

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2024.18160>

## کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج در بستر مرطوب با پیش‌آمیخته علف‌کشی پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم (سولیتو، EC 32%)

فرزین پورامیر<sup>✉</sup>، بیژن یعقوبی

مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. [f.pouramir@areeo.ac.ir](mailto:f.pouramir@areeo.ac.ir)

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۶

### چکیده

تنوع گونه‌های علف‌هرز در مزرعه و واکنش متفاوت آن‌ها به علف‌کش‌ها، اختلاط علف‌کش‌ها جهت افزایش کارایی آن‌ها را اجتناب‌ناپذیر نموده است. در این پژوهش کارایی علف‌کش‌های انتخابی کشت نشایی در کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج بررسی شد. در بخش گلخانه‌ای مقایسه کارایی پیش‌آمیخته علف‌کشی پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم (سولیتو، EC 32%) با علف‌کش‌های رایج بیس‌پایریباک‌سدیم، پیری‌بنزوکسیم و بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای نشان داد که کارایی پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم در کنترل سوروف و پیروز مشابه علف‌کش‌های قدیم (بیس‌پایریباک‌سدیم، پیری‌بنزوکسیم و بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای) بود. علف‌کش‌های مورد بررسی در بخش مزرعه‌ای شامل بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین، بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب، بیس‌پایریباک‌سدیم + پندیمتالین، بیس‌پایریباک‌سدیم + تیوبنکارب، پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل و پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم + تیوبنکارب بود. نتایج بخش مزرعه‌ای نشان داد که کاربرد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم تا دو برابر دوز توصیه‌شده آن فاقد علائم گیاه‌سوزی بر روی برنج بود. کاربرد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم + تیوبنکارب سوروف را ۹۰ و پیروز را ۷۰ درصد کنترل کرد. کمترین و بیشترین عملکرد شلتوک به ترتیب ۵۱۷ و ۵۴۹۵ کیلوگرم در هکتار بود که در کرت آلوده به علف‌هرز و تیمار علف‌کشی بیس‌پایریباک‌سدیم + تیوبنکارب به دست آمد. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار ماده مؤثره پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم + دوز رایج تیوبنکارب (۲۷۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) دارای کارایی بسیار خوبی در کنترل علف‌های هرز مهم برنج در کشت مستقیم بر بستر مرطوب بود و می‌تواند جایگزین مناسبی برای علف‌کش‌های رایج باشد.

کلمات کلیدی: برگ‌پاش، جگن، سوروف، گیاه‌سوزی، واکنش به دوز

## Weed control in wet-direct seeded rice using premixed herbicidal mixture of pretilachlor + pyribenzoxim (Solito, EC 32%)

Farzin Pouramir<sup>✉</sup>, Bijan Yaghoubi

Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

[f.pouramir@areeo.ac.ir](mailto:f.pouramir@areeo.ac.ir)

Received: 10 December 2023 Revised: 24 February 2024 Accepted: 25 February 2024

### Abstract

The diversity of weed communities and their differences in response to herbicides have made mixed herbicides application inevitable. In this research, the efficacy of transplanted rice herbicides in controlling weeds in rice direct seeded rice was investigated. Comparison of the efficiency of premixed herbicide pretilachlor + pyribenzoxim (solito, EC 32%, 480 g ai ha<sup>-1</sup>) in a pot experiment with the common herbicides bispyribac-sodium (two formulations SC40%, SC10%), pyribenzoxim and bentazone + MCPA showed that the premixed herbicide provided similar control of barnyardgrass and bulrush as did common herbicides. Field experiment treatments included bentazone + MCPA + pendimethalin, bentazone + MCPA + thiobencarb, bispyribac-sodium + pendimethalin, bispyribac-sodium + thiobencarb, pretilachlor + bensulfuron-methyl and doses of 0, 50, 100, 150 and 200% of pretilachlor + pyribenzoxim mixed with thiobencarb. The results showed that pretilachlor + pyribenzoxim did not show any phytotoxicity symptoms on rice up to twice the recommended dose. Application of the recommended dose of pretilachlor + pyribenzoxim + thiobencarb provided 90% and 70% control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) respectively. The lowest and highest yield of paddy was 517 and 5495 kg/ha, respectively, which was recorded in the weedy and bispyribac-sodium + thiobencarb treatments. The yield of paddy at the recommended and twice the recommended dose of pretilachlor + pyribenzoxim was statistically the same 4761 and 4827 kg/ha, respectively. Overall, the results of this research indicated that the application of pretilachlor + pyribenzoxim (480 g ai ha<sup>-1</sup>) after soil-applied thiobencarb (2750 g ai ha<sup>-1</sup>) provided very good control on the important weeds of rice in direct cultivation on wet bed and can be introduced as a suitable alternative to common herbicides.

**Keywords:** Barnyardgrass, Dose response, Foliar applied, Phytotoxicity, Sedge

### How to cite:

Pouramir F, Yaghoubi B, 2024. Weed control in wet-direct seeded rice using premixed herbicidal mixture of pretilachlor + pyribenzoxim (Solito, EC 32%). *Journal of Applied Research in Plant Protection* 13 (3): 287-300.

## مقدمه

(Pouramir et al. 2020).

مصرف تکراری علف‌کش‌ها سبب تغییر فلور علف‌های‌هرز و افزایش احتمال بروز مقاومت در آنها می‌گردد. در نتیجه، معرفی علف‌کش‌هایی با طیف کنترلی وسیع و محل‌های هدف متنوع از جمله ضرورت‌های مدیریت کاربرد علف‌کش‌ها و به تأخیر انداختن بروز مقاومت در جمعیت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها است (Musaviyan et al. 2013). کاربرد علف‌کش‌ها در مزارع برنج ایران از سابقه طولانی برخوردار است. علف‌کش‌های رایج در مزارع برنج ایران شامل اگزادبازون، بوتاکلر، تیوبنکارب، بن‌سولفورون متیل، سینوسولفورون، پروپانیل، پی‌پروفوس + توفوردی، بنتازون، مولینیت، پرتیلاکلر، آنیلوفوس + اتوکسی سولفورون، توفوردی و اگزادپارژیل می‌باشند. با این حال در مقایسه با سایر کشورها تنوع علف‌کش‌ها در بازار ایران کم و محدود به تعداد خاصی از علف‌کش‌هاست که رواج مصرف زیادی دارند (Nosratti et al. 2020).

علف‌کش سولیتو ترکیب کارخانه‌ای دو علف‌کش پرتیلاکلر و پیری‌بنزوکسیم است. پرتیلاکلر علف‌کشی سامانه‌ای و انتخابی برنج از گروه کلرواستامیدها می‌باشد که از طریق ریشه و ساقچه‌های تازه سبز شده جذب و از تقسیم سلولی جلوگیری می‌کند (Chauhan et al. 2014). پیری‌بنزوکسیم نیز علف‌کشی پس‌رویشی بوده که کارایی خوبی در کنترل دامنه وسیعی از علف‌های‌هرز برنج معرفی دارد (Chang et al. 2011). این علف‌کش همانند علف‌کش‌های سولفونیل اوره، بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) بوده و از سنتز اسیدهای آمینه در گیاه ممانعت می‌کند (Bae et al. 1997; Lim et al. 1997).

طبق نتایج Yawale et al. (2020) کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار ماده مؤثره پرتیلاکلر+پیری‌بنزوکسیم، بعد از کاربرد ۵۰۰ گرم در هکتار ماده مؤثره بوتاکلر عملکرد را در طی دو سال تحقیق بین ۴۹ تا ۵۹ درصد در مقایسه با شاهد علف‌های‌هرز افزایش داد. به گزارش آنها در کشت مستقیم برنج، وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمار علف‌کشی ۴۵۰۰ گرم ماده مؤثره توفوردی + پروپانیل پس از مصرف ۱۵۰۰ گرم ماده مؤثره بوتاکلر، در کمترین مقدار و در نتیجه عملکرد برنج در بیشترین مقدار خود قرار داشت.

تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیب‌های علف‌کشی کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های‌هرز برنج دارند. در همین راستا، Herath et al. (2007) نشان دادند که ترکیب پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم (به ترتیب ۴۵۰ و ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)

برنج مهمترین محصول زراعی استان‌های گیلان و مازندران و دومین غله پراهمیت کشور می‌باشد. این گیاه زراعی اهمیت به‌سزایی در تامین نیاز غذایی مردم کشور ما دارد از اینرو پایداری در تولید آن در حفظ امنیت غذایی حائز اهمیت است. در حال حاضر کمبود آب و نیروی کار و بی‌ثباتی قیمت این محصول در بازار، تولید پایدار آن را تهدید می‌کند. از اینرو، کاهش آب مصرفی و نیروی کار و در نتیجه کاهش هزینه‌ها جهت افزایش درآمد کشاورزان بسیار ضروری است (Pouramir et al. 2021). تحقیقات نشان داده است که کشت مستقیم برنج در مقایسه با کشت نشایی نیاز به نیروی کار و میزان آب مصرفی را بطور چشمگیری کاهش می‌دهد (Dawe 2005; Humphreys et al. 2005). (Tabbal et al. 2002) مقدار صرفه‌جویی آب مصرفی در کشت مستقیم در مقایسه با کشت نشایی را ۱۱ تا ۱۸ و Cabangona et al. (2002) میزان آن را ۴۰ درصد گزارش کردند. دیگر پژوهشگران میزان صرفه‌جویی در مصرف آب و نیروی کار در کشت مستقیم برنج در مقایسه با کشت نشایی را صفر تا ۷۵ درصد گزارش کرده‌اند (Dawe 2005; Kumar & Ladha 2011).

علف‌های‌هرز مهم‌ترین مانع در تولید برنج هستند و بالا بودن خسارت و دشواری عملیات مدیریت آنها تداوم تولید برنج را تحت‌الشعاع قرار داده است. هجوم علف‌های‌هرز هر ساله خسارت زیادی به کشاورزان شالیکار وارد می‌کند که کم‌آبی موجب تشدید آن می‌شود. میزان خسارت علف‌های‌هرز در صورت عدم مبارزه، تا بیش از ۷۰ درصد در کشت نشایی (Yaghoubi et al. 2017a, c) و ۷۹ درصد در کشت مستقیم (Chauhan et al. 2013) گزارش شده است.

مهمترین دلایل خسارت بیشتر علف‌های‌هرز در کشت مستقیم در مقایسه با کشت نشایی، عدم امکان غرقاب زودهنگام در مراحل اولیه رشد به دلیل خفه شدن و ممانعت از رویش بذر برنج و همچنین کاشت بذر به جای گیاهچه‌های نشایی با قدرت رقابتی بیشتر است (Kumar & Ladha 2011). از اینرو مبارزه با علف‌های‌هرز در کشت مستقیم برنج از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و برای پذیرش و گسترش این شیوه کشت، در وهله اول باید راهکارهای مناسب برای مدیریت علف‌های‌هرز ارائه نمود. در بین روش‌های مختلف مبارزه، روش شیمیایی و استفاده از علف‌کش‌ها ارزان‌ترین راهکار برای کنترل علف‌های‌هرز هستند که امروزه به‌طور گسترده‌ای استفاده شده و ۱۰۰ درصد شالیزارها حداقل با یک علف‌کش تیمار می‌شوند

علف‌های هرز برنج در سامانه کشت مستقیم در مقایسه با علف کش‌های رایج و ۲- تعیین میزان تحمل گیاه زراعی برنج به کاربرد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (واقع در رشت) در طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد.

#### آزمایش گلدانی

این آزمایش در سال ۱۳۹۸ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. گونه‌های هرز مورد بررسی در این آزمایش شامل سوروف آبی (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch)، پیروز دریایی (*Bolboschoenus planiculmis* (F.Schmidt)) بودند. گونه سوروف مورد استفاده در آزمایش دارای شباهت زیادی به برنج بوده و معمولاً کشاورزان آن را از خزانه به زمین اصلی منتقل نموده و به اشتباه به جای برنج نشا می‌کنند. گیاهچه‌های نشاء شده این علف‌هرز به دلیل اندازه بزرگ‌تر با علف‌کش‌های رایج خاک‌پاش کنترل نشده و تقریباً تشخیص آن جهت وجین دستی نیز میسر نیست (Pouramir & Yaghoubi 2021). تیمارهای علف‌کشی در این آزمایش عبارت بودند از دوزهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده پرتیلاکلر+پیری‌بنزوکسیم (سولیتو) و علف‌کش‌های بیس‌پایریباک‌سدیم ۱۰ درصد (نومینی)، بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد (کلین‌وید)، پیری‌بنزوکسیم، بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای (بازاگران ام ۶۰) و شاهد آلوده علف‌هرز. برخی مشخصات علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ آورده شده‌اند.

آزمایش در گلدان‌های بدون زهکش به ارتفاع ۳۱ و قطر ۲۸ سانتی‌متر و با ظرفیتی حدود ۲۰ لیتر در فضای باز اجرا شد. ابتدا حدود یک سوم گلدان‌ها با خاک (خاک مورد نظر از بستر مزرعه تحقیقاتی تهیه گردید) پر شد و سپس آماده‌سازی خاک در شرایط غرقاب مشابه شالیزار به روش گل‌خرابی یا پادل انجام گردید. تعداد ۱۵ عدد بذر پیش جوانه‌دار شده سوروف در هر گلدان کشت شد و پس از اندکی رشد و استقرار، تنک شده و تراکم آن‌ها به پنج گیاهچه در هر گلدان کاهش یافت. برای تهیه گیاهچه‌های علف‌هرز پیروز، ابتدا غده‌های این علف‌هرز به تعداد زیاد در عمق چهار تا پنج سانتی‌متری گلدان‌های بزرگ

قادر به کنترل ۵۴ تا ۱۰۰ درصدی علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج می‌باشد. (Bhat et al. 2017) نیز گزارش کردند که کاربرد پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل جمعیت علف‌های هرز را نسبت به علف‌کش بوتاکلر و شاهد علف‌هرز به ترتیب ۷/۴ و ۷۹ درصد کاهش داد.

کاربرد پیری‌بنزوکسیم (۳۰ تا ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) به تنهایی سوروف را در شرایط مزرعه‌ای، تا بیش از ۹۰ درصد کنترل کرد. این درحالی بود که اختلاط ۱۵ تا ۳۰ گرم ماده مؤثره این علف‌کش با پندیمتالین دارای کارایی مشابهی در کنترل سوروف بود. افزایش مقدار مصرف این علف‌کش تا ۶۰ گرم در هکتار منجر به گیاه‌سوزی بر روی گیاه برنج نشد (Koo et al. 1997). بررسی کارایی علف‌کش‌های پنوکسولام، بیس‌پایریباک‌سدیم و پیرازوسولفورون‌اتیل از بازدارندگان سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز در کنترل علف‌های هرز نشان داد که هیچیک از این علف‌کش‌ها دارای بازدارندگی بر رشد و ماده خشک گیاه برنج نبودند (Petter et al. 2012). البته بیس‌پایریباک‌سدیم دارای گیاه‌سوزی اندکی بود که در مدت تقریباً دو هفته‌ای بازیابی شد. بعلاوه طبق نتایج این تحقیق تحمل یا حساسیت به این علف‌کش‌ها در بین ارقام مختلف برنج متفاوت بود.

در تحقیقی (Chauhan et al. 2013) کارایی تیمارهای مختلف علف‌کشی در کنترل علف‌های هرز برنج در سامانه خشکه‌کاری برنج در سریلانکا ۸۲ تا ۹۹ درصد گزارش شد. بنابر این گزارش، کاربرد اختلاط پیری‌بنزوکسیم با پرتیلاکلر (به ترتیب ۲۵ و ۳۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و سپس کاربرد متوالی ۱۰۰۰ گرم ام‌سی‌پی‌ای (MCPA) 20 روز پس از بذریاشی، تراکم علف‌های هرز را ۹۴ تا ۹۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد علف‌هرز کاهش داد. این ترکیب، سوروف و لپتوکلو (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) و علف هفت‌بند را به‌خوبی کنترل کرد و عملکرد شلتوک را در طی دو سال مطالعه بین ۲۱۲ تا ۳۷۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد عدم کنترل علف‌هرز افزایش داد. بنابر گزارش (Susil 2019) Mendis et al. حدود یک درصد کشاورزان سریلانکایی از ترکیب علف‌کشی پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم (به ترتیب ۳۰۰ و ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) به همراه علف‌کش کارفنترازون‌اتیل برای کنترل علف‌های هرز مزارع برنج استفاده می‌کنند.

اهداف این تحقیق عبارت بودند از ۱- تعیین کارایی علف‌کش پیش‌آمیخته پرتیلاکلر+پیری‌بنزوکسیم در کنترل

تمامی تیمارهای علف‌کشی به صورت برگ‌پاش و در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز با استفاده از سمپاش پشتی ماتایی با نازل شره‌ای و فشار دو تا دو و نیم بار اعمال شدند. سمپاش مورد استفاده بر اساس ۲۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شده بود. اندازه‌گیری ارتفاع و وزن تر گیاهچه‌ها چهار هفته بعد از اعمال علف‌کش‌ها انجام شد. قبل از نمونه‌برداری، کارایی علف‌کش‌ها در کنترل گونه‌های علف‌هرز به روش چشمی ارزیابی شدند. در این روش به تیمار شاهد بدون علف‌کش نمره صفر و به تیمارهای در حال مرگ عدد ۱۰۰ اختصاص یافته و بقیه تیمارها نسبت به این دو تیمار نمره‌دهی شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر، گیاهچه‌های سالم بلافاصله پس از کف بر شدن به آزمایشگاه منتقل شده و با ترازوی دقیق وزن شدند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش‌های گلدانی (Yaghoubi *et al.* 2017a, 2018, 2020; Hazrati *et al.* 2019).

**Table 1.** Characteristics of herbicide used in pot experiment (Yaghoubi *et al.* 2017a, 2018, 2020; Hazrati *et al.* 2019).

General name	Trade name	Recommended dose (g ai ha <sup>-1</sup> )	Manufacturer company
Pretilachlor + Pyribenzoxim	Solito (EC 32%)	480	Syngenta
Bispyribac-sodium	Nomini (SC10%)	25	Kumiai chemical
Bispyribac-sodium	Cleanweed (SC40%)	40	Perijat industries
Pyribenzoxim	Pyrimax (EC5%)	35	Eastchem
Bentazone + MCPA	Bazageran M60 (SL 46%)	1150	BASF

زودهنگام و سایر علف‌کش‌ها به صورت برگ‌پاش و در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز اعمال شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲۰ متر مربع (چهار × پنج متر) بود. رقم برنج مورد استفاده در این آزمایش آنام بود که به صورت کشت مستقیم بر بستر مرطوب کشت شد. این رقم به دلیل تحمل به ورس و کیفیتی تقریباً مشابه با رقم بومی هاشمی، از ارقام برتر معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال‌های اخیر است.

آماده‌سازی زمین شامل انجام شخم اول در تاریخ ۱۰ فروردین، شخم دوم ۱۲ اردیبهشت و شخم سوم (گل‌خرابی) ۱۵ اردیبهشت بود. به‌منظور اعمال تیمارهای علف‌کشی خاک‌پاش، هفت روز قبل از بذراپاشی (۱۶ اردیبهشت) کرت‌ها به عمق حدود ۱۰ سانتی‌متر غرقاب شدند. سپس به منظور پاشش یکنواخت، علف‌کش‌های خاک‌پاش مربوط به هر تیمار ابتدا در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب حل شده و سپس به‌طور نمک‌پاش در داخل کرت‌ها پاشیده شدند. دو روز قبل از بذراپاشی (۲۱ اردیبهشت) آب کرت‌ها تخلیه شد و پس از خشک شدن سطح کرت‌ها مجدداً قبل از بذراپاشی کرت‌ها به عمق حدود پنج سانتی‌متر غرقاب شدند و عملیات بذراپاشی در تاریخ ۲۳ اردیبهشت انجام شد. به‌منظور پیش‌جوانه‌دار کردن، بذور ابتدا

کشت شده و پس از جوانه‌زنی، گیاهچه‌های هم‌اندازه و با ارتفاع سه تا چهار سانتی‌متری برداشت شده و به گلدان‌های آزمایشی منتقل شدند (Yaghoubi *et al.* 2017a). تراکم این علف‌هرز نیز پنج گیاهچه در هر گلدان بود. کودهای مورد استفاده شامل N.P.K به ترتیب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار بود که بر اساس مساحت هر گلدان محاسبه و اعمال شدند. کودهای فسفره، پتاسه و نیتروژنه به ترتیب از منبع کودهای سوپرفسفات‌تریپل، سولفات پتاسیم و اوره تامین شدند. تمامی کود فسفره و پتاسه قبل از کاشت به گلدان‌ها اضافه شدند و کود نیتروژنه نیز یک روز پس از کشت به گلدان‌ها اضافه گردید.

#### آزمایش مزرعه‌ای

این بخش از مطالعه در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در این آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و سه تکرار بود. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین، بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + تیونیکارب، بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین، بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیونیکارب، پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، تیونیکارب + دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم، تیونیکارب + دوز ۱۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم، تیونیکارب + دوز ۱۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم، تیونیکارب + دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم و شاهد علف‌های هرز. برخی مشخصات علف‌کش‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ آورده شده‌اند. در این آزمایش نیز سعی شد تا علف‌کش‌های مختلفی با طیف علف‌کشی متفاوت بررسی شوند تا امکان مقایسه از ابعاد مختلف چه طیف علف‌کشی و چه مکانیزم عمل میسر گردد. علف‌کش‌های پرتیلاکلر، بن‌سولفورون‌متیل، تیونیکارب و پندیمتالین به صورت خاک‌پاش پیش‌رویشی یا پس‌رویشی

شامل ارتفاع، پنجه و زیست‌توده برنج و همچنین زیست‌توده علف‌های هرز در طول دوره رشد رویشی و همچنین زمان برداشت بودند. در مرحله برداشت با استفاده از کادرهای یک متر مربعی تمامی علف‌های هرز و برنج به صورت کف‌بر برداشت شده و پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا علف‌های هرز آن به تفکیک گونه جدا شده و سپس شلتوک از کاه تفکیک شده و پس از خشک کردن کاه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شدند. در انتها، از منطقه برداشت و پس از حذف حاشیه، محصول پنج متر مربع برداشت و عملکرد شلتوک آن با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شده و به عنوان عملکرد نهایی در نظر گرفته شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS, ver. 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد.

به مدت دو روز در آب خیسانده و سپس در داخل گونی‌های کنفی مرطوب قرار داده شدند تا جوانه‌زنی انجام شود. یک روز بعد، بذور جوانه‌زده بذریاشی شدند. تراکم بذر بر اساس آزمایشات مقدماتی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. علف‌کش‌های برگ‌پاش با سمپاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای و فشار دو تا دو و نیم بار و مقدار آب ۲۰۰ لیتر در هکتار در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز اعمال شدند. ارزیابی چشمی گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی ناشی از تیمارهای علف‌کشی بر گیاهچه‌های برنج و نیز کارایی تیمارها در کنترل علف‌های هرز دو، چهار و شش هفته پس از اعمال تیمارهای علف‌کشی و بر اساس سامانه استاندارد اروپایی انجام شد (Sandral et al. 1997). نمونه‌گیری از علف‌های هرز و گیاه برنج برای تعیین تراکم و زیست‌توده آنها چهار، شش و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمارها صورت گرفت. صفات مورد ارزیابی

جدول ۲. برخی ویژگی‌های علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش مزرعه‌ای (Yaghoubi et al. 2017a, 2018, 2020; Hazrati et al. 2019).

**Table 2.** Characteristics of herbicide used in field experiment (Yaghoubi et al. 2017a, 2018, 2020; Hazrati et al. 2019).

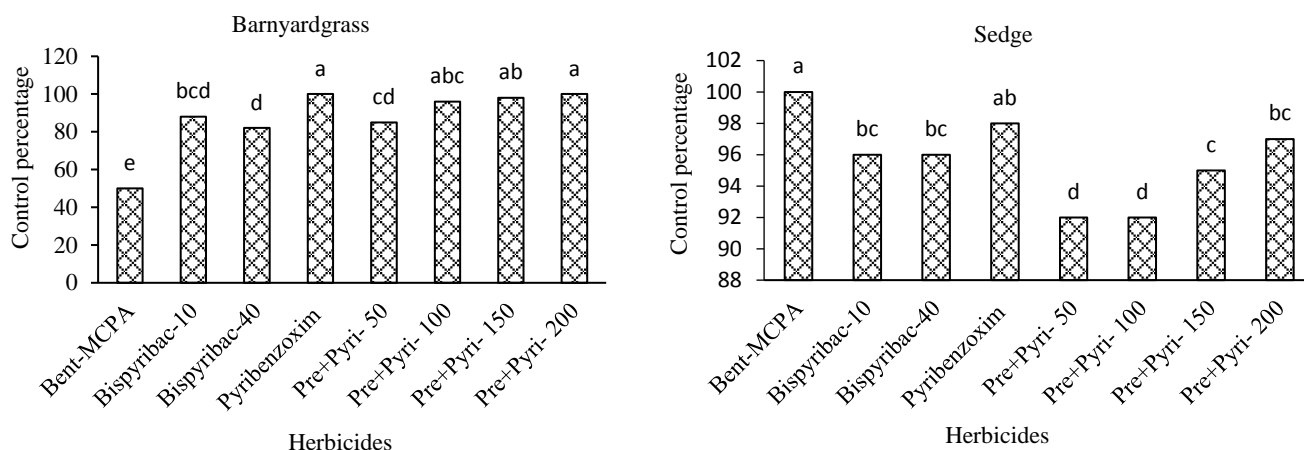
General name	Trade name	Recommended dose (g ai ha <sup>-1</sup> )	Manufacturer company
Pendimethalin	Proton (EC 33%)	1238	Ariashimi
Thiobencarb	Saturn (EC 50%)	2750	Mashkfam Fars
Pretilachlor	Rifit (EC 50%)	750	Ariashimi
Bensulfuron methyl	Londax (DF 60%)	30	Ariashimi
Bentazone + MCPA	Bazageran M60 (SL 46%)	1150	BASF
Bispyribac-sodium	Cleanweed (SC40%)	40	Perijat industries
Pretilachlor + Pyribenzoxim	Solito (EC 32%)	480	Syngenta

## نتایج

### آزمایش گل‌دانی

پیری‌بنزوکسیم نیز دوز ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده با ۸۵ درصد، کمترین کارایی را دارا بود این در حالی بود که دوز ۱۰۰ درصد و بالاتر، از این نظر دارای کارایی بالای ۹۶ درصد بودند (شکل ۱). نکته جالب در بین علف‌کش‌ها، عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دو فرمولاسیون بیس‌پایریباک سدیم از نظر کنترل پیروزور و سوروف می‌باشد. بیس‌پایریباک سدیم ۱۰ درصد (نومینی) فرمولاسیون ژاپنی و بیس‌پایریباک سدیم ۴۰ درصد (کلین‌وید) فرمولاسیون هندی این علف‌کش می‌باشند. به عبارتی، استفاده از بیس‌پایریباک سدیم ۱۰ درصد علاوه بر کنترل مطلوب علف‌های هرز سوروف و پیروزور خطرات زیست محیطی به مراتب کمتری نیز در مقایسه با بیس‌پایریباک سدیم ۴۰ درصد خواهد داشت.

کارایی تیمارهای مورد بررسی در کنترل پیروزور و سوروف آبی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد کنترل دو علف‌هرز پیروزور و سوروف آبی تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی قرار گرفتن ( $P \leq 0.01$ ). مقایسه میانگین ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های هرز نشان داد که کارایی تیمارهای علف‌کشی در کنترل پیروزور بیش از ۹۷ درصد بود. بیشترین درصد کنترل با ۱۰۰ درصد مربوط به بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای و کمترین مقدار نیز به علف‌کش‌های پیری‌ماکس و دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم تعلق داشت. کارایی علف‌کش‌ها در کنترل سوروف آبی از ۵۰ درصد (بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای) تا ۱۰۰ درصد (پیری‌ماکس و دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم) متغییر بود. در بین دوزهای مختلف علف‌کش پرتیلاکلر +



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تیمارهای علف‌کشی بر درصد کنترل علف‌های هرز پیروز و سوروف آبی در شرایط گلدانی. Bent-MCPA: بنتازون+ام‌سی‌پی‌ای، Bispyribac-10: بیس‌پایریباک‌سدیم ۱۰ درصد، Bispyribac-40: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد، Pre + Pyri-50، Pre + Pyri-100، Pre + Pyri-150 و Pre + Pyri-200: به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر+پیریبنزوکسیم.

**Figure 1.** Mean comparison of the herbicide effect on the control of sedge and barnyardgrass weeds in potted conditions. Bent-MCPA: Bentazone + MCPA, Bispyribac-10: Bispyribac-sodium 10% SC, Bispyribac-40: Bispyribac-sodium 40% SC, Pre + Pyri-50, Pre + Pyri-100, Pre + Pyri-150 and Pre + Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of Pretilachlor+Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

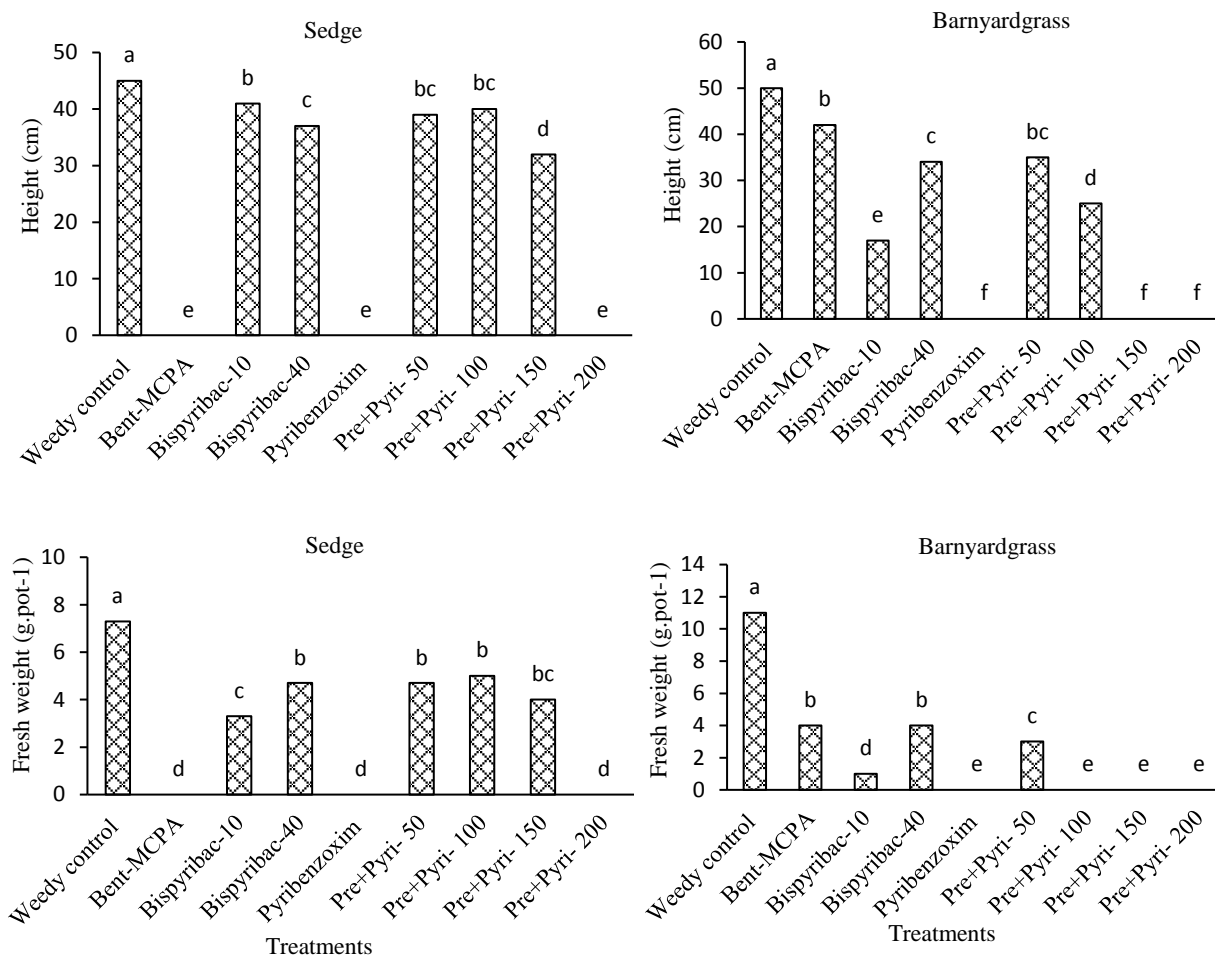
#### آزمایش مزرعه‌ای

فلور علف‌هرز مزرعه تحقیقاتی شامل؛ سوروف *Echinochloa crus-galli* (L.) P Beauv. دریاپی، اوپارسلام (*Cyperus difformis* L.)، قاشق‌واش (*Monochoria alisma plantago aquatic* L.)، سل‌واش (*Sagittaria vaginalis* (Burm.f.) C.Presl) تیرکمان‌آبی (*Potamogeton nodosus* Poir.) و هزارنی (*Butomus umbellatus*) بود. بیش از ۹۸ درصد جمعیت علف‌های هرز منحصر به سوروف و پیروز بود، بنابراین در نتایج فقط به این دو علف‌هرز پرداخته شده است.

#### گیاه‌سوزی علف‌کشا

علف‌کش جدید پرتیلاکلر + پیریبنزوکسیم تا دو برابر دوز توصیه‌شده هیچ‌گونه علائم گیاه‌سوزی قابل مشاهده بر روی گیاه برنج نداشت. در بین سایر علف‌کشا نیز فقط تیمار بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین دارای پنج درصد گیاه‌سوزی بود. از این‌رو، از ارائه داده در این بخش اجتناب گردید.

کارایی تیمارهای مورد بررسی بر زیست‌توده پیروز و سوروف آبی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، ارتفاع و وزن تر پیروز و سوروف آبی تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی قرار داشت ( $P \leq 0.01$ ). ارتفاع پیروز از صفر (علف‌کشا بن‌تازون-ام‌سی‌پی‌ای، پیری‌ماکس و دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیریبنزوکسیم) تا ۴۵ سانتی‌متر (شاهد) متغیر بود. بیشترین وزن تر پیروز با پنج گرم در گلدان مربوط به بیس‌پایریباک‌سدیم ۱۰ درصد بود که در مقایسه با تیمار شاهد ۲۹ درصد کاهش داشت. در تیمارهای علف‌کشی بن‌تازون-ام‌سی‌پی‌ای، پیری‌ماکس و دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیریبنزوکسیم به دلیل کارایی بالای این تیمارها، هیچ‌گونه گیاهچه و در نتیجه، وزن تری مشاهده نشد. در بین دوزهای مختلف پرتیلاکلر + پیریبنزوکسیم نیز با افزایش دوز از وزن تر پیروز کاسته شد. علف‌کش بن‌تازون-ام‌سی‌پی‌ای بر خلاف پیروز کارایی ضعیفی (۳۶ درصد) در کنترل علف‌هرز سوروف آبی داشت. بیشترین وزن تر سوروف آبی با چهار گرم در گلدان در تیمارهای بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد و بن‌تازون-ام‌سی‌پی‌ای مشاهده شد. این در حالی بود که در تیمارهای پیری‌ماکس و دوزهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیریبنزوکسیم هیچ‌گونه زیست‌توده‌ای دیده شد (شکل ۲).

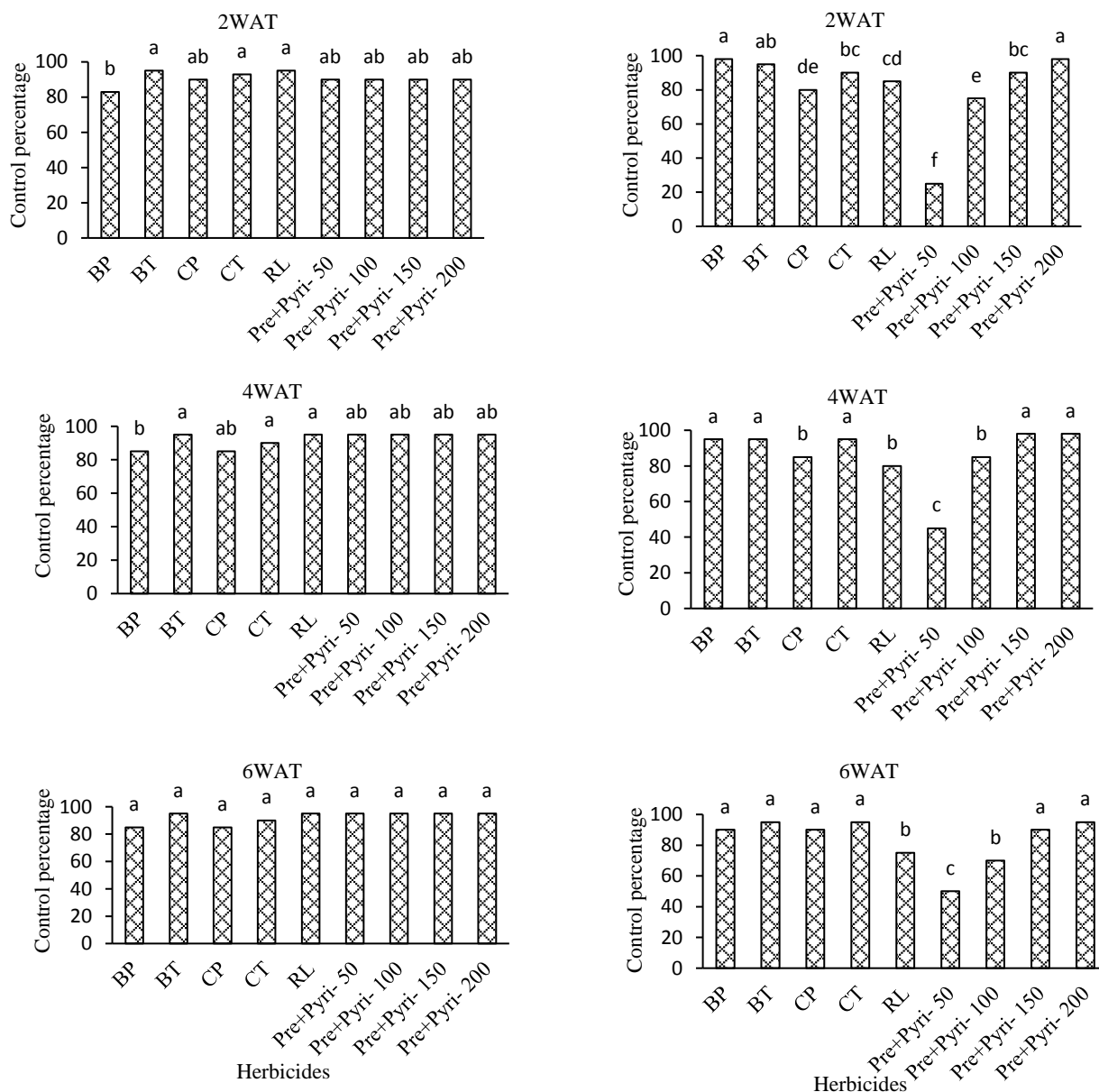


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارهای علف‌کشی بر ارتفاع و وزن تر دو علف‌هرز پیروز و سوروف آبی در شرایط گلدانی. Bent-MCPA: بنتازون + مقاسی‌پی‌ای، Bispyribac-10: بیس‌پایریباک‌سدیم ۱۰ درصد، Bispyribac-40: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد، Pre + Pyri-50، Pre + Pyri-100، Pre + Pyri-150 و Pre + Pyri-200: به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم.

**Figure 2.** Mean comparison of the herbicide effect on the height and fresh weight of sedge and barnyardgrass weeds in potted conditions. Bent-MCPA: Bentazone + MCPA, Bispyribac-10: Bispyribac-sodium 10% SC, Bispyribac-40: Bispyribac-sodium 40% SC, Pre + Pyri-50, Pre+Pyri-100, Pre + Pyri-150 and Pre + Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of Pretilachlor + Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

چهارم، ۹۵ و در هفته دوازدهم دارای ۹۰ درصد کارایی در کنترل سوروف بودند. کارایی علف‌کش‌ها در کنترل پیروز بسیار متغییر بود. به‌طوری‌که، دو هفته پس از اعمال علف‌کش‌های برگ‌مصرف، دامنه کارایی این تیمارها از ۲۵ درصد (دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم) تا ۹۸ درصد (دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم) و تیمار بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین) متغییر بود. در هفته‌های چهارم و دوازدهم نیز دوزهای ۵۰ و ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر+پیری‌بنزوکسیم به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین کارایی در کنترل پیروز بودند (شکل ۳).

درصد کنترل سوروف و پیروز تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد کنترل سوروف فقط در چهار هفته پس از اعمال علف‌کش‌ها تحت تاثیر قرار گرفت، این درحالی بود که درصد کنترل پیروز در هر سه مرحله ارزیابی تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشت ( $P \leq 0.01$ ). به غیر از تیمار علف‌کشی بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین و بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین (در هفته چهارم)، سایر تیمارها دارای کارایی بالای ۹۰ درصد در کنترل سوروف در هر سه مرحله ارزیابی بودند. تمامی دوزهای پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم در هفته دوم دارای ۹۰، هفته



شکل ۳. مقایسه میانگین ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های هرز سوروف و پیروز در شرایط مزرعه‌ای. WAT: هفته پس از اعمال تیمار. BP: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین، BT: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب، CP: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین، CT: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیوبنکارب، RL: پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، Pre + Pyri-50، Pre + Pyri-100، Pre + Pyri-150 و Pre + Pyri-200: به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم.

**Figure 3.** Mean comparison of visual assessment of the barnyardgrass and sedge control in field conditions. WAT: Week after treatment. BP: Bentazone+MCPA + Pendimethalin, BT: Bentazone+MCPA + Thiobencarb, CP: Bispyribac-sodium 40 % + Pendimethalin, CT: Bispyribac-sodium 40 % + Thiobencarb, RL: Pretilachlor + Bensulfuron-methyl, Pre + Pyri-50, Pre+Pyri-100, Pre+Pyri-150 and Pre + Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of Pretilachlor + Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

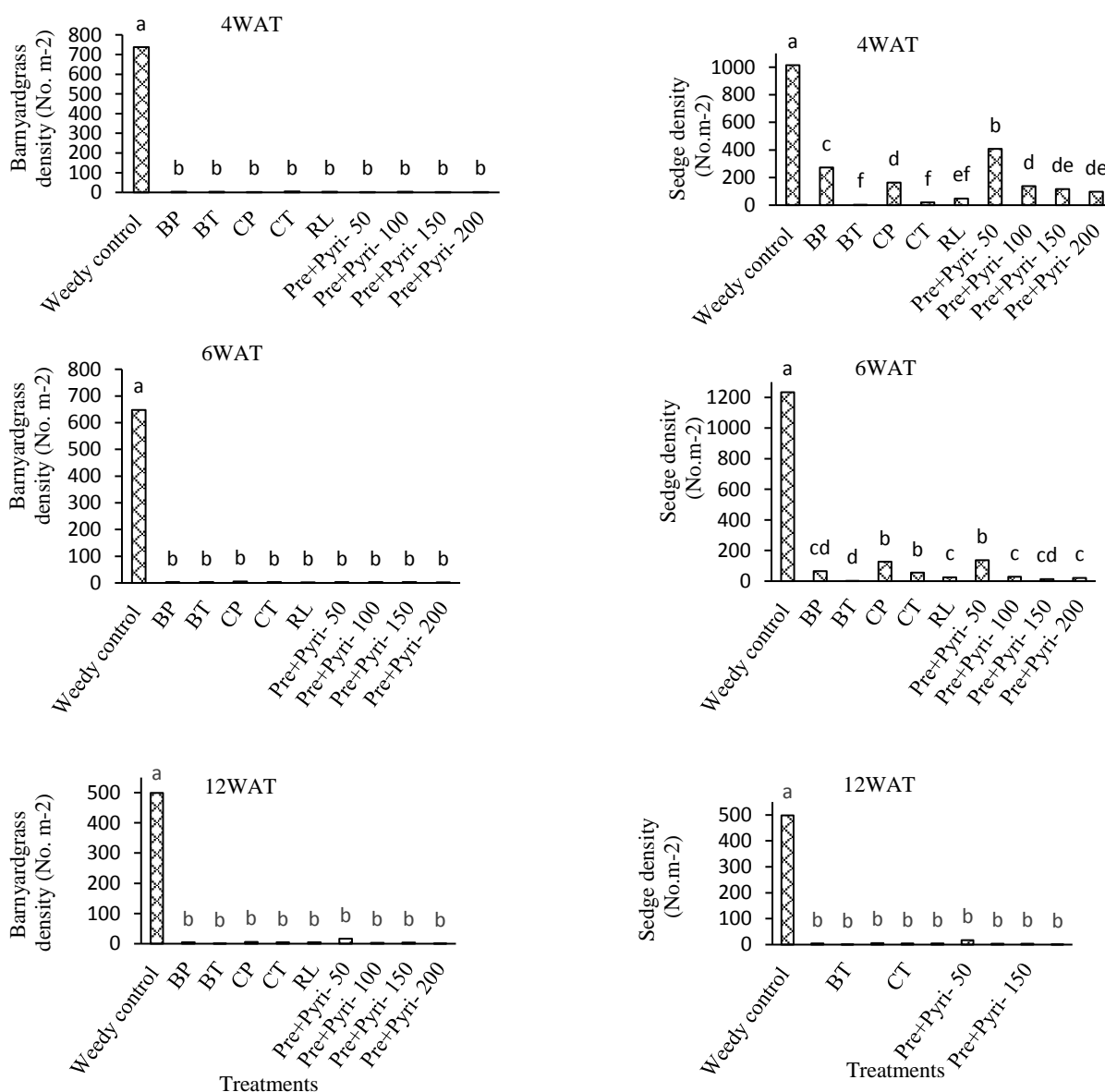
تیمارها در تیمار شاهد عدم کاربرد علف‌کش به ترتیب ۷۳۷، ۶۴۸ و ۴۹۹ گیاهچه در واحد سطح بود. این درحالی بود که تراکم این علف‌هرز در سایر تیمارهای علف‌کشی در هر سه مرحله ارزیابی کمتر از ۱۸ گیاهچه بود. اختلاف معنی‌داری از

تراکم سوروف و پیروز تراکم هر دو علف‌هرز سوروف و پیروز در هر سه مرحله ارزیابی تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی قرار داشت ( $P \leq 0.01$ ) تراکم سوروف در چهار، شش و دوازده هفته پس از اعمال



نشان دهنده کاهش  $\geq 99$  درصدی پیروز در تیمار بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب و کاهش  $\geq 60$  درصدی پیروز در دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم در مقایسه با تیمار شاهد می‌باشد. در هر سه مرحله نمونه‌گیری اختلاف معنی‌داری از این نظر بین دوزهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم وجود نداشت (شکل ۴).

نظر تراکم سوروف در بین تیمارهای علف‌کشی در هیچ یک از مراحل ارزیابی مشاهده نشد. تراکم پیروز در بین مراحل مختلف ارزیابی و همچنین تیمارهای مورد مطالعه بسیار متفاوت بود. در هر سه مرحله ارزیابی تیمار بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب (به ترتیب با چهار، یک و دو عدد)، کمترین و دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم (به ترتیب با ۴۰۸، ۱۳۷ و ۷۷ عدد)، بیشترین تراکم پیروز را در واحد سطح دارا بودند که



**شکل ۴.** مقایسه میانگین اثر تیمارهای علف‌کشی بر تراکم علف‌های هرز سوروف و پیروز در شرایط مزرعه‌ای. WAT: هفته پس از اعمال تیمار. BP: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین، BT: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب، CP: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین، CT: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیوبنکارب، RL: پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، Pre + Pyri-100، Pre + Pyri-50، Pre + Pyri-150 و Pre + Pyri-200: به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم.

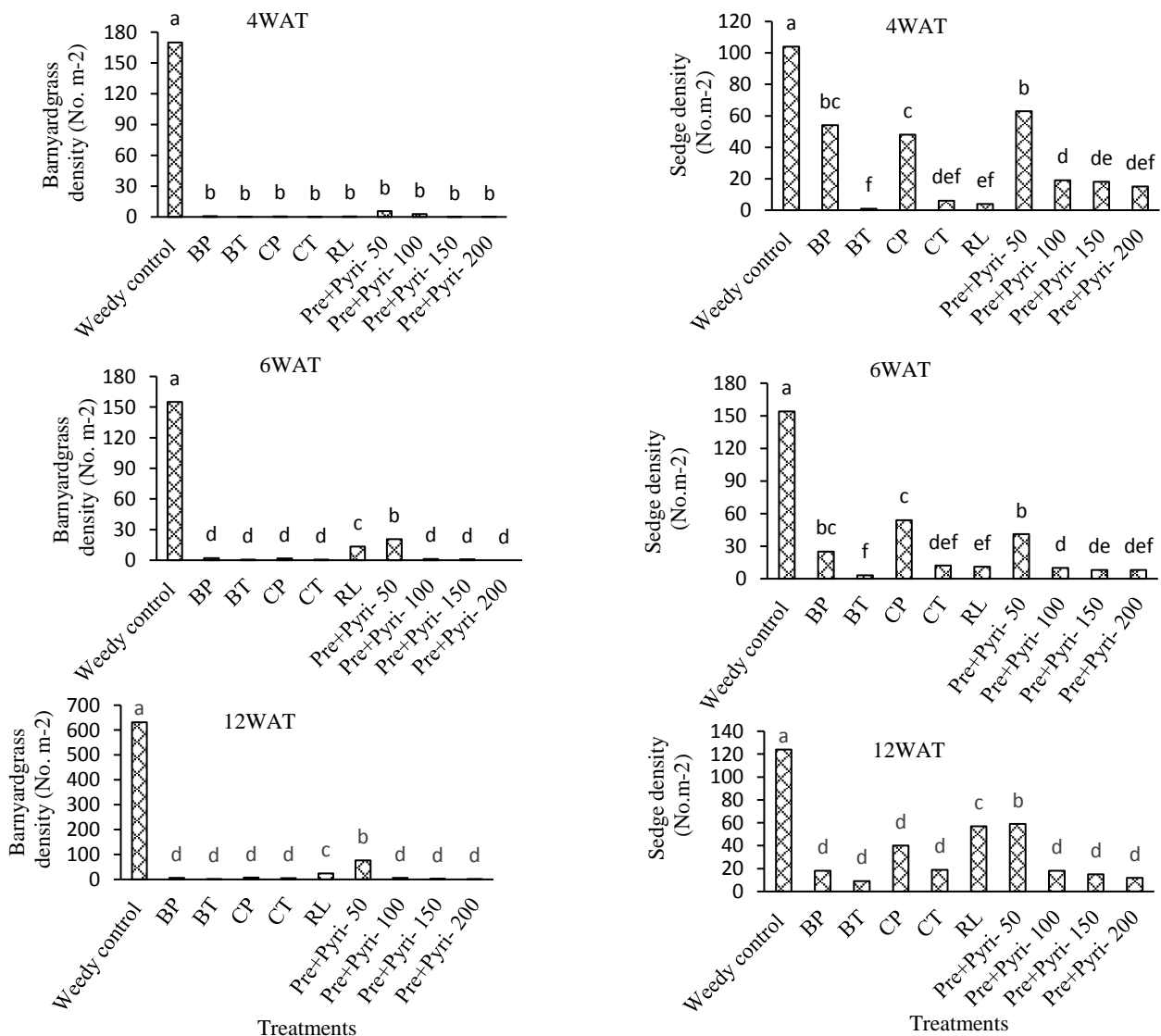
**Figure 4.** Mean comparison of herbicide treatments effect on barnyardgrass and sedge density in field conditions. WAT: Week after treatment. BP: Bentazone + MCPA + Pendimethalin, BT: Bentazone + MCPA + Thiobencarb, CP: Bispyribac-sodium 40 % + Pendimethalin, CT: Bispyribac-sodium 40 % + Thiobencarb, RL: Pretilachlor + Bensulfuron-methyl, Pre + Pyri-50, Pre + Pyri-100, Pre + Pyri-150 and Pre + Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of

Pretilachlor + Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

مرحله ارزیابی به ترتیب با یک، سه و نه گرم در متر مربع کمترین زیست‌توده پیروز را دارا بود که در مقایسه با شاهد علف‌هرز دارای بیش از ۹۳ درصد کارایی در کنترل این علف‌هرز بود. در بین دوزهای مختلف پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم نیز دوز ۲۰۰ درصد بهترین کارایی را در کاهش زیست‌توده هر دو علف‌هرز سوروف و پیروز داشت این در حالی بود که از این نظر اختلاف معنی‌داری با دوزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده نداشت (شکل ۵).

زیست‌توده سوروف و پیروز

در تمامی مراحل ارزیابی، زیست‌توده سوروف و پیروز تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی قرار داشتند ( $P \leq 0.01$ ). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که زیست‌توده سوروف در بین تیمارهای علف‌کشی در هفته‌های چهارم، ششم و دوازدهم به ترتیب  $5/6 \leq$ ،  $20/6 \leq$  و  $76 \leq$  گرم در واحد سطح بود که در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۹۷، ۸۷ و ۸۸ درصد کاهش داشتند. تیمار بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب در هر سه



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر تیمارهای علف‌کشی بر زیست‌توده علف‌های هرز سوروف و پیروز در شرایط مزرعه‌ای. WAT: هفته پس از اعمال تیمار. BP: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + پندیمتالین، BT: بنتازون + ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب، CP: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین، CT: بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیوبنکارب، RL: پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل، Pre + Pyri-50، Pre + Pyri-100، Pre + Pyri-150 و Pre + Pyri-200: به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد دوز توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم.

**Figure 5.** Mean comparison of herbicide treatments effect on barnyardgrass and sedge biomass in field conditions. WAT: Week after treatment. BP: Bentazone + MCPA + Pendimethalin, BT: Bentazone + MCPA + Thiobencarb, CP: Bispyribac-sodium 40 % + Pendimethalin, CT: Bispyribac-sodium 40 % + Thiobencarb, RL: Pretilachlor +

Bensulfuron-methyl, Pre + Pyri-50, Pre + Pyri-100, Pre + Pyri-150 and Pre+Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of Pretilachlor + Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

که از این نظر در مقایسه با شاهد، ۱۲۷ تا ۱۸۵ درصد افزایش داشتند. از نظر تعداد خوشه نیز روندی مشابه تعداد پنجه مشاهده گردید. بدین طریق که دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم و شاهد علف‌هرز به ترتیب با ۳۶۷ و ۱۸۱ خوشه، کمترین تعداد را از این نظر دارا بودند. تیمار بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای + تیوبنکارب و دوز ۲۰۰ درصد پرتیلاکلر+پیری‌بنزوکسیم با ۵۵۳ خوشه بیشترین تعداد خوشه را در واحد سطح داشتند (جدول ۳).

ارتفاع، تعداد ساقه و خوشه برنج  
ارتفاع، تعداد ساقه و تراکم خوشه برنج تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی قرار گرفتند ( $P \leq 0.01$ ). کمترین ارتفاع در تیمار شاهد علف‌هرز با ۷۵ سانتی متر مشاهده شد این درحالی بود که بین سایر تیمارهای علف‌کشی از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. کمترین تعداد ساقه به ترتیب با ۱۸۱ و ۳۹۱ ساقه در متر مربع در دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم و شاهد علف‌هرز ثبت گردید. این درحالی بود که سایر تیمارها دارای ۴۷۳ تا ۵۹۲ ساقه در متر مربع بودند

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمارهای علف‌کشی بر ارتفاع، پنجه، خوشه، کاه و کلش و عملکرد شلتوک برنج در شرایط مزرعه‌ای.

**Table 3.** Mean comparison of herbicide treatments effect on height, tiller, panicle, straw and paddy yield of rice in field conditions.

Herbicide	Height (cm)	Tiller (tiller/m <sup>2</sup> )	Panicle (panicle/m <sup>2</sup> )	Straw (kg/ha)	Paddy yield (kg/ha)
BP	100 <sup>a</sup>	550 <sup>ab</sup>	514 <sup>ab</sup>	4812 <sup>ab</sup>	5040 <sup>ab</sup>
BT	103 <sup>a</sup>	584 <sup>a</sup>	553 <sup>a</sup>	4715 <sup>ab</sup>	4853 <sup>ab</sup>
CP	102 <sup>a</sup>	506 <sup>ab</sup>	470 <sup>ab</sup>	4294 <sup>b</sup>	4377 <sup>b</sup>
CT	103 <sup>a</sup>	553 <sup>ab</sup>	535 <sup>ab</sup>	5240 <sup>a</sup>	5495 <sup>a</sup>
RL	105 <sup>a</sup>	473 <sup>bc</sup>	458 <sup>b</sup>	4291 <sup>b</sup>	4218 <sup>b</sup>
Pre + Pyri-50	99 <sup>a</sup>	391 <sup>c</sup>	367 <sup>c</sup>	3489 <sup>c</sup>	3462 <sup>b</sup>
Pre + Pyri-100	101 <sup>a</sup>	583 <sup>a</sup>	546 <sup>a</sup>	4606 <sup>ab</sup>	4761 <sup>ab</sup>
Pre + Pyri-150	99 <sup>a</sup>	557 <sup>ab</sup>	532 <sup>ab</sup>	4634 <sup>ab</sup>	4785 <sup>ab</sup>
Pre + Pyri-200	102 <sup>a</sup>	592 <sup>a</sup>	553 <sup>a</sup>	4771 <sup>ab</sup>	4827 <sup>ab</sup>
Weedy control	75 <sup>b</sup>	208 <sup>d</sup>	181 <sup>d</sup>	628 <sup>d</sup>	517 <sup>c</sup>

BP: Bentazone + MCPA + Pendimethalin, BT: Bentazone + MCPA + Thiobencarb, CP: Bispyribac-sodium 40 % + Pendimethalin, CT: Bispyribac-sodium 40 % + Thiobencarb, RL: Pretilachlor + Bensulfuron-methyl, Pre+Pyri-50, Pre + Pyri-100, Pre + Pyri-150 and Pre + Pyri-200: 50, 100, 150 and 200% of Pretilachlor + Pyribenzoxim recommended dose, respectively.

علف‌کش تعلق داشت. بین دوزهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم از نظر عملکرد شلتوک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

#### بحث

نتایج آزمایشات مزرعه‌ای نشان داد که مصرف علف‌کش جدید پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم تا دوبرابر دوز توصیه‌شده هیچ‌گونه اثرات گیاه‌سوزی بر روی گیاه برنج نداشت. در تحقیقی (Yaghoubi *et al.* 2018) که بر روی علف‌کش‌های برنج انجام شد مشاهده گردید که کاربرد علف‌کش جدید پیری‌بنزوکسیم در مزرعه هیچ‌گونه علائم گیاه‌سوزی بر بوته‌های برنج ندارد. در همین راستا، (Koo *et al.* 1997) گزارش کردند که با وجود اینکه پیری‌بنزوکسیم کارایی خوبی در کنترل سوروف، دم روباهی و علف هفت بند دارد، روی گیاه برنج و گندم اثر سوئی ندارد. طبق بررسی‌های انجام شده،

کاه و کلش، عملکرد شلتوک  
کاه و کلش، عملکرد شلتوک و شاخص برداشت برنج تحت تاثیر تیمارهای علف‌کشی مورد مطالعه قرار داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیوبنکارب با ۵۲۴۰ کیلوگرم، بیشترین و دوز ۵۰ درصد پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم با ۳۴۸۹ کیلوگرم، کمترین مقدار کاه و کلش را در هکتار داشتند که در مقایسه با شاهد (۶۲۸ کیلوگرم) به ترتیب ۷۴۵ و ۴۶۱ درصد بالاتر بودند. عملکرد شلتوک در تیمار شاهد ۵۱۷ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین عملکرد شلتوک با ۵۴۹۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + تیوبنکارب بود. به عبارتی در صورت عدم کنترل علف‌های هرز عملکرد برنج تا ۹۱ درصد کاهش می‌یافت. در بین دوزهای مختلف پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم کمترین و بیشترین عملکرد به ترتیب با ۳۴۶۲ و ۴۸۲۷ کیلوگرم در هکتار به دوزهای ۵۰ و ۲۰۰ درصد این

هکتار، هشت روز پس از بذریابی و سپس کاربرد ۱۰۰۰ گرم ماده موثره علف‌کش ام‌سی‌پی‌ای (MCPA) 20 روز پس از بذریابی تراکم کل علف‌های هرز را ۹۴ تا ۹۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد علف‌هرز کاهش داد.

از نظر تعداد پنجه و خوشه نیز به غیر از تیمار پرتیلاکلر + بن‌سولفورون‌متیل و دوز ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم بین سایر تیمارها و همچنین دوزهای مختلف پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که این امر نشان دهنده کارایی مناسب و مشابه این علف‌کش با علف‌کش‌های رایج شالیزار می‌باشد. در واقع تیمارهای علف‌کشی از طریق کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز فضای مناسب را برای رشد و نمو و در نتیجه افزایش تعداد پنجه‌ها و خوشه برنج فراهم کردند. در تحقیقی که بر روی علف‌کش‌های جدید برنج انجام شد، بیان گردید که علف‌کش‌ها از طریق کنترل علف‌های هرز فضا و منابع کافی را در اختیار بوته‌های برنج قرار داده و منجر به افزایش قابلیت پنجه‌زنی آنها و در نهایت افزایش تعداد خوشه‌ها در واحد سطح می‌شوند (Yaghoubi et al. 2017b).

در این تحقیق، کاهش رقابت علف‌های هرز و در نتیجه پنجه‌زنی بهتر بوته‌های برنج منجر به افزایش عملکرد شلتوک گردید. به طوری که در بین دوزهای مختلف پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم، دوز ۲۰۰ درصد به دلیل کارایی بیشتر در کنترل علف‌های هرز، بیشترین عملکرد شلتوک را دارا بود، اگرچه از این نظر با دوزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج آزمایشگاهی و گلدانی نیز تایید کننده نتایج مزرعه‌ای بودند و نشان دادند که دوزهای مختلف علف‌کش پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم کارایی مناسبی در کنترل علف‌های هرز پیروز و سوروف دارند.

نشان داده شد که کاربرد علف‌کش پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم پس از مصرف بوتاکلر عملکرد را در طی دو سال تحقیق بین ۴۹ تا ۵۹ درصد در مقایسه با شاهد علف‌های هرز افزایش می‌دهد (Yawale et al. 2020). تحقیقات نشان داده است که ترکیب تیمار علف‌کشی ۴۵۰ گرم ماده موثره پرتیلاکلر + ۳۰ گرم ماده موثره پیری‌بنزوکسیم می‌تواند با کنترل مطلوب علف‌های هرز، عملکرد برنج را تا ۳۰۳ درصد نسبت به شاهد علف‌هرز افزایش دهد (Herath et al. 2007). در تحقیقی که بر روی اثر ترکیب‌های مختلف علف‌کشی در کنترل علف‌های هرز و عملکرد برنج انجام شد مشخص گردید که ترکیب پیری‌بنزوکسیم + پرتیلاکلر و سپس کاربرد علف‌کش

میزان گیاه‌سوزی برنج بسته به نوع علف‌کش و رقم برنج می‌تواند متفاوت باشد (Pantone & Baker 1992).

نتایج آزمایش گلدانی نشان داد که دوز توصیه‌شده علف‌کش جدید پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم همانند دیگر علف‌کش‌های برگ‌پاش رایج زراعت برنج کارایی خوبی در کنترل علف‌هرز پیروز دارد. این درحالی بود که کارایی این علف‌کش در کنترل علف‌هرز سوروف حتی بهتر از علف‌کش‌های بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای و بیس‌پایریباک‌سدیم ۱۰ درصد و ۴۰ درصد بود. مصرف علف‌کش پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم پس از علف‌کش خاک‌پاش تیوبینکارب تراکم و زیست‌توده سوروف و پیروز را بیش از ۹۰ درصد کاهش داد که نشان دهنده کارایی مشابه این علف‌کش در کنترل این علف‌هرز در مقایسه با علف‌کش‌های رایجی همچون بنتازون-ام‌سی‌پی‌ای بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد می‌باشد. در تحقیقی که 2020 Yawale et al. بر روی اثر ترکیب‌ها و دوزهای مختلفی از علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج انجام دادند، مشاهده شد که کاربرد علف‌کش پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم به مقدار ۴۸۰ گرم ماده موثره بعد از کاربرد ۱۵۰۰ گرم ماده موثره بوتاکلر منجر به کارایی ۴۴ تا ۵۷ درصدی در کنترل علف‌های هرز می‌شود. این درحالی بود که کارایی آن وقتی ۴۸۰ گرم ماده موثره پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم بعد از یک کیلوگرم ماده موثره بوتاکلر استفاده شد به ۱۹ تا ۴۵ درصد کاهش یافت. در پژوهشی دیگر (Hazrati et al. 2019) مشاهده شد که علف‌کش پیری‌بنزوکسیم دارای کارایی بالای ۹۸ درصدی در کاهش زیست‌توده علف‌های هرز برنج می‌باشد.

تحقیقات نشان داده است که علف‌کش‌ها در شرایط مختلف، کارایی متفاوتی بر روی علف‌های هرز دارند (Chauhan et al. 2013). در همین راستا، Herath et al. 2007 کارایی ترکیب علف‌کشی پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم را در کنترل علف‌های هرز برنج در کشت مستقیم بر بستر مرطوب مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که کاربرد ۴۵۰ گرم ماده موثره پرتیلاکلر + ۳۰ گرم ماده موثره پیری‌بنزوکسیم ۱۰ روز پس از بذریابی منجر به کارایی ۵۴ تا ۱۰۰ درصدی در کنترل علف‌های هرز شد. در تحقیقی Chauhan et al. 2013 نشان داده شد که تمامی تیمارهای علف‌کشی دارای کارایی ۸۲ تا ۹۹ درصدی در کنترل علف‌های هرز سوروف، لپتوکلوا و علف هفت بند بودند. به گزارش آن‌ها، کاربرد ترکیب علف‌کشی ۲۵ گرم ماده موثره پیری‌بنزوکسیم + ۳۷۵ گرم ماده موثره پرتیلاکلر در

پرتیلاکلر + بن‌سولفورون متیل و بیس‌پایریباک‌سدیم ۴۰ درصد + پندیمتالین بود. از اینرو، کاربرد ۴۸۰ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش جدید پرتیلاکلر + پیری‌بنزوکسیم به صورت برگ‌پاش در مرحله دو تا چهار برگگی علف‌های هرز پس از مصرف ۲۷۵۰ گرم در هکتار ماده موثره علف‌کش تیوبنکارب به صورت خاک‌پاش و قبل از بذریاشی، برای کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج بر بستر مرطوب توصیه می‌شود. از طرفی، این تیمار علف‌کشی می‌تواند جایگزین مناسبی برای علف‌کش‌های برگ‌پاش رایج در این سامانه کشت در اراضی شالیزاری شمال کشور باشد.

## References

- Bae YT, Lim JS, Lee JH, Koo SJ, 1997. *In vitro* acetolactate synthase inhibition of pyribenzoxim in rice and barnyardgrass. *Korean Journal of Weed Science* 17: 66–72.
- Bhat MA, Hussain A, Ganai M, Jehangir I, Teli N, 2017. Bioefficacy of pyrazosulfuron and bensulfuron methyl in combination with pretilachlor against weeds in transplanted rice (*Oryza sativa* L.) under temperate conditions of Kashmir. *Journal of Crop & Weed* 13(1): 178–182 .
- Cabangona RJ, Tuonga TP, Abdullah NB, 2002. Comparing water input and water productivity of transplanted and direct-seeded rice production systems. *Agric. Water Management* 57: 11–31.
- Chang HR, Keum YS, Koo SJ, Moon JK, Kim K, Kim JH, 2011. Metabolism of a New Herbicide, [14C] Pyribenzoxim, in Rice. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 59: 1918–1923.
- Chauhan BS, Abeysekera ASK, Kulatunga SD, Wickrama UB, 2013. Performance of different herbicides in a dry-seeded rice system in Sri Lanka. *Weed Technology* 27: 459–462.
- Chauhan BS, Ngoc STT, Duong D, Le Ngoc P, 2014. Effect of pretilachlor on weedy rice and other weeds in wet-seeded rice cultivation in South Vietnam. *Plant Production Science* 17(4): 315–320 .
- Dawe D, 2005. Increasing water productivity in rice-based systems in Asia past trends, current problems, and future prospects. *Plant Production Science* 8: 221–230.
- Hazrati Z, Yaghoubi B, Asghari J, 2019. Herbicides screening for chemical control of *Monochoria*, the invasive weed, (*Monochoria vaginalis*) in paddy rice. *Iranian Journal of Weed Science* 15 (1): 17–28 (In Persian with English abstract).
- Herath HMS, Abeysekera ASK, Senevirathne RM, 2007. Effect of pretilachlor + pyribenzoxim 320 EC on weed control in wet-seeded rice in Sri Lanka. *21st Asian Pacific Weed Science Society Conference*, October 2-6, Colombo, Sri Lanka. p. 149.
- Humphreys E, Meisner C, Gupta R, Timsina J, Beecher HG, et al., 2005. Water savings in rice-wheat systems. *Plant Production Science* 8: 242–258.
- Koo SJ, Ahn SC, Lim JS, Chae SH, Kim JS, et al., 1997. Biological activity of the new herbicide pyribenzoxim. *Pesticide Science* 51: 109–115.
- Kumar V, Ladha JK, 2011. Direct seeded rice: Recent development & future research needs. *Advances in Agronomy* 111: 297–413.
- Lim JS, Bae YT, Lee JH, Koo SJ, 1997. Mode of acetolactate synthase inhibition and selectivity of the new herbicide pyribenzoxim. *WSSA Abstracts*.
- Musaviyan M, Yaghobi B, Vahedi A, Hashemi SN, 2013. Investigation of the effects of application time of some paddy herbicides on weed control and rice's vegetative growth and yield. *5th Iranian Weed Science Congress*, August 24-26, Karaj, Iran. P. 966.
- Nosrati I, Sabeti P, Chaghmirzaee G, Heidari H, 2020. Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. *Crop Protection* 134: 104371.
- Pantone DJ, Baker JB, 1992. Variety tolerance of rice (*Oryza sativa*) to bromoxynil and triclopyr at different growth stages. *Weed Technology* 6: 968–974.

- Petter FA, Zuffo AM, Pacheco LP, 2012. Effect of Acetolactate Synthase Inhibitor Herbicides on Upland Rice (*Oryza Sativa* Linn.) Cultivars. *Journal of Agricultural Science* 5 (10): 99–107.
- Pouramir F, Yaghoubi B, 2021. Biology and management of the invasive (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch) and common (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) barnyardgrass in paddy field. *Iranian Journal of Weed Science* 17 (1): 71–84 (In Persian with English abstract).
- Pouramir F, Yaghoubi B, Aminpanah H, 2020. Efficacy of new herbicides triafamone + ethoxysulfuron, flucetosulfuron and pyrazosulfuron-ethyl on paddy fields weed control. *Iranian Journal of Field Crop Science* 50 (4): 127–136 (In Persian with English abstract).
- Pouramir F, Yaghoubi B, Shahbazi H, 2021. Comparison of yield and yield components of native and improved rice cultivars in transplanting and direct seeding cultivation methods. *Crop Production* 13 (2): 131–145 (In Persian with English abstract).
- Sandral GA, Dear BS, Pratley JE, Cullis BR, 1997. Herbicide dose rate response curves in subterranean clover determinate by a bioassay. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37: 67–74.
- Susil Mendis AP, Wathugala DL, Kumarasinghe HKMS, 2019. Evaluation of appropriateness of current weed management techniques practiced in rice cultivation in Akuressa and Athuration D.S. divisions. *Tropical Agricultural Research & Extension* 22(1&2): 30–36.
- Tabbal DF, Bouman BAM, Bhuiyan SI, Sibayan EB, Sattar MA, 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice: Case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management* 56: 93–112.
- Yaghoubi B, Abadian H, Pouramir F, Mansourpour F, 2020. Evaluating the efficacy of new slow released herbicide pyrazosulfuron-ethyl + pretilachlor in weed control in transplanted rice. *Cereal Research* 10 (2): 181–192 (In Persian with English abstract).
- Yaghoubi B, Erfani A, Pouramir F, 2017a. Study the efficacy of new formulation of Bispyribac sodium SC 40% (Clean-weed) in paddy field weed control. Final report. Agricultural Research, Education and Extension Organization. p. 74 (In Persian with English abstract).
- Yaghoubi B, Erfani A, Pouramir F, 2017b. Study the efficacy of new herbicide Council 300WG in paddy field weed control. Agricultural Research, Education and Extension Organization. p. 47 (In Persian with English abstract).
- Yaghoubi B, Erfani A, Pouramir F, 2018. Study the efficacy of Pyrimax (EC 5%) in paddy field weed control. Final report. Agricultural Research, Education and Extension Organization. p. 26 (In Persian with English abstract).
- Yaghoubi B, Erfani A, Pouramir F, Omrani M, 2017c. Efficacy of bispyribac-sodium herbicide (SC 10%) (Nominal) in controlling rice paddy weeds. Final report. Agricultural Research, Education and Extension Organization. p. 52 (In Persian with English abstract).
- Yawale MA, Garko MS, Dawaki KD, Hussaini MA, 2020. Weed Control Efficiency of Some Herbicides in Upland Rice Ecology of Kano State Nigeria. *The International Journal of Science & Technoledge* 8(5): 71–77.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)