Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2021 (71-84)
DOI: 10.22092/ijws.2020.128351.1357

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۸۴-۷۱)

بیولوژی و مدیریت گونه مهاجم (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch) و رایج (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) سوروف در شالیزار

فرزین پورامیر*[۱]، بیژن یعقوبی [۲]

۱و۲- استادیار پژوهشی و دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/٦/٤)

چکیده

سوروف برنج، علف‌هرز انحصاری شالیزار است که در سال ۱۳۸۵ برای اولین بار از گیلان گزارش شد و اکنون، ده‌ها هزار هکتار از شالیزارها را آلوده کرده است. در این تحقیق، برخی ویژگی‌های سوروف برنج و سوروف رایج و نیز واکنش آن‌ها به برخی علف‌کش‌های انتخابی برنج جهت ارائه راهکاری برای مدیریت آن‌ها مطالعه شد. نتایج بررسی بیولوژی تطبیقی سوروف برنج در مقایسه با برنج و سوروف رایج نشان داد که زمان ظهور خوشه در گونه جدید، به‌ترتیب ۱۱ و ۲۱ روز زودتر از برنج هاشمی و سوروف بود. به‌علاوه خوشه گونه جدید، دارای رنگ روشن‌تر و طول کوتاه‌تری (۱۲/۸ سانتی‌متر) نسبت به سوروف رایج (۲۳ سانتی‌متر) و برنج (۲۷/۶ سانتی‌متر) بود. ریزش بذر در سوروف برنج و برنج، کمتر از یک درصد و در گونه رایج سوروف، حدود ۹۹ درصد بود. وزن هزار دانه سوروف برنج (۴/۵ گرم) بیشتر از سوروف رایج (۲/۵ گرم) و کمتر از برنج (۲۵ گرم) بود. میزان جوانه‌زنی بذرهای یک‌ساله سوروف و سوروف برنج، به‌ترتیب نه و شش درصد و بذرهای سه ساله، به‌ترتیب ۳۰ و ۷۳ درصد بود. نتایج آزمایشات دزپاسخ نشان داد که حساسیت دو گونه سوروف به علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب مشابه بود، ولی گونه جدید، دارای حساسیت بیشتری به علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل بود. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، به‌دلیل رنگ روشن و ظهور زودهنگام خوشه که امکان شناسایی آسان سوروف برنج را امکان‌پذیر می‌سازد و نیز عدم ریزش بذر و حساسیت بیشتر به علف‌کش‌ها، برای مدیریت این علف‌هرز، حذف فیزیکی قبل از برداشت برنج و رعایت تناوب علف‌کش‌ها به‌ویژه در مزارع بذری توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: برنج، علف‌کش، علف‌هرز، گونه‌ی جدید، مدیریت علف‌هرز .

Biology and management of the invasive (*Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch) and common (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) barnyardgrass in paddy field

Farzin Pouramir* and Bijan Yaghoubi
Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

(Received: December 4, 2019 - Accepted: August 25, 2020)

ABSTRACT

Echinochloa oryzoides is a new specific weed of paddy fields that was first reported in Guilan in 2006 and now has infested tens of thousands of hectares of paddy fields. Characteristics of new and common species of barnyardgrass and their response to some selective rice herbicides were studied to provide a solution for their management. Results showed that panicle emergence time of new species was 11 and 21 days earlier than Hashemi rice and barnyardgrass, respectively. In addition, new one had lighter color and shorter panicle length (12.8 cm) than the common one (23 cm) and rice (27.6 cm). Seed shattering was less than 1% in new species and rice and was about 99% in barnyardgrass. Weight of 1000-seed in new species (4.5 g) was more than common species (2.5 g) and less than rice (25 g). Germination rate of one year old seeds of barnyardgrass and new barnyardgrass were 9 and 6% and it was 30 and 73% for three years seeds, respectively. The results of dose-response experiments showed that two species susceptibility to Thiobencab and Pertilachlor herbicides was similar, but the new species was more susceptible to bensulfuron-methyl. Therefore, according to the results of this study, due to the bright color and early panicle initiation, which enable easy identification of new barnyardgrass, as well as lack of seed shattering and greater susceptibility to herbicides, to manage new species, physical removing before rice harvest and also herbicide rotation especially in the fields that planted for seed production is recommended.

Keywords: Herbicide, management, new species, rice, weed.

* Corresponding author E-mail: f.pouramir@areeo.ac.ir

مقدمه

گونه رایج سوروف با نام علمی (*Echinochloa crus galli*)، فراوانترین و مهم‌ترین علف‌هرز شالیزار در ایران است (Golmohammadi *et al*., 2020) و در هر جایی که برنج کشت می‌شود، این گیاه نیز مشاهده می‌شود. در صورت عدم کنترل این گونه، خسارت اقتصادی به برنج تا ۹۰ درصد نیز خواهد رسید (Mohammad Sharifi, 2000). در سال‌های اخیر، گونه دیگری از سوروف به نام سوروف برنج (*Echinochloa oryzoides*) از شالیزارهای گیلان گزارش شده است (Yaghoubi *et al*., 2006). اگرچه برخی منابع به‌دلیل تحمل بیشتر این گونه به غرقاب، آن را سوروف آبی[1] نامیده‌اند (Mohammadvand *et al*., 2012b)، امّا این علف‌هرز، انحصاری اکوسیستم شالیزار است و در زیست‌گاه‌های آبی پراکنش ندارد، در حالیکه گونه رایج سوروف، علاوه بر برنج در ۳٦ محصول زراعی (Holm *et al*. 1991) و نیز محصولات باغی پراکنش دارد. این گونه دارای قدرت رقابت و خسارت بیشتری نسبت به گونه رایج سوروف می‌باشد (Golmohammadi *et al*., 2010b).

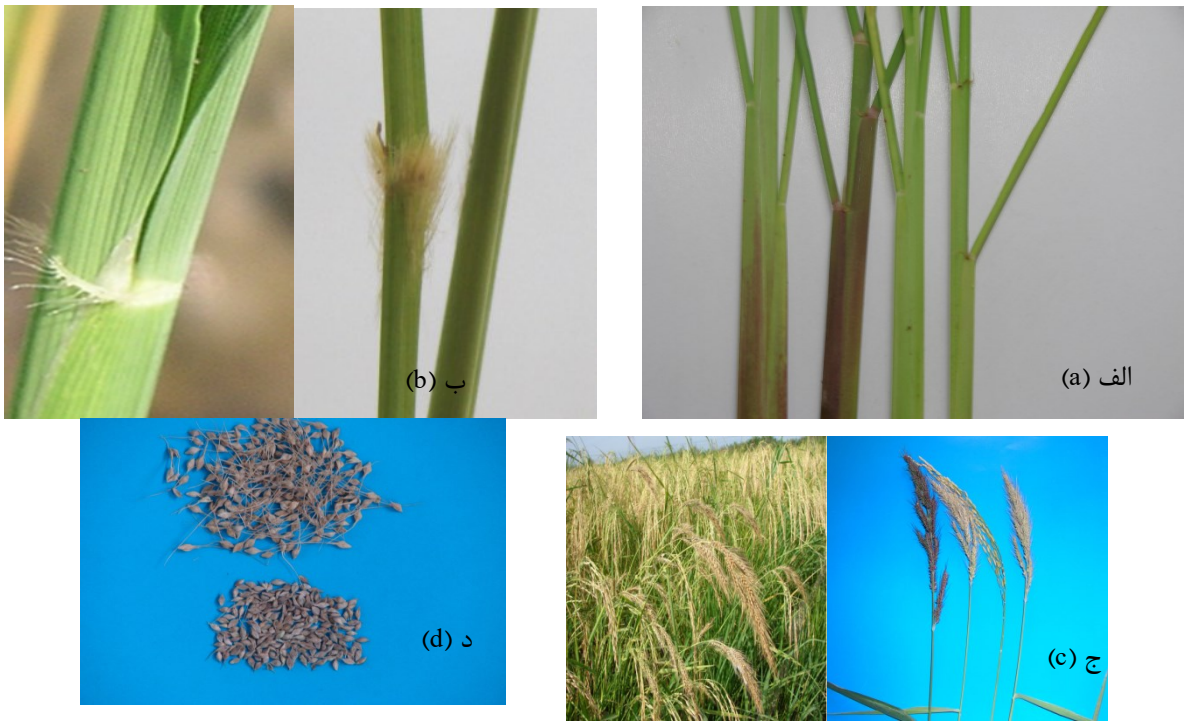
تحقیقات نشان داده است که سوروف برنج در مقایسه با گونه‌های دیگر، در مرحله رشد رویشی دارای شباهت‌های بیشتری با برنج می‌باشد (Maria *et al*., 1999). شباهت زیاد این گونه به برنج باعث می‌شود تا در اکثر مواقع، کشاورزان برنج‌کار شمال کشور قادر به تشخیص آن از گیاه زراعی نباشند و در طی عملیات وجین، آن را حذف نکنند و حتی در برخی مواقع، این علف‌هرز را همراه نشاء برنج از خزانه به زمین اصلی منتقل می‌کنند و به اشتباه به‌جای برنج نشاکاری می‌کنند (Yaghoubi *et al*., 2006). سوروف برنج، دارای سازگاری زیادی است و در تداخل با ارقام بومی، دارای رنگ سبز روشن (رنگ برگ مشابه رقم برنج) و در داخل ارقام اصلاح‌شده، دارای رنگ تیره و همرنگ آن‌ها است (شکل ۱ الف)؛ به‌علاوه برخی اکوتیپ‌های این گونه جدید، دارای کرک‌هایی شبیه گوشوارک است (شکل ۱ ب) که تشخیص آن از گیاه زراعی را هنگام وجین‌دستی دشوار یا غیرممکن می‌سازد (Yaghoubi *et al*., 2006). به‌علاوه شباهت سوروف برنج از نظر ارتفاع گیاهچه، تیپ رشدی، زاویه برگ، قطر ساقه و زاویه پنجه‌ها به برنج، بیشتر از گونه رایج است و این ویژگی‌ها، امکان تشخیص جهت وجین‌دستی را کاهش می‌دهند (شکل ۱ ج). به‌نظر می رسد که دارا بودن بذر بزرگتر و ریشک بلند سوروف برنج (شکل ۱ د)، حذف و جداسازی آن هنگام خرمنکوبی و یا بوجاری را با مشکل مواجه می‌کند و در انتقال بذر این علف‌هرز به سال زراعی بعدی مؤثر باشد.

به گفته محققین، اولین گام در جهت مبارزه با علف‌های‌هرز، مطالعه بر روی بیولوژی و در نتیجه داشتن اطلاعات کافی در مورد عادات رشدی آن‌ها است (Forcella *et al*., 1993; Benvenuti *et al*., 2001). در واقع شناخت عادات رشدی گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز می‌تواند به مدیریت صحیح آن‌ها در مزارع کمک شایان توجهی کند (Jordan & Haferkamp, 1989; Iannucci *et al*., 2000).

امروزه سوروف برنج به‌عنوان گونه‌ای جدید و متحمل به غرقاب شناخته می‌شود و مهم‌ترین علف‌هرز برنج در ژاپن و کالیفرنیا است (Yamasue, 2001). از جمله دلایل قدرت بالای جوانه‌زنی سوروف برنج از عمق‌های زیاد آب، وزن هزار دانه بالاتر و در نتیجه اندوخته غذایی بیشتر و نیاز به اکسیژن کمتر برای فرایند

[1] Watergrass

جوانه‌زنی در مقایسه با سوروف رایج می‌باشد (Kennedy *et al*., 1980; Yamasue *et al*., 1989).



شکل ۱- الف: شباهت سوروف برنج به رقم برنج مجاور خود. از سمت راست به‌ترتیب، برنج رقم هاشمی، سوروف جدید، برنج رقم خزر، سوروف جدید؛ ب: وجود کرک در میانگره سوروف جدید (سمت راست) که منجر به شباهت زیاد آن به برنج (سمت چپ) شده است؛ ج: در عکس سمت راست، شباهت زیاد خوشه سوروف جدید (از سمت راست اولی و سومی) به برنج مشخص است. در این عکس، اولین خوشه از سمت چپ، سوروف معمولی می‌باشد که دارای رنگ تیره است. عکس سمت چپ نیز خوشه‌های سوروف جدید را در مرحله رسیدن در بین خوشه‌های برنج نشان می‌دهد و د: بذر سوروف جدید (بالا) و بذر سوروف معمولی (پایین). عکس‌ها از: بیژن یعقوبی، موئسسه تحقیقات برنج کشور.

Fig 1. The resemblance of *E. oryzoides* to its neighboring rice cultivar. (a) from the right, rice (cv. Hashemi), *E. oryzoides*, rice (cv. Khazar), *E. oryzoides*, respectively; (b) there are tiny hairs on the node of the *E. oryzoides* stem (right) which has led to its great resemblance to rice (left). (c) in the right photo, the resemblance of the *E. oryzoides* (the first and third from right) to the rice is very clear. The photo on the left also shows the *E. oryzoides* panicles in the ripening stage among the rice panicles, and (d) *E. oryzoides* (above) and *E. crus-galli* (below) seeds. Photos by: Bijan Yaghoubi - Rice Research Institute of Iran (RRII).

محققین، تغییر سیستم کشت از روش مستقیم در بستر خشک به کشت در بستر غرقاب و استفاده از غرقاب در کنترل سوروف و دیگر علف‌های‌هرز را در پیدایش گونه متحمل به غرقاب سوروف در کالیفرنیا مؤثر گزارش کرده‌اند (Fisher *et al*., 2000). به‌گزارش گل محمدی و همکاران (Golmohammadi *et al*., 2012a) با افزایش عمق غرقاب و نیز عمق قرارگیری بذر در خاک، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ارتفاع و وزن خشک گیاه‌چه در هر دو گونه سوروف رایج و سوروف برنج، دارای روندی کاهشی بود، ولی میزان کاهش صفات فوق در گونه رایج بیشتر از گونه‌ی جدید بود. در تحقیقی دیگر، درصد جوانه‌زنی سوروف رایج در عمق‌های نیم تا دو سانتی‌متری کمتر از سوروف برنج بود (William, 2003).

محمدوند و همکاران (Mohammadvand *et al*., 2014) نشان دادند که زمان ظهور خوشه در سوروف برنج، ۵۸ روز و در سوروف رایج ۷۳، روز پس از سبزشدن بود. این درحالی بود که دامالاس و همکاران (Damalas *et al*., 2008) ظهور خوشه را در سوروف برنج و رایج در شمال یونان، به‌ترتیب ٦٣ و ٤٢ روز

پس از کاشت گزارش کردند. گل‌محمدی و همکاران (Golmohammadi *et al*., 2012b) نیز گزارش کردند که سوروف برنج، دارای چرخه زندگی کوتاه‌تری در مقایسه با سوروف رایج و حتی برنج هاشمی بود و حدود ۱۰ روز زودتر به گل رفت. تحقیقات نشان داده است که سوروف برنج در مقایسه با سوروف رایج، دارای طول دوره رشدی کوتاه‌تر و همچنین ریزش دانه کمتری است (Mohammadvand *et al*., 2014 ؛ Golmohammadi *et al*., 2012b).

اگرچه ظاهراً سوروف به علف‌کش‌های شالیزار در ایران مقاومت ندارد (Bitarafan *et al*., 2012)، امّا مقاومت گونه جدید سوروف به علف‌کش‌های تیوبنکارب و مولینیت، به‌ترتیب در کالیفرنیا و تایلند گزارش شده است (Fisher *et al*., 2000). مصرف مداوم تعداد معدودی از علف‌کش‌ها به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز ممکن است در دراز مدت، منجر به کاهش کارایی آن‌ها و در نتیجه ایجاد گونه‌های مقاوم شود. بوتاکلر علف‌کشی اختصاصی برای کنترل سوروف می‌باشد که برای دهه‌ها در مزارع برنج‌کاری شمال کشور، به‌طور گسترده‌ای مصرف شده است و تا به امروز، کارایی بسیار خوبی در کنترل این علف‌هرز نشان داده است. احتمالاً دلیل عدم مقاومت به این علف‌کش، حذف فیزیکی گیاهچه‌های مقاوم از طریق وجین دستی رایج در این مناطق بوده است و اگر در سال‌های آتی به دلیل کمبود یا گرانی نیروی کار، عملیات وجین دستی حذف و یا محدود شود، احتمال پدیدار شدن گونه‌های مقاوم به این علف‌کش وجود دارد؛ ازاینرو بررسی کارایی علف‌کش‌های جدید در کنترل این علف‌هرز و کاربرد تناوبی آن‌ها، شاید بتواند بروز گونه‌های مقاوم را به تعویق اندازد. تحقیقی و همکاران (Tahghighi *et al*., 2014) در آزمایشی که در شرایط آزمایشگاهی بر روی کارایی علف‌کش‌های بوتاکلر و پندیمتالین در کنترل علف‌هرز سوروف انجام دادند، مشاهده کردند که هر دو علف‌کش، به‌خوبی قادر به کنترل این علف‌هرز می‌باشند. به گفته آن‌ها، ۰/۱ درصد دز توصیه‌شده هر دو علف‌کش، منجر به کنترل کامل علف‌هرز سوروف شد. آن‌ها دلیل کارایی بالای بوتاکلر پس از چهار دهه مصرف در شالیزارهای کشور را بهره‌گیری از مبارزه تلفیقی، شامل وجین دستی توأم با مصرف علف‌کش‌ها در این اراضی گزارش نمودند.

علی‌رغم فراوانی و گسترش گونه‌ی جدید سوروف در شالیزارهای شمال کشور و عدم موفقیت در مدیریت آن، اطلاعات کافی در خصوص بیولوژی، اکولوژی و مورفولوژی و نیز واکنش این علف‌هرز به علف‌کش‌ها به‌منظور ارائه روشی جامع جهت مدیریت آن وجود ندارد. از این رو، جهت ارائه راهکاری تلفیقی برای مدیریت گونه جدید سوروف، بررسی‌های بیشتر در این زمینه، ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

آزمایش ۱- بررسی جوانه‌زنی بذر دو گونه سوروف (*E .oryzoides* و *E .crus-galli*)

این آزمایش در زمستان ۱۳۹٦ و با بذرهای جمع‌آوری شده در سال‌های ۹٤، ۹۵ و ۹٦ از مزارع تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سن بذر (در سه سطح شامل بذرهای یک ساله، دو ساله و سه ساله) و گونه سوروف (شامل دو گونه سوروف رایج و سوروف برنج) تیمارهای مورد مطالعه بودند. بذرهای سوروف پس از جمع‌آوری و خشک کردن در سایه، تا زمان اجرای آزمایش، در اتاق و در شرایط آزمایشگاه نگهداری شدند. به‌منظور بررسی جوانه‌زنی، از پتری‌هایی به قطر نه سانتی‌متر استفاده شد. در داخل هر پتری، ابتدا یک لایه کاغذ صافی قرار داده شد و پس از مرطوب کردن آن، ۲۵ بذر بر روی آن کشت شد. در این آزمایش، از هیچ گونه

تیمار خواب شکنی استفاده نشد. پتری‌ها در شرایط اتاق با دمای ۳°C ± ۲۵ و ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی قرار داده شدند. برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، هر ۲۴ ساعت یک‌بار، بذرهای سوروف جوانه‌زده شمارش و حذف شدند و این کار تا دو هفته ادامه یافت.

آزمایش ۲- بررسی برخی ویژگی‌های بیولوژیکی گونه رایج و جدید سوروف

این آزمایش در مزارع پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال زراعی ۱۳۹۷ و به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آماده سازی زمین شامل انجام شخم اول در نیمه اول فروردین، شخم دوم در اواسط اردیبهشت و شخم سوم دو روز قبل از کاشت بود. مطابق آزمایش خاک، کوددهی شامل کاربرد کودهای N.P.K به میزان ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار بود. کود اوره به سه قسمت تقسیم شد و قسمت اول به همراه تمامی کودهای پتاسه و فسفره در هنگام آماده‌سازی زمین مصرف شد و دو قسمت دیگر، به‌ترتیب ۲۰ و ۴۰ روز پس از نشاکاری به صورت سرک در کرت‌های آزمایشی اعمال شد.

برای افزایش جوانه‌زنی، ابتدا بذرهای سوروف با اسید سولفوریک ۹۶ درصد به مدت هشت دقیقه تیمار شدند تا خواب آن‌ها شکسته شود. سپس بذرهای جوانه‌دار شده برنج و دو گونه سوروف، به صورت ردیفی و با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در کرت‌هایی به ابعاد دو در پنج متر کشت شدند. در هر کرت، فقط یک گونه سوروف در کنار ردیف‌های برنج و به‌صورت یک‌درمیان قرار داشت. ابتدا آبیاری در حد اشباع خاک انجام شد تا گیاهچه‌ها به خوبی مستقر شوند. پس از استقرار گیاهچه‌ها، ارتفاع آب داخل کرت‌ها همراه با رشد برنج، به‌تدریج ۵ تا ۷ سانتی‌متر افزایش یافت و تا حدود دو هفته قبل از برداشت برنج، در همین ارتفاع حفظ شد. به‌منظور مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج، گرانول‌پاشی حشره‌کش دیازینون ۱۰ درصد به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار طی دو نوبت انجام شد. در طی دوره آزمایش، صفاتی از قبیل روز تا شروع پنجه‌زنی و روز تا خوشه‌دهی برای هر سه گونه مورد مطالعه ثبت گردید. برای محاسبه درصد ریزش بذرها، از جوراب‌های توری مانند با رنگ روشن استفاده شد؛ بدین صورت که بعد از مرحله گلدهی و خروج کامل خوشه‌ها، در هر تیمار، تعداد نه خوشه (سه بوته در هر تکرار) انتخاب شدند و داخل جوراب‌ها قرار داده شدند. در مرحله رسیدگی، خوشه‌ها درست از زیر محل بستن جوراب‌ها قطع شده و به آزمایشگاه انتقال یافتند و تعداد بذرهای ریزش یافته و باقی مانده بر روی خوشه شمارش شدند.

آزمایش ۳- مطالعه واکنش دو گونه سوروف به علف‌کش‌ها

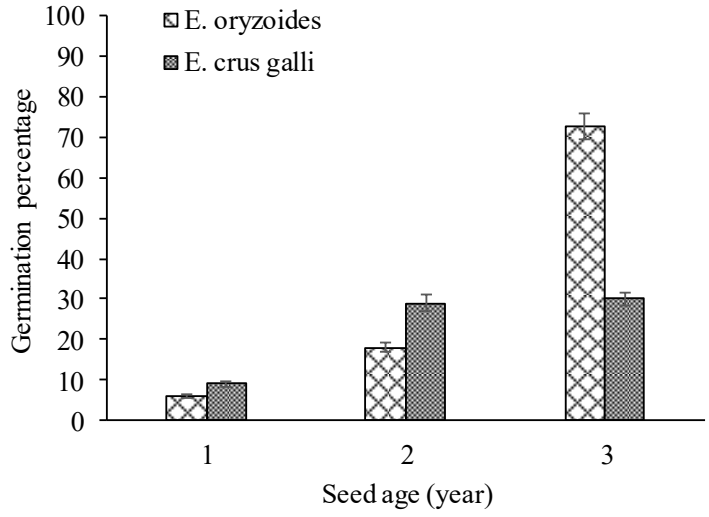
این بررسی در پاییز ۱۳۹۷، در شرایط آزمایشگاه و در پتری‌دیش اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. نوع علف‌کش شامل تیوبنکارب (ساترن ۵۰ درصد ای سی)، پرتیلاکلر (ریفیت ۶۰ درصد ای سی) و بن‌سولفورون‌متیل (لونداکس ۶۰ درصد دی اف) و دز علف‌کش در شش سطح (۱۰۰، ۱۰، ۱، ۰/۱ و ۰/۰۱ درصد دز توصیه‌شده و شاهد عدم مصرف علف‌کش) تیمارهای مورد مطالعه بودند. دز توصیه‌شده برای تیوبنکارب و پرتیلاکلر، به‌ترتیب پنج و ۱/۷۵ لیتر ماده تجاری و برای بن‌سولفورون‌متیل، ۶۰ گرم ماده تجاری در هکتار است. به‌منظور جوانه‌زنی بهتر، ابتدا بذرهای سوروف به مدت هشت دقیقه با اسید سولفوریک ۹۶ درصد تیمار شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق ۳°C ± ۲۵ نگهداری شدند. بعد از ظهور ریشه‌چه، تعداد ۱۰ عدد بذر یکنواخت در پتری‌هایی به قطر نه

سانتی‌متر دارای یک لایه خاک، کشت شدند و پس از غرقاب پتری، دزهای مورد بررسی علف‌کش‌ها، همان روز بر روی آن‌ها اعمال شدند. محاسبه مقدار علف‌کش مورد نظر بر اساس مساحت پتری‌دیش نسبت به دز توصیه‌شده در هر هکتار زمین زراعی انجام گرفت و اعمال آن نیز در داخل پتری‌ها توسط سمپلر صورت گرفت؛ البته ابتدا محلول استوک با غلظت ۱۰۰۰ بار بیشتر تهیه شد و از آن به مقدار محاسبه شده برای هر پتری و متناسب با دز مورد نظر برداشته شد. آبیاری پتری‌ها در طول آزمایش با استفاده از آب مقطر انجام شد. آزمایش به مدت سه هفته ادامه داشت و سپس با برداشت گیاه‌چه‌ها، ارتفاع و وزن تر اندام هوایی در هر پتری اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی بذر دو گونه رایج و جدید سوروف

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، تحت تاثیر گونه، سن بذر و اثر متقابل گونه و سن بذر قرار گرفتن ($p\leq1\%$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداقل (شش درصد) و حداکثر جوانه‌زنی (۷۳ درصد)، به‌ترتیب به بذرهای یک‌ساله و سه ساله سوروف برنج تعلق داشت (شکل ۲).

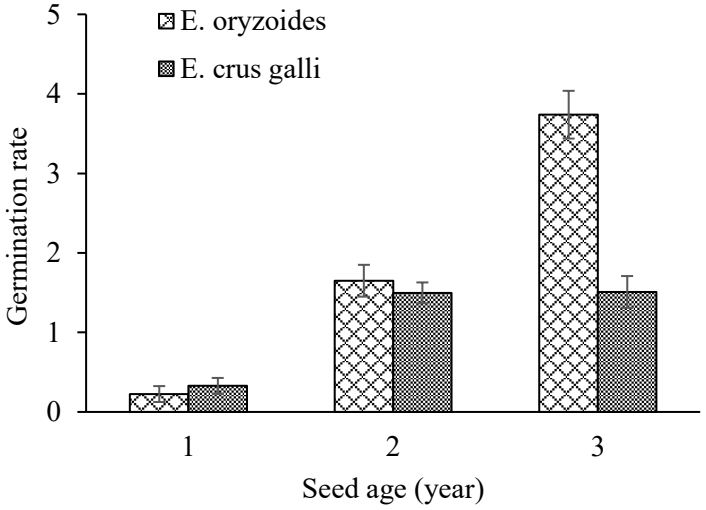


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل گونه سوروف و سن بذر بر درصد جوانه‌زنی بذرهای دو گونه سوروف.

Fig 2. Mean comparison of the interaction effects of barnyardgrass speacies and seed age on seed germination percentage of two barnyardgrass species.

نتایج نشان داد که با افزایش سن بذر از یک تا سه سال، درصد جوانه‌زنی در هر دو گونه سوروف افزایش یافت که این امر، نشان دهنده وجود کمون در این بذرها می‌باشد. در بذرهای یک‌ساله و دوساله، درصد جوانه‌زنی سوروف رایج به‌ترتیب ۵۰ و ٦۱ درصد بیشتر از سوروف برنج بود؛ این درحالی است که در بذرهای سه ساله، درصد جوانه‌زنی سوروف برنج، به مقدار زیادی نسبت به سوروف رایج افزایش (۱٤۳ درصد) یافت. درصد جوانه‌زنی سوروف رایج در بذرهای دو ساله و سه ساله، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (سه درصد). این درحالی است که درصد جوانه‌زنی بذرهای سوروف برنج در سال سوم، بسیار بیشتر (۳۰۵ درصد) از سال دوم بود. از نظر سرعت جوانه‌زنی نیز اختلاف معنی‌داری بین دو گونه در سنین مختلف وجود

داشت (شکل ۳). اختلاف بین دو گونه در بذرهای یک‌ساله و دوساله، قابل توجه نبود، ولی در سال سوم، این اختلاف معنی‌دار شد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای سوروف برنج در مقایسه با سوروف رایج، به سرعت افزایش یافت.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل گونه سوروف و سن بذر بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای دو گونه سوروف.
Figu 3. Mean comparison of the interaction effects of barnyardgrass speacies and seed age on seed germination rate of two barnyardgrass species.

مارتینکوا و همکاران (Martinkova *et al*., 2006) نشان دادند که با افزایش سن بذرهای سوروف از یک سال تا هشت سال، درصد جوانه‌زنی نیز از دو درصد به ٦٥ درصد افزایش یافت. سونگ و همکاران (Song *et al*., 2015) نیز در تحقیق خود بر روی سوروف گونه رایج مشاهده کردند که بذرهای تازه جمع‌آوری شده، فقط مرحله اول و دوم جذب آب را دارند و هرگز وارد مرحله سوم نمی‌شوند؛ به همین دلیل این بذرها، هیچ‌گونه جوانه‌زنی در محدوده دمایی ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد نداشتند، اما بذرهایی که ۱۵۰ روز از زمان برداشت آن‌ها گذشته بود، وارد مرحله سوم جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی نیز شدند. به عقیده آن‌ها، سوروف دارای کمون فیزیولوژیکی عمیق می‌باشد و شکستن این کمون در طی زمان (رسیدن)، به دلیل افزایش فعالیت بتا-مانوزیداز[۱] می‌باشد. شناخت دلایل و میزان کمون بذرهای سوروف و همچنین شکستن آن در طول زمان در گونه‌های مختلف می‌تواند در کنترل آن و در نتیجه کاهش خسارت به گیاه زراعی برنج کمک قابل توجهی کند. کواچ و همکاران (Kovach *et al*., 2010) با مطالعه بر روی کمون بذر ۳۰۰ توده سوروف (از ۱۵ گونه مختلف) جمع آوری شده از سراسر دنیا مشاهده کردند که گونه‌های مختلف و حتی گونه‌های یکسان رشد یافته در شرایط و مناطق مختلف، دارای کمون یکسانی نمی‌باشند.

ویژگی‌های بیولوژیکی گونه رایج و جدید سوروف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی صفات شامل روز تا شروع پنجه‌زنی و ظهور خوشه، طول خوشه، تعداد بذر در خوشه، درصد ریزش بذر و وزن هزار دانه، تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشتند ($p\leq5\%$).

[۱] β-Mannosidase

زمان آغاز پنجه‌دهی در سوروف برنج و سوروف (به‌ترتیب ۳۱ و ۳۲ روز پس از کاشت)، مشابه بوده و با زمان آغاز تولید پنجه در برنج واریته هاشمی (۳٦ روز)، دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۱). سوروف برنج از نظر آغاز ظهور خوشه نیز نسبت به سوروف رایج و برنج، دارای برتری بود و با گذشت ۵۵ روز از کشت، شروع به خوشه‌دهی کرد. با این‌که آغاز پنجه‌زنی در سوروف رایج، سریع‌تر از برنج بود، ولی برنج زودتر از آن به خوشه رفت. تحقیقی روی دو گونه سوروف رایج و سوروف برنج (Mohammadvand *et al*., 2012a) نشان داد که هر دو گونه مورد مطالعه در طی دو روز پس از کاشت، قادر به سبز شدن می‌باشند. طبق این گزارش، مدت زمان از سبز شدن تا ظهور پانیکول در سوروف برنج، بسیار کمتر (۵۸ روز) از سوروف رایج (۷۳ روز) بود. این درحالی است که در مطالعات دامالاس و همکاران (Damalas *et al*., 2008) مدت زمان از کاشت تا گلدهی در سوروف (٤۲ روز)، کمتر از سوروف برنج (٦۳ روز) بود که بیانگر بیولوژی متفاوت اکوتیپ‌های این علف‌هرز است. ظهور زودهنگام خوشه گونه جدید در مقایسه با برنج واریته هاشمی و همچنین رنگ روشن خوشه، امکان حذف فیزیکی علف‌هرز در مزرعه، قبل از رسیدن و برداشت گیاه برنج را فراهم می‌کند و کشاورزان می‌توانند از این طریق، خسارت آن را در سال‌های آتی در مزرعه کاهش دهند. توصیه فوق در مزارع بذری دارای اهمیت بیشتری است زیرا مطابق برخی بررسی‌ها، آلودگی بذر برنج به این علف‌هرز و انتقال از خزانه به مزرعه و نشاکاری آن به اشتباه به جای برنج، در انتقال آلودگی از یک‌سال به سال دیگر نقش دارد (Yaghoubi, 2016).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکردی دو گونه سوروف و برنج واریته هاشمی.

Table 1. Mean comparison of phenological, physiological and yield traits of two varieties of barnyardgrass and rice (cv. Hashemi).

Treatments	Thousand seeds weight (g)	Seed loss (%)	NO. of seed per panicle	Panicle length (cm)	Day to flowering	Day to tillering
Oryza sativa (cv. Hashemi)	25.9	0	70	27.6	66	36
Echinocloa oryzoides	4.5	0	385	12.8	55	31
Echinocloa crus galli	2.5	99	443	23.0	76	32
LSD (0.05)	0.57	1.3	53	0.9	2.3	2.5

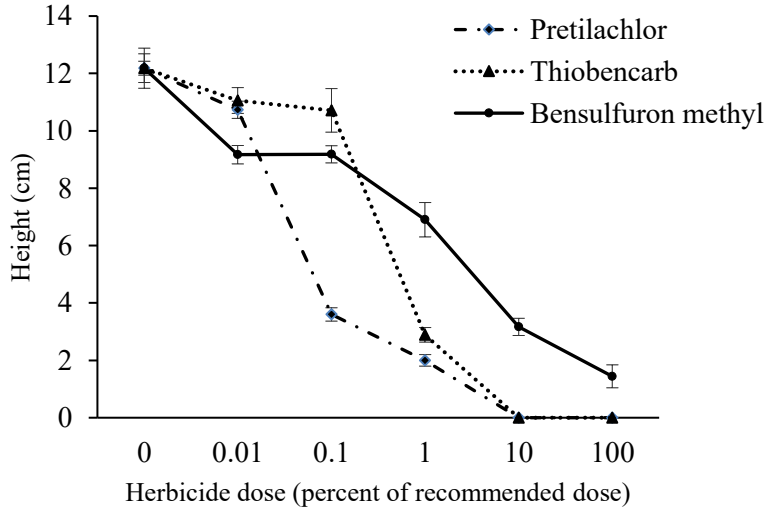
سوروف برنج دارای طول خوشه بسیار کوتاه‌تری (۱۲/۸ سانتی‌متر) نسبت به سوروف رایج (۲۳ سانتی‌متر) و برنج (۲۷/٦ سانتی‌متر) بود. سوروف رایج با ٤٤۳ بذر در خوشه، بیشترین تعداد بذر را دارا بود؛ هرچند که ۹۹ درصد این بذرها ریزش کردند. این درحالی بود که برنج و سوروف برنج، به‌ترتیب با ۷۰ و ۳۸۵ بذر در خوشه، هیچ‌گونه ریزش بذری نداشتند. سوروف برنج دارای وزن هزار دانه بیشتری (٤/۵ گرم) نسبت به سوروف رایج (۲/۵ گرم) بود (جدول ۱). اندوخته بیشتر بذر این علف‌هرز می‌تواند از طریق فراهم کردن مواد غذایی لازم برای جنین، احتمال جوانه زنی از عمق‌های پایین‌تر خاک یا غرقاب در مقایسه با سوروف رایج را فراهم نماید. محمدوند و همکاران (Mohammadvand *et al*., 2014) گزارش کردند که عملکرد دانه سوروف برنج در هر دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۷۵ و ۷۲ گرم در بوته) بیشتر از سوروف رایج (به‌ترتیب ٦۳ و ٤۱ گرم در بوته) است. آن‌ها دلیل اصلی این امر را وزن هزار دانه بیشتر سوروف برنج (پنج گرم) در مقایسه با سوروف رایج (سه گرم) دانستند. به گزارش آن‌ها، درصد ریزش دانه در سوروف رایج، بیشتر از سوروف برنج بود. دامالاس و همکاران (Damalas *et al*., 2008) نیز نشان دادند که بذرهای

سوروف برنج، ۲/٦ برابر سنگین‌تر از بذرهای سوروف رایج می‌باشند.

واکنش گونه رایج و جدید سوروف به علف‌کش‌ها در شرایط پتری‌دیش

ارتفاع و زیست‌توده سوروف برنج

ارتفاع و زیست‌توده سوروف برنج تحت تاثیر نوع علف‌کش، دز مصرفی و اثر متقابل آن‌ها قرار داشت (P≤1%). بیشترین ارتفاع سوروف برنج (۱۲/۲ سانتی‌متر) در تیمار شاهد عدم کاربرد علف‌کش مشاهده شد (شکل ٤). با اعمال تیمار ۰/۰۱ درصد دز توصیه‌شده هر سه علف‌کش، ارتفاع علف‌هرز روند کاهشی یافت، ولی چندان قابل توجه نبود. با افزایش دز به ۰/۱ درصد، ارتفاع در تیمار پرتیلاکلر به شدت کاهش (۷۰ درصد) یافت؛ این درحالی بود که علف‌کش‌های تیوبنکارب و بن‌سولفورون‌متیل در دز فوق، دارای تأثیر کمتری (به‌ترتیب ۱۲ و ۲۵ درصد) در کاهش ارتفاع این علف‌هرز بودند. در دزهای بالاتر، علف‌کش‌های تیوبنکارب و پرتیلاکلر دارای اثر بازدارندگی مشابهی بر ارتفاع سوروف برنج بودند، ولی کاهش ارتفاع این علف‌هرز در تیمار با بن‌سولفورون‌متیل اندک و دارای شیب کاهشی ملایمی بود. دز ۱۰ درصد میزان توصیه‌شده علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب، منجر به کاهش ۱۰۰ درصدی ارتفاع سوروف برنج شد؛ این درحالی است که بن‌سولفورون‌متیل حتی در دز توصیه‌شده هم نتوانست بیشتر از ٧٤ درصد ارتفاع سوروف برنج را کاهش دهد (شکل ٤).

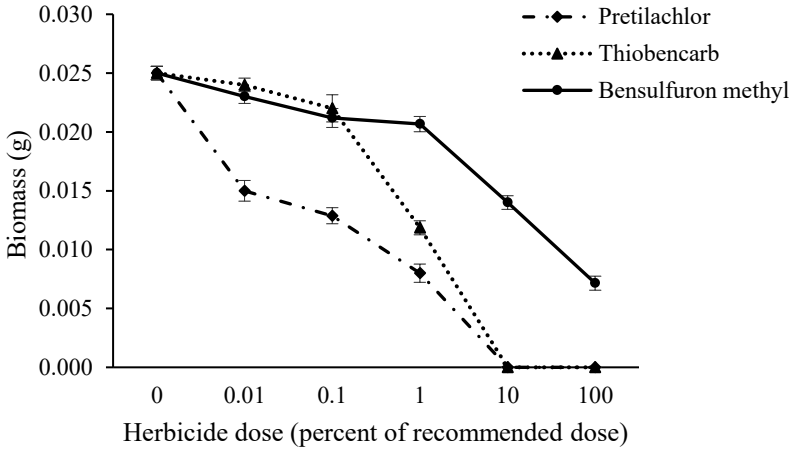


شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌کش و دز مصرفی آن بر ارتفاع گیاهچه‌های سوروف برنج.

Fig 4. Mean comparison of the interaction effects of herbicide and its dosage on barnyardgrass (*E. oryzoides*) seedling height

زیست‌توده سوروف برنج نیز واکنشی مشابه ارتفاع، به افزایش دز علف‌کش‌های مصرفی نشان داد (شکل ٥). تا ۰/۱ درصد دز توصیه‌شده، علف‌کش پرتیلاکلر منجر به بیشترین کاهش (٤٨ درصد) ارتفاع شد ولی تا این دز، اختلاف قابل توجهی بین دو علف‌کش تیوبنکارب و بن‌سولفورون‌متیل مشاهده نشد. با افزایش دز مصرفی به ۱۰ درصد مقدار توصیه‌شده، زیست‌توده در تیمارهایی که دارای علف‌کش پرتیلاکلر و تیوبنکارب بودند به صفر رسید، ولی مقدار آن در تیمار حاوی علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل ۰/۰۱٤ میلی‌گرم (٥٦

درصد شاهد) بود. با مصرف ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل، زیست‌توده سوروف برنج به ۰/۰۰۷ میلی‌گرم (۲۸ درصد شاهد) رسید که بیانگر کارایی پایین این علف‌کش است.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع علف‌کش و دز مصرفی بر زیست‌توده گیاه‌چه‌های سوروف برنج.
Fig 5. Mean comparison of the interaction effects of herbicide and its dosage on barnyardgrass (*E. oryzoides*) seedling biomass.

ارتفاع و زیست‌توده سوروف گونه‌ی رایج

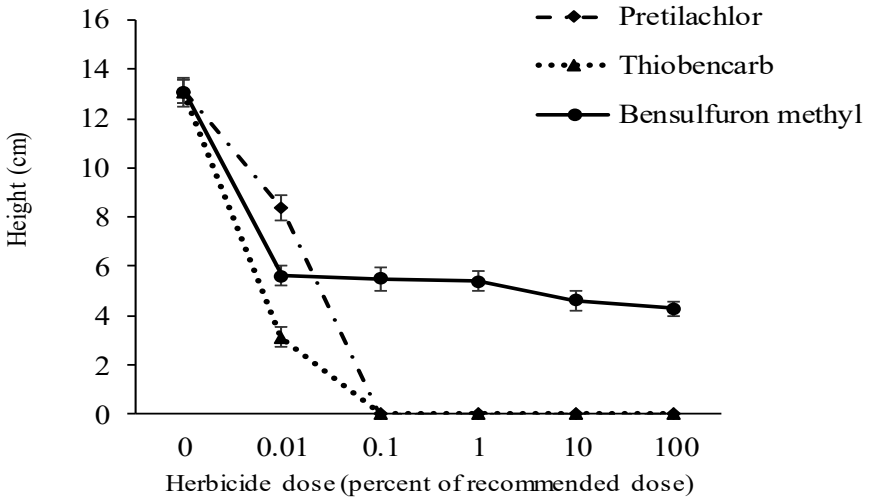
ارتفاع و زیست‌توده سوروف رایج، تحت تاثیر نوع علف‌کش، دز مصرفی و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (P≤1%).

مقایسه روند کاهش ارتفاع دو گونه هرز نشان داد که میزان کاهش ارتفاع سوروف گونه رایج (شکل ٦) در تیمار با علف‌کش‌های مورد بررسی، بسیار بیشتر از گونه جدید بود (شکل ۷). کمترین دز مورد بررسی (۰/۰۱ درصد دز توصیه‌شده) علف‌کش‌های تیوبنکارب، بن‌سولفورون‌متیل و پرتیلاکلر، ارتفاع را به‌ترتیب به‌میزان ۷٦، ۵۷ و ۳٦ درصد کاهش دادند. افزایش دز به ۰/۱ درصد مقدار توصیه‌شده، توقف کامل رشد گیاهچه و کاهش صد درصدی ارتفاع سوروف در تیمار با علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب را به‌همراه داشت. در مقایسه با دو علف‌کش دیگر، سوروف دارای تحمل بیشتری به بن‌سولفورون‌متیل بود. به‌طوری که ارتفاع این علف‌هرز در دز توصیه شده این علف‌کش، ٤/۳ سانتی‌متر بود که بیانگر ٦۷ درصد کاهش در مقایسه با شاهد می‌باشد (شکل ٦).

افزایش دز علف‌کش‌ها، موجب کاهش زیست‌توده سوروف شد، امّا حساسیت سوروف به علف‌کش‌های مختلف متفاوت بود (شکل ۷). به‌طورکلی، روند کاهش زیست‌توده، مشابه ارتفاع بود؛ به‌طوری‌که در دز ۰/۱ درصد دز توصیه‌شده، مقدار این صفت در دو علف‌کش تیوبنکارب و پرتیلاکلر به صفر رسید، ولی مقدار آن برای بن‌سولفورون‌متیل، ۰/۰۱۸ گرم (۷۵ درصد کاهش نسبت به شاهد) بود. دز توصیه‌شده علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل، منجر به کاهش ٤۲ درصدی زیست‌توده این علف‌هرز شد که بیانگر تحمل بالای سوروف به این علف‌کش است.

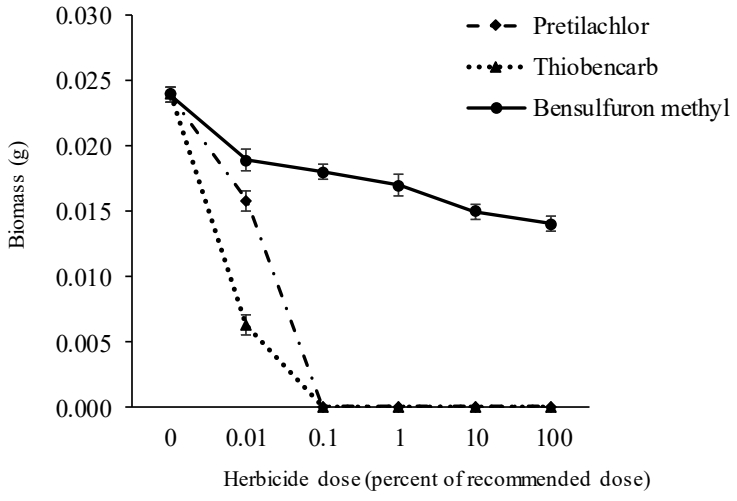
به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که دو علف‌کش پرتیلاکلر و تیوبنکارب، کارایی بسیار خوبی در کنترل هر دو گونه سوروف داشتند و به‌علاوه حساسیت سوروف برنج به علف‌کش بن‌سولفورون‌متیل بیشتر از سوروف معمولی بود. دامالاس و همکاران (Damalas *et al*., 2008) در مطالعه‌ای که بر روی سه گونه

سوروف انجام دادند، مشاهده کردند که حساسیت دو گونه *E. oryzoides* و *E. phyllopogon* به اغلب تیمارهای علف‌کشی، کمتر از گونه *E. crus-galli* بود. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که واکنش جمعیت‌های مختلف سوروف به علف‌کش‌ها یکسان نمی‌باشد، به‌طوری‌که پنوکسولام[۱]، کلفوکسیدیم[۲] و بیس‌پایریباک سدیم[۳]، بیشترین کارایی و سای‌هالوفوپ[۴] و پروپانیل[۵]، کمترین کارایی را در کنترل این علف هرز داشتند.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع علف‌کش و دز مصرفی بر ارتفاع گیاه‌چه‌های سوروف گونه رایج.

Fig 6. Mean comparison of the interaction effects of herbicide and its dosage on barnyardgrass (*E. crus-galli*) seedling height.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع علف‌کش و دز مصرفی بر زیست‌توده گیاه‌چه‌های سوروف گونه رایج.

Fig 7. Mean comparison of the interaction effects of herbicide and its dosage on barnyardgrass (*E. crus-galli*) seedling biomass.

[۱] Penoxsulam
[۲] Clefoxydim
[۳] Bispyribac-sodium
[۴] Cyhalofop
[۵] Propanil

تحقیقی و همکاران (Tahghighi *et al*., 2014) نیز نشان دادند که علف‌کش‌های بوتاکلر و پندیمتالین، کارایی خوب و مشابهی در کنترل علف‌هرز سوروف دارند. به گفته آن‌ها، دز لازم برای کاهش ۵۰ درصدی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه‌های سوروف برای هر دو علف‌کش مورد بررسی یکسان بود و ۰/۱ درصد دز توصیه‌شده هر دو علف‌کش، منجر به کنترل کامل علف‌هرز سوروف در شرایط آزمایشگاهی می‌شود. مطالعه بر روی حساسیت گونه‌های مختلف سوروف به علف‌کش‌ها نشان داد که سوروف گونه *E. colona* در مقایسه با *E. crus-galli*، حساسیت بیش‌تری به علف‌کش پیرازوسولفورون در مقایسه با علف‌کش رایج بن‌سولفورون‌متیل دارد. این مطالعه نشان داد که علف‌کش پیرازوسولفورون، ۱/٤ تا ۱٤ برابر قدرت کشندگی بالاتری در مقایسه با بن‌سولفورون‌متیل برای گونه‌های علف‌هرزی مورد مطالعه داشت (Suzuki *et al*., 199).

در حال حاضر، بوتاکلر علف‌کش اصلی مورد استفاده در شالیزارهای شمال کشور برای مقابله با علف‌هرز سوروف می‌باشد، ولی با توجه به تصمیم سازمان حفظ نباتات کشور مبنی بر حذف این علف‌کش از بین سموم مجاز کشور در طی سالهای آتی، معرفی علف‌کش‌هایی با کارایی بالا، یک ضرورت در زمینه مبارزه با علف‌های‌هرز برنج می‌باشد. با توجه به کارایی خوب علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب در کنترل هر دو گونه جدید و رایج سوروف، می‌توان این علف‌کش‌ها را به‌عنوان جایگزینی برای بوتاکلر در نظر گرفت تا علاوه بر کنترل رضایت‌بخش این علف‌هرز، از بروز مقاومت به علف‌کش‌ها نیز اجتناب شود. مصرف مداوم تعداد معدودی علف‌کش می‌تواند منجر به ایجاد مقاومت در علف‌های‌هرز شود (Osuna *et al*., 2002). فیشر و همکاران (Fisher *et al*., 2000) در طی مطالعه خود بر روی مقاومت سوروف برنج و سوروف رایج به علف‌کش‌ها مشاهده کردند که مصرف مداوم تعداد معدودی از علف‌کش‌های باریک برگ‌کش، منجر به گسترش مقاومت به این علف‌کش‌ها شده است. مطالعات آن‌ها نشان داد که سوروف برنج، به علف‌کش‌های مولینت، تیوبنکارب، فنوکساپروپ–اتیل و بیس‌پایریباک سدیم مقاوم بود.

نتیجه‌گیری کلی

سوروف برنج، علف‌هرز انحصاری برنج و دارای تطابق بیشتری با اکوسیستم شالیزار است. این گونه متحمل به غرقاب، در مقایسه با سوروف رایج و برنج واریته هاشمی، در مدت زمان کوتاه‌تری چرخه زندگی خود را تکمیل می‌کند و گلدهی و رسیدن بذر آن، یک هفته زودتر از برنج هاشمی است. سوروف برنج دارای ریزش بذر نیست و خوشه آن، دارای رنگ روش‌تری نسبت به برنج می‌باشد و قبل از خوشه‌دهی برنج هاشمی به‌خوبی از گیاه زراعی در مزرعه قابل تشخیص است. گیاهچه‌های علف‌هرز و گیاه زراعی در خزانه و مراحل رشد رویشی، به‌دشواری قابل تشخیص هستند. با بهره‌گیری از ویژگی فوق می‌توان پس از گلدهی علف‌هرز، با حذف خوشه‌ها، از تکثیر و تولید بذر آن در مزرعه جلوگیری به‌عمل آورد. به‌علاوه علف‌کش‌های پرتیلاکلر و تیوبنکارب نیز از کارایی مطلوبی در کنترل سوروف برنج برخوردار بودند که با توجه به تعلق آن‌ها به دو گروه بیوشیمیایی متفاوت، استفاده متناوب از آن‌ها در کنترل شیمیایی این علف‌هرز توصیه می‌شود.

منابع

Benvenuti, S., Macchia, M. and Miele, S. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. Weed Sci. 49: 528–535.

Bitarafan, M., Alizadeh, H., Zand, E., Yaghoubi, B. and Kashani, F.B. 2012. Investigating the Probability of Barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) Resistance to some common cerbicides in rice fields of Iran. Environ. Sci. 9(2): 101-108.

Damalas, C.A., Dhima, K.V. and Eleftherohorinos, I.G. 2008. Morphological and physiological variation among species of the genus *Echinochloa* in Northern Greece. Weed Sci. 56: 416–423.

Fisher, A., Ateh, C., Bayer, D. and Hill, J. 2000. Herbicide-resistant *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* in California *Oryza sativa* fields. Weed Sci. 48: 225-230.

Forcella, F., Oskoui, K.E. and Wagner, S.W. 1993. Application of weed seed bank ecology to low-input crop management. Ecol. Appl. 3: 74–83.

Golmohammadi, M.J., Alizadeh, H., Yaghoubi, B. and Nahvi, M. 2010. Evaluation of competition of early watergrass (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) on rice fields of Guilan. Iranian J. Field Crop Res. 2 (1), 95-102. (In Persian)

Golmohammadi, M.J., Alizadeh, H., Yaghoubi, B. and Nahvi, M. 2012a. The responses of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv) and rice barnyardgrass (*Echinochloa oryziodes* (Ard) Fisher) to flooding and soil depth. Iranian J. Field Crop Res. 42(4); 663-672. (In Farsi)

Golmohammadi, M.J., Alizadeh, H., Yaghoubi, B., Nahvi, M. and Oveisi, M. 2012b. Competitive effects of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv) and early watergrass (*Echinochloa oryzoides* (Ard) Fisher) on yield, yield components and growth indices of rice (*Oryza sativa* L.). Iranian J. Field Crop Res. 43(2): 189-201. (In Persian)

Golmohammadi, M.J., Mohammaddoust, C., Yaghoubi, B. and Oveisi, M. 2019. Study of indices of weed communities in rice fields of Guilan province. Iranian J. Plant Protec. 33(1): 69-84. (In Persian)

Holm, L.G., Pancho, J.V., Herberger, J.P. and Plucknett, D.L. 1991. A geographic atlas of world weeds. Reprinted edition. Krieger Publishing Company, Malabar, FL. 391 Pp.

Iannucci, A., Di Fonzo, N. and Martiniello, P. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatments. Seed Sci. Technol. 28: 59-66.

Jordan, G.L. and Haferkamp, M.R. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. J. Range Manag. 42: 41-45.

Kennedy, R.A., Barrett, S.C.H., Vanderzee, D. and Muzik, M.E. 1980. Germination and seedling growth under anaerobic conditions in *Echinochloa crus galli* (Barnyardgrass). Plant Cell Environ. 3: 243-248.

Kovach, D.A., Widrlechner, M.P. and Brenner, D.M. 2010. Variation in seed dormancy in *Echinochloa* and the development of a standard protocol for germination testing. Seed Sci. Technol. 38: 559-571.

Maria, J.A., Jose, L.C. and Angelina, D.B. 1999. Morphologic and isozyme variation in Barnyardgrass (*Echinochloa*) weed species. Weed Technol. 13: 209-215.

Martinkova, Z., Honek, A. and Lukas, J. 2006. Seed age and storage conditions influence germination of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Weed Sci. 54: 298–304.

Mohammad Sharifi, M. 2000. Practical handbook of paddy weeds and herbicide management in Iran. Ministry of Agriculture. 114 Pp. (In Persian)

Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Shahdi, A. 2012a. Investigating the germination response of two *Echinochloa* species to temperature and photoperiod with emphasis on invasiveness. Iranian J. Field Crop Sci. 45(4): 639-648. (In Persian)

Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Shahdi, A. 2012b. The effects of seed burial and flooding depths on the emergence and seedling growth of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and barnyardgrass (*E. crus-galli*). Iranian J. Field Crop Res. 10: 699-708. (In Farsi)

Mohammadvand, E., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Shahdi, A. 2014. Phenoleogy, morphology and yield characteristics of two *Echinochloa* weed species. Iranian J. Crop Protec. 28(3): 346-360. (In Persian)

Osuna, M.D., Vidotto, F., Fischer, A.J., Bayer, D.E., De Prado, R. and Ferrero, A. 2002. Cross-resistance to bispyribac-sodium and bensulfuron-methyl in *Echinochloa phyllopogon* and *Cyperus difformis*. Pestic. Biochem. Phys. 73: 9-17.

Song, B.Y., Shi, J.X. and Song, Q. 2015. Dormancy release and germination of *Echinochloa crus-galli* grains in relation to galactomannan-hydrolysing enzyme activity. J. Integr. Agric. 14(8): 1627-1636.

Tahghighi, H., Yaghoubi, B. and Sobh zahedi, T. 2014. Comparison of early barnyardgrass (*Echinochloa*

oryzoides) to butachlor and pendimethalin herbicides. 1st international and 13th Iranian Crop Science Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Persian)

Yaghoubi, B. 2016. Chemical control of pondweed (*Potamogeton nodosus*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in paddy fields. Iranian J. Weed Sci. 11, 195-207. (In Persian)

Yaghoubi, B., Jauhar Ali, A. and Zand, E. 2006. New species of barnyardgrass (*Echinochloa oryzoides*): a new emerging threat to paddy fields of Iran. 17th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 Sept., Karaj, Iran. (In Persian)

Yamasue, Y. 2001. Strategy of *Echinochloa oryzicola* vasing for survival in flooded rice. Weed Biol. Manag. 1: 28-36.

Yamasue, Y., Asai, Y., Ueki, K. and Kusanagi, T. 1989. Anaerobic seed germination for the habitat segregation in *Echinochloa* weeds. JPN. J. Breed. 39: 159-168.