مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۵، شماره ۱، ۱۴۰۲
صفحات ۶۲-۵۳

ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف هرز بروموس در مراحل مختلف رشدی گندم

Evaluation of herbicides efficiency on Japanese brome (Bromus japonicus) control in different stage of wheat (*Triticum aestivum*)

منصور سارانی[۱*] و بهنام بخشی[۲]

چکیده

به‌منظور شناسایی بهترین روش و زمان کاربرد علف‌کش در کنترل بروموس (*Bromus japonicus*) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) کاربرد ۳ علف‌کش پس‌رویشی مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون (۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار)، (۲) سولفوسولفورون (۲۶/۶ گرم ماده مؤثر در هکتار) و پینوکسادن (۴۵۰ میلی‌گرم ماده مؤثر در هکتار) و (۳) سه زمان کاربرد علف‌کش شامل پیش از پنجه‌زنی، در زمان پنجه‌زنی و پس از پنجه‌زنی گندم بودند. وزن خشک بروموس و گندم طی هر سه مرحله سم‌پاشی، ۳۰ و ۶۰ روز پس از سم‌پاشی و در هنگام برداشت به همراه عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. تیمارهای مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون و سولفوسولفورون هم در زمان کاربرد پیش از پنجه‌زنی (به ترتیب ۹۹ و ۸۴ درصد) و هم در زمان پنجه‌زنی گندم (به ترتیب ۹۹ و ۹۳ درصد) بیشترین میزان کاهش زیست‌توده بروموس و افزایش عملکرد دانه گندم را در مقایسه با پینوکسادن (علف‌کش بدون تأثیر) نشان دادند. با کاربرد علف‌کش‌های مذکور پس از پنجه‌زنی گندم در کنترل بروموس به شکل مشابه کاهش مشاهده شد و با به تأخیر انداختن زمان سم‌پاشی از عملکرد گندم نیز کاسته شد. بر اساس نتایج این مطالعه، دو علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون و سولفوسولفورون در مراحل اولیه رویش گندم و علف هرز برای کنترل مؤثر بروموس پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: بروموس، پینوکسادن، سولفوسولفورون، گندم، مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران
۲-بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران
* نویسنده مسئول E-mail: mansoor_sarani@yahoo.com

مقدمه

برموس (*Bromus japonicus*) باریک برگ یک‌ساله‌ی مهاجمی است که بومی اوراسیا می‌باشد (Metier *et al*., 2020). این علف هرز در مزارع گندم، مزارع تولید یونجه بذری، چراگاه‌ها، چمن‌زارها و مراتع بیش از حد چرا شده مسئله‌ساز می‌باشد (Rinella *et al*., 2015; Johnson *et al*., 2018). هجوم وسیع انواع گونه‌های برموس یک‌ساله نگرانی‌ها را در رابطه با اثرات بالقوه سوء آن‌ها بر ساختار و کارکرد اکوسیستم‌ها افزایش داده است (Li *et al*., 2015; Johnson *et al*., 2018). برخی از گونه‌های برموس باعث بروز آتش‌سوزی می‌شوند و در عین حال خود نسبت به این شرایط دارای سازوکار بقاء هستند. گونه‌های برموس بذر بسیار زیادی تولید می‌کنند (Karl *et al*., 1999) که در بهار رسیدگی آن‌ها کامل و در پاییز و زمستان پراکنده می‌شوند (Rinella *et al*., 2015). اگرچه بعضی از این بذور در پاییز جوانه می‌زنند، اما گزارش شده است که بسیاری از بذوری که در انتهای فصل پراکنده می‌شوند، به دلیل دمای پایین در طول زمستان، وارد خواب ثانویه می‌شوند (Li *et al*., 2015). به دنبال پس‌رسی در طول تابستان آینده، آن‌ها قادر خواهند بود در پاییز جوانه بزنند (Baskin and Baskin, 1981; Li *et al*., 2015). عمده ریشه دهی این گیاهان در طول پاییز و قبل از یخ زدن زمین اتفاق می‌افتد (Bykova and and Sage, 2012). در سال‌های اخیر و به‌ویژه در تناوب گندم-آیش، جمعیت برموس‌ها افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که تغییر از تولید بهاره گندم به پاییزه (Li *et al*., 2016)، اتخاذ زراعت همراه با مالچ‌کلشی، استفاده از ارقام پاکوتاه‌تر و کاشت زودهنگام گندم از مهم‌ترین این عوامل باشند (Sarani *et al*., 2014). کنترل شیمیایی انتخابی گونه‌های برموس در گندم به دلیل شباهت چرخه زندگی آن با گندم دشوار می‌باشد (Sarani *et al*., 2017).

برموس برای اولین بار در سال ۱۳۶۹ به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ مزارع استان سیستان و بلوچستان نیز معرفی شده است. اکنون پراکنش زیاد این‌گونه در استان مسئله‌ای جدی بر سر راه تولید گندم مبدل شده و میزان کاهش عملکرد ناشی از آن بسته به‌شدت آلودگی ۵۰-۱۰ درصد برآورد شده است (Sarani *et al*., 2017). عوامل جوی و خاکی، عدم رعایت تناوب‌های زراعی مؤثر، نامطلوب بودن بستر بذر تهیه شده، پایین بودن تراکم بذر گندم و به‌خصوص عدم توزیع یکنواخت آن در واحد سطح از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توسعه و گسترش این علف هرز در منطقه ذکر شده است. همچنین گزارش شده است که کاشت ارقام پاکوتاه گندم به‌منظور کاهش اثرات سوء بادهای ۱۲۰ روزه در منطقه، رعایت نکردن تناوب‌های مؤثر زراعی و عدم استفاده از روش‌های مؤثر شیمیایی باعث گسترش برموس در سطح منطقه گردیده است. فقدان علف‌کش مناسب توصیه‌شده برای این علف هرز، کشت و تولید گندم را در این منطقه با چالش‌های جدی مواجه کرده است (Sarani *et al*., 2017).

لازمه تأثیر مناسب علف‌کش‌های پس‌رویشی، کاربرد آن‌ها در زمان مناسب است و عدم کاربرد این علف‌کش‌ها در زمان مناسب، نتایج مطلوبی در پی نخواهد داشت. کاربرد علف‌کش‌ها در اوایل فصل رشد و زمانی که علف‌های هرز کوچک هستند، این امکان را فراهم خواهد آورد که بتوان با مقادیری کمتر از آنچه توصیه شده است، آن‌ها را کنترل نمود (Johnson *et al*., 2018; Ribeiro *et al*., 2023). توصیه‌ها در رابطه با زمان کاربرد علف‌کش‌ها در گندم زمستانه در میان مناطق مختلف متفاوت است (Reddy *et al*., 2013). به نظر می‌رسد که تعیین زمان و میزان مناسب کاربرد علف‌کش‌ها در گندم عمدتاً تحت تأثیر رقم گندم، نوع علف‌کش، گونه علف هرز و شرایط محیطی قرار دارد. عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی، رسیدگی و میزان علف‌کش از مهم‌ترین عوامل دخیل در میزان آسیب ناشی از علف‌کش کلوپیرالید بر روی گندم زمستانه قبل از این گزارش شده است (Ribeiro *et al*., 2023).

با توجه به مشکل روزافزون برموس در کشت گندم پاییزه در منطقه سیستان و بلوچستان، معرفی علف‌کش مؤثر ضروری به نظر می‌رسد. مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون (توتال)، پینوکسادن (آکسیال) و سولفوسولفورون (آپیروس) از علف‌کش‌های جدیدی می‌باشند که اخیراً برای کنترل علف‌های هرز یک‌ساله در مزارع غلات مانند گندم به بازار ایران عرضه شده‌اند. مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون و سولفوسولفورون از علف‌کش‌های دومنظوره و متعلق به خانواده سولفونیل اوره می‌باشند. این علف‌کش‌ها بازدارنده عمل آنزیم استولاکتات سینتاز (اولین آنزیم در مسیر سنتز اسیدهای آمینه شاخه‌دار) بوده و بافت‌های مریستمی را متأثر می‌سازند (Zand *et al*., 2007). استفاده از این علف‌کش باعث توقف رشد بلافاصله پس از مصرف می‌شود و به دنبال آن کلروزه و نکروزه شدن بافت‌ها سریعاً به وقوع می‌پیوندد (Rao, 2000). آکسیال، باریک برگ کش جدیدی است که متعلق به زیر خانواده فنیل پیرازولین‌ها می‌باشد که از فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز و سنتز

لیپید در غشاء سلولی بازداری می‌کند و سرانجام منجر به از هم گسستگی غشاء می‌شود (Zand *et al.*, 2007). هدف از این مطالعه ارزیابی میزان کارایی سه علف‌کش جدید مذکور و تعیین مناسب‌ترین زمان مصرف آن‌ها در کنترل بروموس در مزارع گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زهک (واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شرق شهر زابل، با طول شرقی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض شمالی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. بافت خاک مزرعه محل اجرای آزمایش لومی-رسی و حاوی ۰/۵ درصد کربن آلی، ۳/۴ میلی‌گرم نیتروژن، ۷/۸ میلی‌گرم فسفر و ۲۰۲ میلی‌گرم پتاسیم قابل جذب در کیلوگرم خاک بود. کود نیتروژن به‌صورت اوره ۴۶ درصد به مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله به نسبت برابر (هم‌زمان با خرد کردن کلوخه‌ها به‌وسیله دیسک، مرحله پنجه‌زنی و مرحله ساقه رفتن گندم) و کود فسفر به‌صورت سوپر فسفات تریپل ۴۶ درصد به مقدار ۷۵ کیلوگرم و کود پتاس به‌صورت سولفات دوپتاس به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار هم‌زمان با خرد کردن کلوخه‌ها به‌وسیله دیسک به‌کاربرده شد. طرح آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل: (۱) کاربرد ۳ علف‌کش پس‌رویشی مت‌سولفورون متیل (WG75%) + سولفوسولفورون (WG75%) (توتال) (۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار)، (۲) سولفوسولفورون (WG75%) (آپیروس) (۲۶/۶ گرم ماده مؤثر در هکتار)، پینوکسادن (EC 100) (آکسیال) (۴۵۰ میلی‌گرم ماده مؤثر در هکتار) و (۳) سه زمان کاربرد علف‌کش در پیش از پنجه‌زنی، پنجه‌زنی و پس از پنجه‌زنی گندم بودند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱/۵ در ۳ متر بود و در هر کرت ۶ ردیف گندم با دستگاه ردیف‌کار غلات و در ابتدای آذر کشت شد. آلودگی بروموس به‌صورت دستی و خطی در کنار خطوط گندم ایجاد شد و پس از رویش علف هرز تا تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع تنک شد. سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی شارژی (ماتابی - الگانس) مجهز به نازل شره‌ای و فشار ۲/۵ بار انجام شد. سم‌پاش بر اساس ۳۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره گردید. تراکم بروموس پیش از پاشش علف‌کش در هر کرت مورد ارزیابی قرار گرفت و از تراکم نسبتاً یکنواخت این علف هرز در کرت‌های آزمایشی اطمینان حاصل شد.

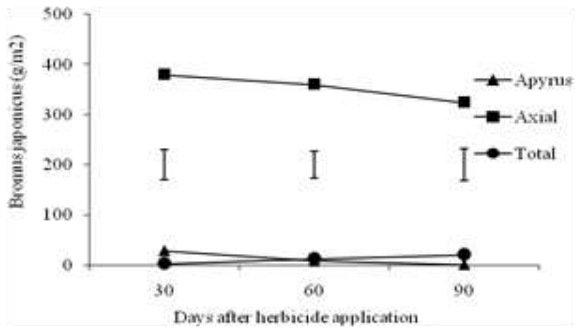
به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای کاربردی بر روی بروموس و گندم، ۳۰ و ۶۰ روز پس از اعمال تیمارها و همچنین در زمان برداشت گندم، ماده خشک بروموس و گندم از داخل کادرهای با سطح یک مترمربع از سطح زمین برداشت شد و پس از قرار دادن آن‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در پایان میزان عملکرد گندم در هر کرت سنجیده شد. تجزیه واریانس و مقایسات میانگین به روش LSD (در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد) انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (Version 9.1) آنالیز شدند.

نتایج و بحث

زیست‌توده بروموس

کاربرد علف‌کش در مرحله پیش از پنجه‌زنی گندم

کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در این مرحله بیشترین میزان کاهش زیست‌توده بروموس را در پی داشت و این دو تیمار تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). در مطالعه دیگری نیز گزارش شده است که کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون به شکل پیش و پس‌رویشی در پاییز و حتی با مقادیر کمتر نسبت به کاربرد پس‌رویشی آن در بهار، بروموس را بهتر کنترل می‌کند (Blackshaw and Hamman, 1998).



شکل ۱- زیست‌توده بروموس در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی در زمان پیش از پنجه‌زنی گندم در اثر کاربرد علف‌کش (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

Figure 1- J. brome biomass in three assessment times after applying of herbicides prior to wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference.

پس از کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون و طی ۳ مرحله نمونه‌برداری، زیست‌توده علف هرز سیر نزولی نشان داد. اثر کنترلی این علف‌کش بر بروموس قبلاً نیز در مطالعات دیگری گزارش شده است (Escorial *et al.*, 2011). در مجموع اثر سولفوسولفورون بر گونه‌های بروموس به‌ویژه زمانی که به بلافاصله

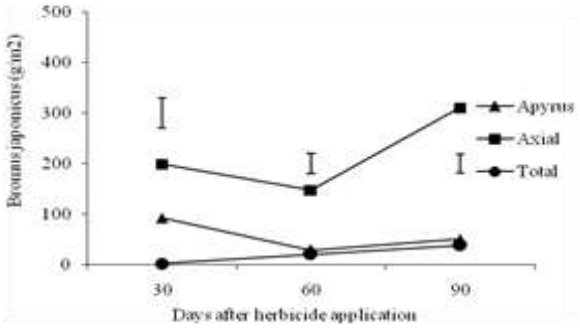
پس از رویش آن‌ها به کار رود و رطوبت و دما افزایش یابد، مؤثرتر است (Kelly and Peeper, 2003; Olson *et al*, 2000). مزرعه مورد بررسی دارای آلودگی طبیعی به علف هرز مذکور نیز بود و انتظار می‌رفت فلاش‌های بعدی جوانه‌زنی بروموس در مزرعه رویش داشته باشد. با این وجود سولفوسولفورون توانست کنترل علف‌های هرز را به شکل پایدارتر و حتی تا ۶۰ روز پس از کاربرد و تا زمان رسیدن گندم فراهم کند. این علف‌کش اسید ضعیفی است و به شکل آنیونی در خاک‌های زراعی جذب و حفظ می‌شود. جذب سطحی سولفوسولفورون در خاک به شکل گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته و گزارش شده است که تحت شرایط دماهای پایین و اسیدیته بالا می‌تواند برای مدتی در خاک پایدار بماند (Sarani *et al*., 2021) و به گیاهان حساس در تناوب صدمه وارد کند (Eleftherohorinos *et al*., 2004). اگرچه پس از مدتی متحمل هیدرولیز شیمیایی و فروپاشی به‌وسیله میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود (Sondhia and Singhai, 2008). ممکن است کنترل علف‌های هرز سبز شده از بانک بذر پس از کاربرد این علف‌کش حتی به شکل پس‌رویشی، با مسئله پایداری آن در خاک مرتبط باشد. در گزارش دیگری نیز نشان داده شده است که سولفوسولفورون از رشد شاخساره و ریشه گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) کاشته شده در خاک تیمار شده با این علف‌کش ممانعت کرده است (Alonso-prados *et al*., 2002).

در مورد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون، ۳۰ روز پس از کاربرد، زیست‌توده علف هرز به‌شدت کاهش یافت؛ اما به دلیل ظهور فلاش‌های جدید علف هرز از آلودگی طبیعی مزرعه، پس از این دوره زیست‌توده، مجدداً افزایش یافت (شکل ۱). ممکن است این مسئله با پایداری کم علف‌کش در خاک مرتبط باشد. مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون از طیف علف‌کشی پهن برگ‌کشی مناسبی برخوردار است (Vencill, 2002; Tomlin, 2003; Sondhia, 2008; Zand *et al*., 2007). با کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون قبل از پنجه‌زنی گندم و در مراحل رشد اولیه علف هرز، زیست‌توده علف هرز به‌شدت کاهش یافت. با توجه به دومنظوره بودن این علف‌کش می‌توان قبل از پنجه‌زنی گندم از آن به‌عنوان راه حلی مناسب برای کنترل علف‌های هرز این محصول استفاده کرد.

علف‌کش پینوکسادن در زمان‌های کاربرد مختلف کمترین میزان کاهش در زیست‌توده علف هرز را در پی داشت. تأثیر عمده این علف‌کش بر روی علف‌های هرز دم‌روباهی کشیده (*Alopecurus myosuroides*)، یولاف وحشی (*Avena* spp.)، چچم (*Lolium* spp.)، فالاریس (*Phalaris* spp.) و دم‌روباهی (*Setaria* spp.) گزارش شده است و بروموس در طیف تأثیر مطلوب این علف‌کش قرار ندارد (Hofer *et al*., 2006). پس از کاربرد علف‌کش پینوکسادن در هر سه مرحله، زیست‌توده علف هرز در طول فصل مرتب افزایش یافت. به نظر می‌رسد ظهور فلاش‌های جدید رویش علف هرز هم در این راستا مزید بر علت شده باشد.

کاربرد علف‌کش در زمان پنجه‌زنی گندم

کاربرد علف‌کش‌های مختلف در این مرحله بر کاهش زیست‌توده بروموس در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (شکل ۲). کاربرد سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون بیشترین و پینوکسادن کمترین میزان کاهش در زیست‌توده را نشان دادند. میزان اثرگذاری علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در کنترل بروموس با به تأخیر انداختن کاربرد آن‌ها به زمان پنجه‌زنی گندم کاهش یافت. در مقابل کاربرد علف‌کش پینوکسادن در این مرحله تأثیر بهتری در مقایسه با زمان کاربرد پیش از پنجه‌زنی گندم داشت. اگرچه در مطالعه دیگری گزارش شده است که کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون در زمان پنجه‌زنی گندم از تأثیر مطلوبی در کاهش زیست‌توده علف‌های هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*)، فالاریس (*Phalaris minor*) و جو دره (*Hordeum spontaneum*) برخوردار بوده است که در تضاد با نتایج این بررسی است (Zand *et al*., 2007). در نمونه‌برداری انجام شده زیست‌توده علف هرز ۳۰ روز پس از سم‌پاشی، نسبت به ۶۰ روز پس از سم‌پاشی در سطح بالاتری قرار داشت و مجدداً در زمان برداشت گندم نسبت به ۶۰ روز پس از کاربرد، افزایش یافت (شکل ۲). ممکن است دلیل این مسئله تأثیر دمای هوا بر کارایی این علف‌کش باشد. در مطالعه دیگری نیز نشان داده شده است که میزان متابولیسم علف‌کش سولفوسولفورون در بروموس و در نتیجه پایداری این علف هرز در برابر آن، با دما رابطه دارد (Olson *et al*., 2000). از سوی دیگر ممکن است ظهور فلاش‌های جدید جوانه‌زنی علف هرز نیز در این امر دخیل باشد.



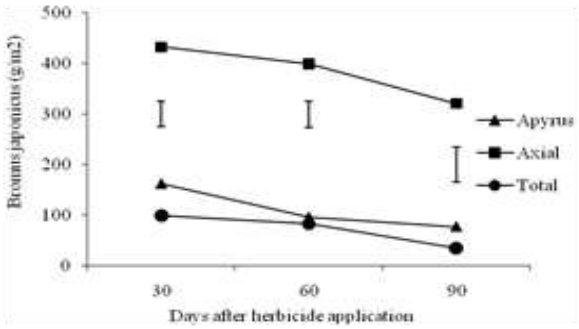
شکل ۲- ارزیابی زیست‌توده بروموس در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی در زمان پنجه‌زنی گندم (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

Figure2- J. brome biomass in three assessment times after applying herbicides at wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference.

با کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در زمان پنجه‌زنی گندم، بروموس به‌خوبی کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون کنترل شد (شکل ۲). قبل از این نیز در گزارش دیگری کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در زمان پنجه‌زنی گندم، کارایی زیادی را در کاهش زیست‌توده چندین علف هرز باریک و پهن‌برگ مانند یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*)، شیر پنیر (*Galium tricorne*)، خاکشیر شیرین (*Descurainia sophia*) و چچم (*Lolium rigidum*) نشان داده است (Zand *et al*., 2007). در این مورد نیز همانند کاربرد در زمان پیش از پنجه‌زنی گندم، ابتدا ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش زیست‌توده بروموس به کمترین سطح خود رسید و مجدداً رو به افزایش نهاد و در زمان برداشت گندم به بالاترین میزان خود رسید. همان‌طور که ذکر شد این مسئله می‌تواند در ارتباط با پایداری کم این علف‌کش در خاک در طول زمان و در نتیجه عدم توانایی این علف‌کش برای کنترل پایدار گیاهچه‌های تازه سبز شده علف هرز پس از سم‌پاشی کردن آن به شکل پس‌رویشی باشد.

کاربرد در مرحله پس از پنجه‌زنی گندم

مجدداً مانند کاربرد در مرحله پنجه‌زنی، کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در این مرحله بیشترین میزان کاهش زیست‌توده بروموس را در پی داشت و این دو تیمار تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳). در مورد علف‌کش سولفوسولفورون مشابه با کاربرد آن در زمان پیش از پنجه‌زنی گندم، زیست‌توده علف هرز طی ۳ مرحله نمونه‌برداری از روند کاهشی برخوردار بود. ممکن است این مسئله با عدم ظهور فلاش‌های جدید جوانه‌زنی علف‌های هرز نیز در ارتباط باشد. چون بذرهای بروموس که در پاییز موفق به جوانه‌زنی نشوند، با سرمای زمستان وارد خواب ثانویه شده و تا پاییز سال بعد جوانه نخواهند زد (Baskin *and* Baskin, 1981). البته در این زمان کاربرد، کاهش زیست‌توده علف هرز نسبت به دو زمان کاربرد قبلی به‌مراتب کمتر بود. نتایج نشان می‌دهد که با به تأخیر انداختن زمان کنترل علف‌های هرز و رشد بیشتر آن‌ها، از سودمندی و تأثیر روش‌های کنترل کاسته خواهد شد.



شکل ۳- ارزیابی زیست‌توده بروموس در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی در زمان پس از پنجه‌زنی گندم (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

Figure 3- J. brome biomass in three assessment times after applying herbicides after wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference

علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون برخلاف نتایج کاربرد پیش از زمان پنجه‌زنی و در زمان پنجه‌زنی، در این مرحله کنترل پایدارتری را در طول فصل با روند نزولی زیست‌توده بروموس پس از سم‌پاشی نشان داد (شکل ۳). دلیل این مسئله نیز شاید به اتمام رسیدن فلاش‌های جوانه‌زنی علف هرز باشد.

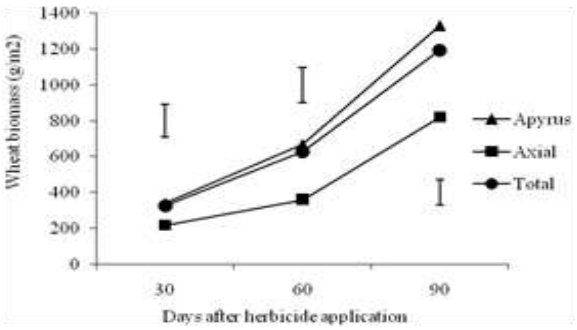
در مجموع در مورد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون با به تأخیر انداختن زمان سم‌پاشی از کارایی آن‌ها کاسته شد. بهترین زمان کاربرد این علف‌کش‌ها پیش از پنجه‌زنی گندم بود و کمترین نتایج در زمان پس از پنجه‌زنی گندم به دست آمد. کنترل زودهنگام علف‌های هرز اغلب با موفقیت بیشتری همراه خواهد بود، اما آگاهی از الگوهای دوره‌ای رویش علف‌های هرز نیز در تصمیم‌گیری در این رابطه مهم است. برای مثال در مورد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون که همواره از تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش زیست‌توده علف هرز بروموس برخوردار بود، در زمان‌های کاربرد پیش و پس از پنجه‌زنی با این‌که ۳۰ روز پس از کاربرد، زیست‌توده علف هرز کاهش یافت، اما نمونه‌برداری‌های انجام‌شده ۶۰ روز پس از کاربرد و در زمان برداشت گندم نشان داد که زیست‌توده علف هرز مجدداً روند افزایشی یافته است. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد با در نظر گرفتن احتمال ظهور فلاش‌های جدید رویش

علف‌های هرز، استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده‌ی رویش علف‌های هرز در طول فصل می‌تواند به‌عنوان مکملی در تعیین زمان دقیق سم‌پاشی مورد استفاده قرار گیرد.

زیست‌توده گندم

کاربرد علف‌کش پیش از پنجه‌زنی گندم

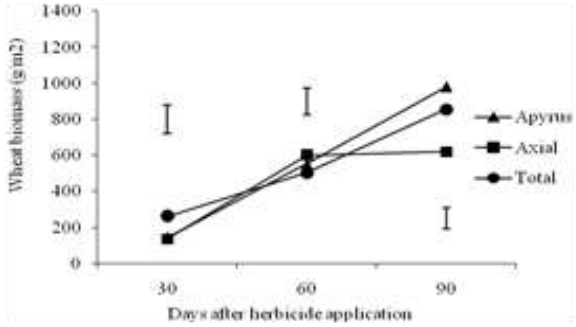
بین کاربرد علف‌کش‌های مختلف در مرحله پیش از پنجه‌زنی گندم در رابطه با افزایش زیست‌توده گندم تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون بیشترین و پینوکسادن کمترین میزان زیست‌توده گندم را موجب شدند. به ترتیب با کاربرد علف‌کش‌های مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون و سولفوسولفورون در این مرحله زیست‌توده گندم ۳۰، ۶۰ روز و در زمان برداشت گندم بیشترین سیر افزایشی را نشان داد و این تیمارها بیشترین میزان زیست‌توده گندم را موجب شدند (شکل ۴).



شکل ۴- زیست‌توده گندم در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی در زمان پیش از پنجه‌زنی گندم (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

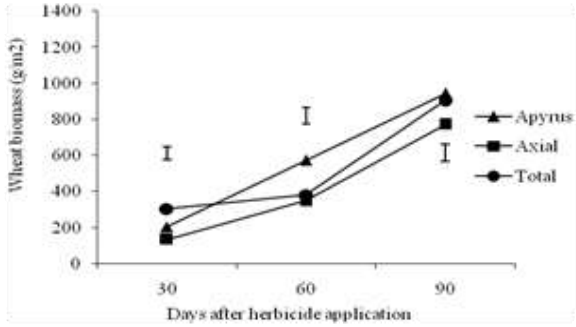
Figure 4- Wheat biomass in three assessment times after applying herbicides prior to wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference.

قبلاً نشان داده شد که با کاربرد این علف‌کش‌ها در زمان پیش از پنجه‌زنی گندم، ۳۰ روز پس از اعمال تیمار مربوطه زیست‌توده بروموس شدیداً کاهش یافت و در ادامه و در طول فصل نیز این کاهش در مورد علف‌کش سولفوسولفورون ادامه یافت. اگرچه با کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون نیز این سیر نزولی ادامه نیافت، اما افزایش مجدد زیست‌توده علف هرز نیز ناچیز بود. درنتیجه، افزایش زیست‌توده گندم به دلیل حذف رقیب در مراحل اولیه رشد گیاه زراعی است. از طرف دیگر در مطالعه‌ای گزارش شده است که کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون چه در پاییز و چه در بهار و حتی در مقادیر بیشتر از ۶۰ گرم ماده مؤثر در هکتار نه‌تنها هیچ اثر سوئی بر گندم نداشته، بلکه باعث تأخیر در رسیدن گندم نیز نشده است (Blackshaw and Hamman, 1998). در مجموع با به تأخیر افتادن زمان سم‌پاشی از پیش از پنجه‌زنی به زمان پنجه‌زنی و بعد از پنجه‌زنی تفاوت در زیست‌توده گندم مشاهده شد؛ اما میزان این تفاوت در بین علف‌کش‌های مختلف به‌شدت کاهش یافت (شکل‌های ۵ و ۶). کاربرد علف‌کش سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در این مراحل اگرچه همچنان از پینوکسادن بهتر بود، اما این برتری نسبت به قبل به‌شدت کاهش یافته بود. این مسئله مؤید این نکته است که هرچه زمان مبارزه با علف‌های هرز به تأخیر بیفتد، از کارایی روش‌های کنترل کاسته خواهد شد.



شکل ۵- ارزیابی زیست‌توده گندم در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی در زمان پنجه‌زنی گندم (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

Figure 5- Wheat biomass in three assessment times after applying herbicides at wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference.



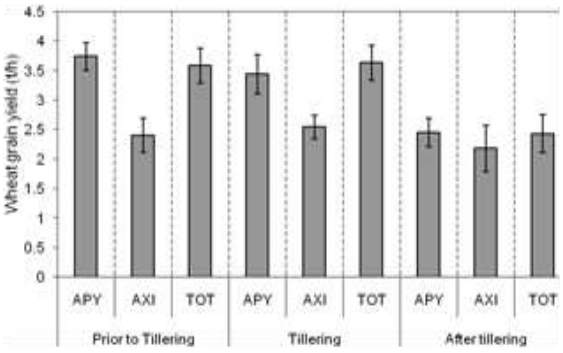
شکل ۶- ارزیابی زیست‌توده گندم در ۳ تاریخ پس از سم‌پاشی بعد پنجه‌زنی گندم (بازه‌ها در هر تاریخ نشانگر میزان LSD است).

Figure 6- Wheat biomass in three assessment times after applying herbicides after wheat tillering. Bar at each time indicates the least significant difference.

عملکرد دانه گندم

عملکرد دانه گندم تحت تأثیر نوع علف‌کش و زمان کاربرد آن قرار گرفت. کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون پیش و پس از پنجه‌زنی گندم بیشترین میزان عملکرد دانه گندم را نشان دادند و این تیمارها

در سطح احتمال ۱ درصد با کاربرد آن‌ها در مرحله پس از پنجه‌زنی تفاوت چشم‌گیری داشتند.



شکل ۷- عملکرد دانه گندم با تیمارهای مختلف سم‌پاشی با علف‌کش

Figure 7- Wheat grain yield with herbicide application in different times

همچنین در آزمایش دیگری عملکرد گندم در حال رقابت با بروموس نسبت به همه‌ی تیمارهای کاربرد سولفوسولفورون تا مقادیر کمی بیش از ۴۰ گرم ماده مؤثر در هکتار پاسخ مثبتی نشان داده بود؛ اما کاربرد علف‌کش در پاییز (به شکل پیش‌رویشی و پس‌رویشی در مرحله ۵-۴ برگی محصول و ۴-۲ برگی علف هرز) نسبت به کاربرد در بهار (مرحله ۶-۵ برگی گندم و ۶-۴ برگی علف هرز) افزایش عملکرد بیشتری را به دنبال داشت (Blackshaw and Hamman, 1998). همچنین در این آزمایش کاربرد علف‌کش در بهار فقط از رشد علف هرز ممانعت نمود و این مسئله اهمیت کنترل علف‌های هرز در مراحل ابتدائی رشد محصول و علف هرز را نشان می‌دهد؛ اما نمی‌توان در این مورد حکم قطعی صادر کرد و در جهت تصمیم‌گیری مناسب، بایستی ملاحظاتی از قبیل پنجره زمانی مناسب کاربرد علف‌کش را نیز مدنظر قرار داد. در یک مطالعه، در بررسی پاسخ عملکرد گندم نسبت به زمان‌های کاربرد تعدادی علف‌کش مختلف به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین عملکرد دانه گندم به ترتیب زمانی حاصل شد که علف‌کش در مرحله پنجه‌زنی کامل و سه برگی گندم به کار رود (Metier *et al.*, 2022). نتایج این مطالعه بیانگر این است که کاربرد علف‌کش در بهار و کمی قبل از به ساقه رفتن گندم (قبل از مرحله ۳۰ زادوکس)، حداقل کاهش عملکرد و آسیب به گیاه را در پی داشت. کاربرد علف‌کش‌های اکسینی در پاییز و در مرحله ۳ برگی گیاه زراعی بر طبق انتظار، عملکرد گندم را شدیداً کاهش داد. بروماکسینیل و کلروسولفورون از مرحله ۲ برگی (مرحله زادوکس ۱۲) تا پیدایش برگ‌پرچمی گندم (زادوکس ۳۹) بدون وارد آوردن خسارتی به محصول قابل کاربرد بودند. هرچند که در مورد کلروسولفورون گاهی کاهش عملکرد مشاهده شد و این مسئله تائید کننده مطالعات قبلی نیز است (Anderson, 1986; Hageman and Behrens, 1981). کاربرد تیمارهای علف‌کشی پس از به ساقه رفتن گندم (مرحله ۴۰ زادوکس به بعد) نه‌تنها به محصول خسارت وارد آوردند بلکه کنترل مؤثری نیز بر روی علف‌های هرز نداشتند.

با به تأخیر انداختن زمان کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون به بعد از زمان پنجه‌زنی گندم، با کاهش کارایی این علف‌کش‌ها، عملکرد گندم در حد پایین‌تری نسبت به دو مرحله قبلی قرار گرفت. کاربرد علف‌کش در این مرحله باعث شد از تفاوت عملکرد دانه گندم بین هر ۳ نوع علف‌کش شدیداً کاهش یابد. این مسئله ممکن است به دلیل رقابت طولانی‌تر علف‌های هرز با محصول در این تیمارها و یا آسیب ناشی از کاربرد علف‌کش بر اثر کاربرد در این مرحله و یا هر دو آن‌ها باشد. اگرچه باز هم کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون در این مرحله نسبت به پینوکسادن عملکرد بیشتری نشان دادند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که یکی از مهم‌ترین موارد در کنترل زیست‌توده‌ی بروموس در مزرعه گندم، انتخاب زمان مناسب کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون است؛ به‌طوری که زمان پیش از پنجه‌زنی گندم، بهترین مرحله کنترل علف هرز است. بر این اساس، مبارزه با علف‌های هرز با در نظر گرفتن زمان مناسب کاربرد علف‌کش، اغلب در ابتدای فصل رویش انجام شود. بر اساس نتایج این مطالعه، کاربرد علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل + سولفوسولفورون پیش از پنجه‌زنی و در زمان پنجه‌زنی گندم، با کنترل مناسب علف‌های هرز موجب بیشترین تأثیر در افزایش عملکرد دانه گندم شدند؛ بنابراین، اگر عملکرد دانه گندم مبنای قضاوت کارایی علف‌کش شود، زمان وسیع‌تری برای کاربرد علف‌کش توصیه می‌شود. از طرف دیگر، به‌منظور پیشگیری از افزایش جمعیت علف‌های هرز و تخلیه بانک بذر می‌توان دامنه محدودتری را برای انتخاب زمان دقیق سم‌پاشی در نظر گرفت. در نهایت، انتخاب زمان مناسب سم‌پاشی، ضمن کنترل بهتر علف هرز، باعث افزایش کارایی علف‌کش، صرفه‌جویی در مصرف سم، کاهش دز مصرفی خواهد شد که همسو با اهداف مدیریت تلفیقی علف‌های هرز می‌باشد.

References **فهرست منابع**

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

Anderson, R. L. 1986. Metribuzin and chlorsulfuron effect on grain of treated winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science. 34: 734-737.

Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 1981. Ecology of germination and flowering in the weedy winter annual grass *Bromus japonicas.* Journal of Range Management. 5: 369-372.

Blackshaw, R. E. and W. M. Hamman. 1998. Control of Downy Brome (*Bromus tectorum*) in Winter Wheat (*Triticum aestivum*) with MON 37500. Weed Science. 12: 421-425.

Bykova, O. and R. E. Sage. 2012. Winter cold tolerance and the geographic range separation of *Bromus tectorum* and *Bromus rubens*, two severe invasive species in North America. Global Change Biology. 18(12): 3654-3663.

Elefthrohorinos, I., K. Dhima, and I. Vasilakoglou. 2004. Activity, adsorption, mobility and field persistence of sulfosulfuron in soil. Phytoparasitica. 32: 274-285.

Escorial, C., I. Loureiro, E. Rodríguez-García, and C. Chueca. 2011. Population variability in the response of ripgut brome (*Bromus diandrus*) to sulfosulfuron and glyphosate herbicides. Weed Science. 59(1): pp.107-112.

Hageman, L. H. and R. Behrens. 1981. Response of small grain cultivars to chlorsulfuron. Weed Science. 29: 414-420.

Hofer, U., M. Muehlebach, S. Hole, and A. Zoschke. 2006. Pinoxaden – for broad spectrum grass weed management in cereal crops. Journal of Plant Diseases and Protection. XX: 989-995.

Johnson, E.N., Z. Wang, C. M. Geddes, K. Coles, B. Hamman, and B. L. Beres, 2018. Pyroxasulfone is effective for management of *Bromus* spp. in winter wheat in western Canada. Weed Technology. 32(6): 739-748.

Karl, M. G., R. K. Heitschmidt, and M. R. Haferkamp. 1999. Vegetation Biomass Dynamics and Patterns of Sexual Reproduction in a Northern Mixed-Grass Prairie. The American Midland Naturalist. 2: 227-237.

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

Li, Q., J. Tan, W. Li, G. Yuan, L. Du, S. Ma, and J. Wang. 2015. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of Japanese brome (*Bromus japonicus*). Weed Science. 63(3): 641-646.

Li, Q., L. Du, G. Yuan, W. Guo, W. Li, and I. Wang, J. 2016. Density effect and economic threshold of Japanese brome (*Bromus japonicus* Houtt.) in wheat. Chilean journal of agricultural research. 76(4): 441-447.

Metier, E. P., E. A. Lehnhoff, J. Mangold, M. J. Rinella, and L. J. Rew. 2020. Control of downy brome (*Bromus tectorum*) and Japanese brome (*Bromus japonicus*) using glyphosate and four graminicides: effects of herbicide rate, plant size, species, and accession. Weed technology. 34(2): 284-291.

Olson, B. L., K. Al-Khatib, P. Stahlman, and R. J. Isakson. 2000. Efficacy and metabolism of MON 37500 in *Triticum aestivum* and weedy grass species as affected by temperature and soil moisture. Weed Science. 48: 541–548.

Rao, V. S. 2000. Principles of Weed Science (2nd ed.) Science Publishers, Inc., New Hampshire.

Reddy, S. S., P. W. Stahlman, and P. W. Geier. 2013. Downy brome (*Bromus tectorum* L.) and broadleaf weed control in winter wheat with acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Agronomy. 3(2): 340-348.

Ribeiro, V. H., J. Barroso, C. A. Brunharo, and C. Mallory-Smith. 2023. Herbicide resistance in *Bromus* spp.: a global review. Weed Science. 1-45.

Rinella, M. J., M. R. Haferkamp, R. A. Masters, J. M. Muscha, S. E. Bellows, and L. T. Vermeire. 2010. Growth regulator herbicides prevent invasive annual grass seed production. Invasive Plant Science and Management. 3(1): 12-16.

Sarani, A., E. Izadi-Darbandi, M. Rastgoo, and M. Galavi. 2021. Optimizing of sulfosulfuron and sulfosulfuron plus metsulfuron-methyl herbicides efficiency against Japanese downy brome *Bromus japonicus* L. by adjuvants application. Journal of Crop Protection. 10(1): 85-94.

Sarani, M., M. Oveisi, H. R. Mashhadi, H. Alizade, and J. L. Gonzalez-Andujar. 2014. Interactions between the tillage system and crop rotation on the crop yield and weed populations under arid conditions. Weed Biology and Management. 14(3): 198-208.

Sarani, M., A. Ghanbari, M. Galavi, E. Izadi Darbandi, and M. A. Baghestani Meybodi. 2017. The effect of time and rate of sulfosulfuron application on *Bromus japonicus* Thunb. control in different wheat cultivars. Iranian Journal of Weed Science. 13(1): 29-44.

Sondhia, S. and B. Singhai. 2008. Persistence of Sulfosulfuron Under Wheat Cropping System. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 80: 423–427.

Sondhia, S. 2008. Imazosulfuron residues in rice crop and soil. Environment Monitoring Assessment. 137: 205–211.

Tomlin, C. 2003. The Pesticide Manual (13th ed.). British Crop Protection Council, Hampshire, UK.

Vencill, W. 2002. Herbicide Handbook (8th ed.) Weed Science Society of America, Lawrence, KS.

Whisenant, S. G. 1990. Postfire Population Dynamics of *Bromus japonicus*. American Midland Naturalist. 2: 301-308.

Zand, E., M. A. Baghestani, S. Soufizadeh, A. Eskandari, R. PourAzar, M. Veysi, K. Mousavi, and A. Barjasteh. 2007. Evaluation of some newly registered herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection. 26: 1349–1358.

Evaluation of herbicides efficiency on Japanese brome (Bromus japonicus) control in different stage of wheat (*Triticum aestivum*)

M. Sarani[1*] and B. Bakhshi[2]

Abstract

In order to identify the best method and time of herbicide application in bromus (*Bromus japonicus*) control, a factorial experiment was conducted in a form of a randomized complete block design with 3 replications. The experimental treatments include (1) the application of 3 post-emergence herbicides metsulfuron methyl + sulfosulfuron (45 grams of active substance per hectare), (2) sulfosulfuron (26.6 grams of effective substance per hectare) and pinoxaden (450 mg of effective substance per hectare) and (3) three times of herbicide application were before tillering, during tillering and after tillering of wheat. The dry weight of bromus and wheat was measured during all three stages of spraying, 30 and 60 days after spraying and during harvest along with grain yield. Metsulfuron methyl + sulfosulfuron and sulfosulfuron treatments showed the highest reduction in bromus biomass and increase in wheat grain yield both before tillering (99 and 84%, respectively) and during wheat tillering (99 and 93%, respectively) than pinoxaden (herbicide without effect). With the application of herbicides after tillering of wheat, the use of the mentioned herbicides in the control of bromus was observed to decrease in a similar way, and by delaying the spraying time, the yield of wheat was also reduced. Based on the results of this study, two herbicides, methsulfuron methyl + sulfosulfuron and sulfosulfuron, are suggested for the effective control of bromus in the early stages of wheat and weed growth.

Keywords: Japanese brome, Pinoxaden, sulfosulfuron+ metsulfuron-methyl, sulfosulfuron, Wheat.

Received date: 19 April 2022 Accepted date: 05 September 2022

1- Plant Protection Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran

2- Horticulture Crops Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran

*-Corresponding author. E-mail: mansoor_sarani@yahoo.com