نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۸، شماره ۳،پاییز ۱۳۹۹ ص. ۳۵۹-۳۳۹

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 8, No. 3, Fall 2020, P. 339-359

مقاله پژوهشی

بررسی امکان کاربرد علف‌کش‌ها همراه با ادجونت‌ها در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ زعفران

زهرا حسینی ایوری[۱]، ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]، محمد کافی[۳] و حسن مکاریان[۴]

تاریخ دریافت: ۲۲ آذر ۱۳۹۸ **تاریخ پذیرش:** ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۹

حسینی ایوری، ز.، ایزدی دربندی، ا.، کافی، م.، و مکاریان، ح. ۱۳۹۹. بررسی امکان کاربرد علف‌کش‌ها همراه با ادجونت‌ها در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ زعفران. زراعت و فناوری زعفران، ۸(۳): ۳۵۹-۳۳۹.

چکیده

به‌منظور بررسی امکان مصرف دزهای مختلف برخی علف‌کش‌ها در اختلاط با مواد افزودنی برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ زعفران، آزمایشی مزرعه‌ای در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عوامل موردبررسی در این آزمایش شامل کاربرد علف‌کش‌های اگزادیازون، اکسی فلورفن، ریم سولفورون و دای کامبا + تریتو سولفورون به ترتیب در مقادیر تو صیه شده ۵۰۰، ۷۰۰، ۱۰ و ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بدون ماده افزودنی و در مقادیر کاهش یافته ۳۷۵، ۴۸۰، ۷/۵ و ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در اختلاط با مواد افزودنی سیتوگیت (۰/۲درصد حجمی) و هیومیکس (۰/۲۵ درصد حجمی) به همراه دو تیمار شاهد بدون کنترل و وجین دستی بودند. علف‌های هرز هفت‌بند و شاهی وحشی با تراکم نسبی ۲۶ و ۲۰/۵ درصد به ترتیب بیشترین تراکم را در میان علف‌های هرز به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد وجین کردن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای عملکرد گل و بنه زعفران را افزایش داد. کاهش دز علف‌کش‌های اکسی فلورفن و اگزادیازون باعث کاهش خسارت این علف‌کش‌ها به زعفران شد ولی افزودن سیتوگیت به این علف‌کش‌ها خسارت گیاه‌سوزی در زعفران را افزایش داد. افزودن هیومیکس به این علف‌کش‌ها تأثیری در افزایش یا کاهش گیاه‌سوزی نداشت. کاهش دز علف‌کش‌های دای کامبا + تریتوسولفورون و ریم سولفورون اگرچه باعث کاهش گیاه‌سوزی و افزایش عملکرد زعفران شد ولی این علف‌کش‌ها حتی در دز کاهش‌یافته نیز پتانسیل خسارت به مزارع زعفران را دارند. افزودن ماده افزودنی سیتوگیت به این علف‌کش‌ها می‌تواند کارایی‌ها این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز را افزایش دهد ولی با توجه به پتانسیل خسارت این علف‌کش‌ها به زعفران کاربرد این علف‌کش‌ها در مزارع زعفران حتی در دزهای کاهش‌یافته نیز توصیه نمی‌شود، تیمارهای کاربرد علف‌کش اکسی فلورفن در مقادیر ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در اختلاط با هیومیکس، بهترین تیمارها جهت استفاده در زعفران بود درحالی‌که امکان مصرف علف‌کش اگزادیازون در مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ زعفران نیز وجود دارد.

کلمات کلیدی: دزهای کاهش‌یافته، کنترل شیمیایی، گیاه‌سوزی، عملکرد زعفران.

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نبات دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود
(*-نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/JSAT.2020.211626.1372

مقدمه

زعفران به‌عنوان گران‌قیمت‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان، جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دا شته و در صنایع غذایی، بهدا شتی، آرایشی و دارویی مصارف متعددی دارد (Koocheki et al., 2011). بر ا ساس آمارهای جهانی نیز حدود ۹۴ در صد از کل تولید زعفران در جهان به ایران اختصاص دارد (FAO, 2014) اما باوجود سهم چشمگیر ایران در تولید جهانی زعفران، آمارها حاکی از این است که متوسط عملکرد زعفران در ایران معادل ۳/۴۸ کیلوگرم در هکتار ا ست (Agricultural Statistics, 2017) که از این نظر تفاوت قابل‌توجهی با دیگر کشورهای تولیدکننده زعفران در دنیا دارد (Sadeghi, 2012). در ایتالیا که سطح زیر کشت و تولید زعفران به ترتیب ۲۹ هکتار و ۲۴۰ کیلوگرم است، متوسط عملکرد این گیاه معادل ۸/۳ کیلوگرم در هکتار بوده (Koocheki et al., 2016) که تقریباً ۲/۴ برابر این مقدار در ایران است. صادقی (Sadeghi, 2012) در مقایسه بین میانگین عملکرد مزارع اسپانیا، مزارع سنتی بیرجند و مشهد نشان داد که میزان عملکرد زعفران در مقایسه با سایر کشورهای تولیدکننده بسیار پایین ا ست به‌طوری‌که متو سط عملکرد زعفران در سال اول کشت ۰/۲۳ کیلوگرم و در سال دوم ۱/۸ کیلوگرم در هکتار است اما در اسپانیا به‌عنوان دومین کشور تولیدکننده زعفران، میزان عملکرد زعفران در سال اول کشت ۴-۶ کیلوگرم و در سال دوم ۱۰-۱۲ کیلوگرم در هکتار است. همچنین متوسط عملکرد ۲۵ ساله زعفران در ایران ۴/۷ کیلوگرم در هکتار ا ست، ولی متوسط عملکرد ۲۵ ساله زعفران در اسپانیا ۶/۵ کیلوگرم در هکتار و در کشورهای ایتالیا و یونان عملکرد این گیاه زراعی به ترتیب ۸/۴ و ۵ کیلوگرم در هکتار است (Goliaris, 1999).

یکی از مهم‌ترین محدودیت های تولید و عملکرد زعفران، علف‌های هرز ه ستند. بر ا ساس گزارش های موجود، علف‌های هرز به‌طور میانگین موجب کاهش ۲۰/۶۷ درصدی عملکرد زعفران در استان خراسان می‌شوند (Khorramdel et al., 2017). خسارت علف‌های هرز با توجه به چندساله بودن زعفران و رشد سبزینه‌ای اندک گیاه در شروع فصل و بخصوص در سال‌های اول ر شد و ا ستفاده نادر ست زارعین از کودهای دامی قابل‌توجه است (Zare Hosseini et al., 2014). حضور و تراکم علف های هرز در یک منطقه تحت تأثیر عوامل زراعی، زیست‌محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد، علف‌های هرز در مزارع زعفران ایران از تراکم بالایی برخوردار است که به دلایل مختلف ازجمله ضعف مدیریت زراعی، رقابت پایین زعفران با علف‌های هرز، بالا بودن هزینه‌های کارگری و وجین، فنّاوری نامناسب مبارزه شیمیایی و عدم دسترسی زعفران کاران به روش‌های مطلوب کنترل علف‌های هرز ازجمله علف‌کش‌های انتخابی برای این مح صول ا ست (Izadi-Darbandi & Hosseini Evari, 2016). اعتقاد بر این است که بیشترین مشکل و غالبیت علف‌های هرز در مزارع زعفران با سن ۴ یا ۵ سال است (Rashed Mohassel, 1992; Padarloo et al., 2018)، از سوی دیگر با توجه به اینکه نظام شخم موجود در زعفران که یک گیاه چندساله است از نوع حداقل است (Makarian & Abbasdokht, 2014) با افزایش سن مزارع زعفران تراکم و غالبیت علف های هرز افزایش می یابد (Rashed Mohassel, 1992; Padarloo et al., 2018; Makarian & Abbasdokht, 2014).

در مزارع زعفران علف‌های هرز عمدتاً با وسایل مکانیکی و یا د ستی کنترل می شوند. با اینکه این روش‌های سنتی مؤثر و دوستدار محیط‌زیست هستند، پرهزینه، زمان‌بر و پرزحمت هستند (Behnia et al., 1999). از طرفی هزینه‌های ثبت و توسعه یک علف‌کش بسیار بالاست و شرکت‌های تولیدکننده علف‌کش زمانی اقدام به معرفی یک علف‌کش جدید برای یک محصول

می‌کنند که ازنظر تجاری به‌صرفه باشد لذا معرفی علف‌کش انتخابی برای محصولاتی مانند زعفران که در مناطق محدودی کشت می‌شوند، بسیار بعید به نظر می‌رسد، ازاین‌رو دسترسی به علف‌کش‌هایی که برای کنترل انتخابی علف‌های هرز در مزارع زعفران معرفی شده با شند غیرممکن ا ست؛ باوجوداین تحقیقات کمی در مورد کنترل شیمیایی علف‌های هرز زعفران با استفاده از علف‌کش‌های معرفی شده برای سایر مح صولات انجام شده است و تعدادی علف‌کش برای کنترل علف های هرز مزارع زعفران معرفی‌شده‌اند. در این ارتباط، کاربرد پس رویشی علف‌کش‌های متریبوزین، هالوکسی فوپ متیل استر (Abbasi, 1996; Soufizadeh et al., 2008, Norouzzadeh & Delghandi 2006) آیوکسینیل (Norouzzadeh & Delghandi, 2006) فلوآزیفوپ پی بوتیل (Abbasi, 1996; Vafabakhsh, 2001) کارآیی قابل قبولی در کنترل علف‌های هرز زعفران داشته اند. کاربرد مؤثر پندیمتالین (Rana, 1999) و اتال فلورالین (Abbasi, 1996; Rahimian, 1993) برای کنترل علف های هرز زعفران به‌صورت پیش رویشی نیز گزارش‌شده است. گزارش‌های دیگر نشان داده است که علف‌کش‌های یدوسولفورون متیل سدیم+ مزوسولفورون متیل+ مفن پایردی اتیل به‌طور مؤثری علف‌های هرز باریک برگ و پهن‌برگ را کنترل می‌کند ولی باعث خسارت به گیاه زعفران نیز می‌شود (Zare Hosseini et al., 2014). محققان دیگر نیز خسارت شدید به گیاه زراعی شامل کلروز و طویل شدن برگ‌ها در اثر کاربرد علف‌کش‌های 2,4,D + MCPA در مزارع زعفران را گزارش کردند (Gelavi & Saaraani, 2006).

در بررسی اثر کاربرد منفرد و مخلوط علف‌کش های رایج مزارع زعفران بر کنترل علف‌های هرز و وزن بنه زعفران، علف‌کش‌های مخلوط اکسی‌فلورفن + هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل و متریبوزین + هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل باعث کاهش معنی‌دار وزن خ شک و کنترل علف‌های هرز علف‌های هرز شدند. هم‌چنین با کاربرد متری‌بیوزین + هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل، اکسی‌فلورفن + هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل و ایوکسینیل + هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل بیشترین مقدار وزن بنه به دست آمد (Abbasian et al., 2014). در آزمایش دیگر نتیجه گرفتند که کاربرد علف‌کش متریبیوزین در پاییز بلافاصله پس از برداشت گل و علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ‌متیل، بنتازون، اکسی‌فلوروفن، اگزادیازون، بن‌سولفورون‌متیل، آترازین و تریاسولفورون + دایکمبا در اوایل رویش علف‌های هرز در بهار ضمن کنترل مناسب علف‌های هرز، تأثیر معنی‌داری بر گل زعفران ندارد و بنابراین به نظر می‌رسد امکان مصرف آن‌ها در مزارع زعفران وجود دارد (Abbaspoor et al., 2011). همچنین در بررسی تأثیر علف‌کش های متداول اتال‌فلورالین، تری‌فلورالین، متریبوزین، اکسی‌فلورفن، ایوکسینیل و کلریدازون + دسمدیفام به صورت پیش رویشی را بر روی زعفران مشخص شد که در بین تیمارهای علف‌کش بیشترین تعداد گل تولیدی مربوط به کاربرد علف‌کش متریبوزین بود که با کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد گل و وزن خشک کلاله با کاربرد علف‌کش اتال‌فلورالین مشاهده شد (Sadrabadi Haghighi & Ghanad Tosi, 2016).

مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها و بروز مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد این سموم، باعث شده است تا بشر به دنبال رویکرد جدیدی در استفاده از علف‌کش‌ها باشد .یکی از مهم‌ترین راهبردهای کاهش مصرف علف‌کش‌ها، بهینه‌سازی مصرف آن‌هاست (Zand et al., 2008). در برخی مطالعات مشاهده‌شده که کاربرد علف‌کش‌ها با دزهای کمتر از دز توصیه‌شده سبب کاهش وزن، جوانه‌زنی بذر، زیست‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه‌های حساس شده است و از سوی دیگر کاهش رشد علف های هرز توسط دز های کاهش‌یافته، قدرت رقابتی آن را کاهش می‌دهند (Avarseji et al., 2016). ازآنجاکه استفاده از مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش در

مواردی با کاهش کارایی علف‌کش همراه است بنابراین استفاده از مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش نیاز به بهره‌گیری از روش‌هایی است که کارایی علف‌کش‌ها را افزایش دهد. از این‌جهت استفاده از مواد افزودنی با مقادیر کاهش یافته علف‌کش، به‌عنوان راهکاری است که در بهینه‌سازی مصرف و افزایش کارایی علف‌کش‌ها مطرح می‌شود (Mamnoie et al., 2016).

با توجه به توان کم رقابتی زعفران با علف‌های هرز، مدیریت و کنترل مؤثر علف های هرز پیش‌نیاز تولید زعفران با عملکرد بالا و باکیفیت است. بااین حال، به دلیل فقر پژوهش های انجام‌شده، اطلاعات اندکی در خصوص روش‌های مختلف مدیریت و کنترل علف‌های هرز در زعفران وجود دارد (Soufizadeh et al., 2008)؛ بنابراین با توجه به شیوع علف های هرز پهن‌برگ در مزارع زعفران و از آنجایی که در خصوص کنترل علف های هرز باریک برگ در زعفران با باریک‌کش های موجود مشکل چندانی وجود ندارد، پژوهش حاضر باهدف امکان کاربرد برخی از علف کش های پهن برگ و بهبود کار آیی آن‌ها در مقادیر کاهش‌یافته با استفاده از مواد افزودنی در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ زعفران طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

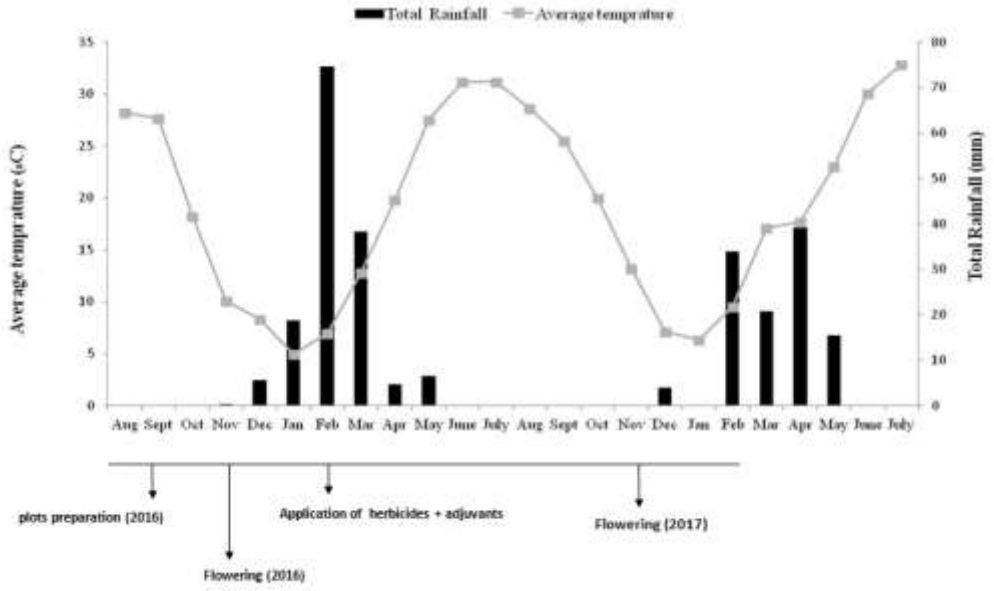
موقعیت جغرافیایی محل انجام پژوهش

آزمایش مزرعه‌ای طی فصل رشد سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه ۴ ساله زعفران که به مدت دو سال، علف‌کش دریافت نکرده بود، در شهرستان کاشمر واقع در استان خراسان رضوی انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکیوشیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰ سانتی‌متری

Table1- The soil physic-chemical characteristics of the experimental site in a 0-30 cm

بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	پتاس K (ppm)	فسفر P (ppm)	نیتروژن N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
لوم-سیلت Silt- loam	30	52	18	310	12	0.062	0.381	8.31	2.09



شکل ۱- میزان کل بارندگی و متوسط دمای ماهیانه طی دو فصل رشد (از مرداد ۱۳۹۵ تا تیر ۱۳۹۷) (سازمان هواشناسی ایران، ۱۳۹۷)

Figure 1- Monthly rainfall and average temperature during the two growing seasons (August 2016 until July 2018) (Iran Meteorological Organization (IRIMO), 2018).

مزرعه زعفران انتخاب‌شده در منطقه‌ای با اقلیم گرم و خشک در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۵۶ متر از سطح دریا قرار داشت. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل پژوهش نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام و به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ نشان داده‌شده است. برخی داده‌های هواشناسی محل آزمایش در فصل رشد در شکل ۱ آمده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی به تعداد ۱۸ تیمار در ۳ تکرار اجرا شد. بر اساس نقشه طرح در شهریورماه سال ۱۳۹۵ نسبت به کرت‌بندی مزرعه اقدام شد. مساحت هر کرت ۶ مترمربع (۳×۲) در نظر گرفته شد و به‌منظور پیشگیری از تداخل تیمارها بین کرت‌ها ۰/۵ متر و بین هر تکرار ۱ متر فاصله ایجاد شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد اگزادیازون بانام تجاری رونستار (EC25%، بایر کراپ ساینس) به مقدار ۵۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در ترکیب با ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس (جدول ۲)، کاربرد اکسی فلورفن بانام تجاری گل (EC 24%، شرکت آریا) به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اکسی فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در ترکیب با ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس، کاربرد ریم سولفورون بانام تجاری تیتوس (DF 25%، شرکت Du Pont) به مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، ریم سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در ترکیب با ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس و کاربرد دای کامبا + تریتوسولفورون بانام تجاری آرات (25/50 WG شرکت BASF آلمان) به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، دای کامبا + تریتوسولفورون در ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی و در ترکیب با ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس به کار رفتند. تیمارهای وجین علف‌های هرز و نیز شاهد بدون کنترل نیز برای مقایسه با سایر تیمارها در نظر گرفته شد و علف‌های هرز باریک برگ در سراسر فصل رشد از کلیه کرت‌های آزمایشی حذف شدند. علف‌کش‌ها به‌علاوه مواد افزودنی در مرحله سه تا پنج‌برگی علف های هرز باریک برگ در تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۰ استفاده شدند. برای سم‌پاشی از سم‌پاش پشتی شارژی ماتابی با نازل سیلابی (شره‌ای) استفاده شد که برای تعیین حجم پاشش محلول، قبل از سم‌پاشی کالیبراسیون آن بر مبنای مصرف ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد.

جدول ۲- اطلاعات فنی و میزان مواد مورداستفاده مواد افزودنی در آزمایش‌ها

Table 2- Technical information and rates of adjuvants used in the experiments

ماده افزودنی Adjuvant	ترکیب شیمیایی Compound	میزان مصرف Rate (% v.v^{-1})	تولیدکننده Manufacturer
سیتوگیت Citogate	آلکیل آریل پلی گلیکول اتر (مویان غیر یونی) Alkyl Aryl Polyglycol Ether (A non-ionic surfactant)	0.2	شرکت زرنگاران پارس ایران Zarnegaran Pars, Iran
هیومیکس ۹۹ Humix 99	اسید هیومیک + اسید فولیک + عصاره جلبک دریایی+ ریزمغذی‌ها Humic Acid + Folic Acid + Seaweed Extract+ Micro-nutrient	0.25	گیتا شیمی سهند Gita Shimi Sahand

صفات موردارزیابی

برآورد خسارت گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها بر روی زعفران در ۷، ۱۴، ۲۸ و ۴۲ روز بعد از سم‌پاشی (DAS) به صورت چشمی و با

استفاده از روش امتیازدهی European Weed Research (Council) EWRC انجام شد. در این روش به تیماری که باعث نابودی کامل زعفران می‌شود، امتیاز ۹ و به تیماری که کاملاً بدون تأثیر است، امتیاز ۱ داده می‌شود و بقیه تیمارها در حد واسط ۱ و ۹ قرار می‌گیرند (جدول ۳).

جدول ۳- ارزیابی چشمی آسیب علف‌کش روی زعفران بر اساس مقیاس استاندارد EWRC

Table 3- Visual evaluation of herbicides damage to weeds and crop based on EWRC scale

نمره ارزیابی Evaluation score	درصد خسارت به زعفران Damage percentage	توضیح Crop tolerance
1	0	بدون خسارت No damage
2	1-2.5	خسارت با رنگ‌پریدگی بسیار کم و یا علائم خفیف مشابه Very little damage
3	2.5-7	خسارت کمی شدیدتر، ولی ناپایدار More damage
4	7-12.5	خسارت متوسط و پایدارتر Moderate and reversible damage
5	12.5-20	خسارت متوسط و پایدار Moderate and consistent damage
6	20-30	خسارت شدید Severe damage
7	30-50	خسارت بسیار شدید Very severe damage
8	50-99	خسارت در حد نابودی کامل Nearly full kill
9	100	نابودی کامل Full kill

وزن خشک علف‌های هرز پس از سم‌پاشی دو بار در اواخر اسفند ۱۳۹۵ و اواخر فروردین ۱۳۹۶ در طول فصل رشد زعفران با استفاده از کوادرات‌های ۰/۲۵ مترمربع (۰/۵ × ۰/۵ متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. تمامی علف های هرز در کوادرات، برش داده‌شده، جمع‌آوری و در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس علف‌های هرز توزین شدند. نمونه‌برداری از بنه‌های زعفران در مردادماه سال ۱۳۹۶ هم‌زمان با دوره خواب بنه انجام شد. بدین صورت که از سطح هر کرت مساحتی معادل ۰/۵ مترمربع انتخاب شده و بنه‌ها از خاک خارج شدند. ویژگی‌های رشد شامل تعداد بنه دختری و وزن کل بنه‌ها اندازه‌گیری شد. گل های زعفران از ۱۰ تا ۳۰ آبان ۱۳۹۶ به صورت دستی از سطح یک مترمربع در هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت و ثبت گردید. با توجه به برداشت‌های مکرر زعفران در طول فصل گلدهی، هرروز نسبت به برداشت گل اقدام گردید و در پایان اعداد نهایی، حاصل جمع نتیجه کل گلدهی زعفران در یک دوره حدود ۲۰ روز بود. سپس شاخص‌های مربوط به گل و رشد زایشی شامل تعداد و وزن‌تر گل‌ها در واحد سطح، وزن خشک کلاله اندازه‌گیری و ثبت شد. نمونه‌های برداشت‌شده کلاله در آون با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی (برگ‌ها) در واحد سطح بعد از برداشت گل‌ها در اوایل آذرماه اندازه‌گیری و ثبت شد.

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (SPSS.25) به‌منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها بکار گرفته شد و پس از اطمینان از نرمال

بودن داده‌ها برای آنالیز آماری داده‌ها، تجزیه واریانس (ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 اجرا شد. به‌منظور مقایسه علف‌کش‌ها با یکدیگر و همچنین کاربرد و یا عدم کاربرد ماده افزودنی مقایسه‌های گروهی انجام شد.

نتایج و بحث

علف‌های هرز قبل و بعد از سم‌پاشی

جدول ۴ گونه‌های علف‌های هرز مشاهده‌شده در مزارع آزمایشی زعفران را نشان می‌دهد .گونه‌های علف هرز شایع در این آزمایش متعلق به خانواده‌های گرامینه (Poaceae)، کاسنی (Asteraceae)، شب بو (Brassicaceae) و هفت بند (Polygonacea) بودند. بیشترین تراکم علف‌های به ترتیب مربوط به علف هرز هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) با تراکم نسبی ۲۶ و علف هرز شاهی وحشی (*Cardaria draba* L.) با تراکم نسبی ۲۰/۵ بود (جدول ۴).

جدول ٤- متوسط تراکم و تراکم نسبی گونه‌های علف هرز موجود در مزرعه زعفران آزمایشی در مرحله قبل از سم‌پاشی

Table 4- The weed density of the experimental saffron field before spraying

نام علمی Weed species	خانواده Family	متوسط تراکم Average density (Plant number.m^{-2})	تراکم نسبی Density percentage (%)
Hordeum spontaneum C.Koh.	Poaceae	5	6.8
Hordeum murinum L.	Poaceae	10	13.7
Cardaria draba L.	Brassicaceae	15	20.5
Polygonum aviculare L.	Polygonaceae	19	26
Cirsium arvense L.	Asteraceae	3	4.1
Achillea millefolium L.	Asteraceae	7	9.6
Malcolmia africana L.	Brassicaceae	3	4.1
Adonis sp.	Ranunculaceae	3	4.1
others		8	11

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ در هر دو مرحله نمونه‌برداری تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (جدول ۵). با توجه به نتایج آزمایش، کمترین وزن خشک علف‌های هرز از تیمار وجین دستی به دست آمد که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. بعد از تیمار وجین کمترین وزن خشک علف‌های هرز در ۲۱ روز بعد از سمپاشی مربوط به تیمارهای علف‌کش اکسی‌فلورفن به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، علف‌کش دای‌کامبا + تریتوسولفورون در مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و تیمار علف‌کش دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار همراه با سیتوگیت بود که بر اساس مقایسه میانگین این تیمارها باهم دیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین وزن خشک علف‌های هرز را در بین تیمارهای علف‌کشی در ۲۱ روز بعد از سمپاشی دارا بودند. در ۴۵ روز بعد از سمپاشی کمترین وزن خشک علف‌های هرز بعد از وجین دستی از تیمارهای اکسی‌فلورفن به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت، ریم سولفورون به مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس و ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه سیتوگیت به دست آمد که این تیمارها بر اساس مقایسه میانگین باهم دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ برگ در تیمارهای مختلف

Table 5- Analysis of variance (mean squares) of dry weight of broadleaf weeds in different treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ ۲۱ روز بعد از سمپاشی Dry weight of broadleaf weeds at 21 days after treatment	وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ ٤٥ روز بعد از سمپاشی Dry weight of broadleaf weeds at 45 days after treatment
تکرار Replication	2	92.34^{ns}	35.91^{ns}
تیمار Treatment	17	2136.23^{**}	3314.77^{**}
خطای آزمایشی Error	34	30.58	18.27
ضریب تغییرات C.V. (%)		10.43	13.5

Ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵٪ و معنی‌داری در سطح ۱٪ هست.

Ns, * and ** represent non significant difference, significant at 5% and 1% level probability, respectively.

بیشترین وزن خشک علف‌های هرز از تیمار شاهد به دست آمد که با دیگر تیمارها ازنظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت. بر اساس مقایسه میانگین‌ها بعد از تیمار شاهد بیشترین وزن خشک علف‌های هرز ۲۱ روز بعد از سمپاشی به ترتیب از تیمارهای اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار همراه با هیومیکس، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار همراه با سیتوگیت به دست آمد که این تیمارها باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در ۴۵ روز بعد از سمپاشی بیشترین وزن خشک علف‌های هرز بعد از تیمار شاهد مربوط به تیمارهای دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه هیومیکس، دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت، اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس بود که این تیمارها بر اساس مقایسه میانگین‌ها باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۶).

کاهش مقدار کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن در ۲۱ روز بعد از سمپاشی باعث افزایش وزن خشک علف‌های هرز شد به‌طوری‌که کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار وزن خشک علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در حالی که در ۴۵ روز بعد از سمپاشی کلیه تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. افزودن ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش اکسی‌فلورفن در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری در کاهش وزن خشک علف‌های هرز در هیچ کدام از مراحل نمونه‌برداری ایجاد نکرد (جدول ۶).

کاربرد علف‌کش اگزادیازون به مقدار ۵۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار در ۲۱ روز بعد از سمپاشی وزن خشک علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. کاهش مقدار علف‌کش اگزادیازون از ۵۰۰ به ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار در ۴۵ روز بعد از سمپاشی افزایش معنی‌داری در وزن خشک علف‌های هرز ایجاد نکرد. افزودن ماده افزودنی سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش اگزادیازون در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری در کاهش وزن خشک علف‌های هرز در

هیچ‌کدام از مراحل نمونه‌برداری ایجاد نکرد (جدول ۶).

کاهش مقدار علف‌کش ریم‌سولفورون از ۱۰ به ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار در ۲۱ و ۴۵ روز بعد از سمپاشی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز شد. افزودن سیتوگیت به علف‌کش ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی در همین مقدار مصرفی شد به‌طوری ترکیب سیتوگیت با علف‌کش ریم‌سولفورون توانست تأثیر منفی ناشی از کاهش مقدار علف‌کش بر وزن علف‌های هرز را جبران کند و تیمار ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره بعلاوه سیتوگیت با تیمار ریم‌سولفورون در مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هر دو مرحله نمونه‌برداری در وزن خشک علف‌های هرز تفاوت معنی‌داری نداشتند. درحالی‌که افزودن هیومیکس به علف‌کش ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی با همین مقدار بر وزن خشک علف های هرز در ۲۱ روز و نیز ۴۵ روز بعد از سمپاشی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

بر اساس مقایسات میانگین داده‌های آزمایش، کاهش مقدار علف‌کش دای کامبا + تریتو سولفورون از ۱۵۰ به ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری شد و افزودن سیتوگیت به علف‌کش دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در ۲۱ روز بعد از سمپاشی شد به‌طوری‌که افزایش وزن خشک نا شی از کاهش مقدار علف‌کش دای کامبا + تریتو سولفورون را به‌خوبی جبران نمود و تیمار دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار با تیمار دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه سیتوگیت در ۲۱ روز بعد از سمپاشی در وزن خشک علف‌های هرز تفاوت معنی‌داری نداشتند. این در حالی است که در ۴۵ روز بعد از سمپاشی تفاوت تیمارهای دای کامبا + تریتو سولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره با تیمار دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه سیتوگیت بر وزن خشک علف های هرز معنی‌دار نبود. افزودن هیومیکس به علف‌کش دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار در مقایسه با دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی در هیچ‌کدام از مراحل نمونه‌برداری باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز نشد (جدول ۶).

مقایسه گروهی تیمارهای علف‌کشی به‌تنهایی در مقایسه با تیمارهای علف‌کش به‌علاوه سیتوگیت (مقایسه ۱) نشان داد که افزودن سیتوگیت به علف‌کش ها باعث کاهش معنی‌دار ($p\leq0.01$) وزن خشک علف‌های هرز در ۲۱ و ۴۵ روز بعد از سمپاشی شد درحالی‌که مقایسه ۲ نشان داد که افزودن هیومیکس تأثیر معنی‌داری در کاهش وزن خشک علف‌های هرز ایجاد نکرد. همچنین نتایج مقایسات گروهی ۳ تا ۶ نشان می‌دهد که فقط تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن در ۲۱ و ۴۵ روز بعد از سمپاشی و تیمارهای شامل علف‌کش دای کامبا +تریتوسولفورون در ۲۱ روز بعد از سمپاشی در مقایسه با سایر علف‌کش ها باعث کاهش معنی‌دار ($p\leq0.01$) وزن خشک علف‌های هرز شدند (جدول ۱۰). سایر مطالعات نیز نشان داده اند که اگرچه اکسی فلورفن علائم گیاه‌سوزی در زعفران به وجود می‌آورد، اما می‌تواند در مزارع زعفران مورداستفاده قرار گیرد (Gelavi & Saaraani, 2006; Abbasian et al., 2014).

جدول ٦- مقایسه میانگین وزن خشک علف‌های هرز ($g.m^{-2}$) در تیمارهای مختلف

Table 6- Mean comparison of weed biomass ($g.m^{-2}$) in different treatments

تیمار Treatment			وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ ۲۱ روز بعد از سمپاشی	وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ ٤٥ روز بعد از سمپاشی
علف‌کش Herbicide	مقدار مصرف Herbicides rates ($g\ i.a.ha^{-1}$)	ماده افزودنی Adjuvant	Dry weight of broadleaf weeds at 21 days after treatment ($g.m^{-2}$)	Dry weight of broadleaf weeds at 45 days after treatment ($g.m^{-2}$)
وجین دستی Hand weeding			7.9^{a}	8.53^{a}
شاهد بدون کنترل Weedy check			144.98^{g}	168.89^{h}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	700	-	32.13^{b}	15.8^{b}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	-	45.08^{cd}	20.05^{bcd}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	هیومیکس ۹۹ Humix 99	47.31^{cd}	20.91^{bcd}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	سیتوگیت Citogate	45.24^{cd}	17.66^{bc}
اگزادیازون Oxadiazon	500	-	49.96^{d}	24.13^{cde}
اگزادیازون Oxadiazon	375	-	64.62^{f}	29.22^{efg}
اگزادیازون Oxadiazon	375	هیومیکس ۹۹ Humix 99	62.64^{f}	27.40^{def}
اگزادیازون Oxadiazon	375	سیتوگیت Citogate	60.57^{ef}	24.02^{cde}
ریم سولفورون Rimsulfuron	10	_	49.73^{d}	18.07^{bc}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	-	61.58^{f}	33.82^{fg}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	هیومیکس ۹۹ Humix 99	59.93^{ef}	28.06^{defg}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	سیتوگیت Citogate	51.28^{de}	23.52^{bcde}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	150	-	34.75^{b}	18.73^{bc}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	-	49.35^{d}	35.71^{g}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	هیومیکس ۹۹ Humix 99	49.63^{d}	31.22^{efg}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	سیتوگیت Citogate	37.5^{bc}	30.98^{efg}

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

In each column means with same letter according to Duncan's test are not significantly different at 5% level of probability.

ارزیابی چشمی خسارت به گیاه زراعی

نتایج ارزیابی چشمی خسارت علف‌کش‌ها روی گیاه زعفران با ا ستفاده از مقیاس کمیته کاری مقاومت به علف‌کش‌های اروپا (EWRC) ن شان داد که خ سارت علف‌کش‌ها و مواد افزودنی بر روی زعفران از امتیاز ۲ (خسارت با رنگ‌پریدگی بسیار کم و یا علائم خفیف مشابه) تا ۶ (خسارت شدید) متفاوت بود. علائم خسارت شامل توقف رشد گیاه، کلروز برگ، نکروز و کلروز نوک

برگ‌ها بود. تیمار شاهد بدون کنترل و نیز تیمار وجین دستی در کلیه مراحل بررسی هیچ‌گونه از علائم گیاه‌سوزی را نشان ندادند که امتیاز ۱ (بدون خسارت) برای آن‌ها در نظر گرفته شد (جدول ۷). در هفته اول بعد از سم‌پاشی آثار خسارت به زعفران در کلیه‌ی تیمارهای علف‌کشی مشخص بود. بررسی خسارت علف‌کش‌های تماسی اکسی‌فلورفن و اگزادیازون بر روی زعفران بعد از سم‌پاشی نشان داد که علف‌کش اکسی‌فلورفن در مقایسه با اگزادیازون اثرات گیاه‌سوزی نسبتاً بیشتری بر روی زعفران ایجاد می‌کند. نتایج مشابهی توسط (Abbasian et al., 2014) به دست آمد که گزارش دادند واکنش زعفران به تیمارهای اکسی فلورفن و اکسی فلورفن + هالوکسی فوپ آرمتیل باعث کلروز برگ‌ها شد. در بین تیمارهای شامل علف‌کش اکسی فلورفن بیشترین میزان گیاه‌سوزی ناشی از کاربرد علف‌کش تماسی اکسی فلورفن به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و اکسی فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار بعلاوه سیتوگیت بود. کاهش مقدار اکسی فلورفن از ۷۰۰ به ۴۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار باعث کاهش خسارت این علف‌کش به زعفران شد ولی افزودن سیتوگیت به اکسی فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار خسارت گیاه‌سوزی در زعفران را افزایش داد. افزودن هیومیکس به اکسی فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار تأثیری در افزایش یا کاهش گیاه‌سوزی نداشت. در بین تیمارهای شامل علف‌کش اگزادیازون بیشترین میزان گیاه‌سوزی ناشی از کاربرد علف‌کش اگزادیازون به مقدار ۵۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و اگزادیازون در مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار به‌علاوه سیتوگیت بود. کاهش مقدار اگزادیازون از ۵۰۰ به ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش خسارت این علف‌کش به زعفران شد ولی افزودن سیتوگیت به اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار خسارت گیاه‌سوزی در زعفران را افزایش داد. افزودن هیومیکس به اکسی فلورفن به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار تأثیری در افزایش یا کاهش گیاه‌سوزی نداشت. روند افزایش خسارت علف‌کش‌های تماسی اکسی‌فلورفن و اگزادیازون تا یک ماه بعد از سم‌پاشی ادامه داشت ولی باگذشت زمان، علائم خسارت این علف‌کش‌ها روی گیاه زعفران کاهش یافت. به‌طوری‌که در بررسی اثرات گیاه‌سوزی در ۴۲ روز بعد از سم‌پاشی، اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش بر روی زعفران کاهش یافته و به نظر می‌رسد گیاه زعفران به‌تدریج می‌تواند اثرات گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش‌های تماسی را تحمل کرده و تا حدودی با رشد زعفران مقداری از خسارت را ترمیم می‌نماید. درحالی‌که بررسی خسارت علف‌کش‌های سیستمیک ریم سولفورون و دایکامبا + تریتوسولفورون بر روی زعفران نشان می‌دهد که اثرات گیاه‌سوزی طی هفته اول بعد از سم‌پاشی به‌صورت زرد شدگی انتهای برگ‌ها و رنگ‌پریدگی برگ‌ها نمایان شد که این علائم طی هفته‌های بعدی افزایش یافت. به‌طوری‌که در ۴۲ روز بعد از سم‌پاشی به حداکثر گیاه‌سوزی رسید. کاهش مقدار علف‌کش ریم‌سولفورون از ۱۰ به ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش خسارت علف‌کش به زعفران در ۲۸ و ۴۲ روز بعد از سم‌پاشی شد. در دو هفته اول بعد از سم‌پاشی، در شدت خسارت به گیاه زعفران علف‌کش ریم‌سولفورون در ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و ریم‌سولفورون در ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت محسوسی مشاهده نشد. افزودن هیومیکس به علف‌کش ریم‌سولفورون در ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تأثیری برافزایش یا کاهش خسارت گیاه‌سوزی زعفران ایجاد نکرد ولی مقایسه تیمارهای ریم‌سولفورون در ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و ریم‌سولفورون در ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت در ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی نشان داد که افزودن سیتوگیت به علف‌کش باعث افزایش خسارت علف‌کش به زعفران می‌شود که احتمالاً به دلیل این است که این علف‌کش به همراه سیتوگیت سریع‌تر جذب گیاه می‌شود و اثرات گیاه‌سوزی نیز سریع‌تر ظاهر می‌شود هرچند بررسی گیاه زعفران در ۲۸ و ۴۲ روز بعد از تیمار

نشان‌داد که بین این دو تیمار تفاوت محسوسی مشاهده نمی‌شود. بررسی تیمارهای شامل علف‌کش دای‌کامبا + تریتو سولفورون نشان داد که در دو هفته اول بعد از سم‌پاشی تفاوت محسوسی بین تیمارها در شدت خسارت به زعفران مشاهده نمی شود ولی بررسی میزان گیاه‌سوزی در ۲۸ و ۴۲ روز بعد از سم‌پاشی نشان داد که با افزایش مقدار علف‌کش از ۱۱۲ به ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار میزان خسارت به گیاه زراعی نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۷- ارزیابی چشمی آسیب علف‌کش‌ها بر گیاه زعفران در تیمارهای مختلف بر اساس مقیاس EWRC

Table 7- Visual evaluation of herbicides injury on saffron in different treatments based on EWRC scale

تیمار Treatment			نمرات ارزیابی چشمی بر اساس EWRC Saffron phytointoxication (EWRC scale – Notes 1- 9)			
علف‌کش Herbicide	مقدار مصرف Herbicides rates (g i.a.ha^{-1})	ماده افزودنی Adjuvant	۷ روز بعد از تیمار 7 DAS[a]	۱٤ روز بعد از تیمار 14 DAS	۲۸ روز بعد از تیمار 28 DAS	٤۲ روز بعد از تیمار 42 DAS
وجین دستی Hand weeding			1(0)[b]	1(0)	1(0)	1(0)
شاهد بدون کنترل Weedy check			1(0)	1(0)	1(0)	1(0)
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	700	_	5(12.5-20)	6(20-30)	5(12.5-20)	4(7-12.5)
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	_	4(7-12.5)	5(12.5-20)	5(12.5-20)	4(7-12.5)
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	هیومیکس ۹۹ Humix 99	4(7-12.5)	5(12.5-20)	4(7-12.5)	3(2.5-7)
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	سیتوگیت Citogate	5(12.5-20)	6(20-30)	5(12.5-20)	4(7-12.5)
اگزادیازون Oxadiazon	500		3(2.5-7)	4(7-12.5)	5(12.5-20)	4(7-12.5)
اگزادیازون Oxadiazon	375		2(1-2.5)	3(2.5-7)	4(7-12.5)	3(2.5-7)
اگزادیازون Oxadiazon	375	هیومیکس ۹۹ Humix 99	2(1-2.5)	3(2.5-7)	4(7-12.5)	3(2.5-7)
اگزادیازون Oxadiazon	375	سیتوگیت Citogate	3(2.5-7)	4(7-12.5)	5(12.5-20)	4(7-12.5)
ریم سولفورون *Rimsulfuron*	10	_	2(1-2.5)	3(2.5-7)	5(12.5-20)	6(20-30)
ریم سولفورون *Rimsulfuron*	7.5	_	2(1-2.5)	3(2.5-7)	4(7-12.5)	5(12.5-20)
ریم سولفورون *Rimsulfuron*	7.5	هیومیکس ۹۹ Humix 99	2(1-2.5)	3(2.5-7)	4(7-12.5)	5(12.5-20)
ریم سولفورون *Rimsulfuron*	7.5	سیتوگیت Citogate	2(1-2.5)	4(7-12.5)	4(7-12.5)	5(12.5-20)
دای کامبا + تریتوسولفورون *Dicamba+ Tritosulfuron*	150	_	2(1-2.5)	3(2.5-7)	5(12.5-20)	6(20-30)
دای کامبا + تریتوسولفورون *Dicamba+ Tritosulfuron*	112	_	2(1-2.5)	3(2.5-7)	3(2.5-7)	4(7-12.5)
دای کامبا + تریتوسولفورون *Dicamba+ Tritosulfuron*	112	هیومیکس ۹۹ Humix 99	2(1-2.5)	3(2.5-7)	3(2.5-7)	4(7-12.5)
دای کامبا + تریتوسولفورون *Dicamba+ Tritosulfuron*	112	سیتوگیت Citogate	2(1-2.5)	3(2.5-7)	4(7-12.5)	4(7-12.5)

[a]: تعداد روز بعد از سم‌پاشی.

[a]: Days after spray.

[b]: اعداد داخل پرانتز درصد خسارت به زعفران را نشان می‌دهد.

[b]: The numbers in parentheses indicate percentage of damage to saffron.

افزودن هیومیکس به علف‌کش به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار تأثیری در میزان گیاه‌سوزی ایجاد نکرد ولی مقایسه تیمارهای علف‌کش دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار و دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه سیتوگیت نشان داد که افزودن سیتوگیت به علف‌کش باعث افزایش خسارت در ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی شد هرچند تغییری در افزایش یا کاهش خسارت در مراحل دیگر ارزیابی خسارت گیاه سوزی در زعفران مشاهده نشد (جدول ۷).

خصوصیات زعفران

آنالیز داده‌های حاصل حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.01$) بین تیمارها ازنظر خصوصیات زعفران شامل عملکرد گل، وزن خشک برگ و ویژگی‌های بنه دختری بود (جدول ۸).

عملکرد گل

بر اساس مقایسات میانگین بیشترین وزن گل‌ها (۲۷/۲۳ گرم در مترمربع) و بیشترین وزن خشک کلاله (۲۹۵/۱۵۳ میلی‌گرم در مترمربع) از تیمار وجین حاصل شد که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. بعد از تیمار وجین بیشترین وزن گل و وزن خشک کلاله از تیمارهای اکسی‌فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس و اکسی‌فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. همچنین بیشترین تعداد گل از تیمار وجین با میانگین ۶۹/۳۳ گل در مترمربع به دست آمد که با تیمار های اکسی‌فلورفن با مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره و اکسی‌فلورفن با مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه هیومیکس تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۸- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مرتبط با رشد گیاه زعفران تحت تأثیر نوع علف‌کش و مواد افزودنی

Table 8- Analysis of variance (mean squares) of saffron traits in different treatments as affected by herbicide type and adjuvants

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Flowers number (per m^2)	وزن‌تر گل‌ها Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield ($mg.m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه دختری Number of replacement corm (per m^2)	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms ($g.m^{-2}$)
تکرار Replication	2	13.018^{ns}	2.4^{ns}	166.76^{ns}	184.75^{ns}	158.85^{ns}	5171.44^{ns}
تیمار Treatment	17	**270.2	48.57**	5690.53**	667.34*	2547.4**	43000.9**
خطای آزمایشی Error	34	13.05	2.58	372.13	128.25	399.12	2459.48
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.6	8.56	9.91	11.52	11.48	7.48

Ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵٪ و معنی‌داری در سطح ۱٪ هست.

Ns, * and ** represent non significant, significant difeerence at 5% and 1% level probability, respectively.

کمترین تعداد گل با میانگین ۳۵/۳۳ گل در مترمربع و کمترین وزن‌تر گل‌ها با میانگین ۱۲/۲۱ گرم در مترمربع مربوط به تیمار شاهد بود که از این نظر با تیمارهای ریم‌سولفورون با مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و دای‌کامبا + تریتوسولفورون با مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن خشک کلاله با میانگین ۱۲۹/۶۹ میلی‌گرم در

مترمربع نیز از تیمار شـــاهد به دســـت آمد که با تیمارهای ریم‌سولفورون در مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و دای کامبا +تریتو سولفورون در مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۹).

کاهش مقدار علف‌کش اکســـی‌فلورفن از ۷۰۰ به ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اگرچه باعث افزایش تعداد گل، وزن گل و وزن خشـــک کلاله شـــد ولی این افزایش از نظر آماری فقط در مورد تعداد گل معنی‌دار شـــد. کاربرد علف‌کش اکســـی‌فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی در مقایســـه با کاربرد این علف‌کش با همین مقدار در ترکیب با ســـیتوگیت و هیومیکس تفاوت معنی‌داری در وزن گل و وزن خشـــک کلاله ایجاد نکرد ولی اضافه کردن سیتوگیت به علف‌کش اکسی‌فلورفن باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل در مترمربع شـــد، به‌طوری‌که کاربرد اکســـی‌فلورفن با مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت در مقایسه با کاربرد اکسی‌فلورفن با مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل در واحد سـطح شـد. افزودن هیومیکس به علف‌کش اکســی‌فلورفن تأثیر معنی‌داری در افزایش تعداد گل در واحد سطح در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به‌تنهایی نداشـــت. بر اســـاس مقایســـات میانگین کاهش مقدار علف‌کش اگزادیازون از ۵۰۰ به ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش تعداد گل، وزن‌تر گل و عملکرد کلاله شد ولی این تفاوت معنی‌دار نشد. همچنین افزودن ســـیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش اگزادیازون در مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار نیز تفاوت معنی‌داری در تعداد گل، وزن‌تر گل و عملکرد کلاله ایجاد نکرد (جدول ۹).

کاهش مقدار علف‌کش ریم‌سولفورون از ۱۰ به ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش تعداد گل، وزن‌تر گل و عملکرد کلاله شـــد ولی این افزایش ازنظر آماری فقط در مورد تعداد گل معنی‌دار شـــد. افزودن ســـیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش ریم‌ســـولفورون در مقدار ۷/۵ باعث افزایش تعداد گل و وزن‌تر گل‌ها شـد، هرچند تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری وجود نداشـت. ولی کاربرد تیمارهای ریم‌سولفورون در مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه ســیتوگیت و ریم‌ســولفورون در مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه هیومیکس در مقایســـه با تیمار ریم‌ســـولفورون در مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار افزایش معنی‌داری در وزن خشک کلاله ایجاد شد (جدول ۹).

کاربرد علف‌کش دای‌کامبا + تریتوســـولفورون در مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث کاهش معنی‌دار تعداد گل و وزن‌تر گل‌ها در واحد سطح در مقایسه با کاربرد این علف‌کش به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار شـــد. افزودن ســـیتوگیت و هیومیکس به دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش تعداد گل و وزن‌تر گل‌ها در واحد ســطح شـــد ولی این افزایش معنی‌دار نبود ولی کاربرد علف‌کش دای‌کامبا + تریتوســـولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار کمترین وزن خشـــک کلاله در بین تیمارهای شـــامل این علف‌کش دارا ه ست که با دو تیمار دای‌کامبا + تریتو سولفورون بـه مقـدار ۱۱۲ گرم مـاده مؤثره در هکتـار و دای‌کـامبـا + تریتوســـولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه هیومیکس ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشـــت ولی تیمار دای‌کامبا + تریتوســـولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه ســـیتوگیت در مقایســـه با تیمار دای‌کامبا + تریتوســـولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار افزایش معنی‌داری در وزن خشک کلاله ایجاد کرد (جدول ۹).

مقایسه گروهی تیمارهای علف‌کشی به‌تنهایی در مقایسه با تیمارهای علف‌کش بعلاوه سیتوگیت و هیومیکس (مقایسه ۱ و ۲) نشـان داد که افزودن سـیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش‌ها تأثیر معنی‌داری بر افزایش تعداد گل و عملکرد کلاله خشـــک زعفران نداشت، همچنین نتایج مقایسه گروهی ۳ نشان می‌دهد

تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن در مقایسه با سایر علف‌کش ها با عث افزایش معنی‌دار ($p\leq0.01$) تعداد گل و عملکرد کلاله خشک زعفران شدند (جدول ۱۰). سایر مطالعات نیز امکان کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن در مزارع زعفران را تائید می‌کند (Abbasian et al., 2014; Gelavi & Saaraani, 2006). مقایسه ۴ نیز نشان داد تیمارهای شامل علف‌کش گزادیازون در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها باعث افزایش معنی‌دار ($p\leq0.05$) تعداد گل و عملکرد کلاله خشک شد (جدول۱۰).

وزن خشک برگ

بررسی نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ از تیمار اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس به دست آمد. تیمارهای اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، وجین دستی و اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت با این تیمار ازنظر وزن خشک برگ تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن خشک برگ زعفران از تیمار ریم‌سولفورون به مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد ولی با تیمارهای دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، شاهد بدون کنترل، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، اگزاد یازون به مقدار ۵۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس و دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای شامل اکسی‌فلورفن، تیمار اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس بیشترین وزن خشک برگ زعفران را به خود اختصاص داد ولی با تیمار اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌تنهایی تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن سیتوگیت به اکسی‌فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار تأثیری در افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ زعفران ایجاد نکرد. افزایش مقدار اکسی‌فلورفن از ۴۸۰ به ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بر روی وزن خشک برگ زعفران تأثیر معنی‌داری ایجاد نکرد. مقایسات میانگین بین تیمارهای اگزادیازون به مقدار ۵۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و اگزادیازون در مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار نشان می‌دهد که کاهش مقدار علف‌کش اگرچه باعث افزایش وزن خشک برگ می‌شود ولی این افزایش معنی‌دار نیست. افزودن هیومیکس و سیتوگیت به اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث تأثیر معنی‌داری در وزن خشک برگ زعفران نشد (جدول ۹).

افزودن مواد افزودنی هیومیکس و سیتوگیت به ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار اگرچه وزن خشک زعفران را افزایش داد ولی این افزایش ازلحاظ آماری معنی‌دار نشد. علف‌کش دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در بین تیمارهای شامل این علف‌کش کمترین وزن خشک برگ زعفران را به دست آورد. هرچند با تیمار دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن مواد افزودنی هیومیکس و سیتوگیت به دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش وزن خشک برگ زعفران شد ولی این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۹).

مقایسه گروهی تیمارهای علف‌کشی به‌تنهایی در مقایسه با تیمارهای علف‌کش به‌علاوه سیتوگیت و هیومیکس (مقایسه ۱ و ۲) نشان داد که افزودن سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش‌ها تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن خشک برگ زعفران نداشت. همچنین نتایج مقایسات گروهی ۳ تا ۶ نشان می‌دهد که فقط تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها باعث افزایش معنی‌دار ($p\leq0.01$) وزن خشک برگ زعفران شدند (جدول ۱۰).

ویژگی‌های بنه دختری

بر اساس مقایسات میانگین بیشترین تعداد بنه دختری از تیمار اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد که از این نظر تفاوتی با تیمارهای اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس، وجین دستی، اکسی‌فلورفن در مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت، اکسی‌فلورفن به مقدار ۷۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت نداشت، درحالی‌که بیشترین وزن کل بنه‌ها از تیمار وجین دستی (۸۹۱/۲۴ گرم در مترمربع) به دست آمد که با تیمارهای اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد بنه دختری از تیمار دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد که با تیمارهای ریم‌سولفورون به مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، شاهد بدون کنترل، دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس، ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه هیومیکس و دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن کل بنه‌ها از تیمار ریم‌سولفورون با مقدار ۱۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۴۸۷/۳۹ گرم در مترمربع) به دست آمد که با تیمارهای شاهد بدون کنترل، دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، دای کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار و ریم‌سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۹).

کاهش مقدار علف‌کش اکسی‌فلورفن از ۷۰۰ به ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و نیز افزودن هیومیکس و سیتوگیت به این علف‌کش به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار تأثیر معنی‌دار بر روی تعداد بنه و وزن کل بنه‌ها زعفران نداشت به‌طوری‌که کلیه تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن باهم دیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. کاهش مقدار علف‌کش اگزادیازون از ۵۰۰ به ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار اگرچه باعث افزایش تعداد و وزن بنه دختری شد ولی این افزایش ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. افزودن سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش اگزادیازون تأثیر معنی‌داری برافزایش تعداد و وزن بنه دختری نداشت (جدول ۹).

کاهش مقدار علف‌کش ریم‌سولفورون از ۱۰ به ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش تعداد و وزن کل بنه‌های زعفران شد ولی این افزایش معنی‌دار نشد. تیمار ریم سولفورون به مقدار ۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت بیشترین تعداد و وزن کل بنه را در بین تیمارهای شامل این علف‌کش به دست آورد ولی از این نظر با دیگر تیمارهای شامل این علف‌کش تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. کاهش مقدار دای کامبا + تریتوسولفورون از ۱۵۰ به ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار باعث افزایش وزن کل بنه‌ها در مترمربع شد ولی این افزایش معنی‌دار نشد. در بین تیمارهای شامل علف‌کش دای کامبا + تریتوسولفورون، کاربرد دای‌کامبا + تریتوسولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار بعلاوه سیتوگیت بالاترین تعداد و وزن کل بنه‌ها را دارا شد. افزودن هیومیکس به علف‌کش دای‌کامبا +تریتو سولفورون به مقدار ۱۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار اگرچه تعداد و وزن کل بنه ها را افزایش داد ولی این افزایش ازنظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۹).

مقایسه گروهی تیمارهای علف‌کشی به‌تنهایی در مقایسه با تیمارهای علف‌کش بهعلاوه سیتوگیت و هیومیکس (مقایسه ۱ و ۲) نشان داد که افزودن سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش‌ها تأثیر معنی‌داری بر افزایش تعداد و وزن بنه زعفران نداشت. همچنین نتایج مقایسات گروهی ۳ تا ۶ نشان می‌دهد که فقط

تیمارهای شـامل علف‌کش اکسـی‌فلورفن در مقایسـه با سـایر علف‌کش‌ها باعث افزایش معنی‌دار ($p\leq0.01$) تعداد و وزن بنه زعفران شدند (جدول ۱۰). تیمارهای شامل علف‌کش اگزادیازون در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها اگرچه باعث افزایش تعداد و وزن بنه زعفران شدند ولی این افزایش فقط در مورد وزن بنه زعفران معنی‌دار ($p\leq0.01$) شد (جدول ۱۰).

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات زعفران در تیمارهای مختلف علف‌کش و مواد افزودنی

Table 9- Mean comparison of saffron traits in different treatments as affected by herbicide type and adjuvants

تیمار Treatment			تعداد گل Flowers number (per m^{-2})	وزن‌تر گل‌ها Flower fresh weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield ($mg.\ m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه دختری Number of replacement corm (per m^2)	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms ($g.m^{-2}$)
مقدار مصرف Herbicides rates (g i.a.ha^{-1})		ماده افزودنی Adjuvant						
وجین دستی Hand weeding			69.33^{a}	27.23^{a}	295.153^{a}	122.19^{ab}	215.63^{ab}	891.24^{a}
شاهد بدون کنترل Weedy check			35.33^{g}	12.21^{k}	129.69^{k}	82.2^{ef}	144.44^{efg}	500.33^{j}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	700	_	58.33^{b}	21.22^{cde}	218.35^{cde}	101.04^{bcde}	187.90^{abcd}	761.05^{bc}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	_	65.33^{a}	23.71^{bc}	247.56^{bc}	113.08^{abc}	233.92^{a}	832.76^{ab}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	هیومیکس ۹۹ Humix 99	67.33^{a}	24.32^{b}	261.07^{b}	128.72^{a}	217.16^{ab}	824.61^{ab}
اکسی فلورفن Oxyfluorfen	480	سیتوگیت Citogate	58.33^{b}	21.84^{bcd}	225.54^{cd}	102.08^{bcde}	192.95^{abcd}	749.87^{bc}
اگزادیازون Oxadiazon	500	_	50.33^{cde}	18.35^{efgh}	184.98^{efg}	87.86^{def}	163.53^{defg}	651.65^{def}
اگزادیازون Oxadiazon	375	_	55.66^{bc}	20.44^{def}	205.74^{def}	98.25^{cde}	185.08^{bcd}	726.99^{cd}
اگزادیازون Oxadiazon	375	هیومیکس ۹۹ Humix 99	56.66^{bc}	20.41^{def}	211.69^{de}	101.76^{bcde}	181.36^{bcde}	701.44^{cde}
اگزادیازون Oxadiazon	375	سیتوگیت Citogate	54.33^{bcd}	19.78^{defg}	197.73^{defgh}	112.27^{abc}	201.71^{abc}	681.36^{cdef}
ریم سولفورون Rimsulfuron	10	_	39.0^{fg}	13.33^{jk}	138.66^{k}	75.11^{f}	134.19^{fg}	487.39^{j}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	_	44.66^{ef}	15.25^{ij}	154.46^{ijk}	86.72^{def}	144.46^{efg}	559.61^{ghij}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	هیومیکس ۹۹ Humix 99	48^{de}	17.3^{ghi}	174.14^{ghij}	95.07^{cdef}	156.16^{defg}	592.21^{fghi}
ریم سولفورون Rimsulfuron	7.5	سیتوگیت Citogate	50.33^{cde}	18.13^{fghi}	176.28^{fghij}	98.12^{cde}	169.29^{cdef}	630.99^{efg}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	150	_	40.0^{fg}	13.41^{jk}	150.32^{jk}	75.25^{f}	129.41^{g}	516.7^{ij}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	_	47.33^{de}	17.04^{ghi}	177.5^{fghij}	83.84^{def}	158.77^{defg}	535.66^{hij}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	هیومیکس ۹۹ Humix 99	49.66^{cde}	16.59^{hi}	164.91^{ghij}	100.95^{bcde}	145.49^{efg}	621.18^{efgh}
دای کامبا + تریتوسولفورون Dicamba+ Tritosulfuron	112	سیتوگیت Citogate	50.33^{cde}	17.27^{ghi}	189.03^{efghi}	104.65^{bcd}	179.85^{bcde}	655.36^{def}

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

In each column means with same letter according to Duncan's test are not significantly different at 5% level of probability.

جدول ۱۰ – مقایسات گروهی تاثیر تیمارهای آزمایش بر وزن خشک علف‌های هرز، تعداد گل، وزن خشک کلاله، وزن و تعداد بنه زعفران بین تیمارهای مختلف بر اساس مقایسات گروهی

Table 10- Orthogonal comparison the effect of treatments on weed dry weight, saffron flowers number, dried stigma yield, number and weight of corms

مقایسات گروهی Orthogonal comparision	وزن خشک علف‌های هرز ۲۱ روز بعد از سمپاشی Dry weight weeds at 21 days after treatment ($g.m^{-2}$)	وزن خشک علف‌های هرز ۴۵ روز بعد از سمپاشی Dry weight of weeds at 45 days after treatment ($g.m^{-2}$)	تعداد گل Flowers number (per m^2)	عملکرد کلاله خشک Dried stigma yield ($mg.\ m^{-2}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد بنه دختری در مترمربع Number of replacement corm (per m^2)	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms ($g.m^{-2}$)
1	48.65 vs. 55.16**	24.05 vs. 29.7**	19.26 vs. 19.11 ns	197.14 vs. 196.32 ns	104.28 vs. 99.75 ns	172.25 vs. 178.06 ns	679.4 vs. 663.76 ns
2	54.88 vs. 55.16 ns	26.9 vs. 29.7 ns	19.66 vs. 19.11ns	202.96 vs. 196.32ns	102.35 vs. 99.75ns	175.05 vs. 178.06ns	684.86 vs. 663.76ns
3	42.44 vs. 52.63**	18.61 vs. 27.08**	22.77 vs. 17.28**	238.13 vs. 177.12**	111.23 vs. 93.32**	205.48 vs. 162.45**	792.08 vs. 613.38**
4	59.45 vs. 52.63**	26.2 vs. 27.08ns	19.75 vs. 17.28*	200.04 vs. 177.12*	100.04 vs. 93.32 ns	182.94 vs. 162.45 ns	690.36 vs. 613.38 *
5	55.63vs. 52.63**	25.87 vs. 27.08 ns	16.0 vs. 17.28**	160.89 vs. 177.12**	88.76 vs. 93.32**	151.03 vs. 162.45**	567.55 vs. 613.38**
6	42.81 vs. 52.63**	29.16 vs. 27.08**	16.08 vs. 17.28**	170.44 vs. 177.12**	91.17 vs. 93.32*	153.39 vs. 162.45**	582.23 vs. 613.38**

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۵٪ و معنی‌داری در سطح ۱٪ است.

Ns, * and ** represent non significant, significant at 5% and 1% level probability, respectively.

۱: تیمارهای شامل علف‌کش + سیتوگیت در برابر تیمارهای شامل علف‌کش به‌تنهایی.

1: Comparison of treatments consist of herbicide + Citogate versus treatments consist of herbicide alone.

۲: تیمارهای شامل علف‌کش + هیومیکس در برابر تیمارهای علف‌کش به‌تنهایی.

2: Comparison of treatments consist of herbicide + Humix versus treatments consist of herbicide alone.

۳: مقایسه تیمارهای شامل علف‌کش اکسی فلورفن در برابر تیمارهای شامل دیگر علف‌کش‌ها.

3: Comparison of treatments consist of Oxyfluorfen versus treatments consist of the other herbicides.

۴: مقایسه تیمارهای شامل علف‌کش اگزادیازون در برابر تیمارهای شامل دیگر علف‌کش‌ها.

4: Comparison of treatments consist of Oxadiazon versus treatments consist of the other herbicides.

۵: مقایسه تیمارهای شامل علف‌کش ریم سولفورون در برابر تیمارهای شامل دیگر علف‌کش‌ها.

5: Comparison of treatments consist of Rimsulfuron versus treatments consist of the other herbicides.

۶: مقایسه تیمارهای شامل علف‌کش دای کامبا + تریتوسولفورون در برابر تیمارهای شامل دیگر علف‌کش‌ها.

6: Comparison of treatments consist of Dicamba+ Tritosulfuron versus treatments consist of the other herbicides.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزودن سیتوگیت به علف‌کش‌ها باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز شد ولی افزودن هیومیکس به علف‌کش‌ها تغییر معنی‌داری در کاهش وزن خشک علف‌های هرز ایجاد نکرد. افزودن سیتوگیت و هیومیکس به علف‌کش‌ها اگرچه عملکرد گل و بنه زعفران را افزایش داد ولی این افزایش معنی‌دار نشد. در بین علف‌کش‌های موردبررسی تیمارهای شامل علف‌کش اکسی‌فلورفن در کاهش وزن خشک علف‌های هرز و افزایش عملکرد زعفران از دیگر علف‌کش‌ها بهتر بودند به‌طوری که بالاترین عملکرد کلاله زعفران بعد از تیمار وجین از تیمارهای اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌علاوه هیومیکس و اکسی‌فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد .کاهش مقدار علف‌کش‌های اکسی‌فلورفن و اگزادیازون باعث کاهش خسارت این علف‌کش‌ها به زعفران شد ولی افزودن سیتوگیت به این علف‌کش‌ها خسارت گیاه‌سوزی در زعفران را افزایش داد درحالی‌که افزودن هیومیکس به این علف‌کش‌ها تأثیری در افزایش یا کاهش گیاه‌سوزی نداشت. گیاه زعفران به‌تدریج می‌تواند اثرات گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش‌های تماسی اکسی‌فلورفن و اگزادیازون را تحمل کرده و تا حدودی با رشد زعفران مقداری از خسارت را ترمیم می‌نماید. درحالی‌که بررسی خسارت علف‌کش‌های سیستمیک ریم‌سولفورون و دای‌کامبا + تریتوسولفورون بر روی زعفران نشان داد که به دلیل انتقال این علف‌کش‌ها به بنه زعفران به‌تدریج باعث توقف رشد شده است. کاهش مقدار علف‌کش‌های دای کامبا + تریتوسولفورون و ریم سولفورون اگرچه باعث کاهش گیاه‌سوزی و افزایش عملکرد زعفران شد ولی این علف‌کش‌ها حتی در مقدار کاهش‌یافته نیز پتانسیل خسارت به مزارع زعفران رادارند. افزودن ماده افزودنی سیتوگیت به این علف‌کش‌ها می‌تواند کارایی‌ها این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز را افزایش دهد ولی با توجه به پتانسیل خسارت این علف‌کش‌ها به زعفران کاربرد این علف‌کش‌ها در مزارع زعفران حتی در مقدارهای کاهش‌یافته نیز توصیه نمی‌شود. با توجه به نتایج، مناسب‌ترین تیمار جهت کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ مزرعه زعفران و دست‌یابی به عملکرد اقتصادی بعد از وجین دستی، مصرف اکسی فلورفن به مقدار ۴۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار است. اگرچه علف‌کش اگزادیازون به مقدار ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، برای کنترل علف‌های هرز و حصول یک عملکرد مطلوب در گیاه زعفران نیز می‌تواند قابل توصیه باشند. افزودن سیتوگیت به این علف‌کش‌ها به دلیل افزایش خسارت به زعفران توصیه نمی‌شود ولی افزودن هیومیکس به این علف‌کش‌ها باعث افزایش عملکرد زعفران می‌شود هرچند این افزایش معنی‌دار نیست.

منابع

Abbasi, M.E. 1996. The effect of different herbicides on saffron (*Crocus sativus* L.) weeds. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abbasian, M., Bazobandy, M., and Soohany Darban, A.S. 2014. Effect of application single and mixed herbicides on weeds and weight saffron corm at Nishapur. Journal of Weed Ecology 1 (1): 9-20. (In Persian with English Summary).

Abbaspoor, M., Norouzzadeh, S., and Torabi, H. 2011. Evaluation of the efficacy of some herbicides new saffron fields. 7th Congress of Iranian Horticultural Science, Isfahan, Iran. (In

Persian with English Summary).

Agricultural Statistics. 2017. Department of planning and economy. Available at Web site http://www.maj.ir/(verified June 2017).

Avarseji, Z., Rashed Mohassel, M.H., Nezami, A., and Siyahmarguei, A. 2016. Investigation of the possibility of increasing efficiency of Pinoxaden and Clodinafop by different application methods of these herbicides. Journal of Plant Production Research (JOPPR) 22 (4): 243-260. (In Persian with English Summary).

Behnia, M.R., Estila A., and Ehdaie, B. 1999. Application of fertilization for increased saffron yield. Agronomy Science 182: 11-15.

FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. from http://www.faostat.fao.org.

Gelavi, M., and Saaraani, M. 2006. Chemical Control of Weed Species in Saffron Fields of Zahak Region of Zabol. Agricultural Research Organization of Sistaan, Zabol Branch, Zabol, Iran.

Goliaris-Apostolos, H. 1999. Saffron Cultivation in Greece. Hardwood Academic Publication. Amesterdam, pp.73-76.

Izadi-Darbandi, E., and Hosseini Evari, Z. 2016. Study of flora and structure of weed communities of saffron fields in Kashmar and KhalilAbad counties. Journal of Saffron Research (semi-annual) 4 (2): 249-265. (In Persian with English Summary).

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Valizadeh, S. 2017. Investigation of weed species diversity and community structure in saffron fields of Khorasan. Saffron Agronomy and Technology 5 (3): 211-229. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25 (1): 196-206. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Gharaei, S. 2016. Evaluation of the effects of saffron-cumin intercropping on growth, quality and land equivalent ratio under semi-arid conditions. Scientia Horticulturae 201: 190-198.

Makarian, H., and Abbasdokht, H. 2014. Effects of different weed management methods on spatial and temporal dynamic of weed populations and saffron above ground biomass. Plant Products Research Journal 21 (2): 76-85.

Mamnoie, E., Izadi-Darbandi, E., Rastgoo, M., Baghestani, M.A., and Hasanzade4, M. 2016. The effect of organic and bio fertilizers on maize (*Zea mays*) and HydroMax adjuvants application on optimizing of Nicosulfuron herbicide efficacy. Journal of Crop Production and Processing 7 (1): 55-71. (In Persian with English Summary).

Meteorological Statistics. 2018. Iran Meteorological Organization (IRIMO). Available at Web site http://www.irimo.ir/(verified September 2018).

Norouzzadeh, S., and Delghandi, M. 2006. Chemical weed control in saffron. Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran .

Padarloo, A.A., Izadi Darbandi, E., Rashed Mohassel, M., and Feizi, H. 2018. Study of flora and structure of weed communities of saffron (*Crocus sativus* L.) fields in the Khorasan Razavi province. Saffron Agronomy and Technology 6 (3): 339-353. (In Persian with English Summary).

Rahimian, H. 1993. Evaluation of Some Herbicides in Weed Control of Saffron Fields. Scientific and Industrial Research Organization, Mashhad, Iran.

Rana, R.S., Rana, S.S., Jangpo, B., and Angiras, N.N. 1999. Integrated weed management in

saffron (*Crocus sativus* L.). Indian Journal of Weed Science 31: 269-270.

Rashed Mohassel, M.H. 1992. Weeds of South Khorasan saffron fields. Journal of Agricultural Science and Technology 6: 118-135.

Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. Proceedings of the 4th International Saffron Symposium, Iran.

Sadrabadi Haghighi, R., and Ghanad Tosi, M.B. 2016. The Effect of pre-emergence application of some common herbicides on weed population, vegetative growth, flower and corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Plant Protection 30 (1): 118-126. (In Persian with English Summary).

Soufizadeh, S., Zand, E., Baghestani, M.A., Kashani, F.B., and Nezamabadi, N. 2008. Integrated weed management in saffron (*Crucos sativus*). Proceeding of the Second International Symposium Saffron Biology and Tecnology. July 5-8 2008.

Vafabakhsh, K. 2001. In the effects of chemical and mechanical control of weeds in saffron fields on dynamics and productivity of weeds and saffron. Proceedings of an International Conference Held at the Brighton, Hilton Metroplole Hotel Brighton, UK, 12–15 November 2001. pp. 329-332.

Zand, E., Mousavi, S., and Heidari, A. 2008. Herbicides and their Application. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. 567 p. (In Persian).

Zare Hosseini, H., Ghorbani, R., Rashed Mohassel, M.H., and Rahimi, H. 2014. Effects of weed management strategies on weed density and biomass and saffron (*Crocus sativus*) yield. Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 45-58.

Evaluation of the Possibility of Herbicides Use with Adjuvants to Control Broadleaf Weeds in Saffron (*Crocus sativus* L.)

Zahra Hosseini Evari[1], Ebrahim Izadi-Darbandi[2], Mohammad Kafi[3] and Hassan Makarian[4]*

Submitted: 13 December 2019 **Accepted:** 10 May 2020

Hosseini Evari, Z., Izadi-Darbandi, E., Kafi, M., Makarian, H. 2020. Evaluation of the possibility of herbicides use with adjuvants to control broadleaf weeds in saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology, 8(3): 339-359.

Abstract

A field study with 3 replications based on RCBD was conducted in order to improve the efficacy of some herbicides using adjuvants in the control of broadleaf weeds of saffron. Oxadiazone, oxyfluorfen, rimsulfuron and dicamba+ tritosulfuron herbicides at recommended rates of 500, 700, 10 and 150 a.i. ha^{-1}, respectively without adjuvants and in reduced rates 375, 480, 8.75 and 112, respectively were used when they were tank-mixed with and without citogate (0.2% $v.v^{-1}$) and humix 99 (0.25% $v.v^{-1}$) as well as a control plot with no herbicide application and hand weeding. Weed species of Polygonum aviculare and Cardaria draba with relative density of 26% and 20.5%, respectively were the dominant weeds in the experimental field. The results showed that hand weeding significantly increased the yield of saffron flower and corm. Application of oxyflurfen and oxadiazone in reduced rates decreased saffron damage while addition of citogate to these herbicides increased the phytotoxicity damage in saffron. Addition of humix to these herbicides had no effect on phytotoxicity damage. Although application of rimsulfuron and dicamba+ tritosulfuron in reduced rates reduced phytotoxicity damage and increased yield of saffron, these herbicides have the potential to damage saffron even at reduced rates. Adding citogate to these herbicides can increase the efficacy of these herbicides in weeds control but considering the potential of these herbicides in damage to saffron, application of these herbicides in saffron fields is not recommended even at reduced doses. Application of oxyflurfen at 480 a.i. ha^{-1} without adjuvant and tank-mixed with humix were best treatments for use in saffron fields. However, it is also possible to use oxadiazone at 375 a.i. ha^{-1} to control saffron broadleaf weeds.

Keywords: Chemical control, Phytotoxicity, Reduced doses, Saffron yield

1- Ph.D Student of weed science, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Corresponding Author, Associate Prof., Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
4- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrood University, Shahrood, Iran
(*- Corresponding author Email: e-izadi@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/JSAT.2020.211626.1372