardaria draba* L.) و گلرنگ وحشی (*Carthamus oxyacantha* L.) یا بدون تأثیر یا بسیار کم اثر است (Jamali & Faghih 2010). با توجه به این‌که در مزارع گندم، علف‌های‌هرز مختلفی وجود دارند و زمان مناسب کنترل آن‌ها، از ابتدا تا انتهای پنجه‌زنی گندم است، به‌نظر می‌رسد کاربرد دیر هنگام علف‌کش سولفوسولفورون، باعث افزایش رقابت علف‌های‌هرز با گندم می‌شود و کاهش عملکرد را به‌دنبال دارد. همچنین کاربرد دیرهنگام این علف‌کش، نیازمند افزایش مصرف دز بود (Baghestani *et al.,* 2012). از آن‌جا که این علف-کش، جزو علف‌کش‌های بازدارنده ALS است، بروز مقاومت در این خانواده نسبت به خانواده‌های دیگر، سریع‌تر اتفاق می‌افتد و علف‌های‌هرز مقاوم به این خانواده در مزارع گندم کشور وجود دارد (Gherekhloo *et al.,* 2016). افزایش دز این علف-کش، ممکن است در افزایش سرعت بروز مقاومت علف‌های‌هرز دیگر نقش داشته باشد. در مجموع مطالب یاد شده و با توجه به این‌که در تولید گیاه زراعی می‌بایست از چندین جنبه (شامل توجیه

اقتصادی، مدیریت علف‌هرز، حشرات، عوامل بیماری‌زا، مسائل زیست‌محیطی و کاهش خطر علف-های‌هرز مقاوم به علف‌کش) به افزایش عملکرد نگریست، کاربرد سولفوسولفورون در گره دوم، احتمالاً مناسب نمی‌باشد.



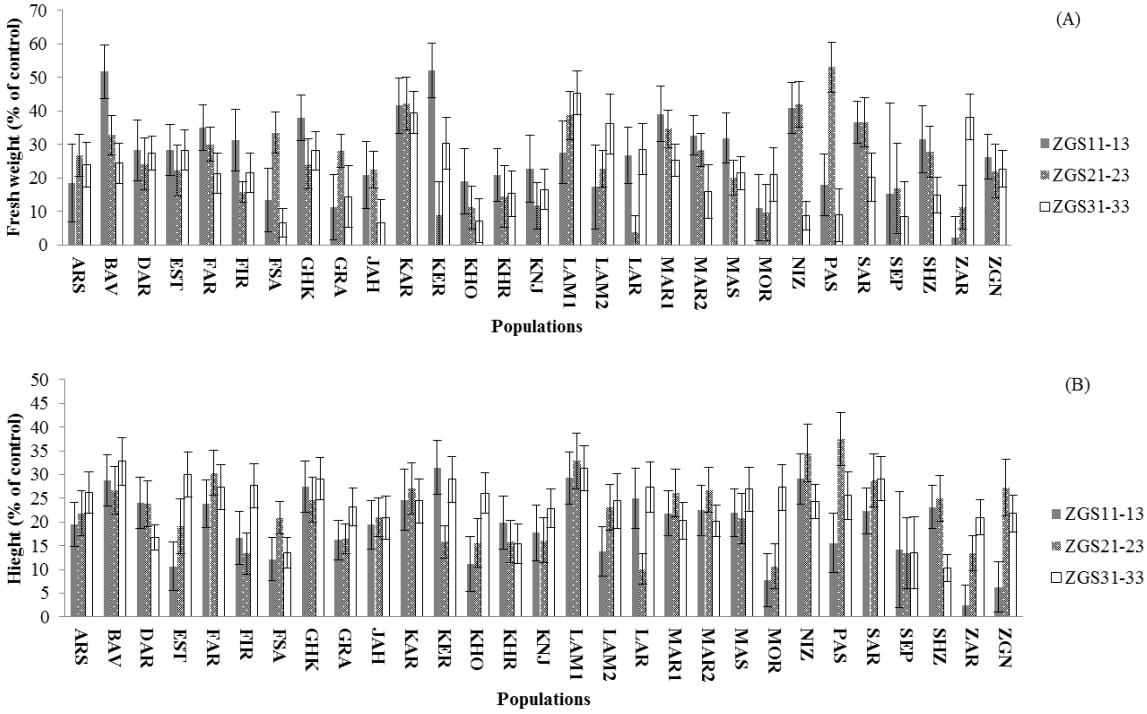
شکل ۳- خوشه‌بندی ۲۹ جمعیت جودره بر اثر زمان کاربرد و دز علف‌کش سولفوسولفورون.

Fig 3. Cluster analysis of 29 wild barley populations based on sulfosulfuron dose and time of application.

اثر جمعیت‌های جودره و زمان مصرف علف‌کش

نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین درصد کاهش وزن تر در جمعیت زرین‌دشت و پاسارگاد، به ترتیب با ۲/۳۲ و ۵۳/۰۷ درصد مشاهده شد (شکل ٤ الف). جمعیت‌های زرین‌دشت و پاسارگاد با ۲/٤٦ و ۳۷/٤۱ درصد، به ترتیب کمترین و بیشترین درصد کاهش ارتفاع را داشتند (شکل ٤ ب). وزن تر برروموس در پاسخ به علف‌کش در بین جمعیت‌های مختلف و منطقه تفاوت داشت؛ علاوه بر آن، اثر دز نیز معنی دار بود (Escorial *et al.,* 2011). آزمایشات مختلفی نشان دادند که جمعیت‌های مختلف در پاسخ به علف‌کش متفاوتند (Abbas *et al.,* 2005; Bozic *et al.,* 2015; Espeby *et al.,* 2011; Huangfu *et al.,* 2007; Hubnar *et al.,* 2003; Patzoldt *et al.,* 2002; Snape *et al.,* 1991; Vidotto *et al.,* 2007; Zhang *et al.,* 1994) که نتایج آن‌ها با نتیجه آزمایش ما مطابقت دارد. در پاسخ به علف‌کش گلیفوسیت، تفاوت فنولوژیکی بین جمعیت‌های سیب‌زمینی شیرین، یک جز اساسی در نظر گرفته شد. علاوه بر آن، عملیات کشاورزی و منطقه نیز می‌تواند بر پاسخ‌های متفاوت اثرگذار باشد (Baucom & Mauricio, 2008). همچنین تاریخچه مزرعه (تعداد دفعات سم‌پاشی)، موجب تفاوت در پاسخ به علف‌کش شد (Baucom & Mauricio 2008; Bravo *et al.,* 2018). زمانی که جمعیتی با سابقه شش سال سم‌پاشی با علف‌کش‌های بازدارنده ALS با جمعیتی که سابقه سم‌پاشی با هیچ علف‌کشی را نداشت مقایسه شدند، مشخص شد که میزان GR_{50} برای ارتفاع گیاه، وزن تر و سطح برگ در بین دو جمعیت در دو سال انجام آزمایش متفاوت

بود. GR_{50} وزن تر جمعیتی که سابقه استفاده از علف‌کش را نداشت، ۲/٦–۳/۹ برابر حساس‌تر از جمعیت دیگر بود (Bozic *et al*. 2015).



شکل ٤- واکنش جمعیت های محتلف جودره به زمان کاربرد علف کش سولفوسولفورون. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد می باشد.

Fig 4. Response of wild barely populations to sulfosulfuron application times. Vertical bars represent SE.

اثر متقابل زمان، دز و جمعیت

نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین کاهش وزن تر در زمان اول، مربوط به جمعیت بوانات در دز ۳۹/۹ (گرم در هکتار) (۸۵/۲۸٪) و زرین دشت در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار) (۱/٥٤٪) بود. این میزان کاهش برای زمان دوم، به‌ترتیب متعلق به جمعیت لامرد۱ در دز ۲٦/٦ (گرم در هکتار) و استهبان در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار) با ۷٤/۲۲٪ و ۰/۱٦٪ مشاهده شد. در زمان سوم، بیشترین و کمترین کاهش وزن تر به جمعیت لار در دز ۲٦/٦ (گرم در هکتار) و فسا در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار)، به ترتیب با ۷۸/۷۸٪ و ۰/٥۱٪ تعلق داشت (جدول ۳).

در سم‌پاشی اول، جمعیت‌های بوانات در دز ۳۹/۹ (گرم در هکتار) و زرین‌دشت در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار)، به ترتیب با کاهش ٦۰/۱۳٪ و ۱/۱٤٪، کمترین و بیشترین درصد کاهش ارتفاع را داشتند. کاهش ارتفاع در زمان دوم سم‌پاشی در جمعیت لامرد ۱ در دز ۲٦/٦ (گرم در هکتار) و خنج در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار)، به میزان ٦۱/۹۸٪ و ۱/۲۷٪ اتفاق افتاد. در مرحله سوم، بیشترین کاهش ارتفاع در جمعیت لار در دز ۲٦/٦ (گرم در هکتار) و به میزان ٦۰/۱٥٪ و کمترین کاهش در جمعیت شیراز در دز ۱۳/۳ (گرم در هکتار) و به میزان ۲/۱۱٪ مشاهده شد (جدول ۳).

بر اساس نتایج این مطالعه (جدول ۳)، بیشترین کاهش وزن تر و ارتفاع، در جمعیت بوانات در سم‌پاشی در مرحله ZGS11-13 مشاهده شد. جودره در دو تا سه سال اخیر، به منطقه بوانات وارد شده است و نسبت به مناطق دیگر، جدیدتر است.

جدول ۳- برش‌دهی اثرمتقابل جمعیت، دز علف‌کش و زمان کاربرد سولفوسولفورون بر درصد کاهش وزن تر و ارتفاع جودره

Table 3. Populations, herbicide doses and application time interaction slicing on wild barely (*Hordeum spontaneum* Koch) fresh weight and height.

Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)			Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3			T1	T2	T3	T1	T2	T3
ARS	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0a	0^{a}	BAV	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	15.35^{a}	6.51^{ab}	27.73^{ab}	7.53^{a}	7.83^{ab}	30.15^{b}		13.3	47.62^{b}	26.53^{ab}	6.73^{a}	22.74^{b}	22.33^{ab}	30.40^{b}
	13.3+13.3	18.46^{a}	26.13^{b}	0.63^{a}	17.25^{ab}	22.38^{bc}	26.47^{b}		13.3+13.3	58.75^{bc}	49.16^{b}	19.21^{a}	24.85^{b}	29.82^{b}	34.26^{b}
	26.6	49.55^{a}	46.65^{c}	33.40^{bc}	39^{c}	38.49^{cd}	26.01^{b}		26.6	67.47^{cd}	44.22^{b}	43.70^{b}	36.10^{c}	41.60^{b}	51.24^{c}
	39.9	46.17^{a}	54.21^{c}	57.77^{c}	33.79^{bc}	40.31^{d}	48.77^{c}		39.9	85.28^{d}	44.19^{b}	52.39^{b}	60.13^{d}	39.60^{b}	34.26^{c}
DAR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	EST	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	16.92^{ab}	1.27^{a}	38.20^{b}	24.36^{abc}	16.49^{ab}	20.99^{b}		13.3	13.38^{a}	0.16^{a}	8.40^{a}	3.818^{a}	6.56^{a}	27.71^{b}
	13.3+13.3	4^{a}	7.44^{a}	22.70^{ab}	15.11^{ab}	19.66^{b}	19.97^{b}		13.3+13.3	19.59^{ab}	25.87^{a}	40.52^{b}	6.58^{ab}	20.59^{a}	30.89^{b}
	26.6	58.61^{b}	55.36^{b}	32.20^{b}	35.67^{bc}	41.01^{c}	16.97^{b}		26.6	53.15^{b}	43.63^{a}	45.07^{b}	23.09^{cd}	33.12^{a}	37.59^{c}
	39.9	61.82^{b}	59.32^{b}	44.52^{b}	45.38^{c}	42.14^{c}	26.14^{b}		39.9	56.02^{b}	41.37^{a}	47.49^{b}	19.68^{d}	35.02^{a}	53.93^{d}
FAR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	FIR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	34.49^{bc}	29.58^{b}	15.54^{ab}	18.57^{b}	29.90^{b}	34.48^{c}		13.3	10.28^{ab}	12.76^{ab}	11.81^{ab}	0.83^{a}	12.68^{a}	33.75^{c}
	13.3+13.3	21.4^{ab}	40.55^{b}	18.08^{ab}	12.74^{ab}	32.86^{bc}	16.46^{b}		13.3+13.3	24.64^{abc}	16.57^{bc}	30.72^{ab}	6.36^{a}	5.90^{a}	19.95^{b}
	26.6	53.15^{cd}	42.68^{b}	46.61^{b}	48.89^{c}	42.64^{bc}	47.59^{d}		26.6	55.32^{bc}	29.37^{c}	25.85^{ab}	32.31^{b}	24.65^{a}	34.45^{c}
	39.9	56.02^{d}	37.53^{b}	26.81^{ab}	38.88^{c}	46.14^{c}	38.56^{cd}		39.9	65.88^{c}	20.75^{bc}	39.59^{b}	43.28^{b}	23.60^{a}	50.01^{d}
FSA	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	GHK	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0 ^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	4.04^{a}	45.66^{b}	0.51 ^{a}	4.58^{a}	27.14^{b}	10.48^{ab}		13.3	45.28^{bc}	37.64^{ab}	30.83^{ab}	37.03^{bc}	33.00^{bc}	35.70^{b}
	13.3+13.3	7.80^{a}	25.55^{ab}	14.47^{a}	5.80^{a}	20.29^{b}	18.35^{bc}		13.3+13.3	24.75^{b}	22.18^{ab}	49.93^{b}	17.66^{ab}	24.15^{bc}	37.93^{b}
	26.6	34.71^{b}	47.62^{b}	11.52^{a}	28.05^{b}	30.60^{b}	9.31^{ab}		26.6	63.03^{c}	52.18^{b}	25.64^{ab}	44.46^{c}	44.40^{c}	29.50^{b}
	39.9	51.21^{b}	48.74^{b}	6.01^{a}	29.06^{b}	26.28^{b}	29.43^{c}		39.9	57.17^{c}	8.69^{ab}	34.22^{b}	38.16^{bc}	21.73^{ab}	42.47^{b}
GRA	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0 ^{a}	0^{a}	0^{a}	JAH	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	11.27^{a}	22.67^{b}	30.80^{b}	13.59^{ab}	14.04^{ab}	22.74^{b}		13.3	44.17 ^{bc}	21.95^{a}	11.40^{a}	30.93^{bc}	24.05^{b}	9.15^{ab}
	13.3+13.3	15.31^{a}	49.00^{c}	29.97^{b}	8.16^{ab}	21.10^{b}	22.27^{b}		13.3+13.3	15.29 ^{a}	27.05^{a}	5.8^{a}	4.74^{ab}	18.77^{ab}	18.33^{b}
	26.6	55.11^{c}	24.57^{b}	55.25^{c}	38.18^{c}	18.01^{b}	26.93^{b}		26.6	32.89 ^{bc}	27.52^{a}	9.5^{a}	21.19^{abc}	31.95^{b}	34.37^{c}
	39.9	39.01^{c}	43.91^{c}	50.25^{c}	20.84^{bc}	28.80^{b}	44.01^{c}		39.9	56.70 ^{c}	35.76^{a}	6.99^{a}	40.10^{c}	30.08^{b}	43.08^{c}

T1, T2 and T3 are time of herbicide application (ZGS11-13), (ZGS21-23) and (ZGS31-33), respectively.
Similar letters in each population and time represent non-significant difference based on FLSD 5%.

Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)			Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3			T1	T2	T3	T1	T2	T3
KAR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	KER	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	63.26^{b}	44.92^{bc}	42.50^{b}	44.63^{c}	23.62^{b}	26.66^{b}		13.3	68.00^{c}	12.52^{a}	15.71^{ab}	43.00^{b}	21.65^{b}	26.93^{b}
	13.3+13.3	23.45^{ab}	27.78^{ab}	41.90^{b}	7.53^{ab}	21.99^{ab}	26.92^{b}		13.3+13.3	36.29^{b}	2.43^{a}	20.40^{ab}	15.38^{a}	15.19^{ab}	23.71^{b}
	26.6	58.06^{b}	74.65^{d}	67.27^{c}	29.58^{abc}	51.38^{c}	33.31^{b}		26.6	76.36^{d}	22.13^{a}	77.09^{c}	47.66^{b}	16.43^{ab}	49.03^{c}
	39.9	63.26^{b}	63.46^{cd}	46.03^{b}	41.50^{bc}	38.29^{bc}	35.29^{b}		39.9	80.40^{d}	32.11^{a}	38.66^{b}	51.38^{b}	25.91^{b}	45.33^{c}
KHO	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	KHR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	34.28^{ab}	1.53^{ab}	29.49^{b}	1.76^{a}	9.62^{a}	22.83^{b}		13.3	2.37^{a}	6.94^{a}	7.34^{ab}	10.95^{a}	5.34^{ab}	13.77^{ab}
	13.3+13.3	33.52^{ab}	7.23^{ab}	6.99^{ab}	7.92^{a}	12.30^{a}	25.36^{b}		13.3+13.3	2.06^{a}	7.57^{a}	34.07^{c}	4.49^{a}	10.32^{ab}	13.82^{ab}
	26.6	51.32^{c}	26.07^{ab}	18.48^{b}	32.37^{b}	23.37^{a}	36.73^{c}		26.6	56.97^{b}	19.38^{bc}	6.2 2^{ab}	47.51^{a}	25.54^{bc}	17.28^{ab}
	39.9	44.27^{c}	35.57^{b}	15.36^{b}	33.01^{b}	32.73^{a}	45.43^{c}		39.9	51.38^{b}	39.02^{c}	13.70^{bc}	36.59^{b}	38.37^{c}	32.14^{b}
KNJ	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	LAM1	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	26.53^{bc}	2.01^{a}	29.10^{a}	12.78^{ab}	1.27^{a}	18.65^{b}		13.3	31.33^{b}	23.56^{b}	51.88^{b}	40.39^{b}	29.14^{b}	39.21^{bc}
	13.3+13.3	18.79^{b}	4.50^{a}	9.69^{a}	2.30^{a}	17.46^{ab}	22.01^{bc}		13.3+13.3	2.50^{a}	39.62^{bc}	53.30^{b}	12.00^{a}	26.37^{b}	27.96^{b}
	26.6	38.71^{c}	35.85^{c}	12.18^{a}	30.22^{bc}	27.51^{b}	39.38^{d}		26.6	52.06^{b}	74.22^{d}	56.78^{b}	46.69^{b}	61.98^{d}	40.95^{c}
	39.9	67.19^{c}	40.52^{c}	31.89^{a}	47.85^{c}	34.43^{b}	34.26^{cd}		39.9	52.23^{b}	55.75^{cd}	65.17^{b}	47.22^{b}	46.80^{c}	48.08^{c}
LAM2	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	LAR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	19.62^{b}	15.56^{a}	5.83^{a}	20.45^{bc}	22.76^{ab}	5.38^{a}		13.3	4.76^{a}	2.52^{a}	9.97^{ab}	15.71^{ab}	3.71^{a}	23.21^{b}
	13.3+13.3	10.20^{ab}	12.81^{a}	54.66^{b}	8.31^{ab}	16.36^{ab}	28.38^{b}		13.3+13.3	13.73^{ab}	6.21^{a}	29.48^{c}	6.46^{ab}	14.52^{a}	21.19^{b}
	26.6	20.04^{b}	42.99^{b}	59.36^{bc}	23.20^{bc}	36.09^{b}	30.12^{b}		26.6	45.12^{bc}	2.70^{a}	78.78^{d}	44.10^{c}	12.42^{a}	60.15^{d}
	39.9	36.82^{b}	42.52^{b}	72.77^{c}	33.56^{c}	40.31^{b}	58.40^{c}		39.9	69.99^{c}	4.98^{a}	24.74^{bc}	58.79^{c}	19.58^{a}	34.22^{c}
MAR1	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	MAR2	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	20.83^{ab}	24.99^{b}	26.38^{ab}	24.75^{bc}	21.48^{b}	16.52^{ab}		13.3	39.79^{b}	32.43^{b}	20.92^{b}	32.52^{b}	24.70^{b}	14.58^{b}
	13.3+13.3	5.24^{a}	41.90^{c}	29.38^{b}	7.43^{ab}	18.50^{b}	24.69^{b}		13.3+13.3	25.96^{ab}	35.63^{b}	14.61^{ab}	5.92^{a}	33.16^{b}	23.92^{c}
	26.6	69.98^{b}	59.97^{d}	30.26^{b}	33.68^{cd}	51.85^{d}	27.06^{b}		26.6	48.53^{b}	29.34^{b}	18.06^{b}	33.86^{b}	33.14^{b}	26.50^{c}
	39.9	63.98^{b}	46.41^{c}	40.67^{b}	43.21^{d}	38.88^{c}	33.15^{b}		39.9	48.95^{b}	44.54^{b}	25.78^{b}	33.94^{b}	42.89^{b}	36.01^{d}
MAS	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	MOR	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	37.60^{abc}	21.74^{a}	24.17^{ab}	26.23^{b}	31.44^{bc}	19.30^{b}		13.3	5.25^{a}	8.67^{a}	4^{a}	2.64^{a}	3.33^{a}	22.67^{b}
	13.3+13.3	17.65^{ab}	24.73^{a}	26.47^{ab}	5.49^{a}	6.41^{ab}	26.17^{b}		13.3+13.3	3.21^{a}	0.55^{a}	6.83^{a}	1.75^{a}	4.97^{a}	27.58^{b}
	26.6	40.65^{bc}	33.10^{a}	39.23^{b}	28.44^{b}	36.99^{c}	40.56^{c}		26.6	31.56^{bc}	27.38^{a}	55.99^{b}	9.16^{b}	33.89^{b}	47.84^{c}
	39.9	63.53^{c}	20.69^{a}	17.38^{ab}	49.41^{c}	28.81^{abc}	48.40^{c}		39.9	56.12^{c}	11.83^{a}	38.01^{b}	25.28^{c}	17.44^{ab}	38.37^{bc}

T1, T2 and T3 are time of herbicide application (ZGS11-13), (ZGS21-23) and (ZGS31-33), respectively.
Similar letters in each population and time represent non-significant difference based on FLSD 5%.

Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
NIZ	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	45.19^{bc}	34.84^{b}	2.54^{a}	31.36^{bc}	25.05^{b}	24.03^{b}
	13.3+13.3	26.88^{b}	43.45^{b}	3.33^{a}	18.72^{b}	31.59^{b}	32.62^{cd}
	26.6	58.72^{cd}	60.74^{c}	15.85^{a}	44.23^{cd}	57.74^{c}	26.46^{bc}
	39.9	45.19^{bc}	71.29^{c}	22.01^{a}	50.95^{d}	58.37^{c}	38.33^{d}
SAR	0	0^{a}	0^{a}	0a	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	38.26^{c}	9.75^{a}	9.55a	29.05^{b}	15.84^{a}	23.79^{b}
	13.3+13.3	25.45^{b}	61.33^{bc}	50.21^{b}	6.33^{a}	32.75^{b}	44.81^{c}
	26.6	59.20^{d}	63.89^{c}	12.21^{a}	43.48^{b}	57.49^{c}	37.01^{bc}
	39.9	60.07^{d}	47.72^{b}	48.75^{b}	33.04^{b}	37.75^{b}	40.08^{c}
SHZ	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	42.31^{b}	31.74^{ab}	7.43^{a}	25.35^{bc}	28.95^{b}	2.11^{ab}
	13.3+13.3	14.78^{a}	32.62^{ab}	4.07^{a}	13.76^{ab}	23.49^{ab}	7.81^{bc}
	26.6	60.04^{b}	56.23^{b}	37.06^{b}	40.18^{c}	42.45^{b}	12.30^{c}
	39.9	70.28^{b}	18.62^{ab}	33.54^{b}	36.43^{c}	29.63^{b}	29.18^{d}
ZGN	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	28.66^{ab}	11.39^{a}	7.64^{ab}	6.64^{ab}	17^{ab}	17.00^{b}
	13.3+13.3	19.38^{ab}	28.33^{a}	20.83^{bc}	9.64^{ab}	26.01^{b}	23.70^{b}
	26.6	33.26^{ab}	23.03^{a}	54.83^{d}	22.06^{bc}	34.56^{bc}	28.23^{bc}
	39.9	50.39^{b}	47.45^{a}	29.84^{c}	25.42^{c}	58.86^{c}	39.92^{c}

Population	Dose (g ha^{-1})	Fresh Weight (g)			Height (cm)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
PAS	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	35.01^{c}	54.66^{b}	10.63^{ab}	25.32^{c}	39.71^{b}	19.65^{ab}
	13.3+13.3	7.56^{b}	70.72^{c}	19.21^{ab}	7.30^{b}	39.57^{b}	29.30^{bc}
	26.6	40.03^{c}	69.41^{c}	35.61^{b}	36.31^{c}	54.89^{c}	32.34^{bc}
	39.9	52.20^{c}	70.47^{c}	17.53^{ab}	36.11^{c}	52.88^{bc}	46.72^{c}
SEP	0	0^{a}	0^{a}	0a	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	47.03^{b}	7.58^{b}	9.97a	18.18^{ab}	6.61^{ab}	9.33^{a}
	13.3+13.3	11.6^{a}	2.83^{a}	28.44a	3.87^{a}	2.37^{a}	13.45^{ab}
	26.6	68.75^{b}	9.22^{bc}	36.89^{ab}	28.92^{ab}	18.11^{bc}	12.27^{ab}
	39.9	77.57^{b}	36.61^{c}	64.29^{b}	54.38^{b}	39.86^{c}	32.58^{b}
ZAR	0	0a	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
	13.3	1.54a	3.03^{a}	27.50^{b}	1.14^{a}	4.62^{a}	21.61^{b}
	13.3+13.3	2.95a	10.11^{b}	65.17^{c}	2.7^{a}	19.27^{b}	21.86^{bc}
	26.6	3.71a	12.96^{b}	32.58^{b}	4.05^{a}	16.93^{b}	23.61^{bc}
	39.9	3.4a	29.75^{b}	65.61^{c}	4.41^{a}	26.62^{b}	37.66^{c}

T1, T2 and T3 are time of herbicide application (ZGS11-13), (ZGS21-23) and (ZGS31-33), respectively.
Similar letters in each population and time represent non-significant difference based on FLSD 5%.

به‌علاوه، سیستم کشاورزی در منطقه بوانات، سنتی‌تر از منطقه شیراز و فسا است. دو منطقه اخیر، کمترین کاهش ارتفاع و وزن تر را به ترتیب در زمان سم‌پاشی ZGS31-33 داشتند. ممکن است کاهش فشار انتخاب به‌وسیله علف‌کش در سه منطقه، باعث تفاوت عکس-العمل آن‌ها باشد. نتایج این مطالعه با نتایج بوزیچ و همکاران (Bozic *et al.,* 2015) هم‌خوانی دارد. جودره قادر به متابولیزه کردن علف‌کش سولفوسولفورون است (Hosseini *et al.,* 2011). دلیل دیگر می‌تواند تفاوت متابولیزه کردن علف‌کش در جمعیت‌های مختلف باشد که باعث تفاوت پاسخ می‌شود. پرایس و همکاران (Price *et al.,* 1985) نشان دادند که توانایی سمیت زدایی نوری علف‌کش در جمعیت‌های مختلف یولاف وحشی متفاوت بود. علاوه بر آن، تنوع ژنتیکی در بین جمعیت‌های مختلف تاج خروس، باعث پاسخ متفاوت به علف‌کش‌ها شد (Patzoldt *et al.,* 2002). جودره دارای تنوع ژنتیکی در ایران است که ممکن است پاسخ‌های متفاوت به علف‌کش، به‌دلیل وجود همین تنوع ژنتیکی باشد. تنوع ژنتیکی جودره با عوامل جغرافیایی همچون میزان بارش سالانه و دما همبستگی دارد (Hosseini *et al.,* 2019; Jakob *et al.,* 2014; Russell *et al.,* 2016). بر اساس نتایج مطالعه حاضر (شکل ۳)، جمعیت‌هایی که بیشترین تشابه درون گروهی را دارند بجز سپیدان، از نظر اقلیمی دارای بیشترین تشابه بارندگی و دما می‌باشند. تنوع ژنتیکی، با ارائه اطلاعات در مدیریت موفق علف‌های‌هرز می‌تواند در مطالعات کارآیی استراتژی‌های متفاوت مدیریت این گیاهان در جمعیت‌های بومی یا خارجی نقش مهمی ایفا کند (Mangolin *et al.,* 2012). ارزیابی اثر فشار انتخاب بر تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف علف‌های‌هرز، یک ضرورت مهم است (Menchari *et al.,* 2007).

نتایج این آزمایش (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل جمعیت و دز بر هر دو صفت اندازه‌گیری شده معنی دار بود که با نتایج پژوهشگران پیشین مطابقت دارد. اثر متقابل دز علف‌کش باریک‌برگ‌کش و منطقه، اثر معنی داری بر وزن تر یولاف‌وحشی داشت (Holm *et al.,* 2000). کاربرد دز باریک‌برگ‌کش در دو منطقه ممکن است تحت تاثیر تداخل یولاف وحشی قرار گیرد. انتخاب دز مناسب، بستگی به منطقه و نوع باریک‌برگ‌کش داشت. آن‌ها بیان کردند که الگوی هواشناسی در مراتع کانادا، بسیار متفاوت است و به سختی قابل پیش‌بینی است. تفاوت پاسخ در مطالعه آن‌ها، به‌دلیل الگوی بارندگی متفاوت در دو منطقه ذکر شد (Holm *et al.,* 2000). اثرات متقابل دز علف‌کش و جمعیت بر دو علف‌کش گلیفوسیت و سولفوسولفورون معنی‌دار بود که حاکی از تفاوت درون جمعیت برای پاسخ وزن بروموس و سیب‌زمینی شیرین بود (Baucom & Mauricio, 2008; Escorial *et al.,* 2011). زمانی که نصف دز توصیه شده مصرف شد، جمعیت‌های نیمه مقاوم در هر دو منطقه افزایش یافت (Escorial *et al.,* 2011). کاهش دز توصیه شده به دوسوم در ساسکاچوان اثر، کمی بر کاهش وزن تر یولاف وحشی داشت (Holm *et al.,* 2000) بر اساس نتایج تحقیق حاضر (جدول ۳)، هنگام استفاده از دز نصف یا تقسیم کردن دز به چند بخش، درصد کاهش وزن تر و ارتفاع نسبت به شاهد، بدون اثر یا کم اثر بود که با آزمایشات (Escorial *et al.,* 2011; Holem *et al.,* 2000) مطابقت دارد.

بائوکوم (Baucom 2009) بیان داشت که زمانی‌که اثر متقابل جمعیت و علف‌کش معنی‌دار باشد، تنوع ژنتیکی در جمعیت وجود دارد و از سویی نشان‌دهنده تحمل به علف‌کش است. نتایج این آزمایش (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل جمعیت و علف‌کش روی هر دو صفت، معنی‌دار بود؛ بنابراین احتمال تحمل به

علف‌کش سولفوسولفورون در جمعیت جودره وجود دارد. همبستگی بین وزن تر و ارتفاع با درصد خسارت، در تمام جمعیت‌ها وجود نداشت (۰/۰۶۱- =r و ۰/۳۴۰-=r به ترتیب برای وزن تر و ارتفاع). این به این معناست که یک ژن بزرگ اثر می‌تواند در تحمل به علف‌کش نقش داشته باشد. اسکوریال و همکاران (Escorial *et al.,* 2011) نشان دادند که همبستگی بین وزن تر جمعیت‌های مختلف بروموس و درصدخسارت برای دو علف‌کش سولفوسولفورون و گلیفوسیت وجود نداشت. آن‌ها علت این امر را وجود ژن بزرگ اثر بیان کردند که با نتیجه ما مطابقت دارد. بیشتر علف‌کش‌ها بر روی محل یک آنزیم فعالیت دارند که اثر یک ژن است و به‌آسانی برای بیشتر گروه علف‌کش‌ها قابل تشخیص است (Menchari *et al.,* 2007). بر اساس نتایج این آزمایش، در هنگام استفاده از دز نصف یا اسپلیت دز، اکثر جمعیت‌ها با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۳). این نوع عکس العمل به دز، وابسته به مقاومت چندژنی مبتنی بر محل غیر هدف که با حضور چند ژن کوچک مقاومت تعیین می‌شود ظهورمی‌یابد. اثر افزایشی این ژن‌های کوچک و آلل-های بزرگ اثر در افراد درون جمعیت می‌تواند دو عامل در توسعه تحمل یا مقاومت در برابر علف‌کش باشد (Escorial *et al.,* 2011). اگر آلل‌های مختلف دارای تطابق یکسانی نباشند، توزیع آلل‌های مقاومت در بین جمعیت‌ها، احتمالاً باعث گسترش آن می‌شود (Menchari *et al.,* 2007). عکس‌العمل افراد درون جمعیت، به چگونگی توسعه تحمل یا مقاومت وابسته است. در این شرایط، مدیریت دز و مرحله رشدی گیاه، دو عامل مهم شناخته می‌شوند (Escorial *et al.,* 2011). وجود تنوع در جودره باعث سازگاری آن به شرایط ایران شده است. برای توسعه برنامه مدیریت دراز مدت علف‌هرز لازم است که داده‌های ژنتیکی با عکس‌العمل جمعیت‌ها به علف‌کش را مرتبط دانست (Stewart *et al.,* 2009). کشت مداوم گندم- ذرت- گندم یا گندم- برنج- گندم و اجرای روش شیمیایی در اکثر نقاط ایران، باعث ایجاد فشار انتخاب یکسان شده است. تناوب علف‌کش می‌تواند در کنترل جودره موثر باشد. در آزمایش جمالی و باغستانی (Jamali & Baghestani, 2011) و ملکیان و همکاران (Malekian *et al.,* 2013) نشان داده شد که علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال)، کارایی بیشتری نسبت به سولفوسولفورون دارد. علاوه بر آن، با بکارگیری روش‌های مدیریتی دیگر همچون تناوب زراعی و روش ماخار به غیر از روش‌های شیمیایی، می‌توان به کاهش جمعیت این علف‌هرز طی سال‌های آینده امیدوار بود. کاهش تراکم این علف‌هرز با روش تناوب زراعی (Jamali & Jokar, 2010) و ماخار (Veisi & Baghestani, 2010) گزارش شده است. در سال های اخیر، ایران با کمبود آب مواجه است و انجام عملیات ماخار با مشکلات اجرایی همراه خواهد بود.

نتیجه‌گیری

داده‌های حاصل از این آزمایش، بر عکس‌العمل متفاوت به علف‌کش سولفوسولفورون دلالت دارد که ممکن است به‌دلیل تفاوت درون جمعیت، پاسخ ۲۹ جمعیت متفاوت باشد. کاربرد زودهنگام علف‌کش (در مرحله ZGS11-13)، اثر بهتری نسبت به دو زمان دیگر (ZGS21-23 , 31-33) داشت. با افزایش دز، هر دو صفت، درصد کاهش بیشتری را داشتند. برای مدیریت کاراتر این علف‌هرز، استفاده از روش‌های دیگر مثل تناوب زراعی، ماخار، تناوب علف‌کش پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از دانشگاه فردوسی مشهد، به‌دلیل تأمین بودجه این طرح، کمال تشکر را دارند. همچنین نویسندگان از سرکار خانم مهندس لادن جوکار، عضو هئیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، برای راهنمایی‌های در تجزیه و تحلیل آماری سپاسگذاری می‌نمایند.

منابع

Abbas, H.K., Johnson, B.J. Pantone, D.J. Wax, L.M. Hine, R. and Shier, W.T. 2005. Response of multiple seeded cocklebur and other cocklebur types to herbicide treatment. Pest Manag. Sci. 61: 643–648.

Babaei, S., Alizadeh, H. Baghestani, M.A. and Naghavi, M.R. 2014. Effect of some adjuvants on sulfosulfuron efficacy in *Hordeum Spontaneum* control in wheat fields. Iranian J. Weed Sci. 10:121-132. (In Persian with English abstract).

Babaei, S., Alizadeh, H. Baghestani, M.A. Naghavi, M.R. and Mohammadi, S. 2016. Analysis of genetic diversity in wild barley (*Horedeum spontaneum*) populations by using SSR marker. Iranian J. Weed Sci. 12:107-119. (In Persian with English abstract).

Baghestani, M.A., Sayedipour, H. Zand, E. Minbashi-Moeini, M. Maighani, F. and Lashkari, A. 2009. Integrated management of wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch) in wheat field under stale seedbed condition. Agroecol. 1:81-89. (in Persian with English abstract).

Baghestani, M.A., Zand, E. and Minbashi, M. 2008a. A survey on the researchers conducted for controlling the wild barley species (*Hordeum* spp) in wheat fields of Iran. Procceeding of the 2th national Iranian weed science congress, 29-30 January, Mashhad, Iran. Volume 3 Keynote Papers: 47-61. Iranian Weed Science Society, Tehran. (In Persian with English abstract)

Baghestani, M.A., Zand, E. Lotfifar, O. Atri, A.R. and Mottaghi, S. 2012. Barely weed species (*Hordeum* spp.) response to sulfosulfuron at different rates and times of applications. J. Plant Prot. 26:243-251. (In Persian with English abstract).

Baghestani, M.A., Zand, E. Mesgaran, M.B. Veyssi, M. Pourazr, R. and Mohammadipour M. 2008b. Control of weed barley species in winter wheat with sulfosulfuron at different rates and times of application**.** Weed Biol. Manag. 8:181–190.

Baghestani, M.A., Zand, E. Soufizadeh, S. Jamali, M. and Maighani F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Prot. 26:1385-1389.

Baucom, R.S. 2009. A herbicide defense trait that is distinct from resistance: the evolutionary ecology and genomics of herbicide tolerance. Pages 163- 175 in Stewart CNJ, ed. Weedy and Invasive Plant Genomics. Blackwell Publishing. USA.

Baucom, R.S., and Mauricio, R. 2008. The evolution of novel herbicide tolerance in a noxious weed: the geographic mosaic of selection. Evol. Ecol. 22:85–101.

Blackshaw, R.E., Semach, G. and Entz, T. 1998. Post emergence control of foxtail barley (*Hordeum jubatum*) seedlings in spring wheat (*Triticum aestivum*) and flax (*Linum usitatissimum*). Weed Technol. 12:610-616.

Bozic, D., Barac, M. Saric-Krsmanovic, M. Pavlovic, D. Ritz, C. and Vrbnicanin, S. 2015. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) response to nicosulfuron. Not. Bot. Horti Agrobot. 43:86-191.

Bozic, D., Vrbnicanin, S. Stojicevic, D. and Pavlovic, D. 2016. Effect of nicosulfuron on the populations of invasive weedy sunflower. Julius-Kuhn-Archi. 452: 225-231. DOI: https://doi.org/10.5073/jka.2016.452.031.

Bravo, W., Leon, R.G. Ferrell, J.A. Mulvaney, M.J. and Wood, C.W. 2017. Differentiation of life-history traits among palmer amaranth populations (*Amaranthus palmeri*) and its relation to cropping systems and glyphosate sensitivity. Weed Sci. 65: 339–349.

Bravo, W., Leon, R.G. Ferrell, J.A. Mulvaney, M.J. and Wood, C.W. 2018. Evolutionary adaptations of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) to nitrogen fertilization and crop rotation history affect morphology and nutrient-use efficiency. Weed Sci. 66:180–189.

Escorial, C., Loureiro, I. Rodríguez-García, E. and Chueca, C. 2011. Population Variability in the Response of Ripgut Brome (*Bromus diandrus*) to Sulfosulfuron and Glyphosate Herbicides: Weed Sci: 59:107-112.

Espeby, L.A., Fogelfors, H. and Milberg, P. 2011. Susceptibility variation to new and established herbicides: Examples of inter-population sensitivity of grass weeds. Crop Prot. 30:429-435.

Gherekhloo, J., Oveisi, M. Zand, E. and De Prado, R. 2016. A review of herbicide resistance in Iran. Weed Sci: 64:551-561.

Holm, F.A., Kirkland, K.J. and Stevenson, F.C. 2000: Defining optimum herbicide rates and timing for wild oat (*Avena fatua*) control in spring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technol: 14:167–175

Hosseini, M., Ghorbani, R. Rashed Mohassel, M.H. and Yassaie, M. 2019. Correlation of environmental factors and phenotypic diversity of Iranian wild barley (*Hordeum Spontaneum* Koch) populations. Acta Oecol. 95:19-25.

Hosseini, S.A., Rashed Mohassel, M.H., Spliid, N.H., Mathiassen, S.K. and Kudsk, P. 2011. Response of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and winter wheat (*Triticum aestivum*) to sulfosulfuron: The role of degradation. Weed Biol. Manag. 11:64–71.

Huangfu, C.H., Song, X.L., Qiang, S. and Zhang, H.J. 2007. Response of wild *Brassica juncea* populations to glyphosate. Pest Manag. Sci. 63:1133–1140.

Hubner, R., Fykse, H., Hurle, K. and Klemsdal, S.S. 2003. Morphological differences, molecular characterization, and herbicide sensitivity of catchweed bedstraw (*Galium aparine*) populations. Weed Sci. 51:214–225.

Jakob, SS., Rodder, D., Engler, J.O., Shaaf, S., Ozkan, H., Blattner, F.R. and Kilian, B. 2014. Evolutionary history of wild barley (*Hordeum vulgare subsp. spontaneum*) analyzed using multilocus sequence data and paleodistribution modeling. Genome Biol. Evol. 6: 685–70.

Jamali M. and Faghih, H. 2010. Management of wild barley in wheat fields. 155th Bulletin of Fars Agriculture Organiziation. 29 Pp. (In Persian).

Jamali, M. and Baghestani, M.A. 2011. Rate and time of application of herbicides on Hordeum spontaneum in Fars wheat fields. Iranian J. Weed Sci. 7:79-87. (in Persian with English abstract).

Jamali, M. and Jokar, L. 2010. Effect of crop rotation on wild barley (*Hordeum spontaneum*) contol in wheat fields of Fars province. J. Plant Prot. 24:99-107. (In Persian with English abstract).

Malekian, B., Ghadiri, H. Kazemeini, S.A. and Edalat, M. 2013. Efficacy evaluation of Sulfosulfuron, Metsulfuron-methyl plus Sulfosulfuron, Mesosulfuron-methyl plus Iodosulfuron-methyl and Iodosulfuron plus Mesosulfuron herbicides in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Biol. Environ. Sci. 7:177-182.

Mangolin, C.A., Junior, R.S.O. and Machado M.F.P.S. 2012. Genetic Diversity in Weed. 223- 248 in: Alvarez-Fernandez R, ed. Herbicides – Environmental Impact Studies and Management Approaches. In Tech, Croatia.

Menchari, Y., Delye, C. and Le Corre, V. 2007. Genetic variation and population structure in black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.), a successful, herbicideresistant, annual grass weed of winter cereal fields. Mol. Ecol. 16:3161–3172.

Mohammadi, S., Rastgoo, M., Baghestani, M.A., Vafaie-Tabar, M. and Izadi Darbandi, E. 2016. Evaluation of morphological and reproductive traits of Iranian wild barley (*Hordeum Spontaneum*) populations in response to sulfosulfuron application. Iranian J. Weed Sci. 12:46-51. (In Persian with English abstract).

Patzoldt, W.L., Tranel, P.J. and Hager, A.G. 2002. Variable herbicide responses among Illinois waterhemp (*Amaranthus rudis* and *A. tuberculatus*) populations. Crop Prot. 21:707–712.

Price, S.C., Allard, R.W., Hill, J.E. and Naylor, J. 1985. Associations between discrete genetic loci and genetic variability for herbicide reaction in plant populations. Weed Sci. 33: 650-653.

Russell, J., Mascher, M., Dawson, I.K., Kyriakidis, S., Calixto, C., Freund, F., Bayer, M. Milne, I., Marshall-Griffiths, T., Heinen, S., Hofstad, A., Sharma, R., Himmelbach, A., Knauft, M., van Zonneveld, M., Brown, J.W.S., Schmid, K., Kilian, B., Muehlbauer, G.J., Stein, N. and Waugh, R. 2016. Exome sequencing of geographically diverse barley landraces and wild relatives gives insights into environmental adaptation. Nature Genet. 48:1024–1030.

Snape, J.W., Nevo, E., Parker, B.B., Leckie, D. and Morgunov, A. 1991. Herbicide response polymorphism in wild populations of emmer wheat. Heredity. 66:251 -257.

Stewart, C.N.J., Tranel, P.J. Horvath, D.P. Anderson, J.V. Rieseberg, L.H. Westwood, J.H. Mallory-Smith C.A., Zapiola, M.L. and Dlugosch, K.M. 2009. Evolution of weediness and invasiveness: charting the course for weed genomics. Weed Sci. 57:451-462.

Veisi, M. and Baghestani, M.A. 2010. Survey of irrigation before sowing effect on wild barley (*Hordeum spontaneum*) control. Proceedings of the 3rd Iranian Weed Science Congress, 17-18 February, Babolsar, Iran. (In Persian with English abstract).

Vidotto, F., Tesio, F., Tabacchi, M. and Ferrero, A. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp. accessions in Italian rice fields. Crop Prot. 26: 285–293.

Volis, S., Verhoeven, K.J.F., Mendlinger, S. and Ward, D. 2004. Phenotypic selection and regulation of reproduction in different environments in wild barley. J. Evol. Biol. 17: 1121–1131.

Zhang, J., Cavers, P.B. and Jasieniuk, M. 1994. Response of *Xanthium strumarium* populations to sublethal applications of bentazone. Weed Res. 34:55-61.