نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۵۵-۲۴۵

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 2, Summer 2018, P. 245-255

کارایی برخی از علف‌کش‌ها در کنترل پیزور (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) در مزارع برنج شمال ایران

هاشم امین پناه*[۱]- بیژن یعقوبی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

پیزور علف‌هرزی چند ساله و مقاوم به غرقاب از خانواده اویارسلام است که در سال‌های اخیر جمعیت آن در مزارع برنج شمال کشور رو به افزایش است. به‌منظور کنترل شیمیایی پیزور در برنج، آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال متوالی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا شد. در سال اول، کارایی علف‌کش‌های رایج مزارع برنج شامل پرتیلاکلر، بوتاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، اکسادیارژیل و تیوبنکارب در کنترل پیزور مطالعه شد. بر مبنای نتایج سال اول، کارایی برخی علف‌کش‌های انتخابی و جدید از گروه سولفونیل اوره ها (ALS ها) مزارع برنج از جمله فلوستوسولفورون، پنوکسولام، مت‌سولفورون‌متیل و نیز علف‌کش پیرازولیت از خانواده پیرازول‌ها در مقایسه با بن‌سولفورون‌متیل در سال دوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج سال اول نشان داد که حداقل زیست‌توده پیزور در کرت‌های تیمار شده با بن‌سولفورون‌متیل (۱/۵ گرم بر متر مربع) و پرتیلاکلر (۱۰/۶ گرم بر متر مربع) در شش هفته پس از نشاکاری مشاهده شد، درحالی‌که سایر علف‌کش‌ها کارایی مطلوبی در کنترل پیزور نداشتند. نتایج آزمایش سال دوم مشابه نتایج آزمایش اول، یعنی کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون‌متیل (≥۹۷٪) در کنترل پیزور بود. بعلاوه، نتایج نشان داد که کاربرد فلوستوسولفورون و پیرازولیت سبب کاهش معنی‌دار زیست‌توده پیزور (≥۹۱٪) در مقایسه با شاهد عدم کنترل گردید، درحالی‌که علف‌کش‌های پنوکسولام و مت‌سولفورون تأثیر بسیار کمی در کاهش زیست‌توده پیزور (≤۴۹٪) داشتند. با توجه به مکانیزم عمل متفاوت علف‌کش‌های جدید و سازگاری آنها با برنج، کاربرد آنها در تناوب با علف‌کش‌های موجود برای کنترل شیمیایی پیزور و اجتناب از مقاومت در صورت ثبت در کشور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنج، علف‌هرز، کاهش عملکرد، کنترل شیمیایی

مقدمه

علف‌های‌هرز یکی از عوامل اصلی کاهش دهنده عملکرد محصولات زراعی از جمله برنج محسوب می‌شوند. میزان خسارت علف‌های‌هرز در مزارع برنج در صورت عدم کنترل، از ۳۶ تا ۵۶ درصد در فیلیپین (۲۵)، ۴۰ تا ۱۰۰ درصد در کره جنوبی (۱۵)، ۳۰ تا ۴۰ درصد در بنگلادش (۲۰) و تا ۷۹ درصد در ایران (۱۷) گزارش شده است. بیش از ۲۵ گونه علف‌هرز، که عمدتاً از گندمیان و جگن‌ها و شبه‌پهن‌برگ‌ها هستند، در مزارع برنج ایران گزارش شده است (۲۱). پیزور[۳] (پیزور دریایی یا سیرپوس) علف‌هرزی چند ساله، رطوبت‌پسند از خانوده اویارسلام[۴] و مقاوم به غرقاب است که پس از سوروف مهمترین علف‌هرز مزارع برنج شمال کشور محسوب می‌شود (۳۷). پیزور به علت سرعت رشد زیاد از توانایی بالایی در رقابت با برنج برخوردار است و تعداد زیادی غده تولید می‌کند. این علف‌هرز در مزارع ماندابی ظهور پیدا می‌کند و دارای قدرت جذب سریع عناصر غذایی می‌باشد. مهمترین روش‌های تکثیر این علف‌هرز به‌ترتیب از طریق غده، استولون و بذر است. جهت جلوگیری از خسارت اقتصادی پیزور، لازم است که مزرعه برنج تا چهار هفته عاری از این علف‌هرز باشد (۲). گزارش شده است که در صورت رقابت پیزور با برنج در تمام فصل رویش، عملکرد محصول ۱۰۰-۶۰ درصد کاهش یافت (۲). مامون و همکاران نیز (۱۹) گزارش کردند که عملکرد دانه برنج در اثر رقابت با علف‌های‌هرز تا ۵۰ درصد کاهش یافت.

مدیریت مبتنی بر کنترل سوروف در مزارع برنج شمال کشور (زمان پادلینگ، غرقاب، نوع علف‌کش‌های مصرفی، زمان مصرف علف‌کش و زمان وجین‌دستی)، شرایط اقلیمی شمال کشور و وجود

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: aminpanah@iaurasht.ac.ir)
۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.57583

3- *Bolboschoenus maritimus* (L.) Lye. syn. *Scirpus maritimus* L

4- Cyperaceae

بارندگی‌های سیلابی در نیمه دوم سال که بعلت پست و آبگیر بودن مزارع برنج منجر به ایجاد شرایط با تلاقی در این مزارع می‌شود، سبب شده است که در سالیان اخیر تراکم علف‌های‌هرز مقاوم به غرقاب از جمله پیزور به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کند (۱۷). بنابراین تشدید شرایط غرقابی تقریبا در کلیه فصول سال در مزارع برنج موجب گسترش علف‌هرز پیزور به درون مزارع می شود (۱۸). در ضمن، بر خلاف علف‌های‌هرز یک‌ساله خانواده جگن مانند اویارسلام بذری[1] که به گراس‌کش‌های مزارع برنج حساس هستند، علف‌های‌هرز چند ساله این خانواده مانند پیزور فقط به برخی از گراس‌کش‌ها (پرتیلاکلر و اکسادیارژیل) حساسیت نسبی دارند (۲)، و برخی گراس‌کش‌های دیگر همانند تیوبنکارب سبب تحریک جوانه‌زنی و رشد غده‌های پیزور می‌شوند (۱۰)، که این عوامل نیز می‌توانند بر گسترش پیزور تأثیرگذار باشند. همچنین، جوانه‌زنی دیرهنگام علف‌های‌هرز چند ساله ریزوم‌دار سبب افزایش احتمال فرار آنها از عملیات مدیریتی نظیر شخم، تسطیح و ماله‌کشی، غرقاب و علف‌کش در مقایسه با علف‌های‌هرز یکساله بذری می‌گردد (۳۷). ضمن این‌که کارایی وجین‌دستی در کنترل پیزور به‌دلیل قرار گرفتن اندام‌های رویشی آن در عمق‌های پایین‌تر، کم می‌باشد (۲۹).

اگرچه در سال‌های اخیر مصرف علف‌کش‌ها به دلیل مخاطرات زیست‌محیطی و افزایش بروز مقاومت در علف‌های‌هرز نگرانی‌های جدّی بوجود آورده است، اما عملکرد انتخابی خوب علف‌کش‌ها در برنج، کارایی مطلوب آنها در کنترل علف‌های‌هرز، کمبود و گرانی کارگر جهت وجین دستی علف‌های‌هرز در مزارع برنج و کاهش هزینه‌های تولید در مقایسه با وجین دستی سبب شده است که اساس مدیریت علف‌های‌هرز مزارع برنج همچنان بر کنترل شیمیایی استوار باشد. گزارش شده است که در حال حاضر حدود ۹۹ درصد برنجکاران حداقل از یک علف‌کش جهت کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز در مزارع برنج بهره می‌جویند (۳۷). در طی چهار دهه گذشته، ۱۴ علف‌کش شامل "باریک‌برگ‌کش‌ها"، "پهن‌برگ‌کش‌ها و جگن‌کش‌ها" و علف‌کش‌های دومنظوره جهت کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز مزارع برنج به ثبت رسیده‌اند (۳۷). بااین‌حال، بوتاکلر، پرتیلاکلر، تیوبنکارب، اکسادیارژیل و بن‌سولفورون‌متیل از مهم‌ترین علف‌کش‌های ثبت شده مزارع برنج کشور در دو دهه اخیر بودند که در سال‌های اخیر بیش از ۹۰ درصد علف‌کش‌های مزارع برنج به بوتاکلر (یا پرتیلاکلر) و بن‌سولفورون‌متیل منحصر شده است (۳۷).

بن‌سولفورون‌متیل[2] یک علف‌کش انتخابی از گروه سولفونیل‌اوره (بازدارنده سنتز آنزیم ALS) جهت کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها در مزارع برنج است (۲۴). بن‌سولفورون‌متیل دارای تأثیر نسبی در کنترل سوروف و کارایی بسیار خوب در کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌های مزارع برنج است. با این حال، مصرف مداوم این علف‌کش در مزارع برنج سبب بروز مقاومت در علف‌های‌هرز به آن گردیده است (۱۲). مت‌سولفورون‌متیل[3] از علف‌کش‌های نسبتاً قدیمی برنج در دنیا از این گروه است که در ایران ثبت نشده است. فلوستوسولفورون[4] هم علف‌کش دیگری از این گروه است که در سال ۲۰۰۳ معرفی شد (۳)، که جهت کنترل پهن‌برگ‌ها، برخی گراس‌ها و جگن‌ها در مزارع برنج و سایر غلات بکار می‌رود (۱۳). از مهم‌ترین مشخصات علف‌کش‌های این گروه کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز با مصرف مقادیر بسیار کم، خاصیت انتخابی بالا و سمیّت بسیار کم آن برای حیوانات و انسان می‌باشد (۲۷).

تیوبنکارب[5] علف‌کشی سیستمیک و پیش‌رویشی از گروه تیوکاربامات‌ها است. این علف‌کش توسط ریشه و ساقه گیاهچه‌های هرز حساس جذب و مانع رشد و تقسیم سلولی در مریستم اندام‌های هوایی می‌شود. مصرف این علف‌کش در شرایط غیرغرقاب و یا قبل از نشاکاری سبب ایجاد گیاه‌سوزی و اختلالات فیزیولوژیک در برنج و در نهایت سبب کاهش شدید عملکرد گردید (۹). در حال حاضر مشکل کوتولگی بوته‌های برنج به این علف‌کش نسبت داده شده و این گزارشات کاهش شدید مصرف آن را به‌دنبال داشته است (۳۸). اکسادیارژیل[6] علف‌کش پیش‌رویشی از خانواده اکسادیازول‌ها است که جهت کنترل پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها در مزارع برنج مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸).

بوتاکلر[7] و پرتیلاکلر[8] علف‌کش‌هایی از گروه استانیلیدها هستند که عمدتاً جهت کنترل سوروف در مزارع برنج مورد استفاده قرار می‌گیرند، اگرچه این علف‌کش‌ها و بویژه پرتیلاکلر کارایی نسبی بر کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها نیز دارند. امروزه نگرانی‌های متعدد زیست‌محیطی ناشی از مصرف کلرواستامیدها سبب شده است که مصرف این علف‌کش در برخی کشورهای تولید کننده برنج دنیا با محدودیت جدّی مواجه شود، به‌طوری‌که در حال حاضر کمتر از ۵ درصد مزارع برنج ژاپن با این علف‌کش تیمار می‌شوند. همچنین در

1- *Cyperus difformis* L.

2- 2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-carbamoylsulfamoyl)-o-toluic acid methyl ester

3- 2-[(4-methoxy -6- methyl-1,3,5-triazin-2-yl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] benzoicacid

4- 1-[3-[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl]-2-pyridinyl]-2-fluoropropyl methoxyacetate

5- S-[(4-chlorophenyl)methyl]diethylcarbamothioate

6- 3-[2,4-dichloro-5-(2-propynyloxy)phenyl]-5-(1,1-dimethylethyl)-1,3,4-oxadiazol-2(3H)-one

7- N-(butoxymethyl)-2-chloro-N-(2,6-diethylphenyl)acetamide

8 - 2-Chloro-N-2',6'-diethylphenyl-N-(2-propoxyethyl)acetanilide

حال حاضر مصرف این علف‌کش در ایالات متحده آمریکا ممنوع است (۲۲). این عوامل سبب شده است که معرفی علف‌کش‌های جدید با مکانیسم عمل متنوع و سازگار با محیط‌زیست در مزارع برنج کشور ضروری به‌نظر برسد.

پنوکسولام[1] علف‌کش انتخابی مزارع برنج است (۱۶) که کارایی خوبی بر سوروف، جگن‌های یک‌ساله و برخی پهن‌برگ‌ها دارد (۵). این علف‌کش از خانواده تریازولوپیریمیدین سولفونامید و بازدارنده سنتز اسیدهای آمینه است (۲۶). پیرازولیت[2] علف‌کشی از خانواده پیرازول‌ها است که برای کنترل گراس‌ها، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها در مزارع برنج استفاده می‌شود (۳۲). این علف‌کش از سنتز کارتنوئیدها در گیاهان حساس جلوگیری می‌کند (۳۴).

با توجه به اهمیت پیزور به عنوان یکی از علف‌های‌هرز مهم مزارع برنج و افزایش آلودگی مزارع برنج شمال کشور به این علف‌هرز در سال‌های اخیر و نیز تحمل این علف‌هرز به شرایط غرقاب و هزینه‌بر بودن وجین‌دستی در کنترل آن، ثبت علف‌کش‌های جدید و مناسب جهت کنترل آن ضروری است. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش، بررسی کارایی علف‌کش‌های رایج مزارع برنج و نیز برخی از علف‌کش‌های جدید که ممکن است در آینده نزدیک در ایران به ثبت برسند، جهت کنترل شیمیایی پیزور بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت با طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی در قالب دو آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. قبل از انجام آزمایش از خاک مزرعه آزمایشی نمونه‌برداری صورت گرفت که نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است.

عملیات آماده‌سازی زمین اصلی شامل شخم زمستانه در اواسط دی ماه، شخم دوم در فصل بهار، گلخرابی و تسطیح کرت‌ها بود. در هر دو آزمایش، خزانه برنج در تاریخ ۲۸ فروردین احداث و گیاهچه‌های رقم هاشمی در تاریخ دوم خرداد به زمین اصلی منتقل و به تعداد سه گیاهچه در هر کپه در کرت‌هایی به ابعاد ۶ × ۳ متر و با فاصله کاشت ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متر بصورت دستی نشاء گردیدند. رقم هاشمی یک رقم بومی است که عملکرد کمتری در مقایسه با ارقام اصلاح شده تولید می‌کند و در ضمن از دوره رشد کوتاهتری نیز برخوردار است. کاربرد علف‌کش‌های مورد بررسی بر طبق دستورالعمل مربوطه صورت گرفت. بدین صورت که در ابتدا اطراف هر کرت پشته‌بندی صورت گرفت و پشته‌ها به دقت با پوشش پلاستیکی مخصوص به عمق حدود ۲۰ سانتی‌متر پوشانده شدند تا از نشر و خروج آب هر کرت به کرت‌های مجاور و نیز جوی‌های زهکشی جلوگیری شود. سپس ارتفاع آب در هر کرت به میزان ۵ الی ۷ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد و پنج روز پس از نشاکاری علف‌کش‌های مورد بررسی به طور یکنواخت و به میزان مورد نظر در هر کرت به روش قطره‌پاشی پخش گردیدند. ارتفاع آب در کلیه کرت‌ها در طول دوره رشد برنج در حدود ۵–۷ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد. دو هفته قبل از رسیدگی محصول نسبت به قطع آبیاری کرت‌ها اقدام گردید. میزان کود مورد استفاده در زمین اصلی ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که۵۰ درصد در زمان نشاکاری و ۵۰ درصد بقیه در زمان تشکیل اولین جوانه پانیکول در غلاف به خاک داده شد. همچنین در مرحله نشاکاری، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم در هکتار به خاک اضافه شد. جهت مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج، از حشره‌کش دیازینون (دیازینون آریا، فرمولاسیون گرانول ۱۰ درصد، شرکت آریاشیمی) به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. وجین‌دستی کلیه علف‌های‌هرز بجز پیزور در ۳ و ۵ هفته پس از نشاکاری صورت گرفت.

تیمارهای آزمایش اول (سال ۱۳۹۲) شامل مصرف علف‌کش‌های رایج مزارع برنج به میزان توصیه شده در کنترل پیزور بود که جزئیات آن در جدول ۲ آمده است. در ضمن، در هر تکرار یک کرت شاهد تمام وجین و یک کرت شاهد تمام تداخل به تیمارهای آزمایشی اضافه شد.

در آزمایش دوم (سال ۱۳۹۳)، با توجه به کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون‌متیل (از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها) در کنترل پیزور و تنوع علف‌کش‌های مزارع برنج از این خانواده که هنوز در ایران ثبت نشده‌اند، کارایی برخی از علف‌کش‌های این خانواده از قبیل فلوستوسولفورون، پنوکسولام و مت‌سولفورون‌متیل و نیز علف‌کش پیرازولیت از خانواده پیرازول‌ها که هنوز در ایران ثبت نشده‌اند، مورد بررسی قرار گرفت. ضمن اینکه در این آزمایش نیز، در هر تکرار یک کرت شاهد تمام وجین و یک کرت شاهد تمام تداخل به تیمارهای آزمایشی اضافه شد (جدول ۳).

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی بر برنج در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری به روش چشمی انجام شد (۳۹). در این روش ارزیابی، کلروز، نکروز، شادابی، وضعیت استقرار و ارتفاع گیاهچه‌ها بعنوان معیار ارزیابی بوده و به بوته‌های در حال مرگ، عدد ۱۰۰ و بوته‌های شاداب بدون علف‌کش، صفر اختصاص داده شده و سایر تیمارها در مقایسه با آنها سنجیده شدند (۳۹).

1- 2-(2,2-difluoroethoxy)-N-(5,8-dimethoxy [1,2,4] triazolo [1,5-c] pyrimidin-2-yl) -6-(trifluoromethyl) benzenesulfonamide

2- 4-(2,4-dichlorobenzoyl)-1,3-dimethyl-5-pyrazolyl p-toluenesulfonate

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک مزرعه آزمایشی (۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1- Some physico-chemical properties of soil in field (0-30 cm)

کربن آلی Organic carbon (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	اسیدیته pH	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)
2.4	4	52	44	7.2	2.2	8.6	172

جدول ۲- تیمارهای آزمایش سال اول (۱۳۹۲)

Table 2- Treatments for first experiment (2013)

نام عمومی Common name	نام تجاری Trade name	دز مصرفی Dose (g a.i. ha^{-1})	کارخانه سازنده Manufacturer
Butachlor (EC 60%)	Machete	1800	Aria Shimi, Iran
Oxadiargyl (EC 3%)	Topstar	105	Kavoshkimia, Iran
Pretilachlor (EC 50%)	Rifit	1000	Aria Shimi, Iran
Thiobencarb (EC 50%)	Saturn	2500	Kavoshkimia, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%)	Londax	75	Golsam, Iran
Hand weeded	-	-	-
Weedy check	-	-	-

ارزیابی چشمی کنترل علف‌های‌هرز در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری انجام شد. برای این منظور به تیمار شاهد وجین‌دستی نمره ۱۰۰ و تیمار شاهد بدون وجین و بدون علف‌کش، نمره صفر اختصاص داده شد (۳۹). سایر تیمارها نسبت به این دو تیمار سنجیده شدند. جهت اندازه‌گیری زیست‌توده پیزور، نمونه‌برداری در سال اول در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری و در سال دوم در چهار و ۱۲ هفته پس از نشاکاری از سطحی معادل ۰/۲۵ متر مربع (کوآدرات ۰/۵ متر × ۰/۵ متر) در چهار نقطه از هر کرت انجام و سپس وزن خشک آن با قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- تیمارهای آزمایش سال دوم (۱۳۹۳)

Table 3- Treatments for second experiment (2014)

نام عمومی Common name	نام تجاری Trade name	دز مصرفی Dose (g a.i. ha^{-1})	کارخانه سازنده Manufacturer
Flucetosulfuron (WG10%)	FLOXO	20	LG, Korea
Flucetosulfuron (WG10%)		30	
Penoxsulam (SC 240)	Granite™	30	Dow AgroScience Co., USA
Penoxsulam (SC 240)		40	
Pyrazolate (G 10%)	Sanbird	3000	Sankyo co., Japan
Pyrazolate (G 10%)		4000	
Thiobencarb	Saturn	2500	Kavoshkimia, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%) *	Londax	50	Golsam, Iran
Bensulfuron-methyl (DF 60%) *		75	
Metsulfuron- methyl (WP 60%)*	Bosman	10	Shanghai Bosman Industrial Co., China
Metsulfuron- methyl (WP 60%)*		15	
Hand weeded	-	-	-
Weedy check	-	-	-

*با توجه به کارایی اندک بن‌سولفورون‌متیل و مت‌سولفورون‌متیل بر سوروف و به دلیل آلودگی شدید مزرعه آزمایشی به سوروف، تیوبنکارب در دُز توصیه شده همراه با این علف‌کش‌ها مصرف شد

در زمان رسیدگی گیاه، عملکرد دانه برنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه پس ازحذف حاشیه، از مساحتی به اندازه ۵ متر مربع (۲ متر در ۲/۵ متر) در هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و سپس عملکرد دانه بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری زیست‌توده برنج، در هر کرت بوته‌ها از مساحتی معادل یک متر مربع کف‌بر و پس از آن به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داه شدند و سپس با توزین آن زیست توده برنج تعیین شد. همچنین با تقسیم وزن خشک دانه به زیست‌توده برنج، شاخص برداشت محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ver. 9.1) و

بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (۲۸). قابل ذکر است که فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار مذکور مورد بررسی قرار گرفت و نرمال بودن داده‌ها تأیید شد.

نتایج و بحث

سال اول

ارزیابی چشمی و زیست توده پیزور

سوروف معمولی (*Echinochloa crus-galli*)، سوروف هوشمند (*Echinochloa oryzoides*)، پیزور (*Bolboschoenus maritimus*)، اویارسلام یکساله (*Cyperus difformis*)، سل‌واش (*Monochoria vaginalis*)، گوشاب یا روغن‌واش (*Potamogeton nodusus*) از مهم‌ترین علف‌های‌هرز در کرت شاهد عدم کنترل بودند. نتایج نشان داد که میزان کنترل پیزور با استفاده از شاخص ارزیابی چشمی در بین علف‌کش‌های رایج برنج از لحاظ آماری متفاوت بود (جدول ۴). در ارزیابی کنترل چشمی پیزور مشخص شد که اگرچه در ابتدا تیوبنکارب و اکسادیارژیل کارایی خوبی در کنترل پیزور داشتند، اما با گذشت زمان میزان کارایی آنها به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (جدول ۴). بوتاکلر نیز در ابتدا کارایی خوبی (۹۸ درصد) در کنترل پیزور نشان داد، با این حال با گذشت زمان کارایی آن در کنترل پیزور کاهش یافت، به طوری‌که در چهار و شش هفته پس از نشاکاری، شاخص ارزیابی چشمی به ترتیب به ۸۲ و سپس به ۶۰ درصد کاهش یافت. حداکثر کارایی کنترل پیزور در شش هفته پس از نشاکاری در تیمار علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل و سپس در تیمار علف‌کش پرتیلاکلر مشاهده شد (جدول ۴)، به‌طوری‌که در این تیمارها کنترل چشمی پیزور به ترتیب به میزان ۹۸ و ۸۵ درصد بود. این امر سبب شد که وزن خشک علف‌هرز پیزور در این تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای علف‌کشی و شاهد تمام تداخل گردد (جدول ۴). مطابق با نتایج این آزمایش، کارایی بسیار خوب بن‌سولفورون‌متیل در صورت کاربرد ۸-۶ روز پس از کشت برنج در کشت نشایی برنج در کنترل پیزور گزارش شده است (۴). اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد در میزان زیست‌توده پیزور در دو، چهار و شش هفته پس از نشاکاری در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل با شاهد عدم وجین مشاهده نشد (جدول ۴). حداکثر وزن خشک پیزور در دو و شش هفته پس از نشاکاری به‌ترتیب به میزان ۶/۸ و ۶۳/۲ گرم در متر مربع در کرت‌های تیمار شده با تیوبنکارب بود. زیست‌توده پیزور در کرت‌های تیمار شده با تیوبنکارب به‌طور معنی‌داری (۷۵٪) بیشتر از مقدار آن در تیمار شاهد بدون وجین بود (جدول ۴). این نتیجه احتمالاً به دلیل کارآیی خوب تیوبنکارب در حذف سوروف از رقابت و در نتیجه دسترسی بیشتر پیزور به منابع بود. معاذی کجل و همکاران (۱۷) گزارش کردند که علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش با کنترل سوروف و ایجاد فضای خالی در آشیانه اکولوژیک، سبب ظهور و رشد بیشتر دیگر علف‌های‌هرز متحمل به غرقاب در کشت نشایی برنج می‌گردند که این علف‌های‌هرز در تیمار شاهد بدون علف‌کش کمتر حضور دارند. به‌طور کلی نتایج مقایسه میانگین در جدول ۴ در خصوص وزن خشک پیزور نشان داد که کارایی علف‌کش‌های تیوبنکارب، اکسادیارژیل و بوتاکلر در کنترل پیزور ضعیف بوده و رضایت‌بخش نیست.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 4- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	ارزیابی چشمی کنترل پیزور Bulrush control based on visual rating			زیست‌توده پیزور Bulrush biomass (g m^{-2})		
	2-WAT	4-WAT	6-WAT	2-WAT	4-WAT	6-WAT
Pretilachlor	97a	94b	85b	0.2c	3.3b	10.6c
Bensulfuron-methyl	92b	98a	98a	0.1c	2.8b	1.5c
Butachlor	98a	82c	60c	2.3b	27.0a	38.9b
Thiobencarb	95a	83c	33e	6.8a	20.4a	63.2a
Oxadiargyl	97a	84c	40d	2.4b	23.6a	40.5b
Handweed	-	-	-	-	-	-
Weedy check	-	-	-	2.2b	27.9a	36.2b

WAT= Week After Transplanting

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (LSD≤0.05) با یکدیگر ندارند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی گیاه برنج

نتایج نشان داد که اثر علف‌کش‌های رایج مزارع برنج بر گیاه‌سوزی برنج متفاوت بود. علف‌کش‌های بن‌سولفورون‌متیل، پرتیلاکلر و بوتاکلر سازگاری خوبی با برنج داشتند و سبب حداقل گیاه‌سوزی در برنج گردیدند. میزان گیاه‌سوزی برنج در دو هفته پس از نشاکاری در اثر کاربرد علف‌کش اکسادیارژیل در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، هر چند که با گذشت زمان میزان گیاه‌سوزی برنج در این تیمار علف‌کشی به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. در مقابل، کاربرد علف‌کش تیوبنکارب سبب شد که با گذشت زمان میزان گیاه‌سوزی برنج به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) افزایش یابد (جدول ۵).

عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت برنج

حداکثر عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۴۲۳۱ کیلوگرم در هکتار) و بن‌سولفورون‌متیل (۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۵). عملکرد دانه در تیمار وجین‌دستی (۳۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) و کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های بوتاکلر (۳۱۱۶ کیلوگرم در هکتار)، تیوبنکارب (۳۰۳۸ کیلوگرم در هکتار) و اکسادیارژیل (۲۵۸۶ کیلوگرم در هکتار) در گروه آماری بعدی قرار گرفتند. برخی از محققان اظهار کردند که وجین‌دستی زمانی انجام می‌شود که علف‌های‌هرز به اندازه کافی رشد کرده باشند تا بیرون کشیدن آنها از خاک به آسانی صورت پذیرد. در نتیجه، وقوع رقابت بین برنج و علف‌های‌هرز قبل از انجام وجین نیز می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گردد (۷). عملکرد دانه در تیمار شاهد بدون مصرف علف‌کش در مقایسه با شاهد وجین دستی به میزان ۷۶ درصد کاهش یافت که این امر نشان‌دهنده آلودگی شدید مزرعه آزمایشی به علف‌های‌هرز می‌باشد. مشابه با عملکرد دانه، حداکثر زیست‌توده برنج نیز با کاربرد علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۸۰۴۶ کیلوگرم در هکتار) و بن‌سولفورون‌متیل (۸۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. رقابت شدید علف‌های‌هرز با بوته‌های برنج در تیمار شاهد بدون وجین منجر به کاهش زیست‌توده برنج به میزان ۷۰ درصد نسبت به شاهد وجین‌دستی گردید (جدول ۵). حداکثر شاخص برداشت هم در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های پرتیلاکلر (۵۲/۴ درصد)، بوتاکلر (۵۰ درصد) و تیمار شاهد وجین‌دستی (۴۸/۸ درصد) و حداقل آن در تیمار شاهد بدون وجین (۳۹/۲ درصد) مشاهده گردید (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز، میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه کاهش می‌یابد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 5- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	آسیب دیدگی برنج Rice injury			عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی Biologic yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
	2-WAT	4-WAT	6-WAT			
Pretilachlor	5b	2b	1c	4231a	8046ab	52.4a
Bensulfuron-methyl	3b	1b	1c	4000ab	8930a	44.7c
Butachlor	4b	2b	1c	3116c	6243c	50.0 ab
Thiobencarb	5b	12a	18a	3038c	6806bc	45.3bc
Oxadiargyl	15a	13a	5b	2586c	5504c	46.7bc
Handweed	-	-	-	3376bc	6931bc	48.8abc
Weedy check	-	-	-	809d	2072d	39.2c

WAT= Week After Transplanting;هفته پس از نشاکاری

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD≤0.05)

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

سال دوم

ارزیابی چشمی و زیست توده پیزور

بر اساس ارزیابی چشمی مشخص شد که اگرچه مصرف علف‌کش فلوستوسولفورون به میزان ۲۰ گرم در هکتار کارایی مطلوبی در کنترل پیزور در دو هفته پس از نشاکاری (۹۱/۶ درصد) داشت، اما با گذشت زمان کارایی آن اندکی کاهش یافت، به‌طوری‌که در شش هفته پس از نشاکاری به ۸۱/۶ درصد رسید (جدول ۶). افزایش دُز مصرفی این علف‌کش از ۲۰ به ۳۰ گرم در هکتار منجر به بهبود کنترل پیزور (۸۸/۳ درصد) گردید، هرچند که از لحاظ آماری معنی‌دار ($P\leq0.05$) نبود. مصرف علف‌کش پنوکسولام با دُز ۳۰ و ۴۰ گرم در هکتار، علف‌کش تیوبنکارب و مت‌سولفورون‌متیل تأثیر مطلوبی بر کنترل پیزور نداشت (جدول ۶). با افزایش دُز مصرفی علف‌کش پیرازولیت از سه کیلوگرم به چهار کیلوگرم در هکتار، کارایی آن در کنترل پیزور به نحو چشمگیری افزایش یافت و به سطح مطلوب

(≥۸۵٪) در شش هفته پس از نشاکاری رسید.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 6- Mean comparison of the effect of herbicides on some measured traits

تیمارها Treatments	دز علف‌کش Dose (g ai ha^{-1})	ارزیابی چشمی کنترل پیزور Bulrush control based on visual rating			زیست‌توده پیزور Bulrush biomass (g m^{-2})	
		2-WAT	4-WAT	6-WAT	4-WAT	6-WAT
Flucetosulfuron	20	91.6a	88.3a	81.6a	2.0 (92)c	7.2 (88)d
Flucetosulfuron	30	97.6a	96.6a	88.3a	0.1(99)c	5.5 (91)d
Penoxsulam	30	23.3d	13.3e	5.0c	21.5(11)a	45.2 (27)b
Penoxsulam	40	45.0c	28.3cd	15.0c	13.4(44) b	31.3 (49)c
Pyrazolate	3000	68.3b	36.6c	36.6b	14.9(38)b	32.9 (47)c
Pyrazolate	4000	93.3a	86.6a	85.0a	2.6(89)d	4.7 (92)d
Thiobencarb	2500	26.6d	16.6de	13.3de	12.2(49)b	27.9 (55)c
Bensulfuron-methyl	50	93.6a	85.0a	81.6a	1.5(93)c	13.8 (77)d
Bensulfuron-methyl	75	98.6a	95.0a	90.0a	0.7(97)c	4.1(93)d
Metsulfuron-methyl	10	68.0b	41.6c	11.6c	21.3 (12)a	46.6 (25)b
Metsulfuron-methyl	15	70.0b	60.0b	28.3b	21.7 (11)a	32.4 (47)c
Hand weeded	-	95.0a	86.6a	83.3a	0.1(99)c	3.9 (93)d
Weedy check	-	-	-	-	24.3a	62.3a

WAT= Week After Transplanting; هفته پس از نشاکاری

اعداد بیرون پرانتز مقدار صفت و اعداد داخل پرانتز مقدار آن بر حسب درصد نسبت به شاهد بدون علف‌کش است

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (LSD≤0.05) با یکدیگر ندارند

Data are expressed as a percentage of the non-treated control for the respective treatment in the parentheses

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

مصرف مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + بن‌سولفوورن‌متیل به میزان ۵۰ گرم در هکتار اگرچه در اوایل رشد برنج سبب کنترل مطلوب پیزور گردید، اما در ادامه فصل رشد کارایی آن در کنترل پیزور کاهش یافت (جدول ۶). با افزایش مصرف علف‌کش بن‌سولفوورن‌متیل به میزان ۷۵ گرم در هکتار، کنترل پیزور به نحو رضایت‌بخشی (≥۹۰٪) بهبود یافت. گزارش شده است که علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل ممکن است در دُزهای پایین‌تر از دُز توصیه شده سبب بروز پدیده هورمزیس[1] و تحریک رشد علف‌های‌هرز گردد (۳۳). کاهش کارایی بن‌سولفورون‌متیل در حداقل دُز توصیه شده برای پیزور ممکن است به علت پدیده مذکور باشد. حداکثر بیومس پیزور در هر دو مرحله نمونه‌برداری (۴ و ۱۲ هفته پس از نشاکاری) در تیمارهای علف‌کشی مصرف پنوکسولام به میزان ۳۰ گرم در هکتار و مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + مت‌سولفورون‌متیل مشاهده شد، درحالی‌که حداقل بیومس پیزور هم در هر دو مرحله از نمونه‌برداری در تیمارهای علف‌کشی مصرف فلوستوسولفورون به میزان ۲۰ و ۳۰ گرم در هکتار، پیرازولیت چهار کیلوگرم در هکتار و مخلوط علف‌کش تیوبنکارب + بن‌سولفوورن متیل مشاهده شد (جدول ۶).

محققان گزارش کردند که مخلوط تیوبنکارب با بن‌سولفورون‌متیل کارایی مطلوبی (۹۵ درصد) در کنترل علف‌های‌هرز مزارع برنج از قبیل سوروف، پیزور و قاشق واش داشت (۱۴). اگرچه کارایی پنوکسولام در کنترل جگن‌های یکساله مؤثر گزارش شده است (۳۵)، اما با توجه به چند ساله و ریزوم‌دار بودن جگن‌های غالب مزارع برنج شمال کشور از جمله پیزور، علف‌کش پنوکسولام نمی‌تواند گزینه مناسبی جهت کنترل آنها باشد (۱۷). علف‌کش مت‌سولفورون‌متیل کارایی ضعیفی در کنترل پیزور داشت (≤۲۸٪)، هر چند که گزارش‌های سایر محققان نشان می‌دهد که علف‌کش مذکور توانایی مطلوبی در کنترل بیوتیپ‌های قاشق‌واش مقاوم به سایر علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره داشت (۶). نکته قابل توجه دیگر در جدول ۶، عدم امکان کنترل کامل پیزور از طریق وجین‌دستی می‌باشد. برخی محققان گزارش کردند که غده‌های پیزور نسبت به بذر علف‌های‌هرز یکساله بذری از اعماق پایین‌تر خاک مزارع برنج جوانه زده و در نتیجه حذف کامل آن با وجین‌دستی امکان‌پذیر نیست (۳۷).

ارزیابی گیاه‌سوزی تیمارهای علف‌کشی بر برنج

میزان اختلالات رشدی در مرحله رویشی و گیاه‌سوزی برنج در تیمارهای علف‌کشی مورد بررسی متفاوت بود. در دو هفته پس از نشاکاری، حداکثر گیاه‌سوزی برنج (۱۸ درصد) در تیمار علف‌کشی مصرف ۳۰ گرم در هکتار فلوستوسولفورون مشاهده شد (جدول ۷).

1- Hormesis

البته با گذشت زمان، میزان گیاه‌سوزی برنج در این تیمار علف‌کشی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت و به ۸ درصد رسید. حداکثر میزان گیاه‌سوزی برنج در شش هفته پس از نشاکاری در تیمار علف‌کشی مخلوط تیوبنکارب + مت‌سولفورون‌متیل ۱۵ گرم در هکتار (۲۶٪) و پس از آن در تیمار علف‌کشی مخلوط تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ۷۵ گرم در هکتار (۲۱٪) مشاهده شد (جدول ۷). علف‌کش‌های پیرازولیت و پنوکسولام نیز سازگاری خوبی با برنج نشان دادند. محققان گزارش کردند که میزان گیاه‌سوزی برنج بسته به رقم، نوع علف‌کش و دُز آن متفاوت است. به عنوان مثال، گزارش شده است که رقم هاشمی سازگاری بالایی نسبت به علف‌کش پنوکسولام دارد (۱۷). در مقابل، یعقوبی و همکاران (۳۸) اختلالات رشدی و ظهور خوشه‌های دفرمه در برنج رقم هاشمی در اثر تیمار با علف‌کش تیوبنکارب را گزارش کردند. ترکاشوند و همکاران (۳۱) گزارش کردند که گیاه‌سوزی برنج در اثر کاربرد علف‌کش مت‌سولفورون‌متیل سبب کاهش عملکرد رقم هاشمی گردید، درحالی‌که گیاه‌سوزی حاصل از کاربرد علف‌کش‌های فلوستوسولفورون، پنوکسولام، پیرازولیت، بن‌سولفورون‌متیل و تیوبنکارب سبب کاهش عملکرد برنج نگردید.

عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت برنج

حداکثر عملکرد دانه (۵۲۷۱ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ۵۰ گرم در هکتار حاصل شد، هر چند که بین عملکرد دانه در این تیمار با عملکرد دانه در تیمارهای فلوستوسولفورون ۳۰ گرم در هکتار، مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ۷۵ گرم در هکتار، و مصرف پیرازولیت به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). واکنش زیست‌توده برنج به تیمارهای مورد آزمایش هم تقریبا مشابه با عملکرد دانه بود. حداکثر زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ۷۵ و ۵۰ گرم در هکتار حاصل شد (جدول ۷).

علت بالا بودن عملکرد دانه و زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش‌های فلوستوسولفورون و پیرازولیت، کنترل مطلوب پیزور می‌باشد. همچنین بالا بودن عملکرد دانه و زیست‌توده برنج در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل به علت کنترل مطلوب طیف وسیعی از علف‌های‌هرز مزارع برنج شامل باریک‌برگ‌ها، پهن برگ‌ها و جگن‌ها در این تیمارهای علف‌کشی بوده است. تیوبنکارب علف‌کشی است که سوروف را به نحو مطلوبی کنترل می‌کند، در حالی‌که بن‌سولفورون‌متیل کارایی خوبی در کنترل پهن‌برگ‌ها و جگن‌های مزارع برنج دارد. این امر منجر به کاهش رقابت برنج و علف‌های‌هرز بر سر نور و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد گردید. درضمن، کنترل مطلوب طیف وسیعی از علف‌های‌هرز در این تیمار، نیاز به وجین علف‌های‌هرز را کاهش داد. نکته قابل توجه دیگر، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در تیمار شاهد وجین‌دستی نسبت به اکثر تیمارهای کنترل شیمیایی مذکور بود (جدول ۷) که در این خصوص نتایج مشابهی در آزمایش سال اول نیز مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که کاربرد علف‌کش‌های چند منظوره و یا مخلوط باریک‌برگ‌کش‌ها با "پهن‌برگ‌کش‌ها و جگن‌کش‌ها" در مزارع برنج ضمن کاهش تعداد دفعات وجین عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد وجین‌دستی افزایش می‌دهد. همانطور که قبلا هم ذکر شد احتمالا شروع رقابت بین برنج و علف‌های‌هرز قبل از وجین‌دستی (۷) منجر به کاهش عملکرد در کرت شاهد وجین‌دستی گردید. همچنین عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با تیوبنکارب و پنوکسولام به دلیل عدم کارایی مؤثر این علف‌کش‌ها در کنترل پیزور به‌طور معنی‌داری کمتر از عملکرد دانه در کرت‌های تیمار شده با سایر علف‌کش‌ها بود (جدول ۷). معاذی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که علف‌کش خاک مصرف پنوکسولام به میزان ۴۸ گرم ماده مؤثره در هکتار کارایی ضعیفی در کنترل پیزور داشت. عملکرد دانه در تیمار شاهد عدم وجین در مقایسه با تیمار شاهد وجین‌دستی و تیمار کاربرد مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل ۵۰ گرم در هکتار به‌ترتیب به میزان ۵۱ و ۶۲ درصد کاهش یافت (جدول ۷). این موضوع نشان‌دهنده خسارت شدید پیزور در مزرعه برنج در صورت عدم کنترل می‌باشد. با توجه به وجود آب کافی در مزارع برنج نشایی، کاهش عملکرد دانه عمدتا به علت رقابت بین علف‌های‌هرز و برنج بر سر نور و مواد غذایی می‌باشد. سایر محققان نیز کاهش عملکرد دانه برنج در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز را گزارش کردند (۱، ۱۵، ۲۰ و ۲۵). همچنین نتایج نشان داد که اگرچه شاخص برداشت در تیمار شاهد وجین‌دستی نسبت به اغلب تیمارهای شیمیایی کمتر بود، اما از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۷). حداقل شاخص برداشت هم در تیمار شاهد عدم وجین مشاهده شد (جدول ۷). مطابق با نتایج این آزمایش، برخی از محققان (۱۱) گزارش کردند که شاخص برداشت برنج در اثر رقابت آن با علف‌های‌هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت. در مقابل، ژائو و همکاران (۴۰) اعلام کردند که شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار رقابت با علف‌های‌هرز قرار نگرفت. با توجه به فرمول شاخص برداشت، نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده برنج، به نظر می‌رسد که رقابت شدید بین علف‌های‌هرز و برنج در صورت عدم وجین آنها اثر سوء بیشتری بر عملکرد دانه نسبت به تجمع زیست‌توده برنج دارد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر علف‌کش‌ها بر برخی صفات اندازه‌گیری شده

Table 7- Effect of different herbicides on some measurements

تیمارها Treatments	دز علف‌کش Dose (g ai ha^{-1})	آسیب دیدگی برنج Rice injury			عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی Biologic yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
		2-WAT	4-WAT	6-WAT			
Flucetosulfuron	20	10.0cde	5.0g	3.4gh	4247bc	9628abc	44.5ab
Flucetosulfuron	30	18.3ab	15.0e	8.3ef	4810ab	10281ab	46.7a
Penoxsulam	30	1.7f	5.0g	13.3cd	1991e	4375e	45.5ab
Penoxsulam	40	11.6cd	11.6f	16.6c	2958cd	6834de	43.9ab
Pyrazolate	3000	5.0ef	0.1h	8.3ef	3325c	7823bcd	42.5ab
Pyrazolate	4000	11.6cd	11.6f	16.6c	4422ab	9784abc	44.5ab
TB	2500	5.3ef	6.0g	8.3ef	3028cd	6557de	46.0ab
Bensulfuron-methyl	50	5.0ef	16.6de	10.0de	5271a	11324a	46.9a
Bensulfuron-methyl	75	10.0cde	21.6b	21.6b	4678ab	11558a	40.5ab
Metsulfuron-methyl	10	8.3de	20.0bc	5.0fg	3112cd	7444cd	41.8ab
Metsulfuron-methyl	15	14.0bc	27.0a	26.6a	3172cd	7680bcd	41.3ab
Hand weeded	-	-	-	-	2980cd	6843de	43.7ab
Weedy check	-	-	-	-	1445e	4690e	32.6c

WAT= Week After Transplanting; هفته پس از نشاکاری

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (LSD≤0.05) با یکدیگر ندارند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fischer's Protected LSD test

در هر دو آزمایش (جدول‌های ۴ و ۶) مشخص شد که می‌توان هم از ارزیابی چشمی کنترل علف‌های‌هرز و هم از اندازه‌گیری زیست‌توده علف‌های‌هرز در مطالعه کارایی علف‌کش‌ها بهره جست و به نتایج مشابهی دست یافت. بنابراین روش ارزیابی چشمی می‌تواند در نمونه‌برداری‌های مکرر و غیرتخریبی در آزمایش‌های کنترل علف‌هرز کاربرد داشته باشد (۲۳). ضمن اینکه این روش برای مطالعه کارایی علف‌کش‌ها در شرایط باتلاقی مزارع برنج به دلیل سهولت و ارزانی قابل توصیه است (۳۶). نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۲۳ و ۳۰).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که از بین علف‌کش‌های رایج مزارع برنج، بن‌سولفورون‌متیل و پرتیلاکلر کارایی بالایی در کنترل پیزور داشتند. از بین علف‌کش‌های جدید مورد بررسی، علف‌کش‌های فلوستوسولفورون و پیرازولیت ضمن دارا بودن سازگاری خوب با برنج سبب کاهش قابل توجه زیست‌توده پیزور نسبت به شاهد بدون کنترل نیز گردیدند. این نتایج نشان داد که عملکرد شلتوک در کرت‌های تیمار شده با این علف‌کش‌ها نیز از لحاظ آماری (P≤0.05) تفاوت معنی‌داری با حداکثر عملکرد شلتوک (در کرت‌های تیمار شده با مخلوط علف‌کش‌های تیوبنکارب + بن‌سولفورون‌متیل) نداشت. در مقابل، نتایج نشان داد که علف‌کش‌های پنوکسولام و مت‌سولفورون‌متیل تأثیر بسیار کمی در کاهش زیست‌توده پیزور داشتند.

منابع

1- 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. Philippine Agricultural Scientist, 97(3): 266–272.

2- Ampong-Nyarko K., and De Detta S.K. 1991. A handbook for weed control in rice. International Rice Research Institute, Philippines, 113 pp.

3- Appleby A.P. 2005. A history of weed control in the United States and Canada—a sequel. Weed Science, 53: 762–768.

4- Bernasor P.C., and De Datta S.K. 1986. Chemical and cultural control of bulrush (*Scirpus maritimus* L.) and annual weeds in lowland rice (*Oryza sativa* L.). Weed Research, 26:233–244.

5- Bond J.A., Walker T.W., Webster E.P., Buehring N.W., and Dustin L.H. 2007. Rice cultivar response to penoxsulam. Weed Technology, 21: 961-965.
6- Calha I.M., Osuna M.D., Serra C., Moreira I., De Prado R., and Rocha F. 2007. Mechanism of resistance to bensulfuronmethyl in Alisma plantago-aquatica biotypes from Portuguese rice paddy fields. Weed Research, 47: 231–240.
7- Chauhan B.S. 2012. Weed management in direct-seeded rice systems. International Rice Research Institute, Pp. 25.
8- Farzan S., Yaghoubi B., Asghari J., Mohammadvand E. and Farahpour A. 2013. Response of rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to rates and timings of some paddy herbicides. Iranian Crop Sciences, 44: 467–478. (in Persian with English abstract)
9- Farzan S., Yaghoubi B., Asghari J., Rabiee B., Mohammadvand E. 2015. Flooding and application time effects on thiobencarb herbicide efficacy in paddy rice. Electronic Journal of Crop Production, 8(4): 1–23. (In Persian with English abstract)
10- Flore J.A., and Bukovac M.J. 1976. Pesticide effects on the plant cuticle: II. EPTC effects on leaf cuticle morphology and composition in *Brassica oleracea* L. Journal of American Society of Horticultural Science, 101: 586–590.
11- Heafele S.M., Johnson D.E., M'Bodj D., Wopereis M.C.S., and Miezan K.M. 2004. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. Field Crops Research, 88: 39–56.
12- Itoh K., Wang G.X., and Ohba S. 1999. Sulfonylurea resistances in *Lindernia micrantha*, an annual paddy weed in Japan. Weed Research, 39: 413–423.
13- Kim D.S., Koo S.J., Lee J.N., Hwang K.H., Kim T.Y., Kang K.G., Hwang K.S., Joe G.H., Cho J.H., and Kim D.W. 2003. Flucetosulfuron: a new sulfonylurea herbicide. The BCPC International Congress: Crop Science and Technology, Volumes 1 and 2. Proceedings of an international congress held at the SECC, Glasgow, Scotland, UK, 10-12 November 2003 pp. 87–92.
14- Kim S.C., and Im I.B. 2002. Change in weed control studies of rice paddy fields in Korea. Weed Biology and Management, 2: 65–72.
15- Kim S.C., and Ha W.G. 2005. Direct seeding and weed management in Korea. In: Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century. Proc. of the World Rice Res. Conf., 4–7 November 2005, Tsukuba, Japan, pp. 181–184.
16- Lassiter R. B., Haygood R. A., Mann R. K., Richburg J. S., and Walton L. C. 2006. Penoxsulam for postflood weed control in southern U.S. Rice Proceedings of Southern Weed Science Society of America, 59: 13.
17- Maazi Kajal V., Yaghoubi B., Farahpour A., Mehrpouyan M., and Vahedi A. 2012. Comparison of the efficacy of penoxsulam with some common paddy rice herbicides. Cereal Research, 2: 223–235. (In Persian with English abstract)
18- Mahelka V. 2006. Response to flooding intensity in *Elytrigia repens*, *E. intermedia* (Poaceae: Triticeae) and their hybrid. Weed Research, 46: 82–90.
19- Mamun M.A., Shultana R., Rana M.M., and Mridha A.J. 2013. Economic threshold density of multi species weed for direct seeded rice. Asian Journal of Agriculture and Rural Development, 3(8): 523-531.
20- Mamun A. A. 1990. Weeds and their control: A review of weed research in Bangladesh. Agricultural and Rural Development in Bangladesh. Japan Intl. Co-operation Agency, Dhaka, Bangladesh, JSARD, 19: 45-72.
21- Mohammad Sharifi M. 2002. Applied guide for weed control in paddy field of Iran. Extension deputy of Jehade Agriculture Ministry Pp. 114. (In Persian with English abstract)
22- Naylor R. 1996. Herbicides in Asian rice transitions in weed management: Stanford University. 270 Pp.
23- Nkurunziza L., and Milberg P. 2007. Repeated grading of weed abundance and multivariate methods to improve the efficacy of on-farm weed control trials. Weed Biology and Management, 7: 132–139.
24- Okamoto Y., Fisher R.L., Armbrust K.L., and Peter C.J. 1998. Surface water monitoring survey for bensulfuron-methyl applied in paddy fields. Journal of Pesticide Science, 23:235–240.
25- Rao A.N., and Moody K. 1994. Ecology and Management of Weed in Farmer' Direct seeded Rice (*Oryza sativa* L.) Fields. IRRI, Los Banos, Philippines.
26- Richburg J.S., Lassiter R.B., Langston V. B., Mann R.K., and Walton L.C. 2005. Weed control spectrum of penoxsulam in southern U.S. rice Proceeding of Southern Weed Science Society, 58: 268.
27- Saeki M., and Toyota K. 2004. Effect of bensulfuron-methyl (a sulfonylurea herbicide) on the soil bacterial community of a paddy soil microcosm. Biology and Fertility of Soils, 40: 110–118.
28- SAS. 2004. SAS Institute, version 9.1.3. Cary, NC, USA.
29- Singh S., Bhushan L., Ladha J.K., Gupta R.K., Rao A.N., and Sivaprasad B. 2006. Weed management in dry-seeded rice (*Oryza sativa*) cultivated in the furrow-irrigated raised-bed planting system. Crop Protection, 25(5): 487–495.
30- Singh V., Jat M.L., Ganie Z.A., Chauhan B.S., and Gupta R. 2016. Herbicide options for effective weed management in dry direct seeded rice under scented rice-wheat rotation of western Indo-Gangetic Plains. Crop Protection, 81:168–176.
31- Torkashvand B., Yaghoubi B., and AminPanah H. 2013. Evaluation the efficacy of some Sulfonylurea herbicides in

chemical control of *[Potamogeton nodusus*. P. 1072–1075. Proceeding of the 5th Iranian weed congress, 24-26 Aug 2013. Iranian Weed Sci. Soc., Karaj, Iran.
32- Usui K. 2001. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. Weed Biology and Management, 1: 137–146.
33- Vidotto F., Tesio F., Tabacchi M., and Ferrero A. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp. accessions in Italian rice fields. Crop Protection, 26: 285–293.
34- Wakabayashi K., and Boger P. 2004. Phytotoxic sites of action for molecular design of modern herbicides (Part 1): The photosynthetic electron transport system. Weed Biology and Management, 4: 8–18.
35- Walton L.C., Langston V.B., Lassiter R.B., Mann R.K., and Richburg J.S. 2005. Penoxsulam EUP and concept results from 2004 in southern U.S. Rice Proceedings, Southern Weed Science Society of America, 58: 269.
36- Yaghoubi B. 2015. Chemical Control of Pondweed (*Potamogeton nodosus*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Paddy Fields. Iranian Journal of Weed Science, 11: 195-207.
37- Yaghoubi B., Alizadeh H., Rahimian H., Baghestani M., Sharifi M., and Davatgar N. 2010. Key paper A review on researches conducted on paddy field weeds and herbicides in Iran. 3rd Iranian weed sci. congress. Babolsar, Mazandaran, Iran. pp 2-11. (In Persian with English abstract)
38- Yaghoubi B., Baghestani M.A., Alizadeh H., Rahimian H., Davatgar N., and Farahpour A. 2013. Study the effect of thiobencarb method of application on causing dwarfism in rice. Iranian Journal of Weed Science, 8: 1–16. (In Persian with English abstract)
39- Zhang W., Webster E.P., Blouin D.C., and Linscombe S.D. 2004. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. Weed Technology, 18: 73–76.
40- Zhao D.L., Atlin G.N., Bastiaans L., and Spiertz J.H.J. 2006, Comparing rice germplasm for growth, grain yield, and weed-suppressive ability under aerobic soil conditions. Weed Research, 46: 444–452.