

## Effectiveness of pre and post-emergence herbicides for knotgrass (*Paspalum distichum*) control in paddy rice

Bijan Yaghoubi<sup>1</sup>, Zahra Pourreza<sup>2</sup>

1,2. Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

(Received: January 22, 2023 - Accepted: April 19, 2023)

### ABSTRACT

Knotgrass (*Paspalum distichum* L.) is a rhizomatous perennial narrow-leaf weed belonging to the Poaceae family. Widespread use of herbicides to manage paddy fields' weeds and their ineffectiveness in knotgrass control, this weed is now considered the main constraint to producing rice in tens of thousands of hectares of paddy fields. Two open-air pot studies were conducted to evaluate the knotgrass response to paddy field selective herbicides. The results of the first experiment showed that 8 out of 16 rice selective pre-emergence herbicides were less than 44% effective in reducing the biomass of knotgrass. Molinate, 58%, pretilachlor + pyrazosulfuron-ethyl, 62%, oxadiargyl, 64%, penoxsulam, 73%, clomazone + pendimethalin, 87%, metazosulfuron, 92%, and triafamone+ethoxysulfuron, 96% reduced the biomass of knotgrass and halosulfuron increased the biomass of this weed by 20%. The results of the second experiment indicated that 9 out of 13 foliar applied herbicides, reduced the shoot biomass of knotgrass by less than 50%. Pre-packaged herbicides propanil + pretilachlor, 52%, triafamone + ethoxysulfuron, 71%, cyhalofop + penoxsulam, 71%, and glyphosate caused 93% reduction in its shoot biomass. According to the results of this study, all common herbicides of recent decades lacked efficiency to control knotgrass in paddy fields of Iran, but the new herbicides are more effective in this regard. Further field studies are necessary to provide practical recommendations for the chemical management of knotgrass.

Keywords: Foliar applied, herbicide, soil applied, weed management.

ارزیابی کارایی علف‌کش‌های پیش‌رویشی و پس‌رویشی برای کنترل علف‌هرز بندواش (*Paspalum distichum* L.) در شالیزار

بیژن یعقوبی<sup>۱\*</sup> و زهرا پوررضا<sup>۲</sup>

۱-۲- موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳۰)

### چکیده

بندواش علف‌هرز دائمی، ریزوم‌دار و رونده از خانواده گرامینه است. با مصرف گسترده علف‌کش‌ها جهت مدیریت علف‌های هرز مزارع برنج و عدم کارایی مؤثر آن‌ها در کنترل بندواش، هم‌اکنون این علف‌هرز به‌عنوان مهم‌ترین مانع در تولید برنج در ده‌ها هزار هکتار از اراضی شالیزاری مطرح است. دو آزمایش گلدانی در موسسه تحقیقات برنج کشور جهت مطالعه واکنش بندواش به علف‌کش‌های انتخابی شالیزار اجرا شد. نتایج آزمایش اول نشان داد که از ۱۶ علف‌کش پیش‌رویشی انتخابی برنج، نیمی از آن‌ها دارای کمتر از ۴۴ درصد کارایی در کاهش زیست‌توده اندام هوایی این علف‌هرز بودند. علف‌کش‌های مولینیت، ۵۸ درصد، پرتیلاکلر + پیرازوسولفورون‌اتیل، ۶۲ درصد، اکسادیارژیل، ۶۴ درصد، پنوکسولام، ۷۳ درصد، کلومازون + پندیمتالین، ۸۷ درصد، متازوسولفورون، ۹۲ درصد و تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، ۹۶ درصد زیست‌توده بندواش را کاهش دادند و هالوسولفورون، ۲۰ درصد افزایش زیست‌توده این علف‌هرز را موجب شد. نتایج آزمایش دوم نشان داد از ۱۳ علف‌کش برگ‌پاش مورد بررسی، نه علف‌کش کمتر از ۵۰ درصد و علف‌کش‌های پیش‌آمیخته پروپانیل + پرتیلاکلر، ۵۲ درصد، تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، ۷۱ درصد، سای‌هالوفوپ + پنوکسولام، ۷۱ درصد و گلایفوسیت، ۹۳ درصد زیست‌توده اندام هوایی بندواش را کاهش دادند. مطابق نتایج این پژوهش، تمام علف‌کش‌های رایج دهه‌های اخیر در شالیزارهای ایران، فاقد کارایی مؤثر در کنترل بندواش بودند ولی علف‌کش‌های جدید دارای کارایی بیشتری در کنترل بندواش هستند. بررسی‌های بیشتر مزرعه‌ای جهت دستیابی به توصیه‌های کاربردی برای مدیریت شیمیایی بندواش ضروری است.

\* Corresponding author E-mail: byaghoubi2002@yahoo.com

کلمات کلیدی: برگ‌مصرف، خاک‌مصرف، علف‌کش، مدیریت علف‌هرز.

### مقدمه

آن رایج است. به نظر می‌رسد که عدم کارایی سوروف‌کش‌ها در کنترل بندواش، گسترش این علف‌هرز و غالبیت آن در بسیاری از مزارع برنج شمال ایران را موجب شده است. مطابق بررسی‌های میدانی، علاوه بر کاربرد نامتعادل علف‌کش‌ها، ورود ماشین‌آلات سنگین و تغییر روش‌های خاک‌ورزی را می‌توان در تغییر فلور و ظهور گونه‌های هرز جدید مؤثر پنداشت. در سال‌های اخیر جهت شخم مزارع برنج، استفاده از روتواتور پشت تراکتوری به جای گاواهن متداول شده است. شخم در پاییز یا زمستان در شرایط غرقاب با گاواهن برگردان‌دار متصل به تیلر که در قدیم رایج بود، سبب دفن و افزایش مرگ و میر ریزوم‌های بندواش و کاهش جمعیت آن می‌شد، درحالی‌که شخم بهاره با روتواتور، سبب قطعه قطعه شدن و پراکنش بیشتر چندساله‌های ریزوم‌دار می‌شود (Yaghoubi et al., 2022).

در گذشته بندواش بیشتر به‌عنوان علف‌هرز مرزهای خاکی، جوی‌های آبیاری و حاشیه‌ی شالیزارها مطرح بود و کشاورزان با وجین حاشیه مرزها و غرقاب کرت‌ها مانع گسترش آن به داخل کرت‌های برنج می‌شدند، ولی در سال‌های اخیر، کمبود و گرانی کارگر و کاهش تمایل به وجین دستی، کمبود آب، آبیاری تناوبی و احتمالاً تکامل بیوتیپ‌های متحمل به غرقاب، فراهم شدن زیستگاه مناسب جهت گسترش بندواش در شالیزارهای شمال ایران را موجب شده است. در اولین بررسی انجام شده در خصوص علف‌های هرز شالیزار در ایران، بندواش به همراه سوروف و اویارسلام (*Cyperus difformis* L.)، به‌عنوان فراوان‌ترین گونه‌های هرز شالیزارهای شمال ایران گزارش شده‌اند (Bischoff, 1971). در آخرین

تک‌کشتی برنج و فقدان تناوب، به‌همراه مصرف نامتعادل علف‌کش‌ها موجب کاهش تنوع و افزایش جمعیت برخی علف‌های هرز در اکوسیستم شالیزار در شمال ایران شده است. بندواش [*Paspalum distichum* L. Synonym: *Paspalum paspalodes* (Michx.) Scribn.]، یکی از گونه‌های هرزی است که جمعیت آن در سال‌های اخیر در مزارع برنج این منطقه بسیار افزایش یافته است. بندواش علف‌هرز باریک‌برگ دائمی، ریزوم‌دار و همانند سوروف (*Echinochloa crus galli* L.) گیاهی چهار کربنه از خانواده چمن است. این گیاه دارای ریشه الیافی بلند و ساقه‌ی رونده یا استولون است (Costa, 1997) که از محل تماس گره‌های آن با زمین، ریشه ظاهر می‌شود (Xu and Zhou, 2017). این علف‌هرز دارای ویژگی‌های تهاجمی است (Pozzobon and Vall, 2003) و اراضی مرطوب که غرقاب دائم نباشند و مناطق دارای سطح ایستایی آب نزدیک سطح زمین، مناسب‌ترین زیستگاه برای رویش انبوه بندواش هستند (Xu and Zhou, 2017). جنس *Paspalum* دارای حدود ۴۰۰ گونه است (Cidade et al., 2013) که دامنه وسیعی از زیستگاه‌ها را اشغال می‌کنند (Rua and Gro ttola, 1997). گونه رایج شالیزار، با نام عمومی *Knotgrass*، گونه‌ای گرمادوست محسوب می‌شود که اغلب در فصول گرم، در چراگاه‌ها، زمین‌های گلف و چمن‌ها نیز رویش می‌نماید (Wunderlin and Hansen, 2008). بندواش به تنش‌های محیطی متحمل است (Duncan, 1998) و معمولاً پس از ورود به یک منطقه، استقرار دائمی پیدا می‌کند.

سوروف، فراوان‌ترین و مهم‌ترین علف‌هرز شالیزار در شالیزارهای شمال ایران است که علاوه بر وجین دستی و غرقاب، استفاده گسترده از علف‌کش‌ها جهت کنترل

خاکی، مانع از لغزندگی و سله بستن آن‌ها شده و عبور و مرور آسان کشاورزان در مزارع را امکان‌پذیر می‌کند که ارتفاع کوتاه‌تر بندواش نسبت به دیگر علف‌های هرز به این مهم کمک می‌کند؛ به همین دلیل بیشتر کشاورزان تمایل به ریشه‌کنی آن‌ها ندارند.

بیشتر بررسی‌های انجام شده در خصوص مدیریت بندواش، مربوط به کنترل این علف‌هرز در فضای سبز و پارک‌ها است. کاربرد انفرادی علف‌کش‌های توفوردی، مکوپروپ و دایکامبا و یا اختلاط آن‌ها با علف‌کش MSMA کارایی خوبی در کاهش تراکم بندواش نشان داد (Johnson and Duncan, 1997).

علف‌کش‌های آمینوسیکلوپیراکلر (ACP)، آمینوسیکلوپیراکلر (ACP) + توفوردی آمین و آمینوسیکلوپیراکلر (ACP) + تریکلوپیر دارای کارایی اندکی در کنترل بندواش بودند و ۱۶ درصد کاهش در زیست‌توده بندواش آرژانتینی را موجب شدند (Abe et al., 2016). علف‌کش‌های سای‌هالوفوپ‌بوتیل، تیوبنکارب + پروپانیل، پروپانیل و بیس‌پایریباک‌سدیم + متامیفوپ در کنترل بندواش مؤثر نبودند و در برخی آزمایش‌های انجام شده در شالیزار، پرتیلاکلر + پری‌بنزوکسیم، زیست‌توده بندواش این علف‌هرز را ۶۳ درصد کاهش داد (Chauhan et al., 2013). ایمازاپیک به‌عنوان یک علف‌کش مهارکننده سنتز استولاکتات، به‌طور موفقیت‌آمیزی مانع رشد رویشی و تولید بذر بندواش شد (Durham et al., 2016). علف‌کش‌های پس‌رویشی فورام‌سولفورون، ریم‌سولفورون و تری‌فلوکسی‌سولفورون حدود ۲۰ درصد کارایی در کنترل بندواش نشان دادند (Johnson and Duncan, 2000; Patton et al., 2009). مطالعات دیگر، حاکی از کاهش ۸۰ درصدی بذرهای بندواش در تیمار با دوزهای ۱۸ و ۲۷ گرم در هکتار فلازاسولفورون بود (McCullough et al., 2011). همچنین علف‌کش‌های آترازین، بیس‌پایریباک‌سدیم، ریم‌سولفورون و

بررسی‌های انجام شده در شالیزارهای استان گیلان، بندواش به‌عنوان فراوان‌ترین علف‌هرز شهرستانهای تالش، شفت و ماسال، دومین علف‌هرز رشت، آستانه، آستارا، فومن و لنگرود، سومین علف‌هرز انزلی، رودبار، رضوانشهر و لاهیجان، و چهارمین علف‌هرز مزارع برنج صومعه‌سرا گزارش شده است (Golmohammadi et al., 2020). به‌علاوه بندواش از بسیاری از کشورهای برنج‌خیز دنیا از جمله بنگلادش، بوتان، چین، هند، اندونزی، ژاپن، کره، لائوس، مالزی، میانمار، نپال، پاکستان، فیلیپین، سری‌لانکا، تایلند و ویتنام به‌عنوان علف‌هرز شالیزار گزارش شده است (Rao et al., 2007).

از سابقه ورود بندواش به مزارع برنج شمال ایران اطلاعات دقیقی در دست نیست، اما شالیکاران نسل قبلی بر این باورند که تا قبل از جنگ جهانی دوم و اشغال شمال ایران توسط روسیه، بندواش در منطقه حضور نداشت. نظامیان روس این علف‌هرز را جهت تعلیف اسب‌های خود به ایران آوردند و از آن پس بندواش در منطقه استقرار و گسترش یافت (اطلاعات منتشر نشده). هم‌اکنون نیز بندواش در نزد کشاورزان شهرستان‌های بندر انزلی و تالش که نظامیان روس در آن مناطق حضور داشتند، به نام "اسب‌واش" به معنای علف یا غذای اسب شناخته می‌شود. بیشتر علف‌های هرز اکوسیستم شالیزار همانند قاشق‌واش، روغن‌واش، تیرکمان‌آبی، گل‌آردی و ... فاقد مزیت شناخته شده‌ای برای کشاورزی و فقط گیاهی هرز هستند، درحالی‌که سوروف و بندواش اگرچه علف‌های هرز بسیار سمجی در زراعت برنج هستند، اما آن‌ها برای تغذیه دام علوفه با ارزشی هستند و به حفظ پویایی اکوسیستم شالیزار کمک می‌کنند. به‌علاوه بندواش در حفظ ثبات مرزهای خاکی بین کرت‌ها و ممانعت از هدرروی آب در مزارع غرقاب نقش مثبت ایفا می‌نماید. همچنین بندواش با پوشاندن مرزهای

هالوسولفورون متیل، پیرازوسولفورون اتیل، فلوستوسولفورون، متازوسولفورون، پنوکسولام، متسولفورون متیل و نیز علف‌کش‌های پیش‌آمیخته<sup>۱</sup> پندیمتالین + کلومازون، تریافامون + اتوکسی سولفورون و پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکلر بود (جدول ۱). در آزمایش دوم (۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰) کارایی علف‌کش‌های پس‌رویشی یا برگ‌پاش در کنترل بندواش بررسی شد که شامل سای‌هالوفوپ بوتیل، بیس‌پایریاک سدیم، متازوسولفورون، بن‌سولفورون متیل، پیری‌بنزوکسیم، گلایفوسیت، پیرازوسولفورون اتیل، پنوکسولام، فلوستوسولفورون و علف‌کش‌های پیش‌آمیخته سای‌هالوفوپ بوتیل + پنوکسولام، پیری‌بنزوکسیم + پرتیلاکلر، پروپانیل + بن‌سولفورون متیل (استمداکس) و تریافامون + اتوکسی سولفورون بود (جدول ۱). تمام علف‌کش‌های فوق در سال‌های اخیر ثبت شده و یا در دست ثبت هستند؛ به‌استثنای گلایفوسیت که علف‌کشی عمومی است. هم‌اکنون گلایفوسیت برای کنترل بندواش در حاشیه کرت‌ها، کانال‌های آبیاری و مرزها یا جاده‌های خاکی بین مزارع به‌صورت کنترل‌شده استفاده می‌شود. همچنین برخی از علف‌کش‌های مورد بررسی در آزمایش دو با تیمارهای آزمایش نخست مشترک هستند؛ اگرچه اطلاعات کافی در خصوص قابلیت برگ‌پاش بودن آن‌ها در دست نیست. هر دو آزمایش شامل تیمار شاهد بدون علف‌کش نیز بودند.

برخی اطلاعات مربوط به علف‌کش‌های مورد بررسی در این آزمایش‌ها در جدول یک آمده است. آزمایش در گلدان‌های بیضی شکل فاقد زه‌کش به مساحت ۴۶۷۹ سانتی‌متر مربع اجرا شد. قطر بزرگ، قطر کوچک و ارتفاع گلدان به ترتیب ۹۱، ۶۵/۵ و ۴۵ سانتی‌متر بود. ابتدا گلدان‌ها به عمق حدود ۲۰ سانتی‌متر از خاک پر شدند و سپس گل‌خرابی یا پادل کردن<sup>۲</sup> خاک در شرایط غرقاب با دست انجام شد. مطابق نتایج آزمایش خاک،

تری‌فلوکسی سولفورون تولید بذر بندواش را ۸۷ تا ۹۸ درصد و اتوفومزات و فورام سولفورون نیز به ترتیب ۵۵ و ۶۷ درصد کاهش دادند. علف‌کش‌های کلتودیم و ستوکسیدیم، ۳۳ تا ۷۰ درصد و ایمازاپیک و تری‌فلوکسی سولفورون سدیم، ۴۰ درصد بندواش را کنترل کردند (Bryan unruh et al., 2006). محققین گزارش کردند که به‌طور کلی پاسپالوم ساحلی نسبت به علف‌کش‌های پرونامید و اتوفومزات، متحمل بود، اما به آترازین و سولفونیل‌اوره حساس‌تر بود (McCullough et al., 2012). بیشتر علف‌کش‌های فوق انتخابی مزارع برنج نیستند.

در کشت نشایی برنج پس از گل‌خرابی و غرقاب، تلفیق وجین‌دستی و علف‌کش‌ها کنترل بسیار موفقیت‌آمیز علف‌های هرز را در نیم قرن گذشته فراهم نموده‌اند که از این بین، بیش از ۹۰ درصد سهم مبارزه مربوط به علف‌کش‌ها است. اگرچه علف‌کش‌ها به‌دلیل کارایی خوب و قیمت ارزان، اولین انتخاب کشاورزان برای کنترل علف‌های هرز در زراعت تک‌کشتی برنج هستند، ولی اطلاعاتی از کارایی آن‌ها در کنترل بندواش در دست نیست. از این رو، هدف از این پژوهش شناسایی علف‌کش‌های مناسب برای مدیریت شیمیایی بندواش است.

## مواد و روش‌ها

دو آزمایش گلدانی طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ در فضای باز مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت، به‌منظور شناسایی علف‌کش‌های مؤثر در کنترل بندواش اجرا شد. در آزمایش نخست (۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸)، کارایی علف‌کش‌های پیش‌رویشی یا خاک‌مصرف انتخابی شالیزار در کاربرد انفرادی مطالعه شدند. این علف‌کش‌ها شامل تیونیکارب، بوتاکلر، پرتیلاکلر، مولینیت، پندیمتالین، اکسادیارژیل، بن‌سولفورون متیل،

<sup>۲</sup> -puddling

<sup>۱</sup> Pre-mixed herbicides

در هفته اول تیر ماه در هر گلدان کشت شدند. هر ریزوم دارای طول تقریبی ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر، سه بند یا گره و دو برگ در انتهای ریزوم بود. ریزوم‌ها به صورت افقی در عمق حدود سه سانتی‌متری زیر خاک کشت شدند و بخش انتهایی آن‌ها شامل برگ‌ها بیرون خاک بودند.

کودهای NPK شامل اوره ۴۶ درصد، فسفات آمونیوم ۵۰ درصد و سولفات پتاسیم ۵۰ درصد به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت بندواش مصرف شدند. یک روز پس از آماده‌سازی گلدان‌ها، گیاهچه‌ها یا ریزوم‌های بندواش از مزارع پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج جمع‌آوری و ۳۰ ریزوم

جدول ۱- نام عمومی، نام تجاری، فرمولاسیون، مقدار مصرف و شرکت سازنده علفکش‌های مورد بررسی در کنترل بندواش  
Table 1 Common name, trade name, formulation, rate and manufacturer company of herbicides evaluated to control knotgrass

Common name	Trade name	Formulation	Rate g.ai ha <sup>-1</sup>	Manufacturer
Bensulfuron-methyl	Londax	DF %60	36	Golsam, Iran
Bispyribac-sodium	Cleanweed	SC% 40	40	Komia, Japan
Butachlor	Machete	EC %60	2100	Aryashimi, Iran
Cyhalofop buthyl	Cleangar	OD %10	250	-
Cyhalofop butyl plus Penoxsulam	Weedburn	OD %6	144	Golshimi sepahan, Iran
Felocetosulfuron	Zechor	WG %10	30	LG, Korea
Glyphosate	Roundup	SL %41	4100	Alborz behsam co, Iran
Halosulfuron-methyl	Sampera	WG %75	30	Nissan, Japan
Metazosulfuron	Ginga	WG %33	83	Nissan, Japan
Metsulfuron-methyl	-	WP %60	15	Eastchem, China
Molinate	Orderam	EC %71	3905	Kavosh kimia kerman, Iran
Oxadiargyl	Topstar	EC %3	98	Golsam, Iran
Pendimethalin	Poroton	EC %33	1238	Aryashimi, Iran
Pendimethalin plus Clomazone	Holdan	SC %43.6	1199	-
Penoxulam	Target	OD %20	30	Eastchem, China
Pretilachlor	Rifit	EC %50	875	Aryashimi, Iran
Propanil plus bensulfuron	Stamdax	DF %46.6	1398	Irman Agro, Iran
Pyrazosulfuron-ethyl	Sati	WG %10	15	UPL Mumbai, India
Pyrazosulfuron-ethyl	Syrius	WG %10	20	Nissan, Japan
Pyrazosulfuron-ethyl plus Pretilachlor	Pirazchlor	Tablet %17	383	Bazarganan saraye sepand pars, Iran
Pyribenzoxim	Primax	EC %5	35	Eastchem, China
Pyribenzoxim plus pretilachlor	Solito	EC %320	4800	Syngenta, Switzerland
Thiobencarb	Saturn	EC %50	2750	Moshkfam-fars, Iran
Triafamone plus ethoxysulfuron	Council	WG %30.6	38	Bayer Crop Science, Germany

WG= Water-dispersible Granules, WP= Wettable Powders, DF= Dry Flowables, EC= Emulsifiable Concentrate, TB= Tablet, SC= Suspension Concentrate, OD= Oil Dispersion, SL= soluble liquid.

برگ‌مصرف، آب سطحی آن‌ها خارج شد. هر تیمار علفکش‌های خاک‌پاش با حدود نیم‌لیتر آب مخلوط و در سطح گلدان‌ها مصرف شد و علفکش‌های برگ‌پاش با استفاده از سمپاش پشتی شارژی ماتابی با فشار دو بار و حدود ۱۷۰ لیتر در هکتار محلول کالیبره شده و به کار برده شدند. پس از اعمال تیمارهای علفکشی، بازدید روزانه گلدان‌ها انجام و در صورت نیاز آبیاری انجام شد. چهار هفته پس از اعمال علفکش‌ها، گلدان‌ها به روش چشمی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این روش، به تیمار شاهد بدون کاربرد

زمان اعمال تیمارهای علفکشی در آزمایش اول و دوم به ترتیب دو و ۶۰ روز پس از کشت ریزوم‌ها در گلدان بود. مصرف زودهنگام علفکش‌های خاک‌پاش به منظور مشابه‌سازی شرایط گلدان با شرایط مصرف این علفکش‌ها در مزارع برنج نشایی و زمان مصرف علفکش‌های برگ‌پاش براساس پوشش حدود ۵۰ درصدی سطح گلدان توسط برگ و اندام‌های هوایی بندواش بود. گلدان‌ها در هنگام اعمال علفکش‌های خاک‌پاش به عمق حدود پنج تا هفت سانتی‌متر غرقاب بودند و یک روز قبل از کاربرد علفکش‌های

علف‌کش نمره صفر و به تیمار علف‌کشی که کنترل کامل بندواش را موجب شده بود، نمره ۱۰۰ اختصاص داده شد و سایر تیمارها نسبت به این دو تیمار نمره‌دهی شدند (Yaghoubi et al., 2022). سپس کلیه اندام‌های هوایی (شامل استولون و ریزوم) و زیرزمینی (ریشه) بندواش جمع‌آوری، شستشو و به آزمایشگاه منتقل شدند. تعداد بند و ساقه‌های فرعی شمارش شدند و با جداسازی ریزوم و استولون از ریشه، آن‌ها به‌طور جداگانه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. هر دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند و هر آزمایش در هر سال دو مرتبه تکرار و به‌دلیل تشابه نتایج، میانگین چهار آزمایش در نتایج ارائه شده است. تبدیل داده‌ها در نتیجه آزمایش مؤثر نبود. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد. با توجه به هدف از آزمایش که مقایسه کارایی تیمارهای علف‌کشی در کنترل بندواش در مقایسه با شاهد علف‌هرز بود، از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

## نتایج و بحث

### آزمایش اول

اثر تیمارهای مورد بررسی بر تعداد بند، تعداد ساقه‌های فرعی، زیست‌توده اندام هوایی (شامل ریزوم و استولون) و زیست‌توده ریشه بندواش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول‌های تجزیه واریانس ارائه نشده است). همچنین مطابق ارزیابی‌های چشمی، تیمارهای علف‌کشی در مقایسه با شاهد، دارای تأثیر بسیار متفاوتی بر رشد رویشی بندواش بودند.

### ارزیابی‌های چشمی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان کنترل بندواش از ۲۳ تا ۹۷ درصد متغیر بود (جدول ۲). تریافامون +

اتوکسی‌سولفورون دارای بیشترین و پیرازوسولفورون‌اتیل دارای کمترین کارایی بودند؛ هر دو علف‌کش فوق از خانواده سولفونیل‌اوره و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) هستند. علف‌کش‌های تیوبنکارب و هالوسولفورون به‌ترتیب با ۲۸ و ۳۰ درصد کنترل بندواش، فاقد اختلاف آماری با پیرازوسولفورون‌اتیل بودند؛ این دو علف‌کش نیز به‌ترتیب از خانواده دی‌تیوکاربامات‌ها و سولفونیل‌اوره‌ها هستند. کارایی علف‌کش‌های پرتیلاکلر، ۴۷ درصد، بن‌سولفورون‌متیل، ۴۸ درصد، اکسادیارژیل، ۵۲ درصد، بوتاکلر، ۵۵ درصد، مت‌سولفورون‌متیل، ۵۵ درصد و پندیمتالین، ۵۵ درصد بود (جدول ۲).

اگرچه بن‌سولفورون‌متیل یک علف‌کش اختصاصی جهت کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها است، اما کارایی آن در کنترل باریک‌برگ بندواش مشابه دیگر باریک‌برگ‌کش‌های رایج بود. بدیهی است علف‌کش‌هایی که در شرایط گلدانی و در شرایط کنترل شده بدون آب‌سویی، فاقد کارایی در کنترل بندواش باشند، در شرایط مزرعه‌ای نیز آن‌ها دارای کارایی مشابه یا کمتری خواهند بود. کنترل بندواش با دو علف‌کش کلومازون + پندیمتالین و مولینیت مشابه و به‌ترتیب ۵۷ و ۶۲ درصد بود و علف‌کش‌های پیرازکلر، فلوستوسولفورون، پنوکسولام و متازوسولفورون نیز به‌ترتیب ۶۸، ۷۵، ۸۶ و ۹۳ درصد بندواش را کنترل کردند (جدول ۲) که هر چهار علف‌کش فوق همانند تریافامون + اتوکسی‌سولفورون از گروه بازدارندگان سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز یا سولفونیل‌اوره‌ها هستند. کارایی برخی از علف‌کش‌های مورد بررسی در این آزمایش همانند اکسادیارژیل، تیوبنکارب، پندیمتالین، مولینیت و پرتیلاکلر در کنترل سوروف حدود ۹۰ درصد یا بیشتر گزارش شده است (Yaghoubi, 2016)، درحالی‌که مطابق نتایج آزمایش حاضر، کارایی

بندواش بودند، در سال‌های اخیر ثبت شده‌اند و کارایی آن‌ها در کنترل سوروف و پهن‌برگ‌های چندساله و نیز جگن‌های چندساله حدود ۹۰ درصد یا بیشتر گزارش شده است (Yaghoubi, 2019; Yaghoubi *et al.*, 2022). بررسی‌های متعدد سال‌های اخیر نشان می‌دهد که علفکش‌های مؤثر در کنترل چندساله‌های یک خانواده، دارای کارایی مشابه یا بهتری در کنترل یکساله‌های آن خانواده خواهند بود، اما عکس این موضوع ممکن است معتبر نباشد.

آن‌ها در کنترل بندواش به مراتب کمتر بود. بندواش و سوروف هر دو علف‌های هرز باریک‌برگ و چهارکرانه شالیزار هستند، با این تفاوت که سوروف، یکساله و بندواش چندساله است. به‌طورکلی مطابق نتایج آزمایش حاضر، هم مؤثرترین و هم ناکارآمدترین علفکش‌ها در کنترل بندواش متعلق به گروه سولفونیل‌اوره‌ها هستند که بیانگر ضرورت بررسی دقیق‌تر واکنش گونه‌های هرز به علفکش‌های این گروه می‌باشد. علفکش‌های پیرازکلر، فلوستوسولفورون، پنوکسولام و متازوسولفورون که دارای بیشترین کارایی در کنترل

جدول ۲- کنترل بندواش با علفکش‌های خاک‌پاش انتخابی برنج

Table 2. knotgrass control by paddy soil applied herbicides<sup>a,b,c,d</sup>

Treatments	Reduction in comparison to nontreated control				
	Visual control	Number of node/pot	Secondary branches/pot	Shoot dry weight/pot	Root dry weight/pot
Bensulfuron-methyl	48 <sup>fg</sup>	-5 <sup>a*</sup>	4 <sup>c</sup>	21 <sup>c</sup>	36 <sup>e</sup>
Butachlor	55 <sup>efg</sup>	12 <sup>c</sup>	19 <sup>d</sup>	21 <sup>c</sup>	-36 <sup>a*</sup>
Council <sup>®</sup>	97 <sup>a</sup>	94 <sup>i</sup>	92 <sup>m</sup>	96 <sup>j</sup>	92 <sup>h</sup>
Flucetosulfuron	75 <sup>c</sup>	30 <sup>d</sup>	65 <sup>j</sup>	14 <sup>b</sup>	12 <sup>cd</sup>
Halosulfuron	30 <sup>h</sup>	-8 <sup>a*</sup>	-31 <sup>a*</sup>	-20 <sup>a*</sup>	-4 <sup>b*</sup>
Holdan <sup>®</sup>	57 <sup>ef</sup>	71 <sup>g</sup>	82 <sup>l</sup>	87 <sup>i</sup>	84 <sup>gh</sup>
Metazosulfuron	93 <sup>ab</sup>	80 <sup>h</sup>	90 <sup>m</sup>	92 <sup>ij</sup>	92 <sup>h</sup>
Metsulfuron-methyl	55 <sup>efg</sup>	2 <sup>b</sup>	70 <sup>k</sup>	38 <sup>e</sup>	76 <sup>fg</sup>
Molinate	62 <sup>de</sup>	44 <sup>e</sup>	40 <sup>f</sup>	58 <sup>f</sup>	36 <sup>e</sup>
Oxadiargyl	52 <sup>fg</sup>	53 <sup>f</sup>	58 <sup>i</sup>	64 <sup>g</sup>	68 <sup>fg</sup>
Pendimethalin	55 <sup>efg</sup>	3 <sup>b</sup>	52 <sup>h</sup>	21 <sup>c</sup>	4 <sup>bc</sup>
Penoxulam	86 <sup>b</sup>	53 <sup>f</sup>	74 <sup>k</sup>	73 <sup>h</sup>	76 <sup>fg</sup>
Pirazchlor <sup>®</sup>	68 <sup>cd</sup>	34 <sup>d</sup>	46 <sup>g</sup>	62 <sup>fg</sup>	68 <sup>f</sup>
Pretilachlor	47 <sup>g</sup>	16 <sup>c</sup>	30 <sup>e</sup>	43 <sup>c</sup>	36 <sup>e</sup>
Pyrazosulfuron-ethyl	23 <sup>h</sup>	29 <sup>d</sup>	59 <sup>j</sup>	31 <sup>d</sup>	28 <sup>e</sup>
Thiobencarb	28 <sup>h</sup>	-5 <sup>a*</sup>	-12 <sup>b*</sup>	30 <sup>d</sup>	28 <sup>de</sup>

<sup>a</sup> Number of node and number of secondary were in weed control treatment (without herbicide) 1679.30 and 422.70 per pot respectively.

<sup>b</sup> Shoot dry weight and root dry weight were in weed control treatment (without herbicide) 92.30 and 12.50 g per pot respectively.

<sup>c</sup> Council<sup>®</sup>, Holdan<sup>®</sup> and Pirazchlor<sup>®</sup> are the trade names for Triafamone plus Ethoxysulfuron, Pendimethalin plus Clomazone and Pyrazosulfuron-ethyl plus Pretilachlor respectively.

<sup>d</sup> Data are expressed as a percentage of the nontreated control for the respective treatment.

\* Indicate increase in relative character compared with control.

به تخریب (قطعه‌قطعه شدن استولون‌های علف‌هرز با روتیواتور) و استقرار و تکثیر دوباره آن در خاک‌های باتلاقی شالیزار است. دیگر محققین نیز شخم در خاک‌های مرطوب نسبت به شخم در خاک‌های خشک را در کاهش تراکم گیاهچه‌های بندواش مؤثر گزارش کرده‌اند (Hach *et al.*, 2000). علفکش‌های

### بند (گره) و ساقه‌های جانبی

تعداد بند و تعداد ساقه‌های فرعی بندواش به ترتیب ۱۶۷۹ و ۴۲۳ عدد در گلدان در تیمار شاهد بود (جدول ۲). استقرار سریع ریزوم‌های بندواش در گلدان و تولید تعداد زیادی بند و استولون جدید در طول چهار هفته (کاشت تا نمونه‌برداری)، بیانگر سازگاری این علف‌هرز

متغیر بود و علف‌کش‌های مولینیت، پنوکسولام و اکسادیارژیل به ترتیب ۴۴، ۵۳ و ۵۳ درصد و علف‌کش‌های کلومازون + پندیمتالین، متازوسولفورون و تریافامون + اتوکسی‌سولفورون نیز به ترتیب ۷۱، ۸۰ و ۹۴ درصد گره بندواش را کاهش دادند. هر سه علف‌کش فوق در سال‌های اخیر ثبت شده‌اند و سابقه کاربرد چندانی در شالیزارها ندارند. اثر بازدارندگی علف‌کش‌ها بر تعداد ساقه‌های جانبی نسبت به تأثیر آن‌ها بر تعداد گره مشابه و تا حدود ۲۰ درصد بیشتر بود (جدول ۲).

#### زیست‌توده اندام هوایی و ریشه

کاهش زیست‌توده اندام هوایی بندواش در تیمار با علف‌کش‌ها بسیار متفاوت بود. علف‌کش هالوسولفورون، سبب تحریک رشد و افزایش ۲۰ درصدی زیست‌توده اندام هوایی شد و دیگر علف‌کش‌ها، زیست‌توده را کاهش دادند که میزان آن از ۱۴ تا ۹۶ درصد متغیر بود. بیشتر علف‌کش‌ها دارای کمتر از ۵۰ درصد کارایی و علف‌کش‌های مولینیت، ۵۸ درصد، پیرازکلر، ۶۲ درصد، اکسادیارژیل، ۶۴ درصد، پنوکسولام، ۷۳ درصد، کلومازون + پندیمتالین، ۸۷ درصد، متازوسولفورون، ۹۲ درصد و کانسیل، ۹۶ درصد زیست‌توده اندام هوایی بندواش را کاهش دادند. بوتاکلر، پرمصرف‌ترین علف‌کش شالیزار در دهه‌های گذشته بود که اگرچه کارایی آن در بسیاری از آزمایش‌ها در کنترل سوروف حدود ۱۰۰ درصد گزارش شده است (Yaghoubi, 2017)، اما این علف‌کش نه‌فقط در کاهش زیست‌توده بندواش مؤثر نبود، بلکه افزایش ۳۶ درصدی آن را نسبت به شاهد بدون علف‌کش موجب شد. هالوسولفورون که افزایش ۲۰ درصدی زیست‌توده اندام هوایی را موجب شده بود، دارای تأثیر بازدارندگی بر ریشه بندواش نبود و زیست‌توده آن را حدود چهار درصد افزایش داد. دیگر علف‌کش‌ها از چهار تا ۹۲ درصد کاهش زیست‌توده

بن‌سولفورون‌متیل، هالوسولفورون و تیوبنکارب، نه تنها دارای تأثیر بازدارندگی بر تعداد بند یا گره این علف‌هرز نبودند بلکه سبب افزایش تعداد آن به ترتیب به میزان پنج، هشت و پنج درصد نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۲). اثرات تحریک‌کنندگی سولفونیل‌اوره‌ها در افزایش رشد علف‌های هرز توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Vidotto et al., 2007). علف‌کش تیوبنکارب موجب افزایش تولید پنجه و کاهش فاصله میان‌گره و افزایش تعداد آن در برنج شد (Yaghoubi et al., 2010). همچنین تیوبنکارب و هالوسولفورون، موجب افزایش انشعابات جانبی بندواش به ترتیب به میزان ۱۲ و ۳۱ درصد شدند و بن‌سولفورون‌متیل دارای تأثیری اندک (چهار درصد) در کاهش انشعابات جانبی این علف‌هرز بود. تأثیر تیوبنکارب در تحریک تولید پنجه و انشعابات نابجا در برنج و نیز افزایش جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز گزارش شده است (Fawcett and Slife, 1975; Yaghoubi et al., 2010). بند یا گره بندواش، محل ریشه‌زایی و ایجاد یک گیاه جدید است؛ یعنی هرچه تعداد بند این علف‌هرز افزایش یابد، در اثر شخم با روتیواتور، هر بند جدید حاصل از ریزوم‌ها قطعه قطعه شده و رویش گیاهچه جدیدی را موجب خواهد شد. به‌نظر می‌رسد که بتوان طغیان بندواش در سال‌های اخیر را به این موضوع نسبت داد؛ یعنی علف‌کش‌های رایج، موجب افزایش تعداد بند علف‌هرز بندواش شدند و خاک‌ورزی با روتیواتور قطعه قطعه شدن و پراکنش بیشتر این علف‌هرز را موجب شده است.

برخلاف سه علف‌کش فوق که در افزایش تعداد گره در بندواش مؤثر بودند، دیگر علف‌کش‌ها موجب کاهش تولید بند این علف‌هرز از دو تا ۹۴ درصد شدند (جدول ۲). کارایی علف‌کش‌های مت‌سولفورون، پندیمتالین، بوتاکلر، پرتیلاکلر، پیرازوسولفورون، فلوسوسولفورون و پیرازکلر اندک و از دو تا ۳۴ درصد



کلرواستامید (بوتاکلر و پرتیلاکلر؛ به ترتیب ۵۸ و ۱۲ درصد کارایی) در کنترل این علف‌هرز بود (Pouramir et al., 2018). نتیجه برخی علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره مانند علف‌کش‌های تریافامون + اتوکسی‌سولفورون و فلوستوسولفورون در کنترل سوروف (*Echinochloa oryzoides* L.)، (≥۹۵) رضایت‌بخش بود (Mansourpour et al., 2019). در ارزیابی مقایسه طول دوره کارایی برخی علف‌کش‌های شالیزار در کنترل سوروف، کارایی علف‌کش پنونکسولام از ۸۲ درصد در دو هفته پس از نشاکاری به ۵۵ درصد در شش هفته پس از نشاکاری تنزل یافت؛ این مهم بیانگر دوام محدود علف‌کش فوق با گذر زمان است (Yaghoubi and Tahghighi, 2015). علف‌کش‌های متازوسولفورون، فلوستوسولفورون، تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، پیرازکلر، پرتیلاکلر و تیونکارب از کارایی ۱۰۰ درصدی در کنترل سوروف برخوردار بودند. در مورد کنترل پیروزور دریایی نیز علف‌کش‌های متازوسولفورون و فلوستوسولفورون دارای ۱۰۰ درصد کارایی و علف‌کش‌های تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، پیرازکلر، پرتیلاکلر و تیونکارب به ترتیب ۸۳، ۷۸، ۱۳ و ۱۹ درصد کارایی را نشان دادند (Yaghoubi, 2021).

### آزمایش دوم

#### ارزیابی‌های چشمی

کارایی علف‌کش‌ها، بسیار متفاوت و از ۱۱ تا ۹۹ درصد ارزیابی شد (جدول ۳). دو علف‌کش پیش‌آمیخته جدید سولیتو (پیری‌بنزوکسیم + پرتیلاکلر) و استام‌داکس (پروپانیل + بن‌سولفورون‌متیل) به ترتیب با ۱۱ و ۱۳ درصد کنترل بندواش، دارای کمترین و علف‌کش عمومی گلایفوسیت با ۹۹ درصد، دارای بیشترین کارایی بود. کارایی گلایفوسیت با کارایی علف‌کش‌های تریافامون + اتوکسی‌سولفورون (۹۱ درصد)، سای‌هالوفوپ‌بوتیل (۹۳ درصد) و سای‌هالوفوپ‌بوتیل

ریشه را موجب شدند. پندیمتالین، فلوستوسولفورون، پیرازوسولفورون، تیونکارب، بن‌سولفورون‌متیل، مولینیت و پرتیلاکلر، زیست‌توده بندواش را کمتر از ۳۶ درصد در کاهش دادند. اکسادیارژیل و پیرازکلر دارای ۶۸ درصد، مت‌سولفورون، ۷۶ درصد، کلومازون + پندیمتالین، ۸۴ درصد و دو علف‌کش تریافامون + اتوکسی‌سولفورون و متازوسولفورون دارای کارایی مشابه بودند و ۹۲ درصد بندواش را کنترل کردند. مت‌سولفورون‌متیل در دوز ۱۰/۵ تا ۳۱/۵ گرم در هکتار، بندواش را در مراتع، زمین‌های یونجه، زمین‌های گلف و زمین‌های ورزشی به‌خوبی کنترل کرد (Anonymous, 2002). کارایی این علف‌کش در کاهش زیست‌توده اندام هوایی و ریشه در تحقیق حاضر به ترتیب دارای ۳۸ و ۷۶ درصد بود. همچنین واکنش اکوتیپ‌های مختلف بندواش به علف‌کش‌های آمینوسیکلوپیراکلر و مت‌سولفورون‌متیل متفاوت گزارش شده است (Bunnell et al., 2003; Abe et al., 2016).

در مطالعه بررسی زمان مصرف برخی علف‌کش‌های شالیزار در کنترل علف‌های هرز، رشد رویشی و عملکرد برنج، کنترل نسبی سوروف و کنترل کامل جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها تحت تاثیر علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل قابل توجه بود. همچنین سه علف‌کش اکسادیارژیل، بوتاکلر و تیونکارب نیز فاقد کارایی قابل قبول در کنترل جگن و پهن‌برگ‌ها بودند، اما سوروف را بسیار خوب کنترل کردند (Musaviyan Koohsare et al., 2013). مطالعه کارایی علف‌کش‌های دارای مکانیزم عمل متفاوت در کنترل اوپارسلام (*Cyperus esculentus* L.)، حاکی از کارایی ۹۶ تا ۱۰۰ درصدی علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره اعم از بن‌سولفورون‌متیل، پیرازوسولفورون‌اتیل، تریافامون + اتوکسی‌سولفورون و فلوستوسولفورون و عدم کارایی خانواده‌های علف‌کشی دی‌نیتروآنیلین (پندیمتالین؛ ۱۴ درصد کارایی) و

بند بودند. علف‌کش‌های پیرازوسولفورون اتیل، فلوستوسولفورون، استمداکس، متازوسولفورون، پیری بنزوکسیم و بیس پایریباک سدیم دارای تأثیر اندکی بر بندواش بودند و کارایی آن‌ها از ۱۱ تا ۲۴ درصد متغیر بود. علف‌کش‌های سای هالوفوپ بوتیل، سای هالوفوپ بوتیل + پنوکسولام، پنوکسولام و تریافامون + اتوکسی سولفورون، تعداد گره بندواش را به ترتیب ۵۰، ۵۵، ۶۵ و ۸۰ درصد در کاهش دادند.

مقایسه نتایج این آزمایش و آزمایش یک نشان می‌دهد که تریافامون + اتوکسی سولفورون و پنوکسولام در هر دو روش کاربرد خاک‌پاش و برگ‌پاش، علف‌کش‌های بسیار مؤثری در کنترل بندواش هستند؛ بنابراین کاربرد برگ‌پاش آن‌ها در شرایط خشکسالی و نیز محلول‌پاشی روی مرزهای خاکی بین کرت‌های شالیزار می‌تواند جهت مدیریت بندواش مد نظر قرار گیرد. لازم به ذکر است که مرزهای خاکی، کانون اصلی تکثیر بندواش هستند و گلایفوسیت در فصل زراعی قابلیت کاربرد بر روی مرزهای بین کرت‌ها را ندارد و برنج از اندک دریفت این علف‌کش به شدت آسیب می‌بیند.

+ پنوکسولام (۹۲ درصد) از نظر آماری مشابه بود. فلوستوسولفورون و پیرازوسولفورون اتیل به ترتیب ۲۸ و ۴۳ درصد بندواش را کنترل کردند و کارایی پیری بنزوکسیم، ۵۷ درصد، پنوکسولام، ۶۲ درصد، بن سولفورون متیل، ۶۲ درصد، بیس پایریباک سدیم، ۷۰ درصد و متازوسولفورون، ۷۷ درصد بود؛ تمام علف‌کش‌های فوق از گروه سولفونیل‌اوره‌ها هستند.

### بند (گره)

تعداد بند یا گره بندواش در تیمارهای مورد بررسی بسیار متفاوت بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به استثنای بن سولفورون متیل که افزایش پنج درصدی تعداد بند نسبت به تیمار شاهد را موجب شد، دیگر علف‌کش‌ها دارای هشت تا ۹۱ درصد بازدارندگی بر روی تعداد بند بودند. افزایش رشد بندواش در تیمار با بن سولفورون متیل ممکن است به دلیل اثرات تحریک‌کنندگی این علف‌کش باشد (Vidotto et al., 2007).

همانند داده‌های ارزیابی چشمی، سولیتو دارای کمترین و گلایفوسیت دارای بیشترین اثر بازدارندگی بر تعداد

جدول ۳- کنترل بندواش تحت تأثیر تیمارهای علف‌کشی برگ‌مصرف

Table 3. Knotgrass control by foliar applied herbicides<sup>a,b,c,d</sup>

Treatments	Visual control	Number of nude/pot	Shoot dry weight/pot		Root dry weight/pot
			% to control		
Bensulfuron-methyl	62 <sup>de</sup>	+5 <sup>b*</sup>	28 <sup>cd</sup>	51 <sup>bc</sup>	
Bispyribac-sodium Council <sup>®</sup>	70 <sup>cd</sup>	24 <sup>e</sup>	32 <sup>cd</sup>	53 <sup>bc</sup>	
Cyhalofop-buthyl Weedburn <sup>®</sup>	91 <sup>a</sup>	80 <sup>h</sup>	71 <sup>g</sup>	85 <sup>h</sup>	
Flucetosulfuron	93 <sup>a</sup>	50 <sup>f</sup>	45 <sup>ef</sup>	63 <sup>de</sup>	
Glyphosate	82 <sup>b</sup>	55 <sup>f</sup>	71 <sup>g</sup>	79 <sup>gh</sup>	
Metazosulfuron	28 <sup>g</sup>	17 <sup>a*</sup>	21 <sup>a*</sup>	29 <sup>a</sup>	
Penoxsulam	99 <sup>a</sup>	91 <sup>i</sup>	93 <sup>h</sup>	99 <sup>i</sup>	
Pyribenzoxim	77 <sup>bc</sup>	22 <sup>c</sup>	36 <sup>de</sup>	73 <sup>fg</sup>	
Pyrazosulfuron-ethyl	62 <sup>de</sup>	65 <sup>g</sup>	22 <sup>bc</sup>	55 <sup>c</sup>	
Solito <sup>®</sup>	57 <sup>e</sup>	22 <sup>c</sup>	23 <sup>bc</sup>	51 <sup>bc</sup>	
Stamdax <sup>®</sup>	43 <sup>f</sup>	11 <sup>cd</sup>	30 <sup>cd</sup>	57 <sup>cd</sup>	
	11 <sup>h</sup>	8 <sup>c</sup>	15 <sup>b</sup>	46 <sup>b</sup>	
	13 <sup>h</sup>	18 <sup>de</sup>	52 <sup>f</sup>	66 <sup>ef</sup>	

<sup>a</sup> Number of node in weed control treatment (without herbicide) was 8621 per pot respectively.

<sup>b</sup> Shoot dry weight and root dry weight were in weed control treatment (without herbicide) 538.30 and 89.40 g per pot respectively.

<sup>c</sup> Council<sup>®</sup>, Weedburn<sup>®</sup>, Solito<sup>®</sup> and Stamdox<sup>®</sup> stands for trade names for triafamone plus ethoxysulfuron, pyribenzoxim plus pretilachlor and propanil plus bensulfuron respectively.

<sup>d</sup> Data are expressed as a percentage of the nontreated control for the respective treatment.

\*Indicate increase in trait compared with nontreated control

### زیست‌توده اندام هوایی (ریزوم و استولون) و ریشه

تمام علفکش‌های مورد بررسی، زیست‌توده بندواش (اندام‌های هوایی و زمینی یا ریشه) را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند، ولی میزان کاهش آن‌ها در تیمار با علفکش‌های مختلف بسیار متفاوت بود (جدول ۳). کاهش زیست‌توده اندام‌های هوایی از ۱۵ تا ۹۳ درصد و ریشه از ۲۹ تا ۹۹ درصد متغیر بود. متوسط کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی، ۴۱ درصد و ریشه، ۶۲ درصد بود که بیانگر تأثیر بیشتر علفکش‌های برگ‌پاش بر ریشه علف‌هرز است. علفکش‌های تریافامون + اتوکسی‌سولفورون، سای‌هالوفوپ‌بوتیل + پنوکسولام و گلایفوسیت به‌ترتیب ۷۱، ۷۱ و ۹۳ درصد و دیگر علفکش‌ها حدود ۵۲ درصد یا کمتر وزن خشک اندام هوایی را کاهش دادند. سه علفکش فوق در کاهش وزن خشک ریشه نیز دارای بیشترین کارایی بودند که کارایی آن‌ها به‌ترتیب ۸۵، ۷۹ و ۹۹ درصد بود (جدول ۳).

برخی علفکش‌های پرمصرف سال‌های اخیر همانند بیس‌پایریباک‌سدیم و پنوکسولام، به‌ترتیب ۲۲ و ۲۸ درصد کاهش زیست‌توده اندام هوایی و ۵۱ و ۵۵ درصد کاهش وزن خشک ریشه را موجب شدند که بیانگر کارایی کمتر آن‌ها در مقایسه با علفکش‌های جدید است. کاهش شدید رشد ریشه (۷۳ درصد) نسبت به اندام‌های هوایی (۳۶ درصد) در تیمار با متازوسولفورون، بیانگر پتانسیل کاربرد گسترده این علفکش است، زیرا که این علفکش در شرایط خاکپاش نیز دارای حدود ۹۰ درصد کارایی بود (جدول ۳).

### منابع

- Abe, D.G., Sellers, B.A., Ferrell, J.A., Leon, G.R. and Calvin Otero, D. 2016. Bahiagrass tolerance to Aminocyclopyrachlor in Florida. *Weed Technol.* 30: 943–948.
- Anonymous. 2002. Manor herbicide product label. Burr Ridge, IL: Riverdale Chemical Company.

(۳)

کارایی بیس‌پایریباک‌سدیم (SC 42%) در کنترل بندواش در ساری بیش از ۹۵ درصد و در رشت ۳۰ تا ۷۷ درصد گزارش شد (Tokasi et al., 2020). کارایی گلایفوسیت در کنترل بندواش در انتشارات متعدد آمده است (Manuel et al., 1979; Eugene Strahan, 2002).

### نتیجه‌گیری کلی

تمام علفکش‌های رایج که دارای ده‌ها سال سابقه مصرف گسترده در شالیزارهای شمال کشور هستند، حداکثر دارای ۴۳ درصد یا کمتر کارایی در کنترل بندواش بودند و این علفکش‌ها با کنترل بسیار خوب سوروف و جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها (≥۹۵٪)، شرایط را برای طغیان بندواش فراهم نموده‌اند. برخی از علفکش‌های جدید ثبت‌شده در سال‌های اخیر در کنترل بندواش مؤثر هستند، ولی در بازار در دسترس نیستند. به‌دلیل دشواری وجین‌دستی و غیراقتصادی بودن آن، کنترل شیمیایی علف‌های هرز شالیزار اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین ضروری است اقدامات لازم جهت تدارک علفکش‌های مؤثر در کنترل بندواش به‌عمل آید.

### سپاس‌گزاری

این مقاله از پروژه مصوب موسسه تحقیقات برنج کشور با کد ۲-۰۴-۰۴-۰۱۲-۹۹۰۱۱۳ و با حمایت مالی آن موسسه اجرا شده است. نگارندگان مراتب قدردانی خود را از این مؤسسه اعلام می‌دارند.

- Bischoff, F. 1971. "Weed control in rice in Guilan and Mazandaran". *Iranian J. of Plant pathol.* 7: 304.
- Bryan unruh, J., Stephenson, D.O., Brecke, B.J. and Renholm, L.E. 2006. *Tolerance of 'Salam' Seashore Paspalum (Paspalum vaginatum) to postemergence herbicides*. *Weed Technol.* 20: 612–616.
- Bunnell, B.T., Baker, R.D., McCarty, L.B., Hall, D.W. and Colvin, D.L. 2003 Differential response of five bahiagrass (*Paspalum notatum*) cultivars to metsulfuron. *Weed Technol.* 17: 550–553.
- Chauhan, B.S., Abeysekara, A.S.K., Kulatunga, S.D. and Wickrama, U.B. 2013. Performance of different herbicides in a dry-seeded rice system in Sri Lanka. *Weed Technol.* 27: 459–462.
- Cidade, F.W., Vigna, B.B., De souza, F.H., Valls, J.F.M., Dallagnol, M., Zucchi, M.I., De souza chies, T.T. and Souza, A.P. 2013. Genetic variation in polyploid forage grass: Assessing the molecular genetic variability in the *Paspalum* genus. *BMC Genet.* 14: 50.
- Costa, J. 1997. From research to practice: staying ahead of the problem. In: De Prado, R., Jorrin, J., Garcia-Torres, L. (Eds.), *Weed and crop resistance to herbicides*. kluwer Acad. Pub., Dordrecht, The Netherlands. 315-320.
- Duncan, R.R. 1998. Seashore paspalum herbicide management. *USGA Gree Sect. Rec.* 36(2): 17–19.
- Durham, M.W., Ferrell, J.A., Minogue, P.J., MacDonald, J.E. and Sellers, B.A. 2016. Evaluation of aminocyclopyrachlor herbicide for turf tolerance and weed control on florida roadside Right-of-Ways. *Weed Technol.* 30: 190–197.
- Eugene Strahan, R. 2002. Control of two perennial grasses in southern turfgrasses. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. rstrahan@agctr.lsu.edu.
- Fawcett, R.S. and Slife, F.W. 1975. Germination stimulation properties of carbamate herbicides. *Weed Sci.* September, 23 (5): 419-424.
- Golmohammadi, M.J., Mohammaddoust Chamanabad, H.R., Yaghoubi, B. and Oveisi, M. 2020. GIS applications in surveying and mapping of rice weeds in Guilan province, Iran. *Sarhad. J. Agric.* 36(4):1103–1111.
- Hach, C.V., Nhiem, N.T., Nam, N.T.G., Chin, D.V., Mortimer, M. and Heong, K. L. 2000. Effect of tillage practice on weed population and soil seed bank of weeds in wetseeded rice systems in Mekong Delta. *Omonrice.* 8: 117–124.
- Johnson, B.J. and Duncan, R.R. 2000. Timing and frequency of ethofumesate plus flurprimidol treatments on bermudagrass (*Cynodon* spp.) suppression in seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*). *Weed Technol.* 14: 675–685.
- Johnson, B.J. and Duncan, R.R. 1997. Tolerance of four seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*) cultivars to postemergence herbicides. *Weed Technol.* 11: 689–692.
- Mansourpour, F., Yaghoubi, B. and Pouramir, F. 2019. Study the efficacy of some sulfonylurea herbicides in barnyardgrass control. 16<sup>th</sup> National Congress of Agricultural and Plant Breeding. 1-5
- Manuel, J.S., Mercado, B.L. and Lubigan, R.T. 1979. Approaches to the control of *Paspalum distichum* L. in lowland rice. *J. of Philippine Agric.* 62 (4): 255-261.
- McCullough, P.E., Hart, S.E., Brosnan, J.T. and Breeden, G.K. 2011. Aminocyclopyrachlor enhances fenoxaprop efficacy for smooth crabgrass control. *Weed Technol.* 25: 506–510.
- McCullough, P.E., Yu, J. and Gomez de Barreda, D. 2012. Seashore paspalum (*Paspalum vaginatum*) Tolerance to pronamide applications for annual bluegrass control. *Weed Technol.* 26: 289–293.
- Musaviyan Koohsare, M., Yaghoubi, B., Vahedi, A. and Hashemi Gourab, S.N. 2013. Investigation of the effects of application time of some paddy herbicides on weed control and rice vegetative growth and yield. 5<sup>th</sup> Iranian Weed Science Congress. 1026-1029.
- Patton, A.J., Trappe, J.M., Richardson, M.D. and Nelson, E.K. 2009. Herbicide tolerance on 'Sea Spray' seashore paspalum seedlings. *Appl. Turf. Sci.* doi: 10.1094/ATS-2009-0720-01-RS.
- Pouramir, F., Yaghoubi, B. and Mansourpour, F. 2018. The effect of herbicides with different mode of action on sedge (*Cyperus esculentus* L.) control. 15<sup>th</sup> National Iranian Crop Science. Congress, 4-6 September, Karaj- Iran. 1-4.
- Pozzobon, M.T. and Valls, J.F.M. 2003. Chromosome number in Brazilian germplasm accessions of *Paspalum hydrophilum*, *P. modestum* and *P. palustre* (Gramineae; Paniceae). *Genet. Mol. Biol.* 26: 365–368.
- Rao, A.N., Johnson, D.E., Sivaprasad, B., Ladha, J.K. and Mortimer, A.M. 2007. Weed management in direct seeded rice. *Advances in Agron.* 93: 103 Pp.
- Rua, G.H. and Grottola, M.C. 1997. Growth form models within the genus *Paspalum* L. (Poaceae,

- Panicaceae). Flora. 192: 65–80.
- Tokasi, S., Nouralizadeh Otaghsara, M. and Faez, R. 2020. Investigating the efficacy of bispyribac sodium SC42% herbicide in rice (*Oryza sativa* L.) weeds control. Cereal Res. 9(4): 331-345.
- Vidotto, F., Tesio, F., Tabacchi, M. and Ferrero, A. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* species accessions in Italian rice fields. Crop Protec. 26: 285-293.
- Wunderlin, R.P. and Hansen, B.F. 2008. Atlas of Florida vascular plants. Institute for Systematics Botany, University of South Florida, Tampa, FL. (<http://www.plantatlas.usf.edu/>).
- Xu, Z. and Zhou, G. 2017. Identification and Control of Common Weeds (Book). Zhejiang university press. Volume 1.
- Yaghoubi, B. 2016. Investigating the effectiveness of herbicides with different modes of action in order to develop the chemical management of *Echinochloa crus galli*. Final report. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Rice Res. Inst. of Iran, 54 Pp.
- Yaghoubi, B. 2017. Study the efficacy of "Proton" herbicide (Pendimethalin EC 33%) on weed control in transplanted rice. Final report. Agric. Res. Educ. and Extension Organization, 68 Pp.
- Yaghoubi, B. 2019. Study the probable resistance of bulrush (*Bolboschoenus maritimus*) to bensulfuron methyl. Final report. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Res. Inst. of Iran, 39 Pp.
- Yaghoubi, B. 2021. Study the efficacy of metazosulfuron WG 33% on paddy rice weed control. Final report. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rice Res. Inst. of Iran, 47 Pp.
- Yaghoubi, B. and Tahghighi, H. 2015. Comparing paddy herbicides residual efficacy in barnyardgrass control. 6<sup>th</sup> Iranian weed science congress. 1-3 september- birjand. 962-966.
- Yaghoubi, B., Alizadeh, H., Rahimian H., Baghestani M. A. & Davatgar, N. 2010. Comparison of some herbicides on causing dwarfism on rice. Iranian J. of Weed Sci, 6(2), 23-40. (In Persian with English summary)
- Yaghoubi, B., Aminpanah, H. and Chauhan, B.S. 2022. Performance of different herbicides on pondweed (*Potamogeton nodosus*) in rice. Weed Technol. 36: 270-275.