مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۲، ۱۳۹۹ (ص ۸۵-۷۵)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 2, 2020 (75-85)
DOI: 10.22092/ijws.2020.124165.1296

آیا رشد مجدد یولاف‌وحشی (*Avena* spp) پس از کاربرد علف‌کش‌ها، تحت تاثیر زمان‌های کاربرد قرار می‌گیرد؟

احمد زارع*[۱]، حمید رحیمیان مشهدی[۲]، مصطفی اویسی[۳]، رضا حمیدی[٤]

۱- استادیار،گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، باوی، ملاثانی، ۲و ۳- استاد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ٤- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳)

چکیده

جهت ارزیابی تاثیر علف‌کش‌های مختلف در زمان‌های مختلف بر اساس درجه-روز رشد، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در دو مزرعه در شهرستان مرودشت واقع در استان فارس، در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ انجام گرفت. پنج علف‌کش انتخابی گندم شامل کلودینافوپ-پروپارژیل (تاپیک، ۶۴ گرم ماده موثره در هکتار)، فنوکساپروپ پی اتیل (پوماسوپر، ۷۵ گرم ماده موثره در هکتار)، مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن پایردی اتیل به‌عنوان ایمن کننده گندم (آتلانتیس، ۱۸ گرم ماده موثره در هکتار)، سولفوسولفورون (آپیروس، ۲۰ گرم ماده موثره در هکتار)، سولفوسولفورون ۷۵ درصد + مت سولفورون متیل پنج درصد (توتال، ۳۰ گرم ماده موثره در هکتار) به‌عنوان فاکتور اول و چهار زمان کاربرد علف‌کش شامل مرحله ۱۹ زادوکس (۳۹۸ درجه-روز رشد)، مرحله ۲۳ زادوکس (۴۳۵)، مرحله ۲۹ زادوکس (۵۰۲) و مرحله ۳۱ زادوکس (۶۱۸)، فاکتور دوم را تشکیل دادند. رشد مجدد و وزن خشک یولاف‌وحشی با افزایش درجه-روز رشد (۳۹۸ تا ۶۱۸) افزایش یافت. بیشترین درصد رشد مجدد و وزن خشک یولاف‌وحشی، در اثر کاربرد علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، فنوکساپروپ پی اتیل و سولفوسولفورون در زمان ۶۱۸ درجه-روز رشد (مرحله ۳۱ زادوکس) مشاهده شد. کاربرد علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون در مرحله ۱۹زادوکس (۳۹۸ درجه-روز رشد)، کمترین درصد رشد مجدد (۲۶ درصد) را داشت. بیشترین مقادیر عملکرد دانه گندم، به کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون در ۴۳۵ درجه-روز رشد (۵۹۷۸ و ۵۶۶۴ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، در ۳۹۸ درجه-روز رشد، یولاف‌وحشی را به‌طور مناسبی مهار کرد، اما به دلیل شرایط خشکی، منجر به گیاه‌سوزی شدید گندم شد، به‌طوری‌که نسبت به زمان ۴۳۵ درجه-روز رشد، ۵۰ درصد (۲۶۷۹ کیلوگرم در هکتار) کاهش عملکرد داشت. در کل توصیه می‌شود که با کاربرد زود هنگام علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون و سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل (۴۳۵ درجه-روز رشد) و با توجه به مهیا بودن شرایط آب و هوایی، می‌توان از میزان کاهش عملکرد دانه گندم و رشد مجدد یولاف‌وحشی کاست.

کلمات کلیدی: درجه-روز رشد، زمان کاربرد علف‌کش، عملکرد دانه، مرحله زادوکس، وزن خشک.

Is the regrowth of *Avena* spp. after herbicide application affected by the application time?

Ahmad Zare*[1], Hamid Rahimian- Mashhadi[2], Mostafa Ovesi[3] and Reza Hamidi[4]

1. Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Bavi, Mollasani, 2,3. Agronomy and Plant Breeding Department, University College of Agriculture & Natural Resources Science, University of Tehran, 4. Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Shiraz

(Received: November 18, 2018- Accepted: February 2, 2020)

ABSTRACT

A factorial experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replications in two fields in Marvdasht city (Fars province, Iran) was conducted to evaluate the effect of different herbicides at different times based on growing degree day (GDD) *Avena* spp. controlling. The first factor was five selective wheat herbicides including clodinafop-propargyl (Topik 64 g a.i./ha), fenoxaprop-p-ethyl (Pumasuper, 75 g a.i./ha), mesosulfuron + iodosulfuron + safener mefenpyr-diethyl (Atlantis, 18 g a.i./ha), sulfosulfuron (Apirus, 20 g a.i./ha), and metsulfuron methyl + sulfosulfuron (Total, 30 g a.i./ha). The second factor was application time of herbicide at 19 (398 GDD), 23 (435 GDD), 29 (502 GDD) and 31 (618 GDD) zadoks stages. Increasing GDD (from 398 to 618 GDD) increased regrowth percentage and dry weight of *Avena* spp. The maximum regrowth percentage and dry weight of *Avena* spp were observed in clodinafop-propargyl, fenoxaprop-p-ethyl and sulfosulfuron herbicides treatments while they were applied at the 618 GDD (Zadoks 31). The minimum regrowth percentage (26%) was obtained in mesosulfuron + iodosulfuron herbicide treatment at the 398 GDD (Zadoks 19). The highest grain yield (>5664 Kg/ha) was obtained using metsulfuron methyl + sulfosulfuron and mesosulfuron + iodosulfuron at the 435 GDD. The mesosulfuron + iodosulfuron (Atlantis) herbicides treatment controlled *Avena* spp appropriately at the 398 GDD, however it led to wheat leaf burning due to the dry conditions, so that a 50% yield reduction (2679 Kg/ha) occurred in comparison to the 435 GDD. It is recommended that the early application of metsulfuron methyl + sulfosulfuron and mesosulfuron + iodosulfuron (435 GDD) with regard to weather conditions may reduce the wheat grain yield loss and *Avena* spp regrowth.

Keywords Dry weight, grain yield, growing degree day (GDD), herbicide application time, Zadoks stages.

* Corresponding author E-mail: Ahmadzare@asnrukh.ac.ir

مقدمه

دمای هوا، شاخص ثابت و پایداری است که استفاده از آن به صورت دمای تجمعی یا درجه–روز رشد، برای تخمین دورهٔ رشد و نمو مورد تأکید است (Andarzian *et al., 2003*). توانایی پیش‌بینی مراحل فنولوژیکی علف‌های‌هرز، به کاهش مصرف علف‌کش‌ها و تلفیق روش‌های مختلف مدیریت علف‌های‌هرز کمک می‌کند (Buhler *et al.,* 2000).

یولاف‌وحشی زمستانه، مهم‌ترین علف‌هرز باریک‌برگ مزارع گندم کشور است که در ٤٥ درصد از مزارع گندم کشور پراکنش دارد (Minbashi, 2009). میزان کاهش عملکرد در حضور ٦۰ تا ۹۰ بوته یولاف‌وحشی، بیش از ۵۵ درصد (Bussan & Maxwell, 2000) و در تراکم ۱۰۰ بوته یولاف‌وحشی، بیش از ۸۰ درصد گزارش شده است (Ebrahimpour-Noorabadi *et al.,* 2003). نتایج رابطه بین مراحل فنولوژی گندم و مراحل مختلف رشد و نموی یولاف‌وحشی را می‌توان با تجمع واحد-های حرارتی درجه–روز رشد تعیین نمود و بر اساس آن، زمان کاربرد علف‌کش‌ها را پیش‌بینی کرد (Shirtliffe *et al.,* 2000). علف‌کش‌های انتخابی مؤثری به صورت پس‌رویشی برای کنترل علف‌هرز یولاف‌وحشی، با محل هدف‌های متفاوت، در دسترس کشاورزان است، اما غلظت و زمان کاربرد برای رسیدن به کنترل مؤثر یولاف‌وحشی، عملکرد محصول و سود اقتصادی، بسیار حیاتی می‌باشد. تحقیقات نشان داد که اثر زمان کاربرد علف‌کش نسبت به غلظت، دارای اهمیت بیشتری می‌باشد (Holm *et al.,* 2000).

مین‌باشی و همکاران (Minbashi *et al.,* 2013)، بهترین زمان کنترل یولاف‌وحشی (٤۰۰ درجه–روز رشد (شروع پنجه‌زنی گندم) تا ۱۰۰۰ درجه–روز رشد (انتهای پنجه‌زنی) اعلام کردند. کان و همکاران (Kon *et al., 2007*)، شش هفته پس از کاشت (زادوکس۲۰) را بهترین زمان کنترل یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) و هلم و همکاران (Holm *et al.,* 2000) بهترین زمان کنترل یولاف‌وحشی *(Avena fatua)* در گندم بهاره را در مرحله دوبرگی دانستند. استوگارد و همکاران (Stougaard *et al.,* 1997)، کاربرد علف‌کش ایمازامتابنز (آسرت) در یک هفته بعد از سبزشدن جهت کنترل یولاف‌وحشی بهاره (*Avena fatua*)، اسکالینز و کادریس (Auskalins & Kadrys, 2006)، مراحل سه-برگی و پنجه‌زنی گندم و ملکیان و همکاران (Malekian *et al.,* 2013) کاربرد علف‌کش مت سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال به میزان ۳٦ گرم ماده مؤثره در هکتار) در مرحله پنجه‌زنی گندم را توصیه نمودند. مهم‌ترین دلیل اثرات منفی علف‌کش‌ها بر گیاه زراعی، وقوع تغییراتی در فیزیولوژی گیاهان زراعی است که به‌طور عمده در مراحل تغییر فاز رویشی به زایشی رخ می‌دهد، چراکه گیاه زراعی در این مرحله، نسبت به علف‌کش‌ها حساسیت بیشتری دارد که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد آن شود (Nice *et al.,* 2003). سالزمن و همکاران (Salzman & Renner, 1992) معتقدند که کاهش عملکرد گیاهان زراعی با استفاده از علف‌کش‌های ثبت شده، ممکن است به علت استفاده غلط و غیردقیق، از جمله استفاده در زمان یا میزان نادرست علف‌کش باشد، چراکه معمولاً زمان مصرف خیلی از علف‌کش‌ها، بر اساس حداقل و حداکثر تعداد برگ گیاه زراعی و علف‌هرز بیان شده است. کشاورزان، مصرف علف‌کش‌ها را به تأخیر می‌اندازند و برای آن‌که از سبز شدن اغلب علف‌های‌هرز اطمینان حاصل کنند، در آخرین فرصت و با مقادیر بیشتری از علف‌کش با آن‌ها مبارزه می‌کنند که این نوع مبارزه، باعث افزایش هزینه و همچنین آلودگی محیط زیست می‌شود. موسلی و هاتزوی

(Moseley & Hatzios, 1993) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌ها در زمان نامناسب، باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و تحمل به علف‌کش را کاهش می‌دهد. عوامل محیطی (میزان رطوبت، یک تا چهارده روز قبل و بعد از کاربرد علف‌کش)، بر کنترل علف‌هرز دم-روباهی (*Alopecurus Myosurides*) (Colling *et al.,* 2003)، درجه حرارت و رطوبت خاک برای کاربرد علف‌کش‌های گرامینه‌کش پاراکوات و گلایفوسیت (Minkey & Moore, 1998)، مرحله رشدی علف‌هرز و حداکثر درجه حرارت در روز سم‌پاشی برای کنترل علف‌هرز شلمی (*Raphanus Raphanistru*m) (Madafiglio *et al.,* 2005) و ماکزیمم درجه حرارت در روز سم‌پاشی، مقدار آب سم‌پاش و میزان رطوبت خاک قابل دسترس با مرگ و میر یولاف‌وحشی (Andrews *et al.,* 2007) در کارایی علف‌کش‌ها تاثیرگذار بوده است.

با توجه به رد شدن فرضیه سبزشدن بذرهای یولاف‌وحشی بعد از کاربرد علف‌کش‌ها توسط زارع و همکاران (Zare *et al*., 2014)، این سوال می‌تواند مطرح باشدکه دلایل آلودگی شدید مزارع گندم استان فارس، حتی بعد از کاربرد علف‌کش‌های مختلف و جدید چیست؟ در بازدیدهای میدانی از مزارع گندم، رشد مجدد یولاف‌وحشی (ریکاوری) پس از کاربرد علف‌کش‌های مختلف، به‌عنوان یک پدیده منحصر به فرد مشاهده شد. پدیده رشد مجدد بعد از کاربرد علف-کش، در هیچ تحقیق مستندی ارائه نشده است. با توجه به این که بازه زمانی کنترل علف‌های‌هرز مزارع گندم در یک دوره طولانی توسط کشاورزان انجام می‌گیرد، می‌تواند زمان کاربرد علف‌کش بر اساس درجه-روز رشد، بر میزان کنترل یولاف‌وحشی و پدیده رشد مجد یولاف‌وحشی تاثیرگذار باشد و آیا در این بازه زمانی، کارایی علف‌کش‌های مختلف و میزان رشد مجدد یولاف‌وحشی متفاوت است؟ بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی کارایی علف‌کش‌ها و زمان کاربرد آن‌ها بر اساس درجه-روز رشد روی کنترل یولاف‌وحشی، به‌خصوص پدیده رشد مجدد پس از کاربرد علف‌کش و عملکرد گندم می‌باشد.

مواد وروش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو مزرعه (به فاصله ۱۵۰۰ متر از یکدیگر) در شهرستان مرودشت، واقع در استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ انجام گرفت. فاکتور اول، شامل پنج علف‌کش انتخابی گندم (جدول ۱) و فاکتور دوم، شامل چهار زمان کاربرد علف‌کش (کاربرد علف‌کش در مرحله ۱۹ زادوکس (۳۹۸ درجه-روز رشد، مرحله ۲۳ زادوکس (٤۳۵ درجه-روز رشد)، مرحله ۲۹ زادوکس (۵۰۲ درجه-روز رشد) و مرحله ۳۱ زادوکس (٦۱۸ درجه-روز رشد) بود.

جدول۱- نام عمومی، تجاری و میزان مصرف علف‌کش‌های انتخابی گندم

Table 1- Trade and common names and recommended rates of selective wheat herbicides

Herbicide	Rate (g a.i./ha)	Formulation
Clodinafop-propargyl (Topik®)	64	EC 10%
Fenoxaprop-p-ethyl(Puma Super®)	75	EW 7/5%
Sulfosulfuron (Apirus®)	20	WG 75%
Mesosulfuron(10g/L)+Idosulfuron(2g/L)+ Mefenpyr –diethyl(30g/L) (Atlantis®)	18	OD 22.5
Metsulfuron-methyl (75%) + Sulfosulfuron (5%) (Total®)	30	WG 75%

در پاییز سال ۱۳۹۱، مزرعه مورد مطالعه توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و پس از دو عدد دیسک عمود برهم، بلافاصله یک لولر جهت تسطیح انجام گرفت. میزان بذر مصرفی گندم، ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم پیشتاز بود که با دستگاه سانتریفوژ در مزرعه پخش شد. طول و عرض هر کرت، به‌ترتیب پنج و سه متر بود. در سال ۱۳۹۰، بذرهای یولاف‌وحشی از مزارع شهرستان مرودشت جمع‌آوری و تمیز شد و بذرهای سالم انتخاب و جهت شکست خواب و جوانه‌زنی بهتر، به مدت سه هفته در دمای چهار درجه سانتی‌گراد یخچال نگهداری شدند (Sasanfar *et al.*, 2009). بذرهای یولاف‌وحشی بر اساس تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در سطح هر کرت و در عمق سه سانتی‌متری خاک قرار داده شدند. آبیاری اولیه در شرایط پاییز توسط آب باران انجام گرفت و آبیاری بهاره (آبیاری تکمیلی)، از مرحله ساقه‌دهی و با آب سد و چاه انجام شد. کاشت در تاریخ ۲۵ آبان ماه انجام شد و یک روز پس از کاشت، آبیاری توسط آب باران انجام گرفت (مقدار بارندگی بین ۲۵ تا ۳۰ میلی‌متر بود). کاربرد علف‌کش‌ها توسط سم‌پاش پشتی ماتابی انجام گرفت و میزان آب مصرفی، ۲۵۰ لیتر در هکتار بود. هر کرت به دو قسمت تقسیم شد و یک قسمت به نمونه‌برداری علف‌هرز و قسمت دیگر به نمونه‌برداری عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم اختصاص یافت. نمونه‌برداری علف‌هرز یولاف‌وحشی (وزن خشک)، دو هفته قبل از برداشت گندم (۱۹۵ روز پس از کاشت)، به‌صورت تخریبی ازسطحی معادل یک مترمربع انجام گرفت.

برای اندازه گیری رشد مجدد یولاف‌وحشی، قبل از کاربرد علف‌کش، دو کوادرات ثابت ۵۰ در ۵۰ سانتی-متری در نظر گرفته شد و یولاف‌های وحشی، شمارش شدند و ٤٥ روز پس از کاربرد علف‌کش، تعداد بوته هایی که دوباره رشد کرده بودند، در هر کوادرات شمارش شدند و به عنوان رشد مجدد در نظر گرفته شدند. معیار رشد مجدد بعد از کاربرد علف‌کش، پنجه های جدیدی بود که از ناحیه طوقه یولاف‌وحشی ظاهر می‌شدند و تولید پانیکول می‌کردند (شکل ۱).

نمونه‌برداری مربوط به عملکرد نیز در مرحله رسیدگی دانه (۲۰۸ روز پس از کاشت) انجام شد. برای عملکرد دانه، با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، دو مترمربع گندم برداشت شد و پس از جداکردن دانه از سنبله، مقدار عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌های دو مزرعه، توسط نرم افزار SAS9/4 و مقایسات میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

شکل ۱ - رشد مجدد یولاف‌وحشی بعد از کاربرد علف‌کش

Figure 1. Re-growth of *Avena* spp. after herbicide application

قابل ذکر است که اثر تکرار در مکان به صورت اثر تصادفی (Random Effect) درنظر گرفته شد. با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل برای صفات اندازه گیری شده (وزن خشک یولاف‌وحشی و عملکرد دانه)، از

روش برش‌دهی جهت تفسیر نتایج اثرات متقابل استفاده شد. درجه- روز رشد از معادله ۱ محاسبه شد. داده‌های مربوط به حداکثر و حداقل درجه حرارت، از ایستگاه هواشناسی مهرآباد (بخش مرکزی مرودشت) در فاصله کمتراز سه کیلومتری مزارع مورد بررسی جمع‌آوری شد.

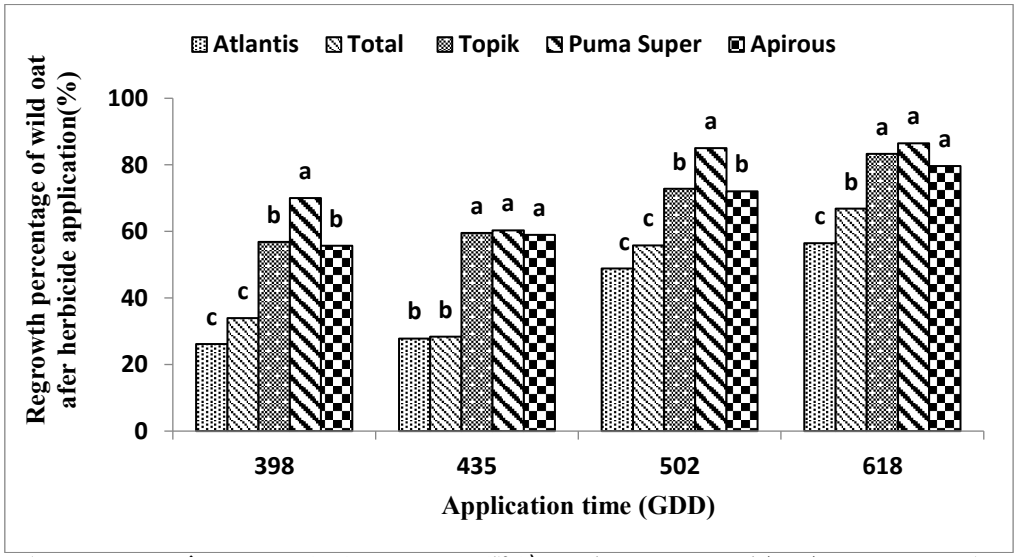
معادله ۱ $$GDD = \left(\frac{T_{max}+T_{min}}{2}\right) - T_{base}$$

در این معادله، T_{max}: حداکثر درجه حرارت خاک در لایه پنج سانتی‌متری، T_{min}: حداقل درجه حرارت خاک در لایه پنج سانتی‌متری و T_{base}: دمای پایه (صفر بیولوژیک) علف‌هرز یولاف‌وحشی می‌باشد.

نتایج وبحث

رشد مجدد یولاف‌وحشی بعد از کاربرد علف‌کش(ریکاوری)

در زمان ۳۹۸ درجه-روز رشد، بیشترین درصد رشد مجدد به علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل تعلق داشت که با سایر علف‌کش‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲). بعد از این علف‌کش، سولفوسولفورون و کلودینافوپ-پروپارژیل دارای بیشترین رشد مجدد بودند که در یک گروه آماری قرار گرفتند. در شرایط کاربرد علف‌کش در ٤٣٥ درجه-روز رشد، بین دو علف‌کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون برای درصد رشد مجدد یولاف‌وحشی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل۲). در شرایط کاربرد علف‌کش در ۵۰۲ درجه-روز رشد، بیشترین درصد رشد مجدد در تیمار علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل مشاهده شد که با سایر علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. درصد رشد مجدد در این تیمار، ۸۵ درصد و این در حالی بود که در شرایط کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون و فنوکساپروپ پی اتیل، درصد رشد مجدد، به‌ترتیب ۷۲ و ۷۲/۹۰ درصد به‌دست آمد (شکل۲). در شرایط کاربرد علف‌کش در زمان ٦١٨ درجه-روز رشد، درصد رشد مجدد در علف‌کش‌های کلودینافوپ-پروپارژیل، سولفوسولفورون و فنوکساپروپ پی اتیل به‌ترتیب ۸۳/۳۰، ۸٦/۵ و ۷۹/٦۰ درصد بود و این در حالی است که در تیمارهای علف‌کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون در همین زمان کاربرد، درصد رشد مجدد به‌ترتیب ٦٦/۸۰ و٥٦/۵ درصد بود (شکل۱).



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف علف‌کشی و زمان‌های کاربرد (۳۹۸، ٤٢٥، ۵۰۲ و ٦١٨ درجه- روز رشد، به‌ترتیب معادل مراحل ۱۹، ۲۳، ۲۹ و ۳۱ مرحله زادوکس) بر درصد رشد مجدد یولاف‌وحشی

Figure 2. Effect of different herbicides and their application times (398, 435, 502 and 618 growth degree day (GDD),equal to 19, 23, 29, 31 Zadoks stages, respectively) on wild oat regrowth percentage

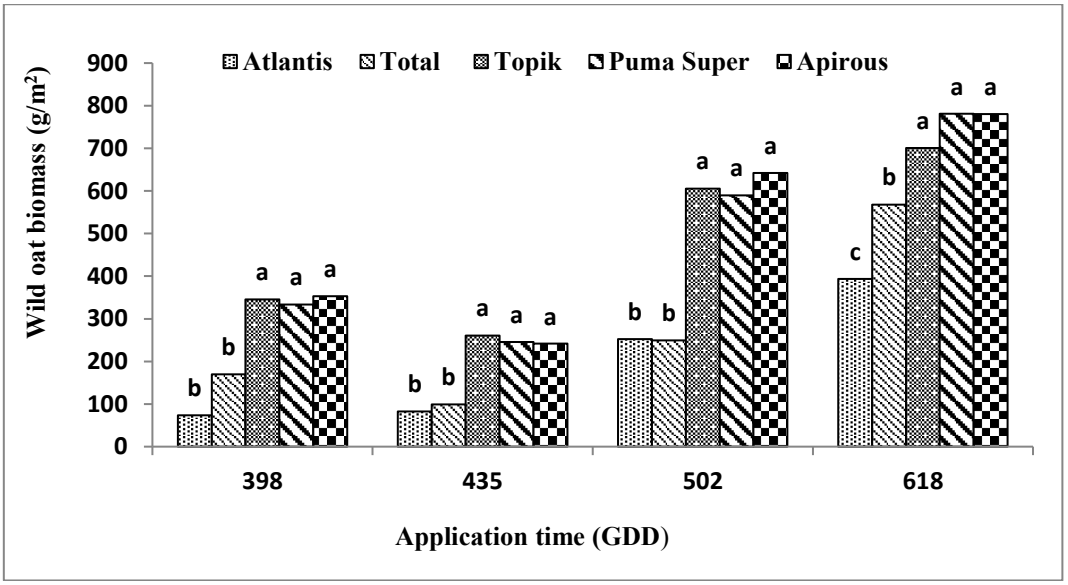
زند و همکاران (Zand *et al.,* 2011) گزارش کردند که علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال) توانسته است بیشتر از ۸۰ درصد توده‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی را کنترل کند. حتی بیوتیپ‌های یولاف‌وحشی با مکانیسم‌های متفاوت مقاومت (تغییر محل هدف یا افزایش متابولیسم علف-کش)، توسط علف‌کش‌های مت‌سولفورون متیل+ سولفوسولفورون و مزوسولفورون+ یدوسولفورون به‌خوبی کنترل شده‌اند.

وزن خشک یولاف‌وحشی

مقایسه میانگین اثرات متقابل به‌صورت اثرات برشی نشان داد که در زمان ۳۹۸ درجه-روز رشد (مرحله ۱۹ زادوکس- مرحله ۸-۱۰ برگی یولاف‌وحشی)، کمترین وزن خشک یولاف‌وحشی در تیمار علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون مشاهده شد و با علف-کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). بین سه علف‌کش سولفوسولفورون، کلودینافوپ-پروپارژیل و فنوکساپروپ پی اتیل در زمان کاربرد ۳۹۸ درجه-روز رشد (مرحله ۱۹ زادوکس)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در زمان‌های کاربرد ٤۳۵ و ۵۰۲ درجه-روز رشد (مراحل پنجه‌زنی(۲۳ زادوکس) و آواخر پنجه‌زنی (مرحله ۲۹ زادوکس)، کمترین وزن خشک علف‌هرز یولاف‌وحشی به علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون تعلق داشت (شکل ۳). در شرایط کاربرد علف‌کش‌ها در زمان ٦۱۸ درجه-روز رشد (مرحله ۳۱ زادوکس- مرحله ساقه‌دهی)، بیشترین وزن خشک علف‌هرز یولاف‌وحشی در تیمارهای علف‌کشی کلودینافوپ-پروپارژیل، سولفوسولفورون و فنوکساپروپ پی اتیل مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط کاربرد علف‌کش در ٦۱۸ درجه-روز رشد، علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، دارای کنترل‌کنندگی بیشتری نسبت به علف‌کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل بود و از این رو در زمان ٦۱۸ درجه-روز رشد، بین سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یودوسولفورون، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۳). بر اساس آزمایشی که توسط اسکورسونی و همکاران (Scursoni *et al.,* 2011) در آرژانتین انجام گرفت، علف‌کش پینوکسادین در غلظت‌های ۳۰ و ٤۰ گرم در هکتار، فنوکساپروپ پی اتیل و کلودینافوپ پروپارژیل دارای بیشترین درصد کنترل بر علف‌هرز یولاف‌وحشی بهاره (*Avena fatua*) بودند. بهترین زمان کنترل علف‌های‌هرز یولاف‌وحشی در ابتدای پنجه‌زنی بود و جهت افزایش اثرگذاری علف‌کش‌ها، انتخاب دز و زمان کاربرد می‌تواند بسیار مهم تلقی شود (Scursoni *et al.,* 2011).

علف‌کش‌های بازدارنده اسیدهای چرب، در کنترل علف‌هرز یولاف موفق نبودند و مقاومت علف‌هرز یولاف‌وحشی به این گروه علف‌کشی می‌تواند دلیل آن باشد. در بین باریک‌برگ‌کش‌های گندم، علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (تاپیک) و فنوکساپروپ پی اتیل (پوماسوپر)، به‌عنوان مهم‌ترین باریک‌برگ‌کش مزارع گندم کشور در طی سال‌های اخیر و دهه ۸۰ مطرح بوده‌اند. دلیل این امر، بالابودن کارایی علف‌کش-ها در کنترل باریک‌برگ‌های مهم مزارع گندم شامل یولاف‌وحشی، خونی‌واش و چچم گزارش شده است (Baghestani *et al.,* 2007). باتوجه به این‌که این علف‌کش‌ها سالیانه در بیش از یک میلیون هکتار از مزارع گندم کشور به صورت پیوسته مصرف شده است، گزارش‌های بسیاری از مقاومت باریک برگ‌های مزارع گندم خصوصاً یولاف‌وحشی در سراسر کشور به ویژه استان فارس به این علف‌کش مطرح شده است

(Benakashani *et al.*, 2006) و از کارایی این علف کش‌ها در کنترل یولاف‌وحشی کاسته شده است. همچنین این‌که کارایی این علف‌کش‌ها در برابر علف-کش‌های جدید که برای گندم معرفی و ثبت شده است، برای کنترل علف‌های هرز، پایین‌تر گزارش شده است (Baghestani *et al.*, 2007).



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف علف‌کشی و زمان‌های کاربرد (۳۹۸، ٤۲۵، ۵۰۲ و ٦۱۸ درجه- روز رشد، به‌ترتیب معادل مراحل ۱۹، ۲۳، ۲۹ و ۳۱ مرحله زادوکس) بر وزن خشک یولاف‌وحشی

Figure 3.Effect of different herbicides and their application times (398, 435, 502 and 618 growth degree day (GDD), equal to 19, 23, 29, 31 Zadoks stages, respectively) on wild oat biomass

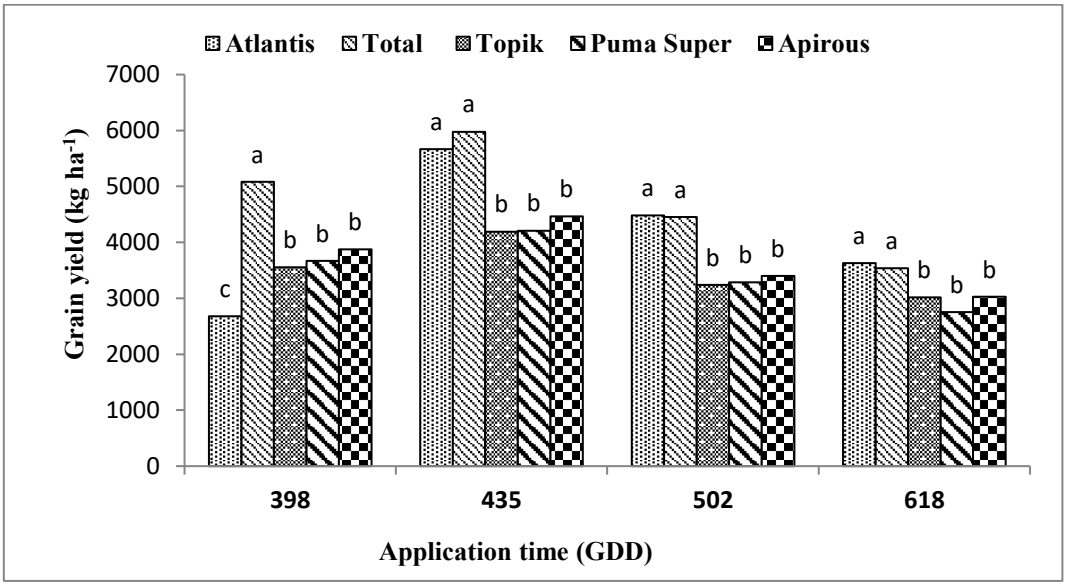
با این وجود، فروزش و همکاران (Foroozesh *et al.*, 2011) گزارش کردندکه اختلاف معنی‌داری بین کاربرد علف‌کش‌های جدید نظیر مزوسولفورون + یدوسولفورون متیل سدیم و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون با علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل در کنترل یولاف‌وحشی در منطقه زرقان استان فارس وجود ندارد؛ هر چند در چند منطقه دیگر کشور نظیر کرمانشاه، شهریار و ورامین، این دو علف‌کش (سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون) کنترل مناسب‌تری بر یولاف‌وحشی نسبت به علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل از خود نشان دادند. علف‌کش کلودینافوپ- پروپارژیل به تنهایی، کارایی بالایی نسبت به دیگر علف‌کش‌های گندم در کنترل یولاف‌وحشی در مناطق کرمانشاه، شهریار و ورامین نداشت (Foroozesh *et al.*, 2011).

عملکرد دانه گندم

در زمان کاربرد علف‌کش‌ها در ۳۹۸ درجه-روز رشد، بیشترین عملکرد دانه (۵۰۸۱ کیلوگرم در هکتار) به علف‌کش سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل تعلق داشت، در حالی که کمترین عملکرد دانه در تیمار علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون (۲٦۷۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل ٤). در کل نتایج نشان داد که بجز زمان کاربرد اول (۳۹۸ درجه-روز رشد)، علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون، عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر علف‌کش‌ها داشتند. میزان عملکرد دانه در علف‌کش‌های کلودینافوپ-

پروپارژیل، سولفوسولفورون و فنوکساپروپ پی اتیل در تمامی زمان‌ها (به جزء زمان ۳۹۸ درجه–روز رشد) دارای مقدار کمتری نسبت به علف‌کش‌های سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل و مزوسولفورون + یدوسولفورون بود (شکل٤). دلیل کاهش عملکرد دانه را می‌توان به افزایش وزن خشک علف‌هرز یولاف‌وحشی در این تیمارها نسبت داد. کاربرد علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون در مرحله ۱۹ زادوکس (۳۹۸ درجه–روز رشد)، منجر به گیاه سوزی شدید گندم شد. دلیل این کاهش عملکرد دانه را می‌توان به اثر علف‌کش در شرایط تنش رطوبتی نسبت داد که در این مرحله و با توجه به عدم بارندگی، گیاه سوزی شدید مشاهده شد. از طرف دیگر در مرحله ۲۳ زادوکس (٤۳۵ درجه روز رشد)، وجود بارندگی در اوایل اسفند منجر به افزایش کارایی علف‌کش‌ها و همچنین کاهش خسارت علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون شد.

جانسون و یانگ (Johnson & Young, 2003) و برین و همکاران (Brain *et al.,* 1999) دریافتند که کاربرد علف‌کش در شرایط استرس، منجر به کاهش عملکرد گندم می‌شود و دلیل این کاهش را در تجزیه علف‌کش توسط گندم در شرایط استرس بیان کردند. افزایش دما منجر به افزایش انتقال علف‌کش و کاهش سرعت تجزیه علف‌کش توسط گیاه و سرانجام خسارت به گندم می‌شود (David & AL-Khatib, 2004). لیدن و همکاران (Leaden *et al.,* 2007) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره از جمله مت سولفورون به تنهایی و در ترکیب با توفوردی، سبب کاهش محصول تا ۳۹ درصد می‌شود که این کاهش محصول، به علت اثرات متقابل علف‌کش با شرایط محیطی می‌باشد و از طرف دیگر، کاربرد علف-کش‌های این خانواده در مرحله دو تا سه برگی، سبب نکروز شدن و کاهش عملکرد در گندم می‌شود. کیلی و پیپر (Kelley & Peeper, 2003) دریافتند که زمانی که علف‌هرز بروموس کوچک باشد، نسبت به زمانی که بزرگ شده است، راحت‌تر کنترل می‌شود و درجه حرارت پایین ممکن است که میزان کنترل بروموس را کاهش دهد و بهترین زمان کنترل علف‌هرز بروموس به صورت پس‌رویشی را بین ۲۱ تا ٤۲ روز پس از کاشت به دست آوردند و هرچه زمان روزهای پس از کاشت جهت کنترل علف‌هرز بروموس افزایش یافت، میزان کنترل نیز کاهش یافت. نتایج نشان داد که اگر کنترل علف‌هرز بروموس بین ۲۱ تا ٤۲ روز پس از کاربرد علف‌کش انجام گیرد، کاهش عملکرد دانه بین پنج تا ۱۰ درصد خواهد بود و اگر کنترل ۱٦۸ روز پس از کاشت صورت گیرد، میزان کاهش عملکرد دانه گندم، ٦۰ درصد خواهد بود؛ همچنین نتیجه گرفتند که اگر کنترل بروموس ۱٦٤ روز پس از کاشت انجام گیرد، با توجه به درصد کنترل ۸۰ درصدی، میزان عملکرد دانه به دلیل اثر علف‌کش روی گندم، کاهش شدیدتری خواهد داشت (Kelley & Peeper, 2003).



شکل ٤- اثر تیمارهای مختلف علف‌کشی و زمان‌های کاربرد (۳۹۸، ٤۲٥، ٥۰۲ و ٦۱۸ درجه- روز رشد، به‌ترتیب معادل مراحل ۱۹، ۲۳، ۲۹ و ۳۱ مرحله زادوکس) بر عملکرد دانه گندم

Figure 4. Effect of different herbicides and their application times (398, 435, 502 and 618 growth degree day (GDD), equal to 19, 23, 29, 31 Zadoks stages, respectively) on wheat grain yield

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین علف‌کش‌های انتخابی و همچنین زمان کاربرد آن‌ها جهت کنترل علف‌های‌هرز، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کاربرد علف‌کش‌های مزوسولفورون + یدوسولفورون و سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل، به‌دلیل کنترل بهتر یولاف‌وحشی نسبت به سایر علف‌کش‌ها توصیه می‌شود. از طرف دیگر، کاربرد علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، بسیار تحت تاثیر عوامل اقلیمی بود و در صورت مهیا نبودن شرایط آب و هوایی (رطوبت و عدم بارندگی و همچنین کاهش درجه حرارت)، اثر بازدارندگی شدیدی روی گندم دارد و بایستی در این مورد دقت کافی صورت گیرد. رشد مجدد یولاف‌وحشی پس از کاربرد علف‌کش، به‌عنوان یک پدیده خاص نشان داد که با تاخیر در زمان کاربرد تمامی علف‌کش‌ها، افزایش می‌یابد و با توجه به رشد مجدد یولاف‌وحشی، انتظار می رود که منجر به کاهش عملکرد دانه شود و از طرف دیگر، احتمالا افزایش بانک بذر علف‌هرز یولاف‌وحشی در سال آینده را به دنبال دارد.

زمان کاربرد نیز بر کارایی علف‌کش‌ها تاثیر گذار است و هرچه زمان کاربرد علف‌کش به تأخیر بیفتد، میزان کنترل کاهش خواهد یافت، رشد مجدد یولاف‌وحشی افزایش می‌یابد و در نتیجه عملکرد دانه نیز کاهش شدیدی خواهد داشت، با توجه به نتایج در مرحله ۲۳ زادوکس (پنجه‌زنی)، کاربرد علف‌کش‌ها (مزوسولفورون + یدوسولفورون و سولفوسولفورون + مت سولفورون متیل) می‌تواند مناسب‌تر باشد. قابل ذکر است که در مرحله ۱۹ زادوکس، با فراهم بودن نسبی شرایط محیطی (بارندگی و درجه حرارت مناسب)، کاربرد علف‌کش‌های فوق می‌تواند جهت کنترل مناسب یولاف‌وحشی توصیه شود.

منابع

Andarzian, B., Bakhshandeh, A. Bannayan, M.M. Emam, Y. Fathi, G. and Alamisaeed, K. 2008. Wheat Pot: A simple model for spring wheat yield potential using monthly weather data. Biol. Sys. Engin. 99:487-495.

Andrews, T.S., Medd, R.W. Vandeven, R.J. and Pickering, D.I. 2007. Field validation of the factors related to clodinafop efficacy on *Avena* species. Weed Res. 47:15–24.

Auskalins, A. and Kadrys, A. 2006. Effect of timing and dosage in herbicide application on weed biomass in spring wheat. Agron. Res. 4: 133-136.

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

Benakashani, F., Zand, E. and Alizadeh, H.M. 2006. Resistance of wild oat (*Avena ludoviciana*) biotype to clodinafop-propargil herbicide. App. ENT. Phytopath. 74:127–150. [In Persian with English Summary].

Brain, P., Wilson, B.J., Wright, K.J., Seavers, G.P. and Caseley, J.C. 1999. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. Weed Res. 39: 21-35.

Buhler, D.D., Liebman, M. and Obrycki, J.J 2000. Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management. Weed Sci. 48: 274-280.

Bussan, A. and Maxwell, B. 2000. Grant submitted to Montana noxious weed trust fund. Montana State University. Ann. 4: 28-32.

Collings, L.V., Blair, A.M., Gay, A.P., Dyer, C.J. and Mackay, N. 2003. The effect of weather factors on the performance of herbicides to control *Alopecurus myosuroides* in winter wheat. Weed Res. 43: 143–156.

David, W.K. and AL-Khatib, A. 2004. Safening grain *Sorghum* injury from Metsulfuron with growth regulator herbicides. Weed Sci. 52: 319-325.

Ebrahimpour-Noorabadi, F., Ayeneband, A., Nour-mohamadi, G.H., Mossavinia, H. and Mesgarbashi, M. 2003. Study of some wheat ecophysiologic indices as influenced by wild oat interaction. Pajouhesh & Sazandegi 73: 117-125. (In Persian with English abstract).

Foroozesh, S., Zand, E., Baghestani, M.A. and Dastaran, F. 2011. A Comparison of the efficacy of some acetyl CoA carboxylase, and acetolactase synthase Inhibitor herbicides in control of wild Oat (*Avena ludoviciana*) .42(2). Irananian J. Plant Prot. Sci**.** 285-293. (In Persian with English abstract).

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.

Johnson, B.C. and Young, B.G. 2002. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of Mesotrione. Weed Sci. 50: 157–161.

Kelley, J.P. and Peeper, F. 2003. MON 37500 application timing affects cheat (B*romus secalinus*) control and winter wheat. Weed Sci. 51: 231–236.

Kon, K.F., Follas, G.B. and James, D.E. 2007. Seed dormancy and germination phenology of grass weeds and implications for their control in cereals. NewZeland Plant Prot. 60: 174-182.

Leaden, M., Lozano, I., Monterubbianesi, C.M. and Abello, E.V. 2007. Spring wheat tolerance to DE-750 applications at different growth stage. Weed Technol. 21: 406-410.

Madafiglio, G.P., Medd, R.W., Cornish, P.S. and van Deven, R. 2005 Regulating seed production of *Raphanus raphanistrum* with herbicides and yield loss in wheat. Weed Res. 43: 50–60.

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(21): 177-182.

Minbashi Moeini, M. 2009. Investigation on using of GI (Geographic Information System) for weed mapping of dry land and irrigated wheat fields of Iran. Final report. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran.

Minbashi Moeini, M., Rahimian Mashhadi, H., Baghestani, M.A., Alizadeh, M., Kheirkhah, M.M., Nazer Kakhki, S.H. and Diehji, A. 2013. Determination the phenology and using Geographic Information System (GIS) for management winter wild oat (*Avena ludoviciana*) in wheat fields. Appl. Entomol. Phytopat**.** 80(2): 145-160.

Minkey, D.M. and Moore, J.H. 1998. Herbirate: A model that predicts the performance of four herbicides with respect to environmental interactions. In: Precision Weed Management in Crops and Pastures

(eds RW Medd & JE Pratley), 123– 127. CRC for Weed Management Systems, Adelaide, Australia.
Moseley, C. and Hatzios, K. 1993. Uptake, translocation and metabolism of Clorimuron in Corn (*Zea Mays* L.) and Morning Glory (*Ipomea* spp.). Weed Technol. 7: 343-348.
Nice, G., Johnson, B. and Bauman, T. 2003. Herbicide application timing for Corn, Soybean and Wheat. www.btny.Purdue.edu/weedscience.20-30.
Salzman, F.P. and Renner, K.A. 1992. Response of corn to combination of clomazon, metribuzin, linuron, alacholor and atrazin. Weed Technol. 6: 922-929.
Sasanfar, H.R., Zand, E., Baghestani, M.A. and Mirhadi, M.J. 2009. Resistance of winter wild oat (*Avena ludoviciana*) biotypes to pinoxaden in Fars province. Iranian weed Sci. 1(5): 1-11. (In Persian with English abstract).
Scursoni, J.A., Martin, A., Catanzaro, M.P., Quiroga, J. and Goldar, F. 2011. Evaluation of post-emergence herbicides for the control of wild oat (*Avena fatua* L.) in wheat and barley in Argentina. Crop Prot. 30:18-23.
Shirtliffe, S J., Entz, M.H. and Van Acker, R.C. 2000. *Avena fatua* development and seed shatter as related to thermal time. Weed Sci. 48: 555–560.
Stougaard, R.N., Maxwell, B.D. and Harris, J.D. 1997. Influence of application timing on the efficacy of reduced rate post emergence herbicide for wild oat (*Avena fatua*) control in spring barely (*Hordeum vulgare*). Weed Technol. 11: 283-289.
Zand, E., Baghestani, M.A., Banakashani, F. and Dastaran, F. 2011. Study on the efficacy of some current herbicides for control of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu) biotypes resistant and susceptible to acetyl CoA carboxylase (ACCase) inhibitors. J. Plant Prot. 24: 242-251.
Zare, E., Rahimian Mashhadi, H., Oveisi, M. and Hamidi, R. 2014. Evaluation of wild Oat seedling emergence after herbicide application in wheat. Iranian weed Sci. 11(1). 37-49. (In Persian with English abstract).