**Iranian Journal of Weed Science**
Vol 19, No 2, 2024 (101-115)
DOI: 10.22034/ijws.2024.364680.1447

**مجله دانش علف‌های هرز**
دورهٔ ۱۹، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۲ (ص ۱۰۱-۱۱۵)

# Investigating the efficacy of metazosulfuron herbicide (Ginga, WG 33%) in controlling rice weeds in transplanting system

**Farzin Pouramir [1], Hoda Abadian[2*], Bijan Yaghoubi [3]**

1, 3. Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran, 2. Deputy of Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran.
(Received: January 23, 2024- Accepted: September 14, 2024)

**ABSTRACT**

In order to study the effectiveness of the new herbicide metazosulfuron in controlling weeds and its selective performance on rice, pot and field experiments were carried out at the Rice Research Institute of Iran in 2018. In the pot test, the recommended dose of metazosulfuron (83 g ai $ha^{-1}$), in comparison with the herbicides flucetosulfuron, triafamone + ethoxysulfuron, bispyribac sodium, pretilachlor, and thiobencarb, was investigated for the control of weeds such as *Paspalum distichum, Bolboschoenus planiculmis, Monochoria vaginalis, Potamogeton nodosus, Echinochloa oryzoides,* and *Alisma plantago aquatica.* The results showed that metazosulfuron had ≥98% efficiency in controlling all of the above weeds and provided similar or higher efficiency compared to other registered herbicides. In the field experiment, the efficacy of 0, 41, 83, 124, and 165 g ai $ha^{-1}$ metazosulfuron was investigated in comparison with pretilachlor+bensulfuron methyl, thiobencarb+bensulfuron methyl, triafamone+ethoxysulfuron, bensulfuron methyl, thiobencarb, and hand weeded control. Different doses of metazosulfuron, except for 41 g ai $ha^{-1}$, had similar effectiveness in controlling field weeds. Additionally, the highest paddy yield per hectare (4236 kg) was observed in the pretilachlor + bensulfuron-methyl treatment, which did not show any significant difference from thiobencarb + bensulfuron methyl (4121 kg), the dose of 165 g ai $ha^{-1}$ metazosulfuron (4103 kg), and manual weeding control (4291 kg). Since no significant difference was observed between the doses of 83, 124, and 165 g ai $ha^{-1}$metazosulfuron in terms of paddy yield, the dose of 83 g ai $ha^{-1}$ can be introduced as the best dosage of this herbicide for controlling weeds.

**Key Words:** Chemical control, grass, paddy, sedge, sulfonylurea.

# بررسی کارایی علف‌کش متازوسولفورون (گینگا، WG 33%) در کنترل علف‌های هرز برنج در سیستم کشت نشایی

**فرزین پورامیر[۱*]، هدی آبادیان[۲*]، بیژن یعقوبی[۳]**

۱ و ۳- موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران، ۲- معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران.
**(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۴)**

## چکیده

به‌منظور مطالعه کارایی علف‌کش جدید متازوسولفورون در کنترل علف‌های هرز و عملکرد انتخابی آن روی برنج، آزمایش‌های گلدانی و مزرعه‌ای در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال زراعی ۱۳۹۸ اجرا شد. در آزمایش گلدانی، کارایی دز توصیه‌شده متازوسولفورون (۸۳ گرم ماده مؤثره در هکتار) در مقایسه با علف‌کش‌های فلوستوسولفورون، تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، بیس‌پایریباک سدیم، پرتیلاکلر، و تیوبنکارب در کنترل علف‌های هرز بندواش (*Paspalum distichum*)، پیزور (*Bolboschoenus planiculmis*)، سل‌واش (*Monochoria vaginalis*)، گوشاب (*Potamogeton lucens*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) و قاشق‌واش (*Alisma plantago aquatica*) بررسی شد. نتایج نشان داد که متازوسولفورون دارای بیش از ۹۸ درصد کارایی در کنترل تمام علف‌های هرز فوق بود و در مقایسه با دیگر علف‌کش‌های ثبت‌شده دارای کارایی مشابه یا بیشتر می‌باشد. در آزمایش مزرعه‌ای، کارایی تیمارهای صفر، ۴۱، ۸۳، ۱۲۴ و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون در هکتار در مقایسه با پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل، تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، بن‌سولفورون‌متیل، تیوبنکارب، و شاهد وجین دستی مورد بررسی قرار گرفت. دزهای مختلف متازوسولفورون، بجز دز ۴۱ گرم ماده مؤثره در هکتار کارایی مشابهی در کنترل علف‌های هرز مزرعه داشتند. همچنین بیشترین عملکرد شلتوک در هکتار (۴۲۳۶ کیلوگرم) در تیمار پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل مشاهده شدکه اختلاف معنی‌داری با تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل (۴۱۲۱ کیلوگرم)، دز ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون (۴۱۰۳ کیلوگرم) و شاهد وجین دستی (۴۲۹۱ کیلوگرم) نشان نداد. از آنجایی که اختلاف معنی‌داری بین دزهای ۸۳، ۱۲۴، و ۱۶۵ گرم در هکتار ماده مؤثره متازوسولفورون از نظر عملکرد شلتوک مشاهده نشد می‌توان دز ۸۳ گرم در هکتار ماده مؤثره در هکتار را به عنوان بهترین دز مصرفی این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز معرفی کرد.

**واژه‌های کلیدی:** باریک‌برگ، جگن، شالیزار، سولفونیل‌اوره، کنترل شیمیایی.

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

**مقدمه**

برنج نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در تأمین نیاز غذایی مردم ایران دارد. سطح زیر کشت و میزان تولید این محصول در ایران به‌ترتیب حدود ۶۵۱ هزار هکتار و سه میلیون تن می‌باشد که حدود ۷۰ درصد آن به دو استان شمالی گیلان و مازندران تعلق دارد (Ministry of Agriculture-Jahad. 1401). در این مناطق به‌دلیل تک‌کشتی برنج و عدم رعایت تناوب و آیش، جمعیت علف‌های هرز با قدرت رقابت و خسارت بیشتری افزایش یافته است. علاوه بر این، تک‌کشتی برنج در این مناطق منجر به تغییر فلور و افزایش جمعیت چندساله‌هایی مانند بندواش (*Paspalum distichum*)، هزارنی (*Butomus umbellatus*)، پیزور (*Bolboschoenus planiculmis*) و گوشاب (*Potamogeton lucens*) شده است که معمولاً به شرایط غرقاب نیز متحمل هستند. تحقیقات نشان داده است که در صورت عدم کنترل علف‌های هرز، عملکرد برنج از ۳۰ تا ۹۰ درصد کاهش خواهد یافت (Aminpanah & Yaghoubi, 2018; Moslem Sharifi, 2001). در حال حاضر علف‌کش‌ها، اصلی‌ترین عامل برای مدیریت علف‌های هرز هستند که نیاز به نیروی کار و هزینه وجین دستی را حدود ۹۰ درصد کاهش داده‌اند (Nosrati *et al*., 2017). تنوع علف‌های هرز شالیزار که ترکیبی از نازک‌برگ‌ها، پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها می‌باشد، نیاز به مصرف چند علف‌کش و یا یک علف‌کش با دامنه کنترلی گسترده را اجتناب‌ناپذیر کرده است. در گذشته با اختلاط علف‌کش‌های مختلف با طیف وسیعی از علف‌های هرز شالیزار مبارزه می‌شد. در سال‌های اخیر نسل جدیدی از علف‌کش‌ها که به‌طور عمده علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات‌سینتاز (ALS) هستند معرفی شده‌اند که دارای طیف علف‌کشی گسترده‌تر، اثرات سوء زیست‌محیطی کمتر و عملکرد انتخابی بیشتری روی برنج هستند (Owen, 2016). متازوسولفورون (گینگا، WG 33%) علف‌کشی از گروه پیریمیدینیل-کربوکسی از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها می‌باشد که بازدارنده سنتز آنزیم ALS است. مزیت ویژه این علف‌کش کنترل علف‌های هرز مقاوم به دیگر سولفونیل‌اوره‌ها است (Saeki *et al*., 2016). متازوسولفورون برای کنترل یک‌ساله‌ها و چندساله‌ها توصیه شده است. این علف‌کش، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، دو دندان (*Bidens tripartita*)، لودویجیا (*Ludwigia prostrata*)، سل‌واش (*Monochoria vaginalis*)، اویارسلام (*Cyperus serotinus*)، تیرکمان آبی (*Sagittaria trifolia*)، الیوکاریس (*Eleocharis kuroguwai*)، و سیرپوس (*Scirpus juncoides*) را کنترل می‌کند. به‌طور کلی می‌توان گفت سه گروه مهم علف‌های هرز شالیزار یعنی گرامینه‌ها، جگن‌ها و علف‌های هرز پهن‌برگ به این علف‌کش حساس هستند (Saeki *et al*., 2016). نکته قابل توجه این است که

این علف‌کش قادر به کنترل سل‌واش، تیرکمان‌آبی و پیزور مقاوم به دیگر سولفونیل اوره‌ها نیز می‌باشد (Saeki *et al*., 2016). متازوسولفورون فاقد گیاه‌سوزی روی برنج است و تأثیر آن بر محیط زیست بسیار ناچیز می‌باشد (Saeki *et al*., 2016). علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره دارای سازگاری خوبی با برخی دیگر ازعلف‌کش‌ها بوده و در صورت اختلاط موجب افزایش کارایی علف‌کش‌ها و کنترل طیف وسیع‌تری از علف‌های هرز می‌شوند. همچنین برخی محققان گزارش کردند که کاربرد مخلوط علف‌کش‌های آزیم‌سولفورون + فنوکساپروپ یا آزیم‌سولفورون + بیس‌پایریباک سدیم+ فنوکساپروپ در کشت مستقیم برنج سبب کنترل بهتر و مؤثرتر علف‌های هرز و حصول عملکرد بهتری در مقایسه با کاربرد انفرادی این علف‌کش‌ها شد (Mahajan & Chauhan, 2015). اختلاط بن‌سولفورون‌متیل با علف‌کش‌های بوتاکلر، تیوبنکارب، پرتیلاکلر و ...، کنترل همزمان تمام علف‌های هرز شالیزار را فراهم می‌آورد (Yaghoubi *et al*., 2016). در تحقیقی که در آن به گستره علف‌کشی علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره در ترکیب با علف‌کش‌های رایج در کنترل علف‌های هرز برنج در سیستم کاشت مستقیم پرداخته شد، مشخص شد که در بین تیمارهای مورد مطالعه، کاربرد علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل (۶۰ گرم در هکتار) و پیرازوسولفورون اتیل (۲۵ گرم در هکتار) ۲۰ روز پس از کاشت به‌ترتیب با ۹۵ و ۹۳ درصد بیشترین کارایی را در کنترل علف‌های هرز داشته و منجر به حصول بیشترین عملکرد شلتوک شدند (Saha & Rao, 2009). جگن (*Schoenoplectus juncoides* [Roxb.] Palla) یکی از علف‌های هرز بسیار مهم در مزارع شالیزاری ژاپن محسوب می‌شود. این گونه علف‌هرز یک دهه بعد از استفاده گسترده از علف‌کش‌های گروه سولفونیل‌اوره‌ها در مزارع برنج در سال ۱۹۹۷ در ژاپن کشف شد (Kohara *et al*. 1999). یاماتو و همکاران (Yamato *et al*., 2013) بیان داشتند که استفاده گسترده از علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره از قبیل بن‌سولفورون‌متیل، ایمازوسولفورون و پیرازوسولفورون‌اتیل در مزارع شالیزاری ژاپن منجر به ایجاد گونه‌های علف‌هرزی مقاوم به این گروه از علف‌کش‌ها شده است. ایکدا و همکاران (Ikeda *et al*., 2011) بیان داشتند که با استفاده از ترکیب علف‌کشی با واکنش‌های مختلف از ایجاد و گسترش علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها در مزارع ژاپن جلوگیری شده است. در این راستا، با توجه به استفاده گسترده از تعداد معدودی از علف‌کش‌ها در مزارع برنج کشور، بررسی و معرفی علف‌کش‌های جدید در زراعت این محصول، جهت کاستن از نگرانی‌های زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از مصرف یک گروه خاص از علف‌کش‌ها، اجتناب از مقاومت و تغییر فلور علف‌های هرز از طریق افزایش علف‌کش‌هایی با مکانیسم عمل متفاوت ضروری است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی کارایی علف‌کش متازوسولفورن در کنترل علف‌های هرز برنج و مقایسه آن با علف‌کش‌های

رایج می‌باشد تا در صورت کارآمدی بتوان به‌عنوان علف‌کشی جدید در کنار سایر علف‌کش‌ها در زراعت برنج از آن استفاده کرد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق شامل دو آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای بود که در سال زراعی ۱۳۹۸ در دو شهرستان رشت و آمل اجرا شد.

### آزمایش گلدانی

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در نیمه اول تیرماه در فضای باز مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت انجام شد. در این آزمایش، کارایی علف‌کش متازوسولفورون (۸۳ گرم ماده مؤثره در هکتار) و همچنین علف‌کش‌های رایج و یا ثبت‌شده در سال‌های اخیر (جدول ۱) درکنترل شش گونه علف‌هرز غالب شالیزارهای شمال ایران مورد بررسی قرار گرفت. تیمار عدم کاربرد علف‌کش به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. گونه‌های علف‌هرزی مورد بررسی در این آزمایش، سوروف، پیزور، بندواش، سل‌واش، قاشق‌واش و گوشاب بودند.

**جدول ۱- مشخصات و مقدار مصرف تیمارهای علف‌کشی مورد استفاده در آزمایش گلدانی.**

**Table 1. Characteristics of herbicide treatments investigated in the pot experiment.**

| Treatment | Trade name | Formulation | Dosage (g ai.ha$^{-1}$) | Year of registration |
|---|---|---|---|---|
| Triafamone + Ethoxysulfuron | Council | WG 30.6% | 38 | 1396 |
| Metazosulfurone | Ginga | WG 33% | 83 | - |
| Flucetosulfuron | Fluxo | WG 10% | 30 | - |
| Bispyribac sodium | Cleanweed | SC 40% | 40 | 1396 |
| Pretilachlor | Rifit | EC 50% | 875 | 1378 |
| Thiobencarb | Saturn | EC 50% | 2750 | 1353 |

بررسی کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز سل‌واش، سوروف، گوشاب و قاشق‌واش درگلدان‌هایی به قطر ۲۳/۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر و مساحت ۴۳۳/۵ سانتی‌متر مربع و بندواش و پیزور در گلدان‌های بزرگ بیضی‌شکل با قطرکوچک و بزرگ به‌ترتیب ۶۵/۵ و ۹۱ سانتی‌متر، ارتفاع ۳۸ سانتی‌متر و مساحت ۴۶۸۰ سانتی‌متر مربع بررسی شد. ابتدا گلدان‌ها به عمق حدود ۱۵ سانتی‌متر با خاک شالیزاری پر شد و سپس مشابه شالیزار در شرایط غرقاب با بهم‌زدن خاک، آماده کشت بذر یا گیاهچه‌های علف‌های هرز شد. تراکم کشت علف‌های هرز متناسب با اندازه گلدان و فضای مورد نیاز برای رشد علف‌هرز متفاوت بود. تراکم سوروف ۱۵ بذر، گوشاب چهار گیاهچه، قاشق‌واش ۱۰ گیاهچه و سل‌واش و پیزور و بندواش، ۳۰ گیاهچه در گلدان بودند. پس از استقرار گیاهچه‌ها در خاک، تیمارهای آزمایشی مورد نظر (علف‌کش‌های مورد اشاره در جدول ۱) با توجه به مساحت هر گلدان محاسبه و اعمال شدند. چهار هفته پس از اعمال تیمارها، علف‌های هرز هر گلدان برداشت و پس از

۴۸ ساعت خشک‌کردن در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس، وزن شدند.

## آزمایش مزرعه‌ای

این آزمایش در مزارع تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در دو شهرستان رشت و آمل اجرا شد. در این تحقیق، کارایی دزهای مختلف علف‌کش متازوسولفورون در مقایسه با علف‌کش‌های رایج (جدول ۲) مورد بررسی قرار گرفت. آماده‌سازی زمین شامل انجام شخم اول در نیمه اول فروردین، شخم دوم در اواسط اردیبهشت و گل‌خرابی[1] دو روز قبل از نشاکاری بود. به منظور تهیه نشاء، در اواخر فروردین نسبت به احداث خزانه و بذرپاشی شلتوک پیش‌جوانه‌دارشده در زیر پوشش پلاستیکی اقدام شد و گیاهچه‌های برنج در مرحله سه تا چهاربرگی، با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر (۲۵ کپه در متر مربع) به تعداد سه گیاهچه در هر کپه، در کرت‌هایی به ابعاد ۲۵ متر مربع(۵ × ۵ متر) در تاریخ ۲۸ اردیبهشت نشاکاری شدند. رقم برنج مورد استفاده در این تحقیق، هاشمی بود که بیشترین سطح زیر کشت برنج در کشور را دارا می‌باشد.

**جدول ۲- مشخصات تیمارهای علف‌کشی مورد بررسی درآزمایش مزرعه‌ای.**

**Table 2. Characteristics of herbicide treatments investigated in the field experiment.**

| Treatment | Trade name | Formulation | Dosage (g ai.ha$^{-1}$) | Commercial material (g/ha) |
|---|---|---|---|---|
| Bensulfuron methyl | Londax | DF 60% | 36 | 60 |
| Thiobencarb | Saturn | EC 50% | 2750 | 5500 |
| Pretilachlor + Bensulfuron methyl | Rifit + Londax | EC 50% + DF 60% | 875+36 | 1750 + 60 |
| Thiobencarb + Bensulfuron methyl | Saturn + Londax | EC 50% + DF 60% | 2750+36 | 5500 + 60 |
| Triafamone + Ethoxysulfuron | Council | WG 30.6% | 38 | 125 |
| Metazosulfurone-41 | Ginga | WG 33% | 41 | 125 |
| Metazosulfurone-83 | Ginga | | 83 | 250 |
| Metazosulfurone-124 | Ginga | | 124 | 375 |
| Metazosulfurone-165 | Ginga | | 165 | 500 |

زمان مصرف متازوسولفورون پنج روز پس از نشاکاری و دیگر تیمارهای آزمایشی مورد بررسی دو روز پس از نشاکاری در کرت‌های غرقاب بود. در هنگام کاربرد علف‌کش‌ها، ارتفاع آب در هر کرت حدود پنج سانتی‌متر بود. کرت‌ها دارای دریچه ورودی مستقل آب و فاقد خروجی بودند و درصورت پایین‌رفتن سطح آب نسبت به آبیاری به کرت‌ها دارای دریچه ورودی مستقل آب و فاقد خروجی بودند و درصورت پایین‌رفتن سطح آب نسبت به آبیاری اقدام شد و تا دو هفته قبل از برداشت برنج، حالت غرقاب حفظ شد. به‌منظور پاشش یکنواخت در داخل کرت‌ها، ابتدا علف‌کش‌ها در داخل بطری‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و با آب به حجم کامل رسید و پس از حل‌شدن در داخل آب

1. Puddling

با ایجاد سوراخ‌هایی روی درب قوطی به صورت یکنواخت در کرت‌ها پاشیده شدند. برای تأمین نیاز غذایی برنج از کودهای نیتروژنه، پتاسه و فسفاته استفاده شد. کود نیتروژنه از منبع اوره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در سه مرحله شامل؛ ۵۰ درصد همزمان با نشاکاری، ۳۰ درصد در زمان پنجه‌زنی و ۲۰ درصد در زمان ظهور خوشه مصرف شد. کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در دو مرحله شامل؛ ۵۰ درصد در آخرین مرحله آماده‌سازی زمین و ۵۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی اعمال شد. کود فسفاته از منبع سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت یکجا در آخرین مرحله آماده-سازی زمین مصرف شد. به‌منظور کنترل کرم ساقه‌خوار برنج، گرانول‌پاشی حشره‌کش دیازینون ۱۰ درصد به‌مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار طی دو نوبت انجام شد. جهت بررسی روند رشد برنج و وضعیت علف‌های هرز در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمارهای آزمایشی، نمونه‌برداری از سطح یک متر مربع کرت‌های آزمایشی انجام شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه جداسازی و پس از شمارش تعداد گیاهچه‌های برنج، سوروف و پیزور، جهت تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. لازم به یادآوری است که بیش از ۹۵ درصد فلور علف‌های هرز مزارع آزمایشی در هر دو مکان مورد مطالعه متعلق به این دو گونه بودند. عملکرد شلتوک نیز پس از حذف اثر حاشیه و با محاسبه وزن شلتوک (رطوبت ۱۴ درصد) برداشت‌شده از مساحت پنج متر مربع از قسمت دست‌نخورده کرت آزمایشی محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS, Ver. 9.2 و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

## نتایج و بحث

### آزمایش گلدانی

زیست‌توده تمامی علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P \leq 1\%$). دو علف‌کش متازوسولفورن و فلوستوسولفورون علف‌های هرز پیزور، سل‌واش، گوشاب، سوروف و قاشق‌واش را به‌طور کامل کنترل کردند. این در حالی بود که کارایی آنها روی علف‌هرز بندواش در مقایسه با تیمار شاهدعلف‌هرز به‌ترتیب ۹۸ و ۸۲ درصد بود (جدول ۳). کارایی علف‌کش تریافامون + اتوکسی سولفورون روی علف‌های هرز بندواش، سل‌واش، گوشاب و سوروف بالای ۹۴ درصد و کارایی آن روی علف‌های هرز پیزور و قاش‌واش بیش از ۷۴ درصد بود. همچنین پیرازکلر کارایی مطلوبی (بیش از ۹۴ درصد) روی علف‌های هرز سل‌واش، گوشاب و سوروف داشت. کارایی این علف‌کش روی علف‌های هرز بندواش، پیزور و قاش‌واش بین ۷۳ تا ۸۴ درصد بود. کارایی علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب بر سوروف، گوشاب و سل‌واش به‌ترتیب ۱۰۰، صفر و ۱۰ درصد بود؛ این در حالی بود که کارایی آنها بر پیزور و بندواش از ۱۳ تا ۵۲ درصد متغیر بود.

**جدول۳- مقایسه میانگین اثرتیمارهای آزمایشی در کنترل علف‌های هرز برنج در شرایط گلدانی.**

**Table 3. Mean comparison of the effect of experimental treatments on rice weed control in pot conditions.**

| Treatment | Biomass (g.pot$^{-1}$) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***Paspalum distichum*** | ***Bolboschoenus planiculmis*** | ***Monochoria vaginalis*** | ***Potamogeton nodosus*** | ***Echinochloa oryzoides*** | ***Alisma* plantago aquatica*** |
| Control (Weedy) | 82.1 (0)$^{a}$ | 6.30(0)$^{a}$ | 5.20 (0)$^{a}$ | 10.9 (0)$^{a}$ | 21.10(0)$^{a}$ | 14.6 (0)$^{a}$ |
| Metazosulfurone | 1.8 (98)$^{e}$ | 0(100)$^{d}$ | 0 (100)$^{b}$ | 0 (100)$^{b}$ | 0.0(100)$^{b}$ | 0 (100)$^{c}$ |
| Flucetosulfuron | 15 (82)$^{d}$ | 0(100)$^{d}$ | 0(100)$^{b}$ | 0 (100)$^{b}$ | 0.0(100)$^{b}$ | 0 (100)$^{c}$ |
| Ethoxysulfuron + Triafamone | 4.3 (95)$^{e}$ | 1.10(83)$^{c}$ | 0.30 (94)$^{b}$ | 0.50 (95)$^{b}$ | 0.0(100)$^{b}$ | 3.8 (74)$^{b}$ |
| Pirazosulfuron ethyl + Pretilachlor | 21.9 (73)$^{d}$ | 1.40(78)$^{c}$ | 0.30 (94)$^{b}$ | 0.50 (95)$^{b}$ | 0.0(100)$^{b}$ | 2.3 (84)$^{b}$ |
| Pretilachlor | 39.5 (52)$^{c}$ | 5.5(13)$^{ab}$ | 4.70 (10)$^{a}$ | 10.9 (0)$^{a}$ | 0.0(100)$^{b}$ | - |
| Thiobencarb | 65.6 (20)$^{b}$ | 5.10(19)$^{b}$ | 4.70 (10)$^{a}$ | 10.9 (0)$^{a}$ | 0.0(100)$^{b}$ | - |
| LSD (5%) | 9.4 | 0.80 | 0.50 | 0.60 | 1 | 1.5 |

There are two numbers for each column: The first number (outside of parentheses) is the amount of weeds' dry matter per pot, and the second number (inside the parentheses) is the percentage of herbicide efficacy in reducing the weeds' biomass compared with the weedy control.

## آزمایش مزرعه‌ای

در آزمایش مزرعه‌ای با توجه به یکنواختی واریانس (آزمون یکنواختی واریانس بارتلت) و معنی‌دارنشدن دو مکان (نتایج تجزیه مرکب)، داده‌ها با یکدیگر ادغام شده و سپس به صورت تجزیه ساده آنالیز شد. فلور علف‌هرزی مزارع تحقیقاتی مورد بررسی شامل سوروف، پیزور، اویارسلام، قاشق‌واش، سل‌واش، تیرکمان آبی، گوشاب و هزارنی بود. بیش از ۹۵ درصد زیست‌توده علف‌های هرز در این تحقیق مربوط به سوروف و پیزور بود. ازاین‌رو در قسمت نتایج فقط به این دو علف‌هرز اشاره شده است.

## تراکم علف‌های هرز

تراکم علف‌های هرز پیزور و سوروف تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P \leq 5\%$). چهار هفته پس از اعمال تیمار، بیشترین تراکم پیزور با ۵۲۰ گیاهچه در متر مربع در تیمار تیوبنکارب مشاهده شد (جدول ۴) که دلیل آن اختصاصی‌بودن این علف‌کش در کنترل سوروف و کارایی کم آن در کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌های چندساله می‌باشد (Tanentani *et al*., 2013). تراکم این علف‌هرز در دزهای مختلف متازوسولفورون از ۱۴ تا ۳۶ گیاهچه در متر مربع متغیر بود که منجر به کاهش ۹۳ تا ۹۷ درصدی در مقایسه با شاهد بدون کنترل شد. دلیل کارایی خوب سولفونیل‌اوره‌ها، ماندگاری طولانی‌مدت آنها در شالیزار گزارش شده است (Saha & Rao, 2009). این ویژگی برای کنترل علف‌های هرزی که در طول فصل رشد برنج ظاهر می‌شوند مناسب است. در بین سایر تیمارهای مورد مطالعه، تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل و پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل به‌ترتیب با ۳۲ و ۴۸ گیاهچه، کمترین تعداد گیاهچه پیزور را دارا بودند. شش هفته پس از اعمال تیمار، تراکم علف‌هرز پیزور در تیمار شاهد بدون کنترل در مقایسه با هفته چهارم در حدود ۵۲ درصد افزایش یافت و به ۷۵۰ گیاهچه در متر مربع رسید. در این زمان، کمترین تعداد پیزور با چهار گیاهچه در دز۸۳ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون در هکتار مشاهده شد که در مقایسه با شاهد بدون کنترل ۹۹ درصدکاهش نشان داد. اگرچه دزهای دیگر این علف‌کش و همچنین تیمارهای شاهد دو بار وجین دستی، بن‌سولفورون‌متیل و همچنین پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل اختلاف معنی‌داری از این نظر با این دز نداشتند. وجود ۱۸ و ۲۶ گیاهچه این علف‌هرز در تیمار دو بار وجین دستی در هفته‌های چهارم و ششم پس از اعمال تیمارها نشان‌دهنده عدم کارایی ۱۰۰ درصدی وجین دستی در کنترل این علف‌هرز می‌باشد. حضور پیزور در تیمار شاهد وجین دستی بیانگر رویش مجدد پیزور از بانک بذر خاک است (Bhurer *et al*., 2013). چهار هفته پس از اعمال تیمارها بجز از تیمار بن‌سولفورون‌متیل و ۴۱ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون سایر تیمارها دارای کارایی ۱۰۰ درصدی در کنترل علف‌هرز سوروف بودند (جدول ۴). تراکم این علف‌هرز در تیمار شاهد بدون کنترل با گذر زمان از چهار تا شش هفته، از ۳۳۹ به ۲۵۶ گیاهچه در متر مربع کاهش یافت. علف‌کش متازوسولفورون تأثیر قابل توجهی در کنترل سوروف داشت. به‌طوری‌که مقادیر ۱۲۴ و

۱۶۵ گرم ماده مؤثره این علف‌کش در هکتار منجر به حذف کامل و دزهای ۴۱ و ۸۳ گرم نیز منجر به کاهش ۹۱ و ۹۴ درصدی تعداد این علف‌هرز در مقایسه با شاهد بدون کنترل شدند. در هیچ‌کدام از مراحل نمونه‌گیری، علف‌هرز سوروف در تیمار شاهد دو بار وجین دستی مشاهده نشد که این امر نشانگر کارایی بالای این روش در مبارزه با علف‌هرز سوروف می‌باشد. بیشترین تعداد سوروف با ۲۰۲ گیاهچه در تیمار بن‌سولفورون‌متیل مشاهده شد که نشان‌دهنده کارایی ۲۱ درصدی در کنترل این علف‌هرز می‌باشد.

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر تراکم علف‌های هرز پیزور و سوروف در شرایط مزرعه.**

**Table 4. Mean comparison of the effect of experimental treatments on the density of bulrush (*Schoenoplectus planiculmis) and barnyardgrass* (*Echinochloa spp.*) weeds in farm conditions.**

| Treatment | Density (seedling.m$^{-2}$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Schoenoplectus planiculmis* | | *Echinochloa spp.* | |
| | 4 WAT | 6 WAT | 4 WAT | 6 WAT |
| Control (weedy) | 495$^{b}$ | 750$^{b}$ | 339$^{b}$ | 256$^{a}$ |
| Control (hand weeding) | 18$^{gh}$ | 26$^{d}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Bensulfuron methyl | 85$^{e}$ | 23$^{d}$ | 355$^{a}$ | 202$^{b}$ |
| Thiobencarb | 520$^{a}$ | 789$^{a}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Pretilachlor | 468$^{c}$ | 720$^{b}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Pretilachlor + Bensulfuron methyl | 48$^{f}$ | 24$^{d}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Thiobencarb + Bensulfuron methyl | 32$^{fgh}$ | 220$^{c}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Triafamone + Ethoxysulfuron | 141$^{d}$ | 192$^{c}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Metazosulfurone-41 | 36$^{fg}$ | 26$^{d}$ | 69$^{c}$ | 24$^{c}$ |
| Metazosulfurone-83 | 14$^{h}$ | 4$^{d}$ | 0$^{d}$ | 16$^{cd}$ |
| Metazosulfurone-124 | 22$^{gh}$ | 6$^{d}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| Metazosulfurone-165 | 30$^{fgh}$ | 5$^{d}$ | 0$^{d}$ | 0$^{d}$ |
| LSD (5%) | 20 | 37 | 15 | 19 |

Means followed by similar letters in each column are not significantly different according to the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level. WAT: Weeks after treatments.

## زیست‌توده علف‌های هرز

تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری داشتند ($P\leq 5\%$). چهار هفته پس از اعمال تیمار، زیست‌توده پیزور در شاهد بدون کنترل و وجین دستی به‌ترتیب ۹۷ و یک گرم در متر مربع بود (جدول ۵). در بین دزهای مختلف متازوسولفورون اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. زیست‌توده پیزور در بین دزهای مختلف این علف‌کش بین ۱/۵ تا ۳/۸ گرم در متر مربع متغیر بود که نشان‌دهنده کاهش ۹۶ تا ۹۸ درصدی در مقایسه با شاهد بدون کنترل می‌باشد. علف‌کش‌های گروه سولفونیل‌اوره بسیار قوی بوده و در دزهای سه تا ۴۰ گرم در هکتار بسیار مؤثر هستند که این دزها ۱۰ تا

۱۰۰۰ برابر کمتر از علف‌کش‌های رایج می‌باشند (Beyer *et al.*, 1988; Brown, 1990). این علف‌کش‌ها طیف وسیعی از علف‌های هرز باریک-برگ و پهن‌برگ را با مقدار کم (۱۰ تا ۲۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) کنترل می‌کنند (Kuk *et al.*, 2003). بیشترین زیست‌توده پیزور نیز به‌ترتیب با ۱۳۵ و ۱۲۸ گرم در متر مربع در تیمارهای آزمایشی تیوبنکارب و پرتیلاکلر مشاهده شد. تا شش هفته پس از اعمال تیمار، زیست‌توده پیزور در تیمار شاهد بدون کنترل ۱۵۲ درصد افزایش یافت. در این تاریخ دزهای مختلف متازوسولفورون همچنان کارایی بالا (بیش از ۹۸ درصد) خود را در کاهش زیست‌توده پیزور حفظ کردند. چهار هفته پس از اعمال تیمارها، علف‌کشبن‌سولفورون‌متیل هیچ‌گونه تأثیری بر کاهش زیست‌توده سوروف نداشت. دو علف‌کش تیوبنکارب و دز ۴۱ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون دارای کارایی ۸۸ تا ۹۷ درصدی در کنترل این علف‌هرز بودند. این در حالی بود که سایر تیمارها دارای کارایی ۱۰۰ درصدی از این نظر بودند. شش هفته پس از اعمال تیمارها زیست‌توده سوروف در تیمار بن‌سولفورون‌متیل بیشتر از شاهد بدون کنترل بود. بجز دزهای ۴۱ و ۸۳ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون، سایر دزها دارای کارایی ۱۰۰ درصد در کاهش زیست‌توده سوروف بودند.

**جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر زیست‌توده علف‌های هرز پیزور و سوروف در شرایط مزرعه**

**Table 5. Mean comparison of the effect of experimental treatments on the biomass of bulrush (*Schoenoplectus planiculmis) and barnyardgrass* (*Echinochloa spp.*) weeds in farm conditions.**

| Treatment | Biomass ($g.m^{-2}$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Schoenoplectus planiculmis* | | *Echinochloa spp.* | |
| | 4 WAT | 6 WAT | 4 WAT | 6 WAT |
| Control (weedy) | $97^{c}$ | $244^{a}$ | $33^{a}$ | $54^{b}$ |
| Control (hand weeding) | $1.0^{e}$ | $0.3^{e}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Bensulfuron methyl | $2.2^{e}$ | $4.4^{de}$ | $32^{a}$ | $68^{a}$ |
| Thiobencarb | $135^{a}$ | $220^{b}$ | $1^{c}$ | $0^{d}$ |
| Pretilachlor | $128^{b}$ | $226^{ab}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Pretilachlor + Bensulfuron methyl | $3.1^{e}$ | $4.3^{de}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Thiobencarb + Bensulfuron methyl | $3.8^{e}$ | $47^{c}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Triafamone + ethoxysulfuron | $14^{d}$ | $26^{cd}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Metazosulfurone-41 | $2.8^{e}$ | $4.3^{de}$ | $3.8^{b}$ | $1.4^{cd}$ |
| Metazosulfurone-83 | $2.1^{e}$ | $0.6^{e}$ | $0^{c}$ | $3.1^{c}$ |
| Metazosulfurone-124 | $3.8^{e}$ | $1.4^{e}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| Metazosulfurone-165 | $1.5^{e}$ | $0.3^{e}$ | $0^{c}$ | $0^{d}$ |
| LSD (5%) | 6.7 | 23 | 2.2 | 2.2 |

Means followed by the similar letters in each column are not significantly different according to the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level. WAT: Week after treatment.

## تعداد پنجه و زیست‌توده برنج

تولید پنجه در گیاه برنج تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار داشت ($P\leq 5\%$). در هفته چهارم پس از اعمال تیمار، شاهد وجین دستی ۶۳ درصد پنجه بیشتری در مقایسه با شاهد بدون کنترل داشت (جدول ۶). دزهای ۱۲۴ و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون به‌ترتیب با ۳۱۵ و ۳۳۳ پنجه، بیشترین تعداد این صفت را دارا بودند که در مقایسه با شاهد بدون کنترل ۷۸ و ۸۸ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۶). این در حالی بود که کمترین تعداد پنجه در تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب با ۱۵۰ و ۲۱۶ پنجه در متر مربع در تیمارهای بن‌سولفورون‌متیل و پرتیلاکلر مشاهده شد. شش هفته پس از اعمال علف‌کش‌ها، بن‌سولفورون‌متیل با ۱۵۶ و دز۸۳ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون با ۳۴۴ پنجه، به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد پنجه در متر مربع بودند. در زمان برداشت، علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل با ۱۶۰ پنجه در متر مربع دارای کمترین تعداد و فاقد تفاوت آماری با شاهد بدون کنترل (۱۶۸ پنجه در متر مربع) بود. بیشترین تعداد پنجه (۳۵۸ پنجه در متر مربع) مربوط به علف‌کش تریافامون + اتوکسی‌سولفورون بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل و شاهد وجین دستی نشان نداد. دزهای ۸۳ و ۱۲۴ گرم ماده مؤثرهمتازوسولفورون به‌ترتیب با ۲۹۲ و ۳۰۴ پنجه در متر مربع، اختلاف معنی‌داری با شاهد دوبار وجین دستی نداشتند.

چهار هفته پس از مصرف علف‌کش‌ها، بیشترین زیست‌توده برنج (۱۰۱ گرم در متر مربع) در دز ۱۲۴ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون ثبت شد که ۲۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد وجین دستی و دارای اختلاف آماری با تمام تیمارهای دیگر بررسی بود. دیگر تیمارهای مورد بررسی دارای زیست‌توده کمتری نسبت به وجین دستی بودند، اگر چه از نظر آماری پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل و دزهای مختلف علف‌کش متازوسولفورون فاقد اختلاف آماری با شاهد وجین‌دستی بودند. کاهش شدید زیست‌توده در دو تیمار علف‌کشی بن‌سولفورون‌متیل و تیوبنکارب (به‌ترتیب ۶۰ و ۴۴ درصد) نسبت به شاهد وجین دستی بیانگر عدم کارایی این دو علف‌کش به‌ترتیب در کنترل سوروف و پیزور است. شش هفته پس از اعمال تیمارها، بیشترین کاه وکلش برنج به‌ترتیب با ۳۲۵، ۲۸۵ و ۲۸۱ گرم در متر مربع در دزهای ۸۳ و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون و شاهد وجین دستی مشاهده شد که در مقایسه با شاهد بدون کنترل با ۷۷ گرم در متر مربع، به‌ترتیب ۳۲۲، ۲۷۰ و ۲۶۵ درصد افزایش داشتند. در مرحله برداشت بیشترین مقدار کاه وکلش به‌ترتیب با ۴۳۲۰ و ۴۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل و تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ثبت شد. بین دزهای مختلف علف‌کش متازوسولفورون اختلاف آماری معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد.

**جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد پنجه و زیست‌توده برنج در شرایط مزرعه.**

**Table 6. Mean comparison of the effect of experimental treatments on the number of tillers and biomass of rice under farm conditions.**

| Treatment | Tiller (number.m$^{-2}$) | | | Rice straw (g.m$^{-2}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 WAT | 6 WAT | 12 WAT | 4 WAT | 6 WAT | 12 WAT |
| Control (weedy) | 177$^{g}$ | 219$^{ef}$ | 168$^{h}$ | 19$^{g}$ | 77$^{h}$ | 126$^{f}$ |
| Control (hand weeding) | 288$^{c}$ | 329$^{a}$ | 305$^{bcd}$ | 84$^{b}$ | 281$^{bc}$ | 438$^{a}$ |
| Bensulfuron methyl | 150$^{h}$ | 156$^{g}$ | 160$^{h}$ | 34$^{f}$ | 114$^{g}$ | 212$^{e}$ |
| Thiobencarb | 208$^{f}$ | 228$^{e}$ | 231$^{g}$ | 47$^{e}$ | 162$^{f}$ | 296$^{d}$ |
| Pretilachlor | 216$^{f}$ | 265$^{cd}$ | 287$^{de}$ | 51$^{e}$ | 179$^{f}$ | 318$^{d}$ |
| Pretilachlor + Bensulfuron methyl | 294$^{c}$ | 263$^{cd}$ | 308$^{bc}$ | 82$^{bc}$ | 222$^{e}$ | 432$^{a}$ |
| Thiobencarb + Bensulfuron methyl | 279$^{cd}$ | 291$^{b}$ | 315$^{b}$ | 73$^{d}$ | 238$^{de}$ | 425$^{a}$ |
| Triafamone + Ethoxysulfuron | 267$^{d}$ | 200$^{f}$ | 358$^{a}$ | 72$^{d}$ | 254$^{cd}$ | 359$^{c}$ |
| Metazosulfurone-41 | 269$^{d}$ | 254$^{d}$ | 278$^{ef}$ | 77$^{cd}$ | 239$^{de}$ | 342$^{c}$ |
| Metazosulfurone-83 | 247$^{e}$ | 344$^{a}$ | 292$^{cde}$ | 75$^{d}$ | 325$^{a}$ | 385$^{b}$ |
| Metazosulfurone-124 | 315$^{b}$ | 281$^{bc}$ | 304$^{bcd}$ | 101$^{a}$ | 231$^{de}$ | 396$^{b}$ |
| Metazosulfurone-165 | 333$^{a}$ | 296$^{b}$ | 262$^{f}$ | 75$^{d}$ | 285$^{b}$ | 384$^{b}$ |
| LSD (5%) | 16 | 20 | 19 | 5.1 | 28 | 23 |

Means followed by the similar letters in each column are not significantly different according to the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level. WAT: Week after treatment.

## عملکرد دانه برنج

اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه برنج معنی‌دار بود ($P \leq 5\%$). عدم کنترل علف‌های هرز در تیمار شاهد بدون کنترل منجر به کاهش ۷۶ درصدی عملکرد شلتوک در مقایسه با تیمار دو بار وجین دستی شد (جدول ۷). بیشترین عملکرد شلتوک با ۴۲۹۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد وجین دستی مشاهده شد، اگرچه از این نظر اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمارهای آزمایشی پرتیلاکلر+ بن‌سولفورون‌متیل، تیوبنکارب+ بن‌سولفورون‌متیل و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورن به‌ترتیب با ۴۲۳۶، ۴۱۲۱ و ۴۱۰۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد (جدول ۷). تیمارهای علف‌کشی ذکر شده، بیش از ۷۰ درصد عملکرد بیشتری نسبت به شاهد علف‌هرز داشتند که به کارایی بیشتر این علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز و کاهش رقابت نسبت داده شد (Jabran *et al*., 2012). در بین دزهای مختلف متازوسولفورون ۴۱ گرم ماده مؤثره، کمترین و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره، بیشترین عملکرد شلتوک را دارا بودند. این در حالی بود که بین دزهای ۸۳، ۱۲۴ و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. کمترین عملکرد شلتوک ۱۷۰۵ و ۲۳۰۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب به تیمارهای بن‌سولفورون متیل و تیوبنکارب اختصاص یافت.

بررسی ضرایب همبستگی بین عملکرد شلتوک و زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز شش هفته پس از اعمال تیمارها نشان داد که همبستگی منفی قوی بین عملکرد شلتوک و تراکم پیزور و سوروف (به‌ترتیب با $r=-۰/۶۷^{**}$ و $r=-۰/۶۹^{**}$) و همچنین عملکرد شلتوک با زیست‌توده این دو علف هرز (به‌ترتیب با $r=-۰/۸۰^{**}$ و $r=-۰/۷۸^{**}$) وجود دارد (جدول ۸) که این امر نشان‌دهنده این است که با افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری از عملکرد شلتوک کاسته خواهد شد. همبستگی منفی بین عملکرد شلتوک و زیست‌توده علف‌های هرز توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Aminpanah *et al*., 2014; Kumar *et al*., 2013).

**جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد شلتوک در شرایط مزرعه.**

**Table 7. Mean comparison of the effect of experimental treatments on the paddy yield under farm conditions.**

| Treatment | Paddy yield (kg/ha) |
|---|---|
| Control (weedy) | 1100$^{h}$ |
| Control (hand weeding) | 4291$^{a}$ |
| Bensulfuron methyl | 1705$^{g}$ |
| Thiobencarb | 2307$^{f}$ |
| Pretilachlor | 2653$^{e}$ |
| Pretilachlor + Bensulfuron methyl | 4236$^{a}$ |
| Thiobencarb + Bensulfuron methyl | 4121$^{ab}$ |
| Triafamone + ethoxysulfuron | 3408$^{d}$ |
| Metazosulfurone-41 | 3702$^{cd}$ |
| Metazosulfurone-83 | 3906$^{bc}$ |
| Metazosulfurone-124 | 3904$^{bc}$ |
| Metazosulfurone-165 | 4103$^{ab}$ |
| LSD (5%) | 328 |

Means followed by the similar letters in each column are not significantly different according to the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level. WAT: Week after treatment.

**جدول ۸- ضرایب همبستگی بین عملکرد شلتوک و تراکم و زیست توده علف‌های هرز شش هفته پس از اعمال تیمارها.**

**Table 8. Correlation coefficients of paddy yield and the density and biomass of weeds six weeks after applying the treatments.**

| | | *Schoenoplectus planiculmis* | | *Echinochloa spp* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Paddy yield (X1) | Density (X2) | Biomass (X3) | Density (X4) | Biomass (X5) |
| X1 | 1 | | | | |
| X2 | -0.67 ** | 1 | | | |
| X3 | -0.80 ** | 0.25 ns | 1 | | |
| X4 | -0.69 ** | 0.98 ** | 0.31 ns | 1 | |
| X5 | -0.78 ** | 0.15 ns | 0.95 ** | 0.19 ns | 1 |

ns و**: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد.

ns and ** indicate non-significant and significant at the 1% probability levels, respectively.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که علف‌کش متازوسولفورون بهترین کارایی را در کنترل تمامی علف‌های هرز مورد مطالعه شامل قاش‌واش، سوروف، گوشاب، سل‌واش، پیزور و بندواش داشت. در بین علف‌کش‌های مورد مطالعه، تنها علف‌کشی که طیف علف‌کشی مشابه متازوسولفورون داشت، فلوستوسولفورون بود. سایر علف‌کش‌ها هر کدام در کنترل یک یا چند علف‌هرز موفق بودند و دارای طیف علف‌کشی گسترده نبودند. دزهای مختلف علف‌کش متازوسولفورون بجز دز ۴۱ گرم در هکتار ماده مؤثره کارایی مشابهی در کنترل علف‌های هرز مزرعه داشتند. ازآنجایی‌که اختلاف معنی‌داری بین دزهای ۸۳، ۱۲۴ و ۱۶۵ گرم ماده مؤثره متازوسولفورون از نظر عملکرد شلتوک مشاهده نشد می‌توان دز ۸۳ گرم را به عنوان بهترین دز مصرفی این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز معرفی کرد.

## منابع


Aminpanah, A. and Yaghoubi, B. 2018. Efficacy of some herbicide for bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.)) palla control in paddy fields of Northern Iran. Iran. J. Plant Prot. Res. 2(40): 245-255.

Aminpanah, H. Sharifi, P. Mohaddesi, A. Abbasian, A. and Javadi, M. 2014. Rice grain yield and weed growth as affected by plant density and pretilachlor rate. Agri. Sci. 97(3): 266-272.

Beyer, E. Duffy, M. Hay, J. and Meter, D. 1987. Sulfonylurea herbicides in "herbicides: Chemistry, degradation and mode of action"(PC Keamey and DD Kaufman, Eds.), Vol. 3. In: Dekker, New York.

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

Bhurer, K.P. Yadav, D.N. Ladha, J.K. Thapa, R.B. and Pandey, K.R. 2013. Efficacy of various herbicides to control weeds in dry direct seeded rice (*Oryza sativa* L.). Global. J. Biol, Agri and Health Sci. 2(4): 205-212.

Ikeda, H. Yamato, S. Kajiwara, Y. Nishiyama, T. Tabuchi, T. and Tanaka, Y. 2011. Evaluation of novel sulfonylurea derivatives with a fusedheterocyclic moiety as paddy herbicides that control sulfonylurea-resistant weeds. Weed Biol. and Manage. 11(3): 167-174.

Jabran, K. Farooq, M. Hussain, M. Ehsanullah, M.B. Shahid, M. and Lee, D.J. 2012c. Return of direct seeded rice. Int.J. Agri and Biol. 14: 901-907.

Kohara, H. Konno, K. and Takekawa, M. 1999. Occurrence of sulfonylurea-resistant biotypes of *Scirpus juncoides* Roxb. var. ohwianus T. Koyama in paddy fields of Hokkaido Prefecture, Japan. J. WeedSci. 44: 228-235.

Kuk, Y.I. Jung, H.I. Do Kwon, O. Burgos, N.R. and Guh, J.O. 2003. Rapid diagnosis of resistance to sulfonylurea herbicides in monochoria (*Monochoria vaginalis*). Weed Sci. 51(3): 305-311.

Kumar, S. Rana, S.S. Navell, C. and Ramesh. 2013. Mixed weed flora management by bispyribac-sodium in transplanted rice. India. J. Weed Sci. 45(3): 151–155.

Mahajan, G. and Chauhan, B. 2015. Weed control in dry direct-seeded rice using tank mixtures of herbicides in South Asia. Crop Prot. 72: 90-96.

Moslem Sharifi, M. 2001. A practical guide of weeds in rice fields of Iran. Technical Publications of Promotion Deputy. 114 p.

Saha, S. and Rao, K.S. 2009. ORYZA-An Int. J. Rice. 46(2): 116-119.

Saeki, M. Yano, T. Nakaya, Y. and Yoshitake, T. 2016. Development of a novel herbicide, metazosulfuron. Pestic Sci. 41(3): 102–106.

Tanetani, Y. Kaku, K. Ikeda, M. and Shimizu, T. 2013. Action mechanism of a herbicide, thiobencarb. PesticScie. 38(1): 39-43.

Owen, M. 2016. Diverse approaches to herbicide-resistant weed management. Weed Sci. 64: 570-584.

Ministry of Agriculture-Jahad. 1401. Statistics of crops, first volume, pp. 93.

Nosratti, I. Sabeti, P. Chaghamirzaee, G. and Heidari, H. 2017. Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. Crop Prot. 29(11): 1223-1231.

Yaghoubi1, B. Yasami, A. and Aminpanah, H. 2016. Residual phytotoxic effect of some paddy herbicides on the growth of cress and lettuce. Iran. J. Prot. Sci. 47(1): 83-91.

Yamato, S. Sada, Y. and Ikeda, H. 2013. Characterization of acetolactatesynthase from sulfonylurea herbicide-resistant *Schoenoplectus juncoides*.Weed Biol. and Manage. 13(3): 104-113.