**Journal of Iranian Plant Protection Research**
https://jpp.um.ac.ir

**Research Article**
**Vol. 38, No. 3, 2024, p. 293-307**

# Efficacy Evaluation of Different Herbicides to Control *Echinochloa crus-galli* and *Paspalum distichum* in Transplanted Rice

**S. Tokasi[1*], M. Nouralizadeh Otaghsara[2], E. Kazerooni Monfared[3]**
1- Plant Protection Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
2- Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
3- University of Applied Science and Technology, Guilan, Rasht, Iran
(*- Corresponding Author Email: s.tokasi@areeo.ac.ir)

Received: 08-02-2024
Revised: 10-06-2024
Accepted: 19-06-2024
Available Online: 28-12-2024

**How to cite this article:**
Tokasi, S., Nouralizadeh Otaghsara, M., & Kazerooni Monfared, E. (2024). Efficacy evaluation of different herbicides to control of *Echinochloa crus-galli* and *Paspalum distichum* in transplanted rice. *Journal of Iranian Plant Protection Research*,, *38*(3), 293-307. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86748.1178

**Introduction**

Continuous rice cultivation in the paddy fields of northern regions in Iran has led to the spread of weeds such as *Echinochloa crus-galli* and *Paspalum distichum* gradually. The presence of these grass weeds in paddy fields leads to waste of water and nutrients and adversely affects on rice productivity. Herbicide application helps for keeping the fields free of weeds during the critical period and minimize the costs of weeding and allows for selective weed control. No repeated application of herbicides or mixed application of herbicides are necessary, because these strategies need to prevent herbicide resistance in weeds. This experiment aimed to assess and compare the effectiveness of some herbicides, including metsulfuron-methyl, tiobencarb, bispyribac sodium, triafamon + ethoxysulfuron, cyhalofop-butyl, and the tank mixed application of cyhalofop-butyl and bispyribac sodium, in controlling grassy weeds in the rice fields.

**Material and Methods**

A field experiment was conducted in Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Rasht) in 2021, utilizing a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications and 15 treatments, including tiobencarb 50%EC at 2750 and 3000 g a.i. $ha^{-1}$, bispyribac sodium 40%SC at 26 g a.i. $ha^{-1}$, triafamon+ethoxysulfuron 30%WG at 37.5 and 45 g a.i. $ha^{-1}$, cyhalofop-butyl 20%OD at 100 g a.i. $ha^{-1}$, bispyribac sodium 40%SC at 26 g a.i. $ha^{-1}$ + cyhalofop-butyl 20%OD at 100 g a.i. $ha^{-1}$, metsulfuron-methyl 60%DF at 6 and 8 g a.i. $ha^{-1}$, pertilachlor 50%EC at 875 g a.i. $ha^{-1}$, twice hand weeding, and weedy check. Thiobencarb, pertilachlor, and triafamon + ethoxysulfuron were applied in water, five days after transplanting, and cyhalofop-butyl, metsulfuron-methyl, and bispyribac sodium were applied to the weeds at the two- to four-leaves stage, using a knapsack sprayer equipped with a flat fan nozzle. Weed control via application of herbicides was evaluated visually based on the European Weed Research Society rating scale and weed density and biomass were assessed. The yield of rice from each plot was measured. The data collected for different parameters were subjected to analysis of variance (ANOVA) using R-studio and the treatment means were compared using Duncan's Multiple Range Test at a significance level of 1%.

**Results and Discussion**

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).
https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86748.1178

All weed control treatments significantly increased the weed control efficiency (WCE) over the weedy check. Triafamon + ethoxysulfuron and tiobencarb in both examined doses had the highest WCE in reducing *E. crus-galli* pressure with 100% control. After that the effectiveness of pertilachlor at 875 g a.i. $ha^{-1}$and cyhalofop-butyl at 100 g a.i. $ha^{-1}$ in reducing *E. crus-galli* density was ≥90% and biomass reduction was ≥78%. There were no significant differences between these treatments in controlling *E. crus-galli*. The highest WCE in *P. distichum* control was observed in applying triafamon + ethoxysulfuron at doses of 37.5 and 45 g a.i. $ha^{-1}$ with ≥91.1% and ≥94.4% density reduction and ≥95.6% and ≥99.8% biomass reduction, respectively; followed by application of cyhalofop-butyl with ≥83.6% and ≥79.7%, density and biomass reduction, respectively. After that, tiobencarb in both doses resulted in ≥72% density reduction and ≥84.5% biomass reduction. There was no significant difference between these treatments in *P. distichum* control. Pertilachlor was not very effective in controlling of *P. distichum*; its efficacy was 48.8, 56.5, and 78.4% biomass reduction, in three samplings, respectively. The highest efficacy of metsulfuron-methyl in controlling *E. crus-galli* and *P. distichum* was 75.9 and 73.1%, respectively for biomass reduction in the first sampling in the application of 8 g a.i. $ha^{-1}$. Herbicide application resulted in improved rice grain yield compared to the weedy check. The highest grain yield of rice was achieved with tiobencarb at doses of 3000 and 2750 g a.i. $ha^{-1}$, yielding 5051 and 4965 Kg $ha^{-1}$, respectively. There was no significant difference between observed manually weeded treatment and thiobencarb treatments, and also with bispyribac sodium, pertilachlor, triafamon + ethoxysulfuron in both doses (45 and 37.5 g a.i. $ha^{-1}$), and cyhalofop-butyl; these treatments increased grain yield by 68.4, 65.5, 54.56, 52.8, 39.2, 35.4, 34.6%, respectively, compared to the weedy check.

**Conclusions**

The results of this research showed that application of triafamon + ethoxysulfuron at 37.5 g a.i. $ha^{-1}$ or thiobencarb at 2750 g a.i. $ha^{-1}$ applied at 3-5 days after rice seedlings transplanting into the water, or application of cyhalofop-butyl at 100 g a.i. $ha^{-1}$ in the form of a foliar spray in the stage of two- to four-leaf of grass weeds were the efficient control practice for both grass weeds (*E. crus-galli* and *P. distichum*) in paddy field.

**Keywords:** weed biomass reduction, weed control efficiency, weed density reduction, yield

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۳۰۷-۲۹۳

# ارزیابی کارایی علف‌کش‌های مختلف در کنترل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و بندواش (*Paspalum distichum* L.) در کشت نشایی برنج

سمیه تکاسی[1*]- مرتضی نورعلیزاده اطاقسرا[2]- ابراهیم کازرونی منفرد[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰

## چکیده

این پژوهش به‌منظور ارزیابی کارایی چند علف‌کش در مقادیر مختلف به‌صورت منفرد یا ترکیب با هم در کنترل علف‌های هرز سوروف و بندواش در کشت نشایی برنج (*Oryza sativa* L.)، در سال ۱۴۰۰ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان انجام شد. تیمارها شامل تیوبنکارب (EC 50%) در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، بیس‌پیریباک سدیم (SC 40%) به‌میزان ۲۶ گرم ماده مؤثره در هکتار، تریافامون+ اتوکسی سولفورون (WG 30%) در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، سای‌هالوفوپ بوتیل (OD 20%) به‌میزان ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، بیس‌پیریباک سدیم (۲۶ گرم ماده مؤثره در هکتار)+ سای‌هالوفوپ-بوتیل (۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، مت‌سولفورون-متیل (DF 60%) در مقادیر ۶ و ۸ گرم ماده مؤثره در هکتار، پرتیلاکلر (EC 50%) به‌میزان ۸۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، دو بار وجین دستی و شاهد بدون کنترل علف‌هرز بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج سه نمونه‌برداری انجام شده از علف‌های هرز نشان داد که علف‌کش‌های تریافامون+ اتوکسی سولفورون و تیوبنکارب در هر دو مقدار مورد بررسی، بالاترین کارایی را در کنترل سوروف داشتند (۱۰۰ درصد)، پس از آن، علف‌کش‌های پرتیلاکلر و سای‌هالوفوپ-بوتیل به‌ترتیب، زیست‌توده سوروف را ٪۹۰ ≥ و ٪۷۸≥ کاهش دادند. در ارزیابی کنترل بندواش، علف‌کش تریافامون+ اتوکسی سولفورون در دو مقدار مورد بررسی منجر به بیشترین میزان کاهش زیست‌توده بندواش (٪۹۵≥) شد. تیوبنکارب نیز در دو مقدار مورد بررسی حدود ٪۸۴ ≥ و پس از آن، سای هالوفوپ-بوتیل موجب ٪۷۹ ≥ کاهش زیست‌توده بندواش شد. در ارزیابی عملکرد برنج، پس از تیمار دو بار وجین دستی، تیمار تیوبنکارب ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بالاترین عملکرد شلتوک را تولید کرد (۵۰۵۱ کیلوگرم در هکتار). به طور کلی، تیمارهای تیوبنکارب ۳۰۰۰ و ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، بیس پیریباک سدیم، پرتیلاکلر، تریافامون+ اتوکسی سولفورون ۴۵ و ۳۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار و سای هالوفوپ بوتیل تیمارهای کارآمدی در افزایش معنی‌دار عملکرد برنج نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز بودند و با تیمار دو بار وجین دستی اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند.

**واژه‌های کلیدی:** عملکرد، کارایی کنترل علف‌هرز، کاهش زیست‌توده علف‌هرز، کاهش تراکم علف‌های هرز

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی(AREEO) ، رشت، ایران.
۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی(AREEO) ، ساری، ایران.
۳- دانشگاه علمی کاربردی، گیلان، رشت، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: s.tokasi@areeo.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86748.1178.

## مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در ایران و مهمترین فعالیت زراعی، اقتصادی و اشتغال در استان گیلان می‌باشد. علف‌های هرز با جذب آب و مواد غذایی، نقش مؤثری در کاهش عملکرد برنج دارند (Singh *et al.*, 2011). دو علف‌هرز باریک‌برگ سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و بنـدواش (*Paspalum distichum* L.)، اغلب در زراعت برنج شمال ایران، مشکل‌ساز هستند. سوروف به‌دلیل دارا بودن مسیر فتوسنتزی چهارکربنه و ظرفیت بالای تبادل کربن نسبت به برنج، کارایی بالایی در جذب مواد غذایی و آب نسبت به برنج دارد (Gibson *et al.*, 2003). بندواش نیز گیاهی چندساله ریزوم‌دار است که بسیاری از علف‌کش های رایج، کارایی کافی را در کنترل آن ندارند و در سال‌های اخیر، بسیاری از شالیکاران در کنترل آن دچار مشکل شده‌اند (Tokasi & Nouralizadeh, 2021). روش‌های رایج کنترل علف‌های هرز در شالیزارهای شمال ایران در گذشته شامل بهره‌گیری از ترکیب روش های غرقاب، وجین دستی و کاربرد علف‌کش بود. روش وجین دستی با اینکه باعث حذف کامل علف‌های هرز می‌شود و از نظر محیط زیست، بسیار مناسب می‌باشد، به‌دلیل کمبود نیروی کارگری و هزینه-های بالای کارگری برای کشاورزان، امروزه اغلب کشاورزان به‌دنبال جایگزین کردن کامل روش کنترل شیمیایی به‌جای آن می‌باشند؛ همچنین در صورت آلودگی مزارع به علف‌های هرز چندساله، روش وجین دستی کارایی لازم را برای کنترل ندارد. کاربرد علف‌کش‌های شیمیایی علی‌رغم معایب زیست‌محیطی که به‌همراه دارد، به‌دلیل راحتی اجرا، کم هزینه بودن و درصد بالای کنترل علف‌های هرز، در سال‌های اخیر، جایگزین روش وجین دستی شده است. همچنین امروزه به‌دلیل معرفی و ورود علف‌کش های با کارایی بسیار خوب و چندمنظوره (باریک‌برگ‌کش، پهن‌برگ‌کش و جگن‌کش)، اغلب کشاورزان به کاربرد علف‌کش ها بسنده می‌کنند و روش وجین دستی به‌ویژه در مزارع بزرگ حذف شده است (Tokasi & Nouralizadeh, 2020; Smaeeltabar *et al.*, 2023) لذا برای حفظ کارایی بالای علف‌کش‌ها و پیشگیری از بروز مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش ها در سال‌های آینده، لازم است از تناوب کاربرد علف‌کش های با نحوه عمل متفاوت یا کاربرد علف‌کش ها به‌صورت مخلوط بهره گرفته شود (Matzenbacher *et al.*, 2015). فراوانی کاربرد علف‌کش های بازدارنده ALS در برنج به‌دلیل کنترل تمامی علف‌های هرز مزرعه است (Roso *et al.*, 2010) و در صورت عدم رعایت تناوب کاربرد این علف‌کش ها، امکان بروز مقاومت سوروف به این علف‌کش ها وجود دارد. بر این اساس ترکیب کاربرد علف‌کش-های بازدارنده ALS با علف‌کش‌های با مکانیسم عمل متفاوت برای کنترل علف‌های هرز در برنج، ضرورت دارد (Matzenbacher *et al.*, 2015). کاربرد علف‌کش های مخلوط، امکان کنترل هم زمان طیف گسترده‌ای از علف‌های هرز را فراهم می‌کند، برای مثال کاربرد علف‌کش باریک‌برگ کش سای‌هالوفوپ–بوتیل با علف‌کش های پهن‌برگ و جگن‌کش، این امکان را فراهم می‌کند که با یک‌بار سمپاشی مزرعه، مجموع علف‌های هرز را به‌طور مؤثری کنترل نمود و در ضمن هزینه‌های کنترل را نیز می‌توان کاهش داد (Buehring *et al.*, 2006).

مقادیر توصیه شده علف‌کش تریافامون+ اتوکسی سولفورون (WG 30%) ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم ماده تجاری در هکتار، تیوبنکارب (EC 50%) ۵ تا ۶ لیتر در هکتار، پرتیلاکلر (EC 50%) ۱/۵ تا ۲ لیتر در هکتار، سای هالوفوپ–بوتیل (OD 20%) ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، بیس‌پیریباک سدیم (SC 40%) ۶۵ میلی‌لیتر در هکتار می باشد (Nourbakhsh, 2023). سوندیا (Sondhia, 2009) کاربرد مقادیر ۸–۲ گرم ماده مؤثره در هکتار مت‌سولفورون–متیل را در کشت نشایی برنج به‌عنوان علف‌کش پس‌رویشی با باقیمانده کمتر از ۰/۰۰۱ میکروگرم بر گرم در خاک مزرعه در زمان برداشت محصول پیشنهاد کرد. آنترالینا و همکاران (Antralina *et al.*, 2015) نیز کاربرد تیمارهای بیس‌پیریباک سدیم و توفوردی + مت‌سولفورون متیل را در برنج مشابه روش وجین دستی در کنترل علف‌های هرز برنج گزارش کردند.

بر اساس مطالب بیان شده درخصوص اهمیت کنترل دو علف‌هرز سوروف و بندواش در کشت نشایی برنج و همچنین ملاحظات زیست محیطی برای کاربرد علف‌کش های قدیمی با دز زیاد، در این پژوهش کارایی چند علف‌کش پیش‌رویشی و پس‌رویشی ثبت شده و رایج در برنج در مقادیر توصیه شده به‌صورت منفرد یا ترکیب با هم بررسی شد. ضمن این‌که میزان کارایی علف‌کش چند منظوره و ثبت نشده مت‌سولفورون–متیل نیز در کنترل این دو علف هرز مهم شالیزار مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان واقع در عرض جغرافیایی ′39 °49 N و طول جغرافیایی ′11 °37 E، به‌صورت مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل مزرعه‌ای با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تیوبنکارب (EC 50%) در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، بیس پیریباک سدیم (SC 40%) به میزان ۲۶ گرم ماده مؤثر در هکتار، تریافامون+ اتوکسی سولفورون (WG 30%) در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، سای هالوفوپ–بوتیل

(OD 20%) به میزان ۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، بیس پیریباک سدیم (۲۶ گرم ماده مؤثر در هکتار) + سای هاوفوپ-بوتیل (۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار)، مت سولفورون-متیل (60% DF) در مقادیر ۶ و ۸ گرم ماده مؤثر در هکتار، پرتیلاکلر (EC 50%) به میزان ۸۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، دوبار وجین دستی و شاهد بدون کنترل علف‌هرز بودند (جدول ۱).

**جدول ۱- اطلاعات کلی تیمارهای آزمایش**

**Table 1- General information of experimental treatments**

| Treatment | General name | Formulation | Recommended dose (g a.i. ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 1 | Metsulfuron-methyl | 60% DF | 6 |
| 2 | | | 8 |
| 3 | Triafamon+Ethoxysulfuron | 30% WG | 37.5 |
| 4 | | | 45 |
| 5 | Cyhalofop-butyl | 20%OD | 100 |
| 6 | Bispyribac sodium | 40% SC | 26 |
| 7 | Cyhalofop-butyl +Bispyribac sodium | 20%OD + 40% SC | 100+26 |
| 8 | Pertilachlor | 50% EC | 875 |
| 9 | Thiobencarb | 50% EC | 2750 |
| 10 | | | 3000 |
| 11 | Twice weeding | - | - |
| 12 | Weedy check | - | - |

آماده‌سازی زمین شامل خاک‌ورزی اول و دوم زمین بود که به صورت عمود برهم و خاک‌ورزی سوم یک روز قبل از نشاءکاری انجام شد (خاک‌ورزی با تیلر و تسطیح زمین با ماله انجام گرفت). ابعاد هر کرت در آزمایش ۵ × ۴ متر مربع بود، هر کرت دارای دریچه مستقل ورود آب بود. جهت حفظ و کنترل آب و جلوگیری از ورود آب کرت‌ها به همدیگر، فواصل بین کرت‌ها مرزبندی و رو و دو طرف پشته‌ها (ارتفاع پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر) با پلاستیک پوشش و همچنین تا عمق تقریبی ۳۰ سانتی‌متر داخل خاک نیز با پلاستیک پوشش داده شد. گیاهچه‌های برنج رقم هاشمی دارای ۵-۴ برگ با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر به تعداد ۳ بوته در هرکپه نشاءکاری شدند. میزان کود نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد قبل نشاءکاری در شرایط بدون آب و مخلوط با خاک و ۵۰ درصد در اوایل پنجه‌زنی)، کود پتاس از منبع سولفات‌پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (قبل نشاءکاری در شرایط بدون آب و مخلوط با خاک) و کود فسفات از منبع سوپر فسفات تریپل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (قبل نشاءکاری در شرایط بدون آب و مخلوط با خاک) به‌کار برده شدند. خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ بیان شده است (نمونه گیری از خاک قبل از اجرای آزمایش انجام شد).

**جدول ۲- خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک مکان آزمایش**

**Table 2- Soil properties of studied location**

| Soil texture (%) | | | K (ppm) | P (ppm) | N (%) | Organic C (%) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clay | Silt | Sand | | | | | |
| 23 | 30 | 47 | 256 | 6.65 | 0.19 | 1.42 | 7.24 |

به‌منظور مهار کرم ساقه‌خوار برنج، گرانول‌پاشی با حشره‌کش دیازینون ۱۰ درصد به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار طی دو نوبت انجام شد. سایر عملیات زراعی (شخم و آماده‌سازی زمین، کشت، آبیاری، کوددهی و ..) نیز در زمان مورد نیاز انجام شد. کاربرد علف‌کش‌های تیوبنکارب، پرتیلاکلر و تریافامون+ اتوکسی سولفورون در زمان پنج روز پس از نشاءکاری (به‌صورت پیش از رویش علف‌های هرز) در حالتی که تمام کرت‌ها غرقاب و ارتفاع آب در کرت‌ها حدود پنج سانتی‌متر بود، به‌صورت قطره پاشی انجام شد. کرت‌ها دارای دریچه ورودی مستقل و فاقد دریچه خروجی بودند و در صورت پایین آمدن آب، آبیاری انجام می‌شد و تا دو هفته قبل از برداشت برنج، حالت غرقابی کرت‌ها حفظ شد. مقدار علف‌کش مورد نیاز نیز برای هر تیمار بر اساس مساحت کرت محاسبه شد و حجم علف‌کش با آب به نیم لیتر رسانده و با قوطی‌های مخصوص مصرف علف‌کش‌های خاک پاش شالیزار توزیع شد. کاربرد علف‌کش‌های سای هالوفوپ-بوتیل، بیس پیریباک سدیم و مت سولفورون-متیل در مرحله ۵-۳ برگی علف‌های هرز به‌صورت برگ‌پاشی انجام گرفت. بدین منظور ۲۴ ساعت قبل از اعمال این تیمارها، کرت‌ها به‌طور کامل زهکشی شدند و سپس سمپاشی انجام شد. غرقاب مجدد کرت‌ها یک روز پس از سمپاشی انجام گرفت. پس از آن تا دو هفته قبل از برداشت برنج، حالت غرقابی کرت‌ها حفظ شد. مقدار علف‌کش مورد نیاز برای هر

تیمار بر اساس مساحت محاسبه گردید و با سمپاش پشتی شارژی با نازل شره‌ای و فشار ۲ تا ۲/۵ بار و کالیبراسیون ۲۰۰ لیتر در هکتار به کار برده شد. ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز و میزان خسارت ایجاد شده بر روی برنج به روش ارزیابی چشمی نمره دهی شد. یادداشت برداری‌های مربوط به نمره‌دهی بر اساس روش EWRS[1] در زمان دو هفته پس از سمپاشی سموم پس‌رویشی انجام شد. میزان مهار یا سوختگی علف‌های هرز و میزان سوختگی یا خسارت به برنج شامل کلروز، نکروز، شادابی، وضعیت استقرار و ارتفاع گیاهچه‌ها بر اساس درصد یادداشت شد (Sandral *et al.*, 1997 ; Dear *et al.*, 2003). کارایی تیمارها در کنترل علف‌های هرز همچنین با نمونه‌برداری در زمان‌های ۲، ۴ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی در سطح نیم مترمربع در هر کرت انجام شد. بدین صورت که علف‌های هرز به تفکیک گونه شمارش و سپس از سطح زمین کف‌بر شده و پس از انتقال به آزمایشگاه به تفکیک گونه به‌مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن وزن‌خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی عملکرد برنج، یک هفته قبل از برداشت برنج، سطح یک متر مربع هر کرت به صورت تصادفی نمونه‌برداری و به آزمایشگاه انتقال یافت و برای به‌دست آوردن عملکرد بیولوژیک برنج، بوته‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً به‌مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند تا به‌طور کامل خشک شوند، سپس توزین شدند. در مرحله برداشت برنج با حذف یک ردیف حاشیه از هر کرت ۵ متر مربع با دست درو و با استفاده از خرمنکوب دانه (شلتوک) از کاه و کلش جدا شد. شلتوک (دانه) پس از قرارگیری در آفتاب مزرعه به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شد. سپس عملکرد دانه و همچنین وزن هزار دانه برنج اندازه‌گیری شد.

به‌منظور محاسبه درصد مهار علف‌های‌هرز (WCE[2]) نسبت به شاهد بدون کنترل از معادله ۱ استفاده شد (Baghestani *et al.*, 2014). در این معادله، WCE درصد کاهش زیست‌توده یا تراکم علف‌های هرز و A و B به‌ترتیب بیانگر زیست‌توده یا تراکم علف‌های هرز در کرت شاهد بدون کنترل و تیمار مورد نظر می‌باشند. درصد تغییر عملکرد شلتوک و بیولوژیک نسبت به شاهد بدون کنترل نیز با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (Baghestani *et al.*, 2014). در این معادله $Y_i$، درصد تغییرات عملکرد؛ $Y_f$، عملکرد در تیمار مورد نظر و $Y_w$، عملکرد شاهد علف‌هرز می‌باشند. به‌منظور محاسبه درصد افزایش عملکرد تیمارها نسبت به شاهد علف‌هرز، عدد به‌دست آمده منهای ۱۰۰ شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری R آنالیز آماری (آنالیز واریانس ANOVA) و مقایسه میانگین (آزمون چنددامنه ای دانکن) در سطح معنی‌داری یک درصد شدند.

$$WCE = \left(\frac{A-B}{A}\right) \times 100 \quad (۱)$$

$$\%Yi = \left(\frac{Yf}{Yw}\right) \times 100 \quad (۲)$$

## نتایج و بحث

### کنترل علف‌هرز سوروف

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم و زیست‌توده علف هرز سوروف در زمان‌های ۲، ۴ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی، تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار شد ($p<0.01$) (جدول ۳). کارایی علف‌کش‌های تریافامون+ اتوکسی سولفورون و تیوبنکارب (در هر دو مقدار مورد بررسی) در نمونه‌برداری‌های ۲، ۴ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش های پس‌رویشی در کاهش تراکم و زیست‌توده سوروف ۱۰۰ درصد بود. کارایی علف‌کش پرتیلاکلر نیز در سه نمونه‌برداری به‌ترتیب ۹۰/۵، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش تراکم سوروف و ۹۴/۳، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش زیست‌توده سوروف بود. همچنین، علف‌کش سای هالوفوپ–بوتیل به‌ترتیب موجب ۸۶/۷، ۷۷/۸ و ۹۸ درصد کاهش تراکم سوروف و ۹۶/۴، ۹۶/۸ و ۸۸/۳۰ درصد کاهش زیست‌توده سوروف در سه نمونه‌برداری شد (جدول ۴). کارایی مؤثر سای هالوفوپ–بوتیل در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ در این آزمایش با یافته‌های اوتیس و همکاران (Ottis *et al.*, 2003)، اسکدر و همکاران (Scherder *et al.*, 2001)، بورینگ و همکاران (Buehring *et al.*, 2001)، لازرت و همکاران (Lassiter *et al.*, 2000) و تکاسی و نورعلیزاده اطاقسرا (Tokasi & Nouralizadeh, 2022) مطابقت داشت. از نظر آماری، تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، تیوبنکارب در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، پرتیلاکلر ۸۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار و سای هالوفوپ–بوتیل ۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار در کاهش تراکم و زیست‌توده سوروف، دارای اختلاف آماری معنی‌دار با هم نبودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کارایی مخلوط در تانک علف‌کش‌های سای هالوفوپ–بوتیل + بیس پیریباک سدیم در کنترل سوروف تا حدودی کمتر از کارایی علف‌کش سای هالوفوپ–بوتیل تنها بود. درصد کاهش تراکم سوروف در تیمار سای هالوفوپ–بوتیل + بیس پیریباک سدیم در سه نمونه برداری به‌ترتیب ۹۴/۳، ۷۲/۲ و ۶۹/۰ درصد و درصد کاهش زیست‌توده سوروف نیز به‌ترتیب ۹۴/۷، ۶۳/۲ و ۶۵/۳ درصد بود. کارایی این تیمار در کاهش تراکم سوروف در دو نمونه‌برداری اول و دوم و در کاهش زیست‌توده سوروف در نمونه‌برداری اول، اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار سای هالوفوپ–بوتیل تنها نداشت، در سایر موارد با اختلاف آماری معنی‌دار، کارایی کمتری داشت (جدول ۴). اختلاط

1- European Weed Resear Society
2- Weed Control Efficacy

علف‌کش‌های مختلف، ممکن است منجر به پاسخ‌های افزایشی[1]، هم افزایی[2] یا هم‌کاهی[3] شود (Kruse *et al.*, 2001). ماتزنباخر و همکاران (Matzenbacher *et al.*, 2015) گزارش کردند که اختلاط علف‌کش‌های پنوکسولام + پروکسیدیم، پنوکسولام + سای هالوفوپ-بوتیل و بیس پیریباک سدیم + سای هالوفوپ-بوتیل دارای نتایج کنترل مشابه با کاربرد منفرد علف‌کش‌ها بود که نتیجه آن اثر افزایشی است. بلوئین و همکاران (Blouin *et al.*, 2010) گزارش کردند که اختلاط فنوکساپروپ-پی-اتیل با علف‌کش‌های ایمازتاپیر، بیس پیریباک سدیم، کوئین کلوراک و پنوکسولام منجر به اثر متقابل هم‌کاهی در کنترل سوروف *E. crus-galli* شد. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2005) نیز گزارش کردند که ترکیب فنوکساپروپ-پی-اتیل + کارفنترازون کنترل سوروف را در مقایسه با کاربرد فنوکساپروپ-پی-اتیل تنها کاهش داد. بیس واس و همکاران (Biswas *et al.*, 2020) گزارش کردند که علف‌کش بروموکسنیل، جذب علف‌کش کوئیزالوفوپ-پی را توسط برگ‌های علف ارزنی (*Setaria glauca* L.) کاهش داد و به‌همین دلیل کارایی آن را کاهش داد. جردن (Jordan, 1995) گزارش کرد که کارایی فنوکساپروپ-اتیل در کنترل سوروف زمانی که در ترکیب با علف‌کش بنتازون به‌صورت مخلوط به‌کار رفت، به‌میزان ۴۰ درصد کاهش یافت (Jordan, 1995). اثرات هم‌کاهی در کنترل سوروف در اختلاط کاربرد فنوکساپروپ-پی-اتیل + هالوسولفورون-متیل و فنوکساپروپ-پی-اتیل + بن سولفورون نیز گزارش شد (Zhang *et al.*, 2005). کارایی پایین برخی از اختلاط‌های بازدارنده‌های ALS و ACCase ناشی از کاهش جذب، یا در اغلب موارد کاهش ناشی از انتقال بازدارنده های ACCase (Ferreira *et* Croon *et al.*, 1989; Barnes & Oliver, 2004 *al.*, 1995) بیان شده است. راه حل پرهیز از اثرات هم کاهی اختلاط‌ها، کاربرد این علف‌کش ها به‌صورت جداگانه با ایجاد فاصله بین زمان سمپاشی بین علف‌کش‌ها است که این امر منجر به افزایش هزینه‌های کنترل خواهد شد. مانع دیگر در ارتباط با اثرات هم کاهی اختلاط علف‌کش‌ها، ضرورت تکرار سمپاشی یا حتی کاهش عملکرد برنج است، زیرا تکرار سمپاشی در مراحل دیرتر توسعه محصول انجام خواهد شد و در طی این مدت، رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی برای منابع محیطی اتفاق خواهد افتاد (Matzenbacher *et al.*, 2015).

کارایی علف‌کش بیس پیریباک سدیم در این آزمایش در کاهش تراکم و زیست‌توده سوروف، کمتر از کارایی علف‌کش‌های تریافامون+ اتوکسی سولفورون، تیوبنکارب، پرتیلاکلر و سای هالوفوپ-بوتیل بود و از نظر آماری نیز با آنها اختلاف آماری معنی‌دار داشت. کارایی بیس پیریباک سدیم در کاهش تراکم سوروف به‌ترتیب ۲۶/۷، ۳۸/۹ و ۵۸/۶ درصد و در کاهش زیست‌توده سوروف به‌ترتیب ۴۷/۱، ۴۹/۳ و ۷۱/۳ درصد در سه نمونه‌برداری بود (جدول ۴). داس و همکاران (Das *et al.*, 2017) کارایی مقادیر ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گرم ماده مؤثر در هکتار علف‌کش بیس پیریباک سدیم را به‌ترتیب ۹۳/۶، ۹۴/۷ و ۹۶/۱ درصد در زمان ۴۰ روز بعد نشاکاری گزارش کردند. پراملا و همکاران (Prameela *et al.*, 2014) در بررسی کارایی علف‌کش‌های مختلف در کشت برنج مستقیم شامل باریک‌برگ‌کش‌ها (متامی‌فوپ ۱۲۵ گرم در هکتار، فنوکساپروپ-پی-اتیل ۶۰ گرم در هکتار و سای هالوفوپ-بوتیل ۱۰۰ گرم در هکتار)، باریک‌برگ‌کش ها +کاربرد متعاقب (آلمیکس (مت سولفورون-متیل+ کلوریمورون-اتیل) ۴ گرم در هکتار، کارفنترازون ۲۰ گرم در هکتار و اتوکسی سولفورون ۱۵ گرم در هکتار) و علف‌کش‌های چندمنظوره (بیس پیریباک سدیم ۳۰ گرم در هکتار، پنوکسولام ۲۵ گرم در هکتار و آزیم سولفورون ۳۵ گرم در هکتار) گزارش کردند که بالاترین کارایی کنترل را تیمارهای باریک برگ‌کش+ آلمیکس (مت سولفورون متیل ۱۰٪ + کلریمورون اتیل ۱۰٪ WP) و پس از آن بیس پیریباک سدیم داشتند.

در ارزیابی کارایی علف‌کش مت سولفورون-متیل، اختلاف آماری معنی‌دار بین کارایی این علف‌کش در مقادیر ۶ و ۸ گرم ماده مؤثر در هکتار در کاهش تعداد و زیست‌توده سوروف نسبت به شاهد عدم کنترل نبود. کارایی تیمار مت سولفورون-متیل ۶ گرم ماده مؤثر در هکتار در سه نمونه‌برداری به‌ترتیب ۴۷/۶، ۴۱/۷ و ۵۷/۱ درصد کاهش تراکم و ۶۸/۹، ۴۸/۴ و ۴۳/۹ درصد کاهش زیست‌توده سوروف بود. کارایی تیمار مت سولفورون-متیل ۸ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز در سه نمونه‌برداری به‌ترتیب ۵۲/۴، ۶۳/۹ و ۷۱/۴ درصد کاهش تراکم و ۷۵/۹، ۵۷/۰ و ۵۳/۱ درصد کاهش زیست‌توده سوروف بود. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در کنترل سوروف، کارایی علف‌کش مت سولفورون-متیل با اختلاف آماری معنی‌دار کمتر از کارایی علف‌کش های تریافامون+ اتوکسی سولفورون، تیوبنکارب، پرتیلاکلر و سای هالوفوپ-بوتیل بود، ولی تقریباً در اکثر نمونه‌برداری‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار بیس‌پیریباک سدیم نبود (جدول ۴). علف‌کش مت سولفورون-متیل به‌دلیل انتخابی بودن برای کنترل گروه وسیعی از علف‌های هرز در غلات، گیاهان مرتعی و زراعی به‌کار می‌رود (Sondhia, 2008). سوندیا (Sondhia, 2009) کاربرد مقادیر ۸-۲ گرم ماده مؤثر در هکتار مت‌سولفورون-متیل را در کشت نشایی برنج به‌عنوان علف‌کش پس‌رویشی با باقیمانده کمتر از ۰/۰۰۱ میکروگرم بر گرم در خاک مزرعه در زمان برداشت محصول پیشنهاد کرد. روشید (Roshid, 2006) بیان کرد که مت سولفورون-متیل، علف‌کش انتخابی است و کاربرد آن را به‌صورت پیش یا پس رویشی برای کنترل علف‌های هرز

1- additive
2- synergistic
3- antagonistic

پهن‌برگ و جگن به‌تنهایی یا در ترکیب با سایر علف‌کش‌ها برای کنترل مجموع علف‌های هرز توصیه نمود.

به‌طور کلی، هلدر و پترا (Halder & Patra, 2007) و داس و همکاران (Das *et al.*, 2015)، کنترل بالای ۷۰ درصد علف‌های هرز را کنترل مؤثر علف‌های هرز بیان کردند، بر این اساس، تیمارهایی که درصد کنترل سوروف در آن‌ها کمتر از ۷۰ درصد بود، تیمارهای مؤثری در کنترل سوروف نبودند.

**جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای علف‌کش بر کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌هرز سوروف (*E. crus-galli*) نسبت به شاهد عدم سمپاشی در زمان‌های ۲، ٤ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس رویشی** (اعداد میانگین مربعات می‌باشند)

**Table 3- Analysis of variance of the effect of herbicide treatments on the density and dry weight reduction of *E. crus-galli*, at 2, 4 and 9 weeks after post-emergence herbicide application**

| Source of variation | df | *E. crus-galli* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | 4 | | 9 | |
| | | Density | Dry matter | Density | Dry matter | Density | Dry matter |
| Block | 2 | 234.1 $^{ns}$ | 46.7 $^{ns}$ | 322.6$^{*}$ | 140.0$^{ns}$ | 68.1$^{ns}$ | 60.3$^{ns}$ |
| Treatment | 9 | 2201.9$^{**}$ | 971.2$^{**}$ | 1827.8$^{**}$ | 1669.7$^{**}$ | 1068.8$^{**}$ | 1445.1$^{**}$ |
| Error | 18 | 149.6 | 47.1 | 86.8 | 178.7 | 88.3 | 39.0 |
| CV (%) | | 15.32 | 7.82 | 11.73 | 16.41 | 11.00 | 7.60 |

$^{ns}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 1 % probability level, respectively.

**جدول ٤- کارایی تیمارهای علف‌کش در کنترل سوروف (*E. crus-galli*) نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی در زمان‌های ۲، ٤ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی**

**Table 4- The effects of herbicide treatments on the control of *Echinochloa crus-galli* (relative to untreated control), 2, 4 and 9 weeks after post herbicide application**

| Treatment | Density reduction (%) | | | Dry matter reduction (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 9 | 2 | 4 | 9 |
| Metsulfuron-methyl, 6 g a.i. ha$^{-1}$ | 47.62±21.8 b | 41.67±16.6 c | 57.13±18.9 b | 68.92±10.9 b | 48.43±14.1 b | 43.93±8.7 d |
| Metsulfuron-methyl, 8 g a.i. ha$^{-1}$ | 52.38±8.2 b | 63.90±63.9 b | 71.43±12.4 b | 75.97±6.6 b | 57.03±9.6 b | 53.13±7.1 cd |
| Triafamon+Ethoxysulfuron 37.5 g a.i. ha$^{-1}$ | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |
| Triafamon+Ethoxysulfuron, 45 g a.i. ha$^{-1}$ | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |
| Cyhalofop-butyl , 100 g a.i. ha$^{-1}$ | 86.67±23.1 a | 77.8±3.3 ab | 98.0±3.5 a | 96.43±6.2 a | 96.8±5.5 a | 88.30±5.7 a |
| Bispyribac sodium, 26 g a.i. ha$^{-1}$ | 26.7±11.5 b | 38.9±22.2 c | 58.57±14.8 b | 47.1±9.4 c | 49.33±36.7 b | 71.33±13.9 b |
| Cyhalofop-butyl 100 g a.i. ha$^{-1}$+Bispyribac sodium 26 g.a.i. ha$^{-1}$ | 94.29±9.9 a | 72.20±12.7 b | 69.03±10.9 b | 94.75±9.1 a | 63.17±8.8 b | 65.27±7.7 bc |
| Pertilachlor, 875 g a.i. ha$^{-1}$ | 90.48±16.5 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 94.24±9.9 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |
| Thiobencarb, 2750 g a.i. ha$^{-1}$ | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |
| Thiobencarb, 3000 g a.i. ha$^{-1}$ | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |

Different letters in the same column show significant differences (Duncan P≤0.01)

## کنترل علف‌هرز بندواش

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم ساقه و زیست‌توده علف‌هرز بندواش در سه نمونه‌برداری انجام شده، تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود ($p<0.01$) (جدول ۵). علف‌کش تریافامون+ اتوکسی سولفورون در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار در کنترل علف‌هرز چندساله بندواش بسیار کارآمد بود؛ کارایی تیمار ۳۷/۵ گرم در هکتار این علف‌کش به‌ترتیب ۹۱/۱، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش تراکم ساقه های بندواش و به‌ترتیب ۹۵/۶، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش زیست‌توده این علف‌هرز در سه نمونه‌برداری بود؛ کارایی تیمار ۴۵ گرم در هکتار علف‌کش نیز در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۱۰۰، ۹۴/۴۳ و ۱۰۰ درصد و کاهش زیست‌توده بندواش به‌ترتیب ۱۰۰، ۹۴/۴ و ۱۰۰ درصد بود. تیمار سای هالوفوپ-بوتیل نیز تیمار بسیار کارآمدی برای کنترل بندواش بود، کارایی این تیمار در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۱۰۰، ۹۷/۲ و ۸۳/۶ درصد و کاهش زیست‌توده بندواش ۱۰۰، ۹۹ و ۷۹/۷ درصد در سه نمونه‌برداری بود. کارایی علف‌کش تیوبنکارب در کاربرد مقدار ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار به‌ترتیب ۸۸/۹، ۸۲/۸ و ۹۶/۴ درصد کاهش تراکم ساقه‌های بندواش و به‌ترتیب ۹۱، ۹۷/۷ و ۹۷/۵ درصد کاهش زیست‌توده بندواش بود؛ کارایی تیمار ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار این علف کش نیز در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۹۵/۲، ۸۰/۳ و ۹۶/۳ درصد و در کاهش زیست‌توده بندواش به‌ترتیب ۹۷/۸، ۸۰/۹ و

۹۳/۵ درصد در سه نمونه‌برداری بود. اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون، سای هالوفوپ-بوتیل و تیوبنکارب در کنترل بندواش در کاهش تراکم و زیست‌توده بندواش در سه نمونه‌برداری وجود نداشت ($P\leq0.01$) (جدول ۶).

کارایی تیمار سای هالوفوپ-بوتیل + بیس پیریباک سدیم در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۷۱/۱، ۷۰/۶ و ۴۹/۵ درصد و کاهش زیست‌توده بندواش ۸۱/۷، ۷۷ و ۶۹/۲ درصد در سه نمونه برداری بود. کارایی این تیمار در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش در مقایسه با تیمار سای هالوفوپ-بوتیل با اختلاف آماری معنی‌دار، کمتر بود ($P\leq0.01$) ولی از نظر کاهش زیست‌توده بندواش، اختلاف آماری معنی‌داری با آن نداشت ($P\leq0.01$) (جدول ۶). کارایی تیمار بیس پیریباک سدیم در کاهش تراکم و زیست‌توده بندواش با اختلاف آماری معنی‌دار، کمتر از کارایی تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون، سای هالوفوپ-بوتیل و تیوبنکارب بود. کارایی بیس پیریباک سدیم در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۶۴/۴، ۷۸/۳ و ۳۳/۳ درصد و در کاهش زیست‌توده بندواش ۳۸، ۴۲ و ۱۶/۶ درصد در سه نمونه‌برداری بود. کارایی علف‌کش پرتیلاکلر در کاهش تراکم ساقه‌های بندواش به‌ترتیب ۷۳/۳، ۶۷ و ۶۹/۴ درصد و کاهش زیست‌توده بندواش ۴۸/۸، ۵۶/۵ و ۷۸/۴ درصد در سه نمونه‌برداری بود. تیمار پرتیلاکلر در نمونه‌برداری‌های اول و دوم در کاهش تراکم و زیست‌توده بندواش، اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار بیس پیریباک سدیم نداشت، ولی با اختلاف آماری معنی‌دار، کارایی کمتری از تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون، سای هالوفوپ-بوتیل و تیوبنکارب داشت (جدول ۶).

کارایی علف‌کش مت سولفورون-متیل ۶ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز در کاهش تراکم بندواش به‌ترتیب ۶۴/۴، ۴۰/۷ و ۵۵/۰ درصد و در کاهش زیست توده بندواش ۷۲/۳، ۳۳/۱ و ۵۰/۳ درصد در سه نمونه‌برداری بود. کارایی مت سولفورون-متیل ۸ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز در کاهش تراکم بندواش به‌ترتیب ۵۵/۵، ۳۵/۵ و ۵۵/۰ درصد و در کاهش زیست‌توده بندواش ۷۳/۱، ۳۵/۰ و ۵۳/۸ درصد بود که از نظر آماری بین این دو تیمار، اختلاف آماری معنی‌دار وجود نداشت. کارایی علف‌کش مت سولفورون-متیل در کاهش تراکم بندواش در نمونه‌برداری اول، کاهش زیست توده بندواش در نمونه برداری دوم، مشابه کارایی بیس پیریباک سدیم بود؛ در کاهش تراکم بندواش در نمونه‌برداری سوم و کاهش زیست‌توده بندواش در نمونه-برداری های اول و سوم، بالاتر از کارایی بیس پیریباک سدیم بود (جدول ۶).

**جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای علف‌کش بر کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌هرز بندواش (*P. distichum*) نسبت به شاهد عدم سمپاشی در زمان‌های ۲، ٤ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس رویشی**

(اعداد میانگین مربعات می‌باشند)

**Table 5- Analysis of variance of the effect of herbicide treatments on the density and dry weight reduction of *P. distichum*, at 2, 4 and 9 weeks after post-emergence herbicide application**

| Source of variation | df | *E. crus-galli* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | 4 | | 9 | |
| | | Density | dry matter | density | dry matter | density | dry matter |
| Block | 2 | $25.3^{ns}$ | $25.3^{ns}$ | $35.8^{ns}$ | $67.8^{ns}$ | $1.7^{ns}$ | $46.2^{ns}$ |
| Treatment | 9 | $812.6^{**}$ | $1466.8^{**}$ | $1471.6^{**}$ | $2266.3^{**}$ | $1813.7^{**}$ | $2207.2^{**}$ |
| Error | 18 | 104.8 | 154.8 | 57.4 | 105.1 | 72.7 | 90.2 |
| CV (%) | | 12.73 | 15.54 | 10.14 | 14.32 | 11.54 | 12.85 |

$^{ns}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 1 % probability level, respectively.

## ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز سوروف و بندواش

نتایج آنالیز واریانس داده‌های ارزیابی چشمی کنترل دو علف‌هرز سوروف و بندواش در زمان دو هفته پس از کاربرد علف‌کش های پس رویشی نشان داد که اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). پایین‌ترین درصد کنترل سوروف در تیمار بیس پیریباک سدیم (۵۰ درصد) و بالاترین درصد کنترل در تیمار تریافاومون+ اتوکسی سولفورون در کاربرد مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار و پرتیلاکلر مشاهده شد که ۱۰۰ درصد بود و "کنترل کامل" سوروف به‌دست آمد.

**جدول ٦- کارایی تیمارهای علف‌کش در کنترل علف‌هرز بندواش (*P. distichum*) نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز در زمان های ۲، ٤ و ۹ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی**

**Table 6- The effect of herbicide treatments in the control of *P. distichum* (relative to untreated control), 2, 4 and 9 weeks after post herbicide application**

| Treatment | Density reduction (%) | | | Dry matter reduction (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 9 | 2 | 4 | 9 |
| Metsulfuron-methyl, 6 g a.i. $ha^{-1}$ | 64.44±10.2 cd | 40.67±4.9 d | 54.97±8.3 c | 72.29±7.3 ab | 33.13±15.2 c | 50.33±11.9 c |
| Metsulfuron-methyl, 8 g a.i. $ha^{-1}$ | 55.55±13.9 d | 35.53±5.5 d | 54.97±5.7 c | 73.11±5.3 ab | 34.97±14.4 c | 53.80±3.1 c |
| Triafamon+Ethoxysulfuron 37.5 g a.i. $ha^{-1}$ | 91.11±15.4 ab | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 95.57±7.7 a | 100±0.0 a | 100±0.0 a |
| Triafamon+Ethoxysulfuron , 45 g a.i. $ha^{-1}$ | 100±0.0 a | 94.43±9.6 ab | 100±0.0 a | 100±0.0 a | 94.4±9.6 a | 100±0.0 a |
| Cyhalofop-butyl, 100 g a.i. $ha^{-1}$ | 100±0.0 a | 97.23±4.8 ab | 83.60±14.4 ab | 100±0.0 a | 99.10±1.5 a | 79.67±18.4 ab |
| Bispyribac sodium, 26 g a.i. $ha^{-1}$ | 64.44±5.1 cd | 78.33±16.4 bc | 33.33±10.4 d | 38.05±26.7 c | 42.1±1.0 c | 16.6±11.7 d |
| Cyhalofop-butyl 100 g a.i. $ha^{-1}$+Bispyribac sodium 26 g a.i. $ha^{-1}$ | 71.11±10.2 bcd | 70.63±3.4 c | 49.53±12.2 cd | 81.75±9.5 a | 77.03±10.3 ab | 69.20±6.4 bc |
| Pertilachlor, 875 g a.i. $ha^{-1}$ | 73.33±11.5 bcd | 67.07±6.9 c | 69.40±3.1 bc | 48.78±20.2 bc | 56.50±7.4 bc | 78.37±6.5 ab |
| Thiobencarb, 2750 g a.i. $ha^{-1}$ | 88.89±10.2 abc | 82.8±5.5 abc | 96.40±6.2 a | 91.08±7.9 a | 97.67±2.0 a | 97.5±4.3 a |
| Thiobencarb, 3000 g a.i. $ha^{-1}$ | 95.24±8.2 ab | 80.33±4.5 bc | 96.30±6.4 a | 99.77±0.4 a | 80.9±17.1 ab | 93.5±11.2 a |

Different letters in the same column show significant differences (Duncan P≤0.01)

کارایی علف‌کش تیوبنکارب در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، ۹۷–۹۵ درصد کنترل بود که بر اساس پرتکل ارائه شده توسط ساندرال و همکاران (Sandral *et al.*, 1997)، "کنترل خوب" سوروف فراهم شد. پس از آن، تیمارهای سای هالوفوپ–بوتیل + بیس پیریباک سدیم و سای هالوفوپ–بوتیل به‌ترتیب با ۹۰ و ۸۶/۷ درصد به‌ترتیب موجب "کنترل خوب–مطلوب"و "کنترل متوسط" سوروف شدند. کنترل در سایر تیمارها نیز پایین‌تر از این تیمارها بود (شکل ۱). در ارزیابی چشمی کنترل بندواش نیز اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷) و نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد کنترل این علف‌هرز در کاربرد تریافامون+ اتوکسی سولفورون در دو تیمار ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار مشاهده شد که ۱۰۰ درصد بود و "کنترل کامل" علف‌هرز به‌دست آمد. تیمار تیوبنکارب ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار موجب ۹۱/۷ درصد کنترل بندواش شد و "کنترل خوب–مطلوب" به‌دست آمد. در سطح بعدی، تیمارهای سای هالوفوپ–بوتیل و سای هالوفوپ–بوتیل + بیس پیریباک سدیم با ۸۶/۷ درصد کنترل، "کنترل متوسط" بندواش را موجب شدند. کنترل در سایر تیمارها نیز پایین‌تر از این تیمارها بود (شکل ۱).

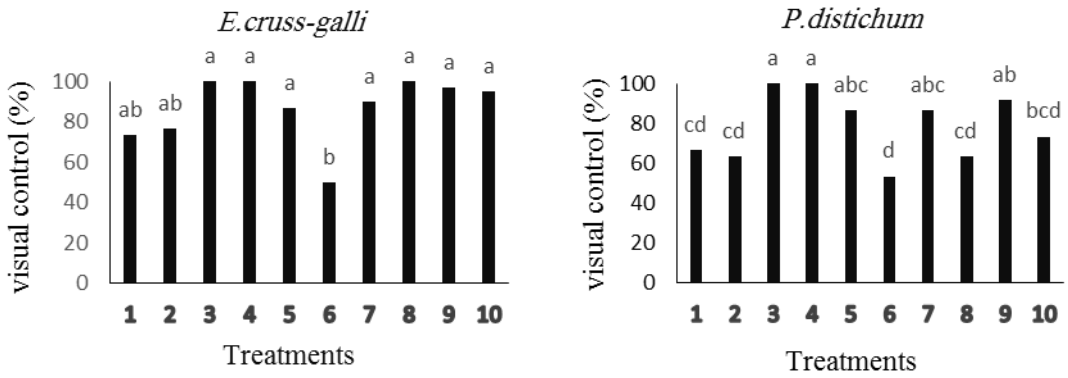
**جدول ۷- تجزیه واریانس اثر تیمارهای علف‌کش بر ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز سوروف (*E. crus-galli*) و بندواش(*P. distichum*) بر اساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های هرز اروپا، در زمان ۲ هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی**

(اعداد میانگین مربعات می‌باشند)

**Table 7- Analysis of variance for EWRC rating scale used to herbicides treatment effects on *E. crus-galli*, and *P. distichum*, at 2 weeks after post-emergence herbicide application**

| Source of variation | df | *E. crus-galli* | *P. distichum* |
|---|---|---|---|
| Block | 2 | $10.8^{ns}$ | $40.0^{ns}$ |
| Treatment | 9 | $778.6^{**}$ | $830.5^{**}$ |
| Error | 18 | 119.2 | 89.1 |
| CV (%) | | 12.57 | 12.02 |

$^{ns}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 1 % probability level, respectively.




**شکل ۱- ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز بر اساس سیستم EWRC در زمان ۲ هفته پس از کاربرد علف‌کش های پس‌رویشی**

**Figure 1- EWRC rating scale used to score the weed control following application of herbicide treatments two weeks after herbicide application**

(1, 2: Metsulfuron-methyl 60% DF 6, 8 g a.i. $ha^{-1}$; 3, 4: Triafamon+Ethoxysulfuron 30% WG 37.5, 45 g a.i. $ha^{-1}$; 5: Cyhalofop-butyl 20%OD 100 g a.i. $ha^{-1}$; 6: Bispyribac sodium 40% SC 26 g a.i. $ha^{-1}$; 7: Cyhalofop-butyl+Bispyribac sodium 100+26 g a.i. $ha^{1}$; 8: Pertilachlor 50% EC 875 g a.i. $ha^{-1}$; 9, 10: Tiobencarb 50% EC 2750, 3000 g a.i. $ha^{-1}$)

## عملکرد برنج

در ارزیابی چشمی کاربرد علف‌کش های مورد بررسی بر بوته‌های برنج در زمان دو هفته پس از کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی بر اساس پرتکل ارائه شده توسط ساندرال و همکاران (Sandral *et al.*, 1997)، هیچ گونه علائم خسارتی مانند زرد شدن، نکروز شدن، بدشکل شدن و ... در گیاهچه‌های برنج مشاهده نشد و افزایش عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک در تیمارها نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز به‌دست آمد. اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد شلتوک برنج در تیمار دو بار وجین دستی به‌دست آمد که به‌ترتیب ۱۲۲۳۶ و ۵۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود و نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز به‌ترتیب ۶۹/۸ و ۷۲/۷ درصد افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد شلتوک داشت (شکل ۲). برتری تیمار دو بار وجین دستی، به‌دلیل حذف کامل علف های هرز و در نتیجه عدم وجود رقابت ناشی از آنها و در نتیجه رشد بهتر برنج و تولید عملکرد بالا می‌باشد (Sing *et al.*, 2014). نتایج مشابه توسط ساها (Saha, 2005)، تیم‌گودا و همکاران (Thimme Gowda *et al.*, 2009) و پراشانتا و همکاران (Prashanthi *et al.*, 2017) نیز گزارش شد. روش وجین دستی، روشی کارآمد و مناسب از نظر محیط‌زیست است، ولی به‌دلیل کمبود نیروی کارگری و بالابودن هزینه‌های کارگری، روشی مقرون به‌صرفه برای کشاورزان نمی‌باشد، همچنین با وجود معرفی علف‌کش‌هایی با خاصیت انتخابی بالا در برنج که کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز شالیزار دارند و هزینه‌های کنترل علف‌های هرز را کاهش می‌دهند، امروزه کشاورزان اغلب تمایل دارند که از روش کنترل شیمیایی استفاده کنند و آن را جایگزین روش وجین دستی در مزارع کنند. در مقایسه بین تیمارهای علف‌کشی، تیمار تیوبنکارب ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار به‌ترتیب با ۱۰۴۲۹ و ۵۰۵۱ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک و عملکرد شلتوک، بالاترین عملکرد را داشت. نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر عملکرد بیولوژیک نیز نشان داد که کلیه تیمارهای علف‌کشی، اختلاف آماری معنی‌دار با هم در تولید عملکرد بیولوژیک برنج نداشتند. تیمارهای تیوبنکارب ۳۰۰۰ و ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، بیس پیریباک سدیم و سای هالوفوپ–بوتیل، اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار وجین دستی نداشتند، عملکرد بیولوژیک در این تیمارها به ترتیب ۱۰۴۲۹، ۹۸۱۲، ۹۶۹۸ و ۹۶۶۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر عملکرد شلتوک نیز نشان داد که تیمارهای تیوبنکارب ۳۰۰۰ و ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، بیس پیریباک سدیم، پرتیلاکلر، تریافامون+ اتوکسی سولفورون ۴۵ و ۳۷/۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، سای هالوفوپ بوتیل به‌ترتیب با ۵۰۵۱، ۴۹۶۵، ۴۶۳۷، ۴۵۸۴، ۴۱۷۷، ۴۰۶۳، ۴۰۳۹ کیلوگرم در هکتار با تیمار دو بار وجین دستی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نداشتند. همچنین مشاهده شد که تیمارهای بیس پیریباک سدیم، پرتیلاکلر، تریافامون+ اتوکسی سولفورون ۴۵ و ۳۷/۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، سای هالوفوپ بوتیل، سای هالوفوپ بوتیل + بیس پیریباک سدیم و مت سولفورون–متیل ۸ و ۶ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز از نظر تولید عملکرد شلتوک با هم در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۲).

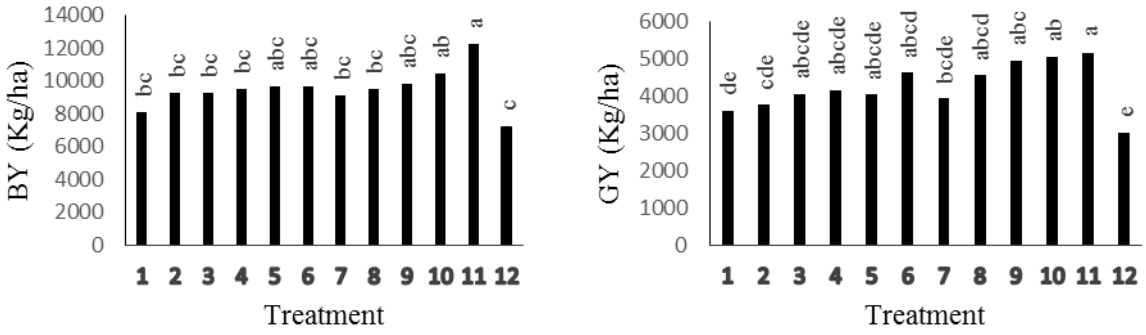
**جدول ۸- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد شلتوک برنج**

(اعداد میانگین مربعات می‌باشند)

**Table 8- Analysis of variance of the effect of treatments on biological yield and grain yield of rice**

| Source of variation | df | Biologic yield | Grain yield |
|---|---|---|---|
| Block | 2 | 82192$^{ns}$ | 43049$^{ns}$ |
| Treatment | 11 | 4347870$^{**}$ | 1278226$^{**}$ |
| Error | 22 | 1102091 | 213423 |
| CV (%) | | 11.06 | 10.87 |

$^{ns}$ and $^{**}$: Not-significant and significant at 1 % probability level, respectively.




**شکل ۲- اثر تیمارها بر عملکرد زیستی (BY) و عملکرد شلتوک (GY) برنج (کیلوگرم در هکتار)**

**Figure 2- Effects of treatments on Biologic Yield (BY), and Grain Yield (GY) of rice (Kg ha$^{-1}$)**

(1, 2: Metsulfuron-methyl 60% DF 6, 8 g a.i. ha$^{-1}$; 3, 4: Triafamon+Ethoxysulfuron 30% WG 37.5, 45 g a.i. ha$^{-1}$; 5: Cyhalofop-butyl 20%OD 100 g a.i. ha$^{-1}$; 6: Bispyribac sodium 40% SC 26 g a.i. ha$^{-1}$; 7: Cyhalofop-butyl+Bispyribac sodium 100+26 g a.i. ha$^{1}$; 8: Pertilachlor 50% EC 875 g a.i. ha$^{-1}$; 9, 10: Tiobencarb 50% EC 2750, 3000 g a.i. ha$^{-1}$ ; 11:twice hand weeding; 12:weedy check)

## نتیجه‌گیری

نتایج نهایی پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، سای هالوفوپ-بوتیل ۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، تیوبنکارب در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و پرتیلاکلر ۸۷۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، تیمارهای مؤثر و کاربردی برای کنترل سوروف بودند. در کنترل بندواش نیز تیمارهای تریافامون+ اتوکسی سولفورون در مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار، سای هالوفوپ-بوتیل ۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار و تیوبنکارب در مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، تیمارهای کاربردی و مؤثری بودند، ولی پرتیلاکلر در کنترل بندواش طی سه نمونه‌برداری کارایی لازم را نداشت (٪۷۸ ≥ کاهش تراکم و ٪۴۲ ≥ کاهش زیست‌توده). میانگین تراکم و زیست‌توده سوروف در تیمار شاهد بدون کنترل علف‌هرز در سه نمونه‌برداری به‌ترتیب ۷، ۱۲ و ۱۴ عدد در متر مربع و ۱۳/۵۳، ۲۸ و ۴۶/۷ گرم در متر مربع بود. میانگین تراکم ساقه و زیست‌توده بندواش نیز به‌ترتیب ۱۵، ۱۲ و ۳۷ عدد در متر مربع و ۳۴، ۳۷ و ۳۱/۳۷ گرم در متر مربع بود و نتایج این پژوهش نشان داد که در این سطح آلودگی، در کاربرد علف‌کش تریافامون+ اتوکسی سولفورون بین مقادیر ۳۷/۵ و ۴۵ گرم ماده مؤثر در هکتار و همچنین در کاربرد علف‌کش تیوبنکارب، بین مقادیر ۲۷۵۰ و ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار در کنترل علف‌های هرز سوروف و بندواش و عملکرد برنج اختلاف آماری معنی‌دار وجود نداشت؛ بنابراین، به‌منظور حفظ سلامت محیط‌زیست و کاهش ورود سموم شیمیایی به آن، کاربرد مقادیر پایین این علف‌کش ها به‌صورت پیش‌رویشی علف‌های هرز، ۵-۳ روز پس از نشاکاری به‌صورت خاک مصرف در این سطح آلودگی برای کنترل این دو علف‌هرز توصیه می‌شود. همچنین، علف‌کش سای هالوفوپ-بوتیل به‌میزان ۱۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار به‌صورت پس رویشی در زمان ۴-۲ برگی علف‌های هرز باریک‌برگ شالیزار (سوروف و بندواش) به‌صورت برگ‌مصرف قابل توصیه می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که کارایی مخلوط در تانک علف‌کش‌های سای هالوفوپ-بوتیل + بیس پیریباک سدیم از کارایی علف‌کش سای هالوفوپ-بوتیل تنها در کنترل سوروف و بندواش، تا حدودی کمتر بود. راه حل پرهیز از اثرات هم‌کاهی ناشی از این اختلاط، کاربرد این علف‌کش ها به‌صورت جداگانه با ایجاد فاصله زمان سمپاشی بین علف‌کش‌ها می‌باشد. کارایی علف‌کش های بیس پیریباک سدیم و مت سولفورون-متیل نیز در کنترل دو علف‌هرز سوروف و بندواش،

کمتر از کارایی علف‌کش های تریافامون+ اتوکسی سولفورون، تیوبنکارب و سای هالوفوپ–بوتیل بود. کارایی مت سولفورون–متیل در کنترل سوروف و بندواش، تقریباً مشابه علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم بود. همچنین نتایج نشان داد که کارایی مقادیر ۶ و ۸ گرم ماده مؤثر در هکتار مت سولفورون–متیل در کنترل سوروف و بندواش مشابه بود و اختلاف آماری معنی‌دار با هم نداشتند. در ارزیابی عملکرد برنج، پس از تیمار دو بار وجین دستی (با ۵۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد شلتوک)، تیمار تیوبنکارب ۳۰۰۰ گرم ماده مؤثر در هکتار بالاترین عملکرد شلتوک را تولید کرد (۵۰۵۱ کیلوگرم در هکتار). به طور کلی، تیمارهای تیوبنکارب ۳۰۰۰ و ۲۷۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار، بیس پیریباک سدیم، پرتیلاکلر، تریافامون+ اتوکسی سولفورون ۴۵ و ۳۷/۵ گرم ماده مؤثر در هکتار و سای هالوفوپ بوتیل تیمارهای کارآمدی در افزایش معنی‌دار عملکرد برنج نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز بودند و با تیمار دو بار وجین دستی اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند.

## سپاسگزاری

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به شماره مصوب ۹۸۰۰۹۷-۰۱۸-۱۶-۵۸-۰۴ استخراج شده است. از حمایت مالی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و کلیه همکارانی که در اجرای این پژوهش کمک کردند، سپاسگزاری می شود.

**References**


1. Antralina, M., Nur Istina, I., Yuwariah, Y., & Simarmata, T. (2015). Effect of difference weed control methods to yield of lowland rice in the Sobari. *Procedia Food Science*, *3*, 323-329. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.035
2. Baghestani, M.A., Zand, E., Lotfimavi, F., Esfandiari, H., Pour Azar, R., & Mamnoei, E. (2014). Evaluation of spectrum efficacy of registered herbicides used in corn. *Applied Entomology and Phytopathology*, *81*(2), 109-122. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/jaep.2014.100369
3. Barnes, J.W., & Oliver, L.R. (2004). Cloransulam antagonizes annual grass control with aryloxyphenoxypropionate graminicides but not cyclohexanediones. *Weed Technology*, *18*(3), 763-772. https://www.jstor.org/stable/3989372
4. Biswas, B., Timsina, J., Garai, S., Mondal, M., Banerjee, H., Adhikary, S., & Kanthal, S. (2020). Weed control in transplanted rice with post-emergence herbicides and their effects on subsequent rapeseed in Eastern India. *International Journal of Pest Management*, *69*(1), 1-13. https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1853276
5. Blouin, D.C., Webster, E.P., & Bond, J.A. (2010). On a method of analysis for synergistic and antagonistic jointaction effects with fenoxaprop mixtures in rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, *24*(4), 583-589. https://doi.org/10.1614/WT-D-10-00025.1
6. Buehring, N.W., Baldwin, F.L., Talbert, R.E., Scherder, E.F., & Lovelace, M.L. (2001). Graminicides in programs for broad-spectrum weed control in rice. In: *B.R. Wells Rice Research Studies 2000*; Norman R.J., Meullenet J.F., Eds.; University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series: Fayetteville, A.R., 2001, vol. 485, 58-61.
7. Buehring, N.W., Talbert, R.E., & Baldwin, F.L. (2006). Interactions of graminicides with other herbicides applied to rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, *20*(1), 215-220. https://doi.org/10.1614/WT-04-263R.1
8. Croon, K.A., Ketchersid, M.L., & Merkle, M.G. (1989). Effect of bentazon, imazaquin and chlorimuron on the absorption and translocation of the methyl-ester of haloxyfop. *Weed Science*, *37*(5), 645-650. https://www.jstor.org/stable/4045123
9. Das, R., Bera, S., Pthak, A., & Mandal, M.K. (2015). Weed management in transplanted rice through bispyribac sodium 10% SC and its effect on soil microflora and succeeding crop-blackgram. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *4*(6), 681-688.
10. Das, T., Banerjee, M., Malik, G.C., & Mandal, B. (2017). Efficacy of herbicides against weeds in transplanted wet season rice (*Oryza sativa* L.). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, *10*(5), 1-3. https://doi.org/10.9790/2380-1005010103
11. Dear, B.S., Sandral, G., Spencer, D., Khan, M.R., & Higgins, T.J.V. (2003). The tolerance of three transgenic subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) lines with the bxn gene to herbicides containing bromoxynil. *Australian Journal of Agricultural Research*, *54*(2), 203-210. https://doi.org/10.1071/AR02134
12. Ferreira, K.L., Burton, J.D., & Coble, H.D. (1995). Physiological-basis for antagonism of fluazifop-P by DPXPE350. *Weed Science*, *43*(2), 184-191. https://doi.org/10.1017/S0043174500081042

13. Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., & Hill, J.E. (2003). Crop traits related to weed suppression in water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Science*, *51*, 87-93. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0087:CTRTWS]2.0.CO;2
14. Halder, J, & Patra, AK. (2007). Effect of chemical weed control methods on productivity of productivity of transplanted rice (*Oryza sativa*). *Indian Journal of Agronomy*, *52*, 111-113. https://doi.org/10.59797/ija.v52i2.4903
15. Jordan, D.L. (1995). Interactions of fenoxaprop-ethyl with bensulfuron and bentazon in dry-seeded rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, *9*(4), 724–727. https://doi.org/10.1017/S0890037X00024118
16. Kruse, N.D., Vidal, R.A., Bauman, T.T., & Trezzi, M.M. (2001). Sinergismo potencial entre herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. *Ciencia Rural*, *31*(4), 569-575. https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400002
17. Lassiter, R.B., Simpson, D.M., Grant, D.L., Richburg, J.S., Langston, V.B., & Mann, R.K. (2000). Efficacy and crop tolerance of cyhalofop post-applied in direct seeded rice. In *Southern Weed Science Society Proceeding*, *53*, p.170.
18. Matzenbacher, F.O., Bortoly, E.D., Kalsing, A., & Merotto Jr, A. (2015). Distribution and analysis of the mechanism of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to imidazolinone and quinclorac herbicides. *The Journal of Agricultural Science*, *153*(6), 1044-1058. https://doi.org/10.1017/S0021859614000768
19. Nourbakhsh, S. (2023). The list of important pest, diseases and weeds of major agricultural products; pesticides and recommended methods for their control. Plant Protection Organization. Ministry of Agricultural-Jahad. (In Persian)
20. Ottis, B.V., Talbert, R.E., Scherder, E.F., Lovelace, M.L., Malik, M.S., Lassiter, R.B., & Gardisser, D.R. (2003). Early postemergence tank-mix programs with cyhalofop (Clincher) for residual grass control in rice. In *Southern Weed Science Society Proceeding*, 56.
21. Prameela, P., Menon, S.S., & Menon, M.V. 2014. Effect of new post emergence herbicides on weed dynamics in wet seeded rice. *Journal of Tropical Agriculture*, *52*(1), 94-100. https://jtropag.kau.in/index.php/ojs2/article/view/310
22. Prashanthi, C.H., Laxminarayana, P., Vidyasagar, G.E.C.H., & Harish Kumar Sharma, S. (2017). Yield parameters and yield of aerobic rice (*Oryza sativa*) as influenced by different seeding methods and weed control measures. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, *6*(7), 2474-2480. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.351
23. Roshid, I. (2006). Mixed application study of glyphosate herbicide with the metsulfuron methyl in several agriculture weed agricultura control (in Bahasa Indonesia). Thesis. Undergraduate, Bogor Agricultural Institute. 65 pp.
24. Roso, A.C., Merotto JR, A., & Delatorre, C.A. (2010). Bioassays for diagnosis of resistance to the herbicides imidazolinones in rice plants. *Planta Daninha*, *28*(2), 411-419. https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000200021
25. Saha, S. (2005). Evaluation of some new herbicide formulations alone or in combination with hand weeding in direct sown rainfed lowland rice. *Indian Journal of Weed Science*, *37*(1&2), 103-104. https://doi.org/IJWS-2005-37-1&2-29
26. Sandral, G.H., Dear, B.S., Pratley, J.E., & Cullis, B.R. (1997). Herbicide dose response rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *37*, 67-74.
27. Scherder, E.F., Talbert, R.E., Scherder, E.E., Lovelace, M.L., & Buchring, N.W. (2001). *Research Series-Arkansas Agricultural Experiment Station*, No. 485, 86-98.
28. Singh, Y., Singh, V.P., Singh, G., Yadav, D.S., Sinha, R.K.P., & Johnson, D.E. (2011). The implications of land preparation, crop establishment method and weed management on rice yield variation in the rice-wheat system in the Indo-Gangetic plains. *Field Crops Research*, *121*(1), 64-74. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.11.012
29. Sondhia, S. (2008). Leaching behaviour of metsulfuron-methyl in two texturally different soil. *Environmental Monitoring and Assessment*, *154*, 111–115.
30. Sondhia, S. (2009). Persistence of Metssulfuron-methyl in paddy field and detection of its residues in crop produce. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicoloy*, *83*, 799-802. https://doi.10.1007/s00128-009-9822-5
31. Smaeeltabar, M., Zaefarian, F., Nazari, Sh., & Abbasi, R. (2023). The effect of different weed control managements on yield and yield components of three rice cultivars. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *36*, 4: 453-466. https://doi.10.22067/jpp.2022.74285.1069
32. Thimme Gowda, P., Shankaraiah, C., Jnanesh, A.C., Govindappa, M., & Murthy, K.N. (2009). Studies on chemical weed control in aerobic rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop and Weed*, *5*(1), 320-323.

33. Tokasi, S., & Nouralizadeh Otaghsara, M. (2020). Investigating the efficacy of bispyribac sodium SC42% herbicide in rice (*Oryza sativa* L.) weeds control. *Cereal Research*, *9*(4), 331-345. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22124/cr.2020.15096.1539
34. Tokasi, S., & Nouralizadeh Otaghsara, M. (2021). Comparison the effect of paddy field herbicides in grass weed control. *Iranian Weed Science Congress*, *9*, 402-407. (In Persian with English abstract)
35. Tokasi, S., & Nouralizadeh Otaghsara, M. (2022). Grass weeds control in transplanted rice with Cyhalofop-butyl. *Journal of Crop Protection*, *12*(4), 433-443. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.22519041.2022.11.4.1.8
36. Zhang, W., Webster, E.P., Blouin, D.C., & Leon, C.T. (2005). Fenoxaprop interactions for barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in rice. *Weed Technology*, *19*(2), 293-297. https://www.jstor.org/stable/3989709