**Plant Production and Genetics**
**Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 247-260**

**تولید و ژنتیک گیاهی**
**جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۶۰-۲۴۷**

مقاله پژوهشی

DOI: 10.34785/J020.2022.008

# ارزیابی کارایی علف‌کش بازاگران ام۶۰ (بنتازون+ MCPA، SL 46%) در کنترل علف‌های هرز شالیــزار

**هدی آبادیان*[۱]، بیژن یعقوبی[۲]، فرزین پورامیر[۳]**

۱. استادیار، معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

۲. دانشیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۳. استادیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

## چکیده

مصرف تکراری یک علف‌کش یا علف‌کش‌هایی با نحوه عمل یکسان، تغییر فلور علف‌های هرز و مقاومت آن‌ها به علف‌کش‌ها را به همراه دارد. بنابراین جهت بررسی کارایی علف‌کش جدید بازاگران ام۶۰ در مقایسه با علف‌کش‌های رایج، آزمایشی در مزارع پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج در گیلان و مازندران در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارها شامل دوزهای ۵۷۵، ۱۱۵۰، ۱۷۲۵ و ۲۳۰۰ (گرم ماده مؤثره در هکتار) علف‌کش بازاگران ام۶۰، دوز توصیه‌شده علف‌کش‌های رایج نومینی (بیس‌پایریباک‌سدیم، SC 10%)، کلین‌وید (بیس‌پایریباک‌سدیم، SC 40%) و ساترن (تیوبنکارب، EC 50%) به همراه دو تیمار شاهد (آلوده به علف هرز و وجین دستی) بودند. کارایی بازاگران در کنترل پیزور (*Schoenoplectus maritimus*) سه روز پس از اعمال تیمار نمایان و طی ۱۰ روز به حداکثر رسید، این در حالی بود که اولین علائم مربوط به تأثیر نومینی و کلین‌وید در کنترل این علف هرز دو تا سه هفته پس از اعمال تیمار مشاهده شد. کارایی دوز توصیه‌شده بازاگران در کنترل پیزور از ۶۰ تا ۸۵ و کارایی نومینی و کلین‌وید بیش از ۹۰ درصد بود. بیشترین عملکرد شلتوک در گیلان در دوز ۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره بازاگران ام۶۰ در هکتار و در مازندران به دلیل داشتن یک‌چهارم علف‌های هرز مزارع گیلان در دوز ۵۷۵ گرم ماده مؤثره به‌دست آمد که به‌ترتیب ۳۰ و ۴۰ درصد بیشتر از شاهد وجین بودند. با توجه به تراکم بالای علف‌های هرز در گیلان، دوز بالای بازاگران (۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره) توصیه می‌شود. به‌دلیل عدم کارایی کافی این علف‌کش در کنترل سوروف، فرمول ترکیبی آن با ساترن کارایی بهتری در کنترل علف‌های هرز داشت.

**کلیدواژگان:** برنج، پهن‌برگ، جگن، علف‌کش‌های برگ مصرف، نازک‌برگ

* ایمیل نویسنده مسئول: Abadianh@yahoo.com

**مقدمه**

علف‌های هرز، مهم‌ترین عامل خسارت‌زا در تولید برنج هستند که در صورت عدم کنترل، خسارت آن‌ها در کشت نشایی به حدود ۷۰ درصد می‌رسد (Yaghoubi, 2015). تا حدود ۵۰ سال پیش بشر موفق به معرفی هیچ علف‌کشی برای کنترل شیمیایی علف‌های هرز مزارع برنج نشده بود و کنترل آن‌ها فقط از طریق وجین دستی، غرقاب و روش‌های خاک‌ورزی انجام می‌شد (Zand *et al*., 2010)، اما امروزه تمام شالیزارهای کشور، حداقل از یک علف‌کش و حدود نیمی از آن‌ها از دو یا چند علف‌کش استفاده می‌کنند. به‌طور کلی، صعوبت کاری وجین دستی، کاهش نیروی کار و افزایش دستمزدها سبب شده است که هزینه‌های کنترل مکانیکی و دستی علف‌های هرز در کشور افزایش یابد که موجب غیراقتصادی شدن این زراعت‌ها شده است. به همین دلیل، کشاورزان به استفاده بیشتر از علف‌کش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز مزارع خود متمایل شده‌اند (Nosrati *et al*., 2017). مطالعات روی علف‌کش‌های شالیزار در ایران نشان داده است در دو دهه اخیر، بیش از ۹۵ درصد بازار تجارت علف‌کش‌های برنج به کلرواستامیدها (بوتاکلر و پرتیلاکلر) با مکانیسم بازدارندگی تقسیم سلولی و سولفونیل‌اوره‌ها (بن‌سولفورون متیل) با بازدارندگی استولاکتات- سینتاز (ALS[1]) اختصاص یافته که نگرانی‌های متعدد زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از مصرف گسترده آن‌ها را به همراه دارد (Yaghoubi *et al*., 2020). مصرف تکراری یک علف‌کش یا علف‌کش‌های با مکانیزم عمل یکسان، تغییر فلور و تکامل مقاومت علف‌های هرز را به همراه خواهد داشت. یکی از راهکارهای مدیریت مقاومت یا اجتناب از مقاومت علف‌های هرز، بهره‌گیری از علف‌کش‌های با مکانیزم عمل متفاوت است (Kim, 1996; Corbel *et al*., 2004; Owen, 2016). در حدود ۷۰ درصد از شالیزارهای ژاپن با فرمولاسیون ترکیبی علف‌کش‌ها تیمار می‌شوند و در برخی از موارد این ترکیبات حاوی چند علف‌کش با مکانیسم عمل متفاوت است (Yaghoubi *et al*., 2020). به دلیل اهمیت خسارت سوروف در دهه‌های گذشته علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش بیشتری ثبت و مصرف شده‌اند که نتیجه آن تغییر فلور و افزایش تنوع جگن‌ها و پهن‌برگان می‌باشد. به‌طور معمول، بن‌سولفورون‌متیل و بیس‌پایریباک‌سدیم، پهن‌برگ و جگن‌کش‌های ثبت‌شده شالیزار هستند که به‌ترتیب علف‌کش خاک‌پاش و برگ‌پاش می‌باشند و هر دو از گروه علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات-سینتاز یا سنتز استوهیدروکسی اسید (AHAS) هستند و با ممانعت از سنتز اسیدهای آمینه، موجب گرسنگی و مرگ تدریجی گیاه می‌گردند. بنابراین کارایی آن‌ها در زمان طولانی‌تری بروز پیدا می‌کند (Rajib *et al*., 2015; Kalsing *et al*., 2017). مشاهدات مزرعه‌ای نشان داده است اولین علائم گیاه‌سوزی بیس‌پایریباک‌سدیم (نومینی و کلین‌وید) روی سوروف و پیزور به‌ترتیب حدود دو و سه هفته پس از اعمال تیمار بروز می‌نماید (Ghosh *et al*., 2013). از این‌رو، معرفی علف‌کش‌های جدید با اثرات سوء جانبی کمتر و کارایی مطلوب‌تر در کنترل علف‌های مهم شالیزار بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Kathiresan and Vishnudevi, 2021). بازاگران ام۶۰ حاوی دو ماده مؤثره بنتازون، علف‌کشی تماسی با خاصیت انتخابی از گروه شیمیایی بنزوتیادیزول[2] و ام‌سی‌پی‌آ علف‌کشی شبه هورمون اکسین (اکسین‌های مصنوعی)، سیستمیک و انتخابی از گروه شیمیایی فنوکسی‌ها[3] است که در اوایل دهه ۱۹۴۰ توسط محققان آمریکایی و انگلیسی ارائه گردید (Zand and Baghestani, 2003). برخی فرمولاسیون‌های بازاگران دارای سابقه کاربرد دیرینه‌ای در زراعت برنج هستند. محققان، حدود چهار دهه قبل، کارایی بازاگران در کنترل علف‌های هرز در مزارع برنج را بسیار مؤثر گزارش کرده‌اند (Luib *et al*., 1973; Mine *et al*., 1974). به‌ویژه در شالیزارها بازگران می‌تواند به‌خوبی علف‌های هرز پهن‌برگ سخت‌کنترل و مهاجم شامل قاشق واش، سل واش و انواع جگن‌ها را کنترل نماید (Sibuga, 2002). بازاگران علف‌کشی است که نه‌تنها در کنترل علف‌های هرز در مزارع برنج آبی بلکه در استفاده به‌صورت خاک‌پاش نیز مؤثر است (Mine *et al*., 1974). اثرات علف‌کشی بازاگران پس از انتقال آن در داخل گیاه به‌آرامی گسترش می‌یابد اما زمانی که علف‌های هرز به‌صورت مستقیم با غلظت‌های بالای این علف‌کش تیمار می‌شوند، تأثیر آن با سرعت بسیار بیشتری ظاهر می‌شود. برخی بررسی‌های مزرعه‌ای نشان داده است کاربرد

[1] Acetolactate Synthase
[2] Benzothiadiazole
[3] Phenoxy

پیش‌رویشی بازاگران کارایی اندکی دارد. بازاگران به‌دلیل حلالیت بالا در آب و خصوصیات آنیونی قوی، در خاک‌های با pH خنثی تحرک اندکی دارد. در صورت کاربرد این علف‌کش به‌صورت پیش‌رویشی، بارندگی موجب خارج شدن علف‌کش از سطح گیاهچه‌ها و منطقه جذبی ریشه می‌شود (Abernathy and Wax, 1973). این علف‌کش به‌صورت پس‌رویشی و با فرمولاسیون مایع قابل‌حل در آب (SL٪۴۸) برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌ها در شرایط کشت آبی و دیم، به‌صورت اسپری مستقیم روی اندام‌های هوایی به‌کار می‌رود (Sibuga, 2002). نحوه عمل بنتازون به این صورت است که این علف‌کش پس از جذب توسط گیاه وارد فرایندهای نوری فتوسنتز شده و با بازدارندگی فعالیت فتوسیستم II موجب مرگ گیاه شده و علائم بازدارندگی آن در زمان کوتاه‌تری بروز می‌کند (Fang *et al.*, 2015). اما مکانیزم عمل ام‌سی‌پی‌آ بازدارندگی از سنتز اکسین و ممانعت از رشد گیاه است (Zand *et al.*, 2010). اگرچه گیاهان تک‌لپه‌ای مانند برنج به دلیل فرآیند سمیت‌زدایی علف‌کش بازاگران به این علف‌کش مقاوم هستند اما نتایج حاصل از آنالیز فلورسانس کلروفیل در تحقیقی نشان داد گیاه برنج در مراحل اولیه‌ی قرارگیری در معرض علف‌کش به آن حساس است، زیرا بازاگران خیلی سریع کارایی فتوسنتز را کاهش داده و در انتقال الکترون اختلال ایجاد می‌کند (Fang *et al.*, 2015). در طی تحقیقی اثرات مستقیم و غیرمستقیم علف‌کش‌های گلایفوزیت، بازاگران و ام‌سی‌پی‌آ به‌صورت انفرادی و ترکیبی بر روی گیاه ایلگراس[4] نشان داد کلروفیل a و b و نسبت RNA-DNA بیشترین حساسیت را در کاربرد ترکیبی این علف‌کش‌ها دارند. بنابراین کارایی اختلاط این علف‌کش‌ها بیشتر از کاربرد انفرادی هر یک از آن‌ها بود. با کاربرد ترکیبی این علف‌کش‌ها سرعت رشد تقریباً نصف شد و نسبت‌های کلروفیل a و b و RNA-DNA به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. همچنین ترکیب دوزهای پایین این علف‌کش‌ها دارای اثرات هم‌افزایی و ترکیب دوزهای بالاتر دارای اثرات آنتاگونیستی در کنترل ایلگراس داشت (Nielsen and Dahllof, 2007). کارایی کاربرد انفرادی علف‌کش بازاگران و کاربرد آن در ترکیب با افزودنی‌های مختلف در کنترل علف‌های هرز توق[5] تاجریزی[6] گاوپنبه[7] و استرانگلرواین[8] در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد (Fawzy *et al.*, 2009). نتایج نشان داد حساسیت این چهار گونه علف هرز به ترکیبات بازاگران+ افزودنی‌ها بسیار متفاوت است. کنترل تاجریزی به‌وسیله ترکیب‌های علف‌کشی و یا کاربرد انفرادی بازاگران ام۶۰ هرگز از ۵۵ درصد بیشتر نشد. این در حالی بود که علف هرز توق به‌طور کامل در کاربرد انفرادی بازاگران (۱/۶۸ کیلوگرم در هکتار) و یا بازاگران (۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب با یکی از سه افزودنی (بین افزودنی‌ها از این نظر اختلاف معنی‌دار بود) کنترل شد. مرگ کامل (۹۸ تا ۱۰۰ درصدی) اندام‌های هوایی گاوپنبه و استرانگلرواین در مقدار ۱/۶۸ کیلوگرم در هکتار بازاگران به‌صورت انفرادی و یا در ترکیب با افزودنی‌های ایندیوس[9] و کینتیک[10] به‌دست آمد. نتایج این مطالعه حاکی از کنترل مشکل علف هرز تاجریزی بود، این در حالی است که علف هرز توق به حداقل دوز مصرفی بازاگران در ترکیب با افزودنی‌ها حساسیت نشان داد. ترکیب بازاگران با افزودنی‌ها به‌طورکلی کنترل علف‌های هرز سلمه‌تره[11] و تاجریزی را افزایش داد، درحالی‌که اضافه‌کردن افزودنی‌ها به تمامی دوزهای بازاگران، تفاوت معنی‌داری در کنترل استرانگلرواین را به‌دنبال نداشت. مزیت اقتصادی کنترل شیمیایی و تنوع فلور علف‌های هرز شالیزارهای شمال کشور و واکنش متفاوت آن‌ها به علف‌کش‌ها، کاربرد حداقل یک باریک‌برگ‌کش به همراه یک پهن‌برگ‌کش و یک جگن‌کش را ضروری کرده است. با توجه به استفاده گسترده از تعداد معدودی از علف‌کش‌ها در مزارع برنج ایران، بررسی و معرفی علف‌کش‌های جدید در این زراعت، جهت کاستن از نگرانی‌های زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از مصرف یک گروه خاص از علف‌کش‌ها، اجتناب از مقاومت و تغییر فلور علف‌های هرز از طریق افزایش علف‌کش‌هایی با مکانیسم

[4] Eel grass, *Zostera marina*
[5] *Xanthium strumarium*
[6] *Solanum nigrum*
[7] *Abutilon theophrasti*
[8] *Morrenia odorata*
[9] Induce
[10] Kinetic
[11] *Common cocklebur*

عمل متفاوت، حائز اهمیت است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی کارایی علف‌کش بازاگران ام۶۰ در کنترل علف‌های هرز برنج و مقایسه آن با علف‌کش‌های رایج می‌باشد تا در صورت کارآمدی بتواند به‌عنوان علف‌کشی جدید با مکانیسم عمل متفاوت در کنار سایر علف‌کش‌ها در زراعت برنج مورد استفاده قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزارع پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج در استان‌های گیلان و مازندران در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. آماده‌سازی زمین شامل شخم اول در نیمه اول فروردین، شخم دوم در اواسط اردیبهشت و پادلینگ دو روز قبل از نشاکاری بود. تیمارهای مورد مطالعه شامل دوزهای ۵۷۵، ۱۱۵۰، ۱۷۲۵ و ۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ($g.ai.ha^{-1}$) علف‌کش جدید بازاگران ام۶۰ (SL 46%) در مقایسه با دوز توصیه‌شده علف‌کش‌های رایج نومینی ($SC10\%, 25\ g.ai.ha^{-1}$)، کلین‌وید ($SC40\%, g.ai.ha^{-1}$) و تیوبنکارب (ساترن) (EC 50%) و دو تیمار شاهد (آلوده به علف هرز و وجین دستی) بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. گیاهچه‌های برنج رقم هاشمی در هفته آخر اردیبهشت در مرحله ۴-۳ برگی با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر (۲۵ کپه در مترمربع) به تعداد سه گیاهچه در هر کپه در کرت‌هایی به مساحت ۲۰ مترمربع نشاء شدند. کرت‌ها با مرزهای خاکی و پوشیده با پلاستیک از هم متمایز شدند. مطابق آزمایش خاک، کوددهی در دو مکان مشابه و شامل کاربرد کودهای نیتروژن، پتاس و فسفر به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار بود. یک‌سوم کود اوره به‌همراه تمامی کودهای پتاسه و فسفره یک روز قبل از نشاکاری مصرف شدند و دو قسمت دیگر از کود اوره به‌ترتیب ۲۰ و ۴۰ روز پس از نشاکاری (مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن) به‌صورت سرک استفاده شدند. تیمارهای مورد بررسی به‌همراه فرمولاسیون و دوز مصرفی در جدول (۱) آمده است. از آنجایی که علف‌کش بازاگران ام۶۰ فاقد کارایی کافی در کنترل علف هرز سوروف است، تیمارهای مربوط به این علف‌کش سه روز پس از نشاکاری و به‌صورت خاک‌پاش با علف‌کش ساترن ($EC\ 50\%, 2750\ g.ai.ha^{-1}$) تیمار شدند. علف‌کش‌های برگ‌پاش با استفاده از سم‌پاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای و فشار ۲ تا ۲/۵ بار به‌کار برده شدند. سم‌پاش بر اساس ۲۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. در تیمار شاهد بدون علف هرز، وجین دستی ۱۵ و ۳۰ روز بعد از نشاکاری انجام شد. به‌منظور مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج، گرانول‌پاشی حشره‌کش دیازینون ۱۰ درصد به‌مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار طی دو نوبت انجام شد. کارایی تیمارهای مورد بررسی ۴، ۶ و ۱۲ هفته بعد از اعمال تیمار علف‌کش، با قرار دادن کادر ۵۰×۵۰ سانتی‌متری در دو نقطه از هر کرت و سپس کف‌بر کردن علف‌های هرز و شمارش آن‌ها به تفکیک گونه ارزیابی شد. علف‌های هرز به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند و پس از توزین، زیست‌توده آن‌ها ثبت شد. به‌منظور برآورد عملکرد شلتوک در زمان برداشت، کل شلتوک مربوط به مساحت ۵ مترمربعی از نیمی از هر کرت که از ابتدا دست‌نخورده باقی مانده بود، برداشت و بعد از ۲۴ ساعت آفتاب‌خشک کردن، به آزمایشگاه منتقل و وزن شلتوک بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. جهت محاسبه درصد مهار علف‌های هرز (WCE) از رابطه ۱ استفاده شد که در آن، WCE درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز، و A و B به‌ترتیب بیان‌گر زیست‌توده علف‌های هرز در کرت شاهد بدون کنترل و تیمار موردنظر می‌باشند.

$$WEC = \frac{A-B}{A} \times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

جدول ۱- تیمارهای مورد بررسی در گیلان و مازندران

| نام تجاری ( نام عمومی) (فرمولاسیون) | مقدار مصرف ( گرم ماده مؤثره در هکتار) | دوز مورد بررسی (درصد از دوز توصیه‌شده) |
|---|---|---|
| نومینی (بیس‌پایریباک‌سدیم، 10% SC) | ۲۵ | ۱۰۰ |
| کلین‌وید (بیس‌پایریباک‌سدیم، 40% SC) | ۴۰ | ۱۰۰ |
| ساترن (تیوبنکارب، 50% EC) | ۲۷۵۰ | ۱۰۰ |
| بازاگران ام۶۰ (بنتازون + MCPA، 46% SL) | ۵۷۵ | ۵۰ |
| | ۱۱۵۰ | ۱۰۰ |
| | ۱۷۲۵ | ۱۵۰ |
| | ۲۳۰۰ | ۲۰۰ |
| شاهد علف هرز | - | - |
| شاهد وجین دستی | - | - |

## نتایج و بحث

مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد مزارع تحقیقاتی مؤسسه برنج، به علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، پیزور دریایی (*Schoenoplectus maritimus*)، اویارسلام (*Cyperus difformis*)، قاشق‌واش (*Alismaplantago aquatica*)، سل‌واش (*Monochoria vaginalis*)، تیرکمان‌آبی (*Sagittaria trifolia*)، گوشاب (*Potamogeton nodosus*) و هزارنی (*Butomus umbellatus*) آلوده بودند. طبق ارزیابی‌ها (تراکم و زیست‌توده) حدود ۹۸ درصد علف‌های هرز در دو استان مورد بررسی، منحصر به سوروف و پیزور بود. به‌دلیل غالبیت رقابتی و اکوفیزیولوژیکی سوروف و جگن، سایر علف‌های هرز با قرار گرفتن در کانوپی برنج و رقابت با این دو گونه هرز، کمتر امکان رشد و تکمیل چرخه زندگی پیدا کردند. بنابراین در نتایج آزمایش فقط به این دو گونه پرداخته شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز (سوروف و پیزور) تحت تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش، مکان‌های آزمایش و برهم‌کنش مکان× علف‌کش قرار گرفتند ($P\leq0.01$) که حاکی از کارایی متفاوت علف‌کش‌ها در دو استان گیلان و مازندران بود (جدول ۲ و ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تراکم و زیست‌توده سوروف و پیزور در مازندران اندک (حدود یک‌چهارم گیلان) و کارایی تمام تیمارهای مورد بررسی در کنترل آن‌ها مشابه یا بیشتر از گیلان بود. از این‌رو در نتایج از ارائه داده‌های علف هرز مربوط به مازندران اجتناب و فقط داده‌های مربوط به گیلان مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس بررسی اثر تیمارهای علف‌کشی بر تراکم علف‌های هرز سوروف و پیزور

| | | پیزور (*Schoenoplectus maritimus*) | | | سوروف (*Echinochloa crus-galli*) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هفته بعد از نشاکاری | | | هفته بعد از نشاکاری | | |
| منابع تغیر | درجه آزادی | ۴ | ۶ | ۱۲ | ۴ | ۶ | ۱۲ |
| مکان | ۱ | ۴۸۱۴۷۷/۷۹ ** | ۵۸۰۰۱۵/۰۴** | ۳۳۷۶۴۶/۲۹** | ۶۵۵۶/۰۱** | ۹۲۸۲/۶۶** | ۳۲۲۷/۸۹** |
| بلوک (مکان) | ۴ | ۸۱۳/۱۴ | ۴۸/۵۴ | ۱۲۷/۶۵ | ۵۵/۸۵ | ۲۷/۷۰ | ۳۵/۴۷ |
| علف‌کش | ۸ | ۱۰۴۳۹۵/۴۵ ** | ۷۲۲۰۸/۲۷** | ۷۴۰۹۳/۵۸** | ۱۵۷۵۷/۶۲** | ۱۴۳۵۷/۸۹** | ۱۰۷۸۹/۳۳** |
| مکان×علف‌کش | ۸ | (۶۲۶۶۹/۵۰) ** | ۴۵۷۲۱/۳۱** | ۴۷۱۸۲/۰۴** | ۴۶۷۵/۷۶** | ۴۷۰۷/۷۰** | ۳۴۹۶/۳۷** |
| خطای آزمایش | ۳۱ | ۱۹۴/۶۱ | ۴۳۱/۰۱ | ۱۶۷/۰۴ | ۷۱/۲۶ | ۴۱/۴۱ | ۵۱/۴۹ |
| ضریب تغییرات | | ۱۱/۷۷ | ۱۴/۳۴ | ۱۰/۷۳ | ۱۸/۶۱ | ۱۷/۷۵ | ۱۵/۱۲ |

**و* به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns غیر معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس بررسی تأثیر تیمارهای علف‌کشی بر زیست‌توده علف‌های هرز سوروف و پیزور

| | | پیزور (*Schoenoplectus maritimus*) | | | سوروف (*Echinochloa crus-galli*) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هفته بعد از نشاکاری | | | هفته بعد از نشاکاری | | |
| منابع تغیر | درجه آزادی | ۴ | ۶ | ۱۲ | ۴ | ۶ | ۱۲ |
| مکان | ۱ | ۲۰۵۷۲/۵۱$^{**}$ | ۵۲۰۱۸/۰۷$^{**}$ | ۳۲۶۶/۶۷$^{**}$ | ۵۲/۰۲$^{**}$ | ۷۸/۲۴$^{**}$ | ۲۴۹۴/۲۴$^{**}$ |
| بلوک (مکان) | ۴ | ۴۰/۱۸ | ۸۲/۴۱ | ۲۰/۴۴ | ۱/۶۸ | ۷/۷۰ | ۵۴/۸۱ |
| علف‌کش | ۸ | ۶۸۴۳/۷۶$^{**}$ | ۱۰۷۵۶/۰۴$^{**}$ | ۶۵۷۹/۸۳$^{**}$ | ۸۵۱/۶۵$^{**}$ | ۲۰۸۹/۴۱$^{**}$ | ۱۷۴۵۶/۳۳$^{**}$ |
| مکان×علف‌کش | ۸ | ۱۷۵۲/۹۳$^{**}$ | ۴۷۷۶/۵۷$^{**}$ | ۲۴۱۰/۱۶$^{**}$ | ۷۶/۹۳$^{**}$ | ۳۳۳/۳۲$^{**}$ | ۲۲۵۶/۳۲$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ۳۱ | ۳۴/۵۳ | ۸۳/۵۷ | ۸۹/۵۲ | ۲/۸۵ | ۴/۸۲ | ۳۹/۷۵ |
| ضریب تغییرات | - | ۱۷/۳۸ | ۱۶/۴۴ | ۱۷/۸۶ | ۲۰/۱۴ | ۱۵/۷۷ | ۱۳/۲۵ |

**و* به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns غیر معنی‌دار

**تراکم علف‌های هرز**

تراکم سوروف در تیمار شاهد علف هرز در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار به‌ترتیب ۲۴۲، ۲۳۶ و ۲۰۲ گیاهچه در واحد سطح بود (جدول ۴). کاهش تراکم سوروف در اواسط و اواخر فصل (۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار) به‌دلیل کمبود فضا و رقابت درون‌گونه‌ای بین گیاهچه‌های این علف هرز با یکدیگر و دیگر علف‌های هرز و نیز رقابت برون‌گونه‌ای با گیاه زراعی برنج بود (Westoby, 1984; Gage and Schwartz-Lazaro, 2019). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تمامی تیمارهای آزمایشی موجب کاهش معنی‌دار تراکم سوروف نسبت به شاهد علف هرز شدند. به‌طوری‌که علف‌کش ساترن در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار دارای حداکثر کارایی (۱۰۰ درصد) در کنترل سوروف بود. از آنجایی که علف‌کش بازاگران ام۶۰ فاقد کارایی کافی در کنترل سوروف است (Damalas, 2006) و تیمارهای مربوط به این علف‌کش با ساترن تیمار شده بودند، بنابراین کنترل سوروف در سطوح مختلف بازاگران ام۶۰ بیان‌گر کارایی ساترن در کنترل سوروف است. بدیهی است با حذف سوروف از رقابت، کارایی بازاگران ام۶۰ در کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها بهتر قابل‌مطالعه بود. هم‌چنین میانگین کارایی علف‌کش‌های کلین‌وید، نومینی و تیمار شاهد وجین دستی تا ۱۲ هفته پس از اعمال تیمارها در کاهش تراکم سوروف نسبت به شاهد علف هرز به‌ترتیب ۸۷، ۹۰ و ۹۲ درصد بود. تراکم علف هرز پیزور چهار هفته پس از اعمال تیمارها در شاهد علف هرز ۷۰۸ گیاهچه در مترمربع و حدود سه برابر تراکم سوروف در این مرحله از نمونه‌برداری بود (جدول ۴). تمامی تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری در جلوگیری از رویش این علف هرز داشتند. تیمار شاهد وجین دستی با ۹ گیاهچه در مترمربع (کارایی ۹۹ درصد) کمترین تراکم پیزور را دارا بود که از این نظر علف‌کش‌های کلین‌وید و نومینی به‌ترتیب با ۹۵ و ۹۶ درصد کارایی، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار فوق بودند. حضور پیزور در تیمار شاهد بیان‌گر رویش مجدد پیزور از بانک بذر خاک است (Bhurer *et al*., 2013). پس از تیمار شاهد، علف هرز تیمار علف‌کش ساترن با ۴۵۰ گیاهچه در مترمربع دارای بیشترین تراکم این علف هرز بود که از این نظر با تیمارهای علف‌کشی دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد. کارایی دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ در کاهش تراکم پیزور از ۶۱ تا ۸۷ درصد متغیر بود. افزایش دوز همواره سبب افزایش کارایی در کاهش تراکم پیزور گردید و این اختلاف بین دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ معنی‌دار بود (جدول۴). شش هفته پس از اعمال تیمار، تراکم پیزور در تیمار شاهد علف هرز با ۳۱ درصد کاهش نسبت به مرحله قبل، به ۴۸۶ گیاهچه در مترمربع رسید (جدول ۴). تیمار علف‌کشی ساترن و پایین‌ترین دوز مورد بررسی بازاگران ام۶۰ (۵۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌ترتیب با ۵۲۲ و ۴۹۲ گیاهچه در مترمربع دارای بیشترین تراکم پیزور بودند. همچنین کمترین تراکم پیزور در تیمارهای شاهد وجین دستی، کلین‌وید و نومینی (به‌ترتیب با ۹۷، ۸۸ و ۹۰ درصد کارایی کنترل) مشاهده شد. دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ (به‌استثنای دوز ۵۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) با اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ذکرشده در بالا، به‌طور متوسط کاهش ۵۵ درصدی تراکم پیزور را موجب شدند و افزایش دوز افزایش کارایی این علف‌کش را به دنبال داشت.

دوزهای بالاتر بازاگران ام۶۰ (۱۷۲۵ و ۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به‌لحاظ تراکم پیزور بودند. تراکم پیزور در زمان برداشت در شاهد علف هرز، ۴۳۵ گیاهچه در واحد سطح بود. در صورتی که کاربرد انفرادی تیمار ساترن با بیشترین تراکم پیزور (۵۴۳ گیاهچه در مترمربع) با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. تیمارهای شاهد وجین دستی، تیمارهای علف‌کشی کلین‌وید و نومینی به‌ترتیب دارای ۹۶، ۹۷ و ۹۶ درصد کارایی در کاهش تراکم علف هرز پیزور بودند که از این نظر بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). به‌علاوه، کارایی دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ از ۱۵ تا ۸۱ درصد متغیر بود که دوز ۵۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار دارای کمترین کارایی (۳۶۹ گیاهچه در مترمربع) و دوز ۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار دارای بیشترین کارایی (۸۳ گیاهچه در مترمربع) بود (جدول ۴).

جدول ۴- کارایی تیمارهای مختلف بر کاهش تراکم علف‌های هرز سوروف و پیزور در مقایسه با شاهد علف هرز

| تیمار | دوز (گرم ماده مؤثره در هکتار) | پیزور (*Schoenoplectus maritimus*) | | | سوروف (*Echinochloa crus-galli*) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هفته بعد از نشاکاری | | | هفته بعد از نشاکاری | | |
| | | ۴ | ۶ | ۱۲ | ۴ | ۶ | ۱۲ |
| کنترل علف‌های هرز (شاهد) | - | ۰(۷۰۸/۰۰)$^{a}$ | ۰(۴۸۶/۰۰)$^{b}$ | ۰(۴۳۵/۰۰)$^{b}$ | ۰(۲۴۲/۰۰)$^{a}$ | ۰ (۲۳۶/۰۰)$^{a}$ | ۰ (۲۰۲/۰۰)$^{a}$ |
| عدم کنترل علف‌های هرز | - | ۹۹(۸/۶۷)$^{h}$ | ۹۷(۱۵/۵۰)$^{g}$ | ۹۶(۱۷/۰۰)$^{g}$ | ۸۸(۳۰/۰۰)$^{b}$ | ۹۱(۲۲/۰۰)$^{c}$ | ۹۶ (۷/۵۰)$^{bc}$ |
| کلین وید (SC 40%) | ۲۵ | ۹۵(۳۵/۰۰)$^{g}$ | ۸۸(۵۷/۰۰)$^{f}$ | ۹۷(۱۱/۶۶)$^{g}$ | ۹۳(۱۸/۰۰)$^{bc}$ | ۷۸(۵۲/۰۰)$^{b}$ | ۸۶ (۱۸/۳۳)$^{b}$ |
| نومینی (SC 10%) | ۴۰ | ۹۶(۳۰/۶۷)$^{gh}$ | ۹۰(۴۸/۶۶)$^{fg}$ | ۹۶(۱۷/۳۳)$^{g}$ | ۹۵(۱۲/۳۳)$^{cd}$ | ۸۰(۴۶/۳۳)$^{b}$ | ۹۵ (۱۰/۳۳)$^{bc}$ |
| ساترن (EC 50%) | ۲۷۵۰ | ۳۶(۴۵۰/۰۰)$^{b}$ | -۷(۵۲۲/۰۰)$^{a}$ | -۲۳(۵۳۴/۰)$^{a}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (50%) | ۵۷۵ | ۶۱(۲۷۶/۰۰)$^{c}$ | ۸(۴۴۵/۰۰)$^{c}$ | ۱۵(۳۶۹/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (100%) | ۱۱۵۰ | ۷۳(۱۸۸/۰۰)$^{d}$ | ۴۵(۲۶۵/۳۳)$^{d}$ | ۵۸(۱۸۱/۶۶)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (150%) | ۱۷۲۵ | ۸۲(۱۲۸/۰۰)$^{e}$ | ۵۶(۲۱۲/۰۰)$^{a}$ | ۶۶(۱۴۷/۰۰)$^{e}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازگران ام۶۰ (200%) | ۲۳۰۰ | ۸۷(۹۲/۰۰)$^{f}$ | ۶۳(۱۸۰/۰۰)$^{a}$ | ۸۱(۸۳/۰۰)$^{f}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |

حروف مشابه در مقایسه میانگین‌ها نشان از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌هاست

**زیست‌توده علف‌های هرز**

زیست‌توده علف هرز سوروف در تیمار شاهد علف هرز در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار ۴۶، ۷۷ و ۲۲۳ گرم در مترمربع بود (جدول ۵). تا ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار، تمامی تیمارهای علف‌کشی دارای کارایی بالا در کاهش زیست‌توده سوروف نسبت به شاهد علف هرز بودند. اعمال تیمار ساترن و بازاگران ام۶۰ به‌صورت پس‌رویشی، کنترل ۱۰۰ درصدی سوروف را به همراه داشت. از سوی دیگر ساترن علف‌کش اختصاصی جهت کنترل سوروف در شالیزار است و کارایی کمی در کنترل جگن‌ها و پهن‌برگ‌های چندساله دارد (Ampong and De Detta, 1991). علف‌کش‌های کلین‌وید و نومینی نیز به‌ترتیب با میانگین ۹۵ و ۹۷ درصد کارایی بالایی در کاهش زیست‌توده این علف هرز بودند. همچنین تیمار شاهد وجین دستی با میانگین ۹۱ درصد کارایی، سبب کاهش زیست‌توده علف هرز سوروف گردید. بیشترین مقدار زیست‌توده پیزور در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار، به‌ترتیب با ۱۳۹، ۲۰۱ و ۲۳۹ گرم در مترمربع، در تیمار علف‌کشی ساترن مشاهده شد (جدول ۵). همان‌طور که قبلاً ذکر شد، علف‌کش ساترن فاقد کارایی مناسب در کنترل علف هرز پیزور است، در نتیجه با کنترل سوروف در کرت‌های تیمارشده با این علف‌کش، فضا برای رشد و تکثیر علف هرز پیزور فراهم گردید و افزایش تراکم و زیست‌توده این علف هرز نسبت به شاهد علف هرز را موجب شد. بالا بودن تراکم و زیست‌توده علف هرز پیزور در کرت‌های تیمارشده با علف‌کش ساترن حاکی از آلودگی بالای مزرعه‌ی آزمایشی به این علف هرز

بود. با کاربرد ساترن و کنترل کامل سوروف رقابت بین گونه‌های علف هرز سوروف با پیزور حذف شده و با ایجاد فضای بیشتر برای آن، زیست‌توده این علف هرز افزایش یافت. به‌طور میانگین، این علف هرز دارای ۴۱ درصد زیست‌توده بیشتر نسبت به زیست‌توده آن در تیمار شاهد بود. مقدار زیست‌توده پیزور در شاهد علف هرز در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار به‌ترتیب ۱۱۹، ۱۵۶ و ۱۳۴ گرم در مترمربع بود. در هر سه تاریخ اندازه‌گیری تیمار شاهد وجین‌دستی، علف‌کش‌های کلین‌وید و نومینی در مقایسه با شاهد علف هرز به‌طور میانگین دارای ۹۷، ۹۱ و ۹۲ درصد کارایی در کاهش زیست‌توده پیزور بودند. دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ دارای کارایی متفاوتی در کنترل و کاهش زیست‌توده پیزور بودند و به‌استثنای دوز ۵۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، دوزهای بالاتر کاهش بسیار خوب زیست‌توده این علف هرز را موجب شدند و افزایش دوز بازاگران ام۶۰ با افزایش کارایی این علف‌کش همراه بود. کارایی علف‌کش بازاگران ام۶۰ در کاهش زیست‌توده پیزور در کرت‌های تیمارشده با ساترن در ۴، ۶ و ۱۲ هفته پس از اعمال تیمار به‌ترتیب ۸۲-۳۸، ۶۷-۱۰ و ۸۶-۳۸ درصد در دوزهای مختلف متغیر بود که بالاترین دوز مورد بررسی دارای بیشترین کارایی و پایین‌ترین دوز مورد بررسی دارای کمترین کارایی بود. به‌طورکلی، علف هرز پیزور به علف‌کش بازاگران ام۶۰ بسیار حساس است و کاربرد این علف‌کش حتی در دوزهای پایین در دوره زمانی کوتاه و چندروزه سبب دفرمه‌شدن و پیدایش حالت افتادگی در پیزور می‌شود که این وضعیت، حذف این علف هرز از رقابت با برنج برای دسترسی به نور را موجب می‌گردد. برخلاف بازاگران ام۶۰، در علف‌کش‌های نومینی و کلین‌وید به دوره زمانی حدود سه‌هفته‌ای برای کنترل پیزور نیاز است و این در حالی است که حضور طولانی‌مدت این علف هرز می‌تواند خسارت بیشتری به گیاه زراعی وارد کند.

جدول ۵- کارایی تیمارهای مختلف بر کاهش زیست‌توده علف‌های هرز سوروف و پیزور در مقایسه با شاهد بدون کنترل

| تیمار | دوز (گرم ماده مؤثره در هکتار) | پیزور (*Schoenoplectus maritimus*) هفته بعد از نشاکاری ۴ | ۶ | ۱۲ | سوروف (*Echinochloa crus-galli*) هفته بعد از نشاکاری ۴ | ۶ | ۱۲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کنترل علف‌های هرز (شاهد) | - | ۰(۱۱۹/۱۵)$^{b}$ | ۰(۱۵۶/۰۰)$^{b}$ | ۰(۱۳۴/۰۰)$^{a}$ | ۰(۴۶/۰۰)$^{a}$ | ۰ (۷۷/۰۰)$^{a}$ | ۰ (۲۲۳/۰۰)$^{a}$ |
| عدم کنترل علف‌های هرز | - | ۹۹(۱/۰۰)$^{g}$ | ۹۶(۶/۳۳)$^{f}$ | ۹۷(۴/۶۷)$^{de}$ | ۸۳(۷/۶۷)$^{b}$ | ۹۴(۵/۰۰)$^{b}$ | ۹۷ (۶/۶۷)$^{bc}$ |
| کلین وید (SC 40%) | ۲۵ | ۸۶(۱۶/۶۶)$^{f}$ | ۸۸(۱۸/۰۰)$^{f}$ | ۹۸(۲/۳۳)$^{e}$ | ۹۸(۱/۰۰)$^{c}$ | ۹۳(۵/۳۳)$^{b}$ | ۹۳ (۱۶/۰۰)$^{b}$ |
| نومینی (SC 10%) | ۴۰ | ۸۹(۱۳/۶۷)$^{f}$ | ۹۰(۱۶/۰۰) $^{f}$ | ۹۸(۲/۶۷)$^{e}$ | ۹۸(۱/۰۰)$^{c}$ | ۹۶(۳/۰۰)$^{bc}$ | ۹۶ (۱۰/۰۰)$^{bc}$ |
| ساترن (EC 50%) | ۲۷۵۰ | -۱۷(۱۳۹/۰۰)$^{a}$ | -۲۹(۲۰۱/۳۳)$^{a}$ | -۷۸(۲۳۹/۰)$^{a}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (50%) | ۵۷۵ | ۳۸(۷۴/۳۳)$^{c}$ | ۱۰(۱۴۱/۳۳)$^{b}$ | ۳۸(۸۳/۳۳)$^{b}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (100%) | ۱۱۵۰ | ۵۲(۵۷/۰۰)$^{d}$ | ۳۱(۱۰۸/۰۰)$^{c}$ | ۴۸(۷۰/۰۰)$^{b}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازاگران ام۶۰ (150%) | ۱۷۲۵ | ۶۹(۳۷/۰۰)$^{e}$ | ۴۸(۸۱/۶۶)$^{d}$ | ۶۲(۵۰/۶۲)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |
| بازگران ام ۶۰ (200%) | ۲۳۰۰ | ۸۲(۲۲/۰۰)$^{f}$ | ۶۷(۵۰/۸۳)$^{e}$ | ۸۶(۱۹/۰۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ | ۱۰۰(۰/۰۰)$^{c}$ |

حروف مشابه در مقایسه میانگین‌ها نشان از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌هاست

**عملکرد شلتوک**

عملکرد دانه تحت تأثیر مکان، تیمار و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت ($P\leq0.01$). کم‌ترین عملکرد شلتوک در گیلان و مازندران به‌ترتیب ۱۱۳۰ و ۱۹۷۰ کیلوگرم در هکتار و مربوط به تیمار شاهد بدون کنترل علف‌های هرز بود که به‌ترتیب نشان‌دهنده خسارت ۳۸ و ۲۲ درصدی علف‌های هرز نسبت به شاهد وجین دستی در استان‌های مربوطه بود. بیشترین عملکرد شلتوک در گیلان ۴۲۷۳ کیلوگرم در هکتار و مازندران ۴۱۷۰ به‌ترتیب در دوز ۲۳۰۰ و ۵۷۵ گرم ماده مؤثره بازاگران ام۶۰ در هکتار به‌دست آمد (جدول ۶).

تراکم بیش‌تر علف‌های هرز در گیلان موجب خسارت بیشتری به برنج شد و درنتیجه نیازمند دوز بالاتری از علف-کش برای کنترل علف‌های هرز جهت دستیابی به حداکثر عملکرد بود (جدول ۴). افزایش دوز علف‌کش بازاگران ام۶۰، تأثیر متفاوتی بر عملکرد شلتوک نشان داد. با افزایش دوز این علف‌کش، عملکرد دانه در گیلان دارای روند افزایشی و در مازندران دارای روند کاهشی بود. تراکم علف‌های هرز در مازندران حدود یک‌چهارم گیلان بود، بنابراین، به نظر می‌رسد با افزایش دوز بازاگران ام۶۰، میزان بیشتری از علف‌کش با گیاه زراعی در تماس بوده و موجب تنش در برنج شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد شده باشد. نکته قابل‌توجه این است که مطابق ارزیابی‌های چشمی، علائمی از گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی برنج حتی در دوزهای بالاتر مشاهده نشد که این نتایج با تحقیقات Yaghoubi و همکاران (۲۰۲۰) در دوزهای مختلف علف‌کش پیرازکلر مطابقت داشت. عملکرد شلتوک در تیمار شاهد وجین، ۳۰۱۰ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب ۱۰، ۱۹، ۲۶ و ۳۰ درصد کمتر از دوزهای ۵۷۵، ۱۱۵۰، ۱۷۲۵ و ۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره بازاگران ام۶۰ در هکتار می‌باشد. عملکرد شلتوک در تیمارهای علف‌کشی کلین‌وید و نومینی به‌ترتیب ۳۱۷۰ و ۳۲۵۳ کیلوگرم در هکتار بود که به‌ترتیب ۵ و ۷ درصد بیشتر از شاهد وجین دستی بودند. عملکرد شلتوک در تیمار شاهد علف هرز ۱۱۳۰کیلوگرم در هکتار بود که ۳۸ درصد کمتر از شاهد وجین و ۶۸ درصد کمتر از تیمار علف‌کشی بازاگران در دوز ۲۳۰۰ گرم در هکتار است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد خسارت علف‌های هرز در کشت نشایی برنج بسیار جدی است. به‌علاوه، در مزارع دارای آلودگی شدید، وجین دستی به‌تنهایی بهترین گزینه برای کنترل علف‌های هرز نیست، زیرا عملکرد وجین دستی ۳۰ درصد کمتر از بهترین تیمار علف‌کشی (دوز ۲۳۰۰ گرم بازاگران ام۶۰ در هکتار) بود.

به‌طورکلی، عملکرد شلتوک در دوزهای مختلف علف‌کش بازاگران ام۶۰ نسبت به دیگر تیمارهای مورد بررسی بیشتر بود. با توجه به این‌که بازاگران ام۶۰ پس از کاربرد ساترن استفاده شد و ساترن با حذف زودهنگام سوروف مانع رقابت این علف هرز با گیاه برنج گردید، عملکرد بیشتر شلتوک در دوزهای مختلف بازاگران ام۶۰ را می‌توان علاوه بر کارایی خود این علف‌کش به کارایی ساترن در کنترل سوروف نیز نسبت داد. عملکرد اقتصادی در مازندران از ۱۹۷۰ (تیمار شاهد علف هرز) تا ۴۱۷۰ (دوز ۵۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) کیلوگرم در هکتار متغیر بود. با افزایش دوز مصرفی علف‌کش بازاگران ام۶۰، عملکرد کاهش پیدا کرد. عملکردها تا دوز ۱۷۲۵، از نظر آماری مشابه بودند و در دوز ۲۳۰۰ گرم، عملکرد کاهش بیشتری نشان داد. عملکرد در تیمار نومینی مشابه تیمار شاهد وجین دستی بود (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد عملکرد کمتر در تیمارهای دیگر علف‌کش‌ها به‌دلیل طول دوره بیشتر حضور علف‌های هرز، به‌ویژه جگن‌ها باشد. حدود سه هفته زمان لازم بود تا جگن‌ها کاملاً توسط علف‌کش‌های نومینی و کلین‌وید کنترل شوند، درحالی‌که بازاگران ام۶۰ در کمتر از یک هفته این علف هرز را کنترل کرد. اگرچه تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در تمام مراحل نمونه‌برداری در بازاگران ام۶۰ بیشتر از دیگر تیمارها بود، اما این مورد مربوط به گیاهچه‌های هرز تازه رویش‌یافته از بانک بذر بود که به‌دلیل ارتفاع کمتر رقابت‌گر جدی محسوب نمی‌شدند. مطالب فوق بیان‌گر اهمیت رقابت برای نور و زمان حضور علف‌های هرز است که در خصوص نومینی و کلین‌وید، علف‌های هرز با ارتفاع بیشتر، دوره طولانی‌تری با برنج رقابت کردند، درحالی‌که در تیمارهای مربوط به بازاگران ام۶۰، علف هرز به‌سرعت پس از تیمار با علف‌کش زرد شده و قادر به سایه‌اندازی یا جذب نور نبود. در بیشتر محصولات زراعی، کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه‌ی رشد گیاه زراعی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا گیاهچه‌های هرز رشدیافته در مراحل بعدی دارای تأثیر اندکی بر عملکرد هستند (Zimdahl, 1988; Gage and Schwartz-Lazaro, 2019).

**عملکرد زیستی**

عملکرد زیستی نیز مانند عملکرد دانه تحت تأثیر مکان، تیمارهای علف‌کش و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت ($P\leq0.01$). عملکرد زیستی در تیمار شاهد علف هرز در استان‌های گیلان و مازندران به‌ترتیب ۲۸۸۰ و ۷۳۵۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶) که به‌ترتیب ۵۷ و ۲۲ درصد کمتر از شاهد وجین دستی در دو منطقه بود. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، تراکم بالای علف هرز در گیلان دلیل اصلی کاهش عملکرد زیستی بود. میانگین عملکرد زیستی در مازندران بیشتر از گیلان بود که می‌تواند به دلیل شرایط اقلیمی، آفتاب بیشتر و یا خاک حاصلخیز باشد که این عوامل در مازندران بیشتر فراهم است. واکنش

عملکرد زیستی به دوز علف‌کش بازاگران ام۶۰ در دو استان متفاوت بود. با افزایش دوز بازاگران ام۶۰ از ۵۰ به ۲۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده، عملکرد زیستی در گیلان دارای روند افزایشی و در مازندران ابتدا دارای روند افزایشی و در دوزهای بالاتر کاهشی بود. به نظر می‌رسد تراکم کمتر علف هرز در مازندران، موجب در معرض قرار گرفتن بیش‌تر گیاه زراعی با علف‌کش و در نتیجه کاهش رشد شد، در حالی‌که تراکم بالای علف هرز در گیلان موجب جذب بیش‌تر علف‌کش گردید و در نتیجه سهم و سمیت علف‌کش برای گیاه زراعی کاهش یافت.

در گیلان، پایین‌ترین عملکرد زیستی در بین تیمارهای علف‌کشی به علف‌کش ساترن با ۶۷۲۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت که اختلاف معنی‌داری با شاهد وجین دستی و بازاگران ام۶۰ در دوزهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه‌شده نشان نداد. اما در مازندران به‌جز علف‌کش کلین‌وید و نومینی، سایر علف‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند که علت آن مربوط به کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز بود. همبستگی منفی بین عملکرد زیستی و زیست‌توده علف‌های هرز توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Kumar *et al*., 2013; Aminpanah and Yaghoubi, 2018).

جدول ۶- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد زیستی و عملکرد شلتوک برنج (درصد نسبت به شاهد وجین دستی)

| تیمار | دوز (گرم ماده مؤثره در هکتار) | عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) | | عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | گیلان | مازندران | گیلان | مازندران |
| کنترل علف‌های هرز (شاهد) | – | ۴۳(۲۸۸۰)$^{f}$ | ۷۸(۷۳۵۵)$^{c}$ | ۶۲(۱۱۳۰)$^{e}$ | ۷۸(۱۹۷۰)$^{e}$ |
| عدم کنترل علف‌های هرز | – | ۱۰۰(۶۶۵۰)$^{e}$ | ۱۰۰(۹۴۸۰)$^{a}$ | ۱۰۰(۳۰۱۰)$^{d}$ | ۱۰۰(۲۵۲۰)$^{cd}$ |
| کلین وید (SC 40%) | ۲۵ | ۱۱۴(۷۷۶۰)$^{bcd}$ | ۷۸(۷۳۶۰)$^{c}$ | ۱۰۵(۳۱۷۰)$^{d}$ | ۷۹(۲۰۰۰) $^{de}$ |
| نومینی (SC 10%) | ۴۰ | ۱۱۵(۷۸۶۰)$^{bc}$ | ۸۱(۷۶۶۳)$^{bc}$ | ۱۰۷(۳۲۵۳)$^{cd}$ | ۹۹(۲۵۱۷) $^{cd}$ |
| ساترن (EC 50%) | ۲۷۵۰ | ۱۰۱(۶۷۲۰)$^{de}$ | ۹۳(۸۸۰۳)$^{a}$ | ۹۶(۲۸۹۰)$^{d}$ | ۸۲(۲۰۶۳) $^{de}$ |
| بازاگران ام۶۰ (50%) | ۵۷۵ | ۱۰۸1(۷۲۳۰)$^{cde}$ | ۹۹(۹۳۴۳)$^{a}$ | ۱۱۰(۳۳۳۷)$^{cd}$ | ۱۴۰(۴۱۷۰) $^{a}$ |
| بازاگران ام۶۰ (100%) | ۱۱۵۰ | ۱۱۵(۷۸۳۰)$^{bc}$ | ۹۹(۹۳۵۳)$^{a}$ | ۱۱۹(۳۷۳۷)$^{bc}$ | ۱۲۹ (۳۵۴۰) $^{b}$ |
| بازاگران ام۶۰ (150%) | ۱۷۲۵ | ۱۲۴(۸۷۶۶)$^{ab}$ | ۹۸(۹۲۶۷)$^{a}$ | ۱۲۶(۴۰۸۰)$^{ab}$ | ۱۲۱(۳۱۹۷)$^{b}$ |
| بازگران ام ۶۰ (200%) | ۲۳۰۰ | ۱۲۹(۹۴۷۰)$^{a}$ | ۸۹(۸۴۸۳)$^{ab}$ | ۱۳۰(۴۲۷۳)$^{a}$ | ۱۰۵(۲۶۶۳)$^{c}$ |

حروف مشابه در مقایسه میانگین‌ها نشان از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آن‌هاست

**نتیجه‌گیری کلی**

بازاگران ام۶۰ دارای کارایی بالایی در کنترل جگن‌ها می‌باشد ولی در کنترل سوروف کارایی مناسبی ندارد. بنابراین فرمول ترکیبی آن با یک سوروف‌کش مثل ساترن بهترین کارایی را در کنترل بیشتر علف‌های هرز و درنتیجه افزایش عملکرد دارد. بر اساس نتایج این تحقیق عملکرد شلتوک در تیمار علف‌کشی (مصرف انفرادی ساترن) در گیلان و مازندران ۳۴ و ۲۳ درصد کمتر از بازاگران ام۶۰ (دوز ۲۳۰۰ گرم) + ساترن بود. به‌علاوه، به‌دلیل آلودگی شدید کرت‌های آزمایشی به علف‌های هرز سوروف و پیزور، دو مرتبه وجین دستی در تیمار شاهد وجین دستی انجام شد. عملکرد شلتوک در این تیمار ۳۰ درصد کمتر از بازاگران ام۶۰ (دوز ۲۳۰۰ گرم) + ساترن بود که بیان‌گر عدم برتری کنترل دستی بر کنترل شیمیایی بود. عملکرد شلتوک تیمار شاهد آلوده به علف هرز ۳۸ درصد کمتر از تیمار شاهد وجین دستی و ۶۸ درصد کمتر از تیمار علف‌کشی بازاگران ام۶۰ (دوز ۲۳۰۰ گرم) + ساترن بود. عملکرد شلتوک تیمارهای علف‌کشی نومینی و کلین‌وید مشابه تیمار شاهد وجین دستی بود. موارد فوق مربوط به نتایج آزمایش در گیلان بوده و مؤید ضرورت استفاده از علف‌کش‌های مختلف جهت حصول حداکثر عملکرد است. علف‌کش بازاگران ام۶۰ فاقد هرگونه علائم گیاه‌سوزی روی برنج در هر دو استان گیلان و مازندران بود، درحالی‌که افزایش دوز این علف‌کش در مازندران و در شرایطی که زیست‌توده علف‌های هرز بسیار ناچیز بود، سبب کاهش قابل‌توجه عملکرد برنج شد. به‌نظر می‌رسد در شرایط تراکم اندک علف‌های هرز در مازندران دوز بیشتری از این علف‌کش توسط گیاه زراعی جذب شده و موجب اثرات سوء بر گیاه زراعی شده است، هرچند که این اختلالات رشدی به‌ظاهر قابل تشخیص نبوده و فاقد علائم مورفولوژیک می‌باشد.

در هر دو استان گیلان و مازندران عملکرد اقتصادی در تیمارهای مربوط به علف‌کش جدید بازاگران ام۶۰ بیشتر از علف‌کش‌های قدیم نومینی و کلین‌وید بود. دلیل این امر را می‌توان به حذف زودهنگام علف‌های هرز در تیمارهای مربوط به علف‌کش بازاگران ام۶۰ نسبت داد. در تیمارهای مربوط به این علف‌کش از یک سو ساترن مانع رویش سوروف گردید و از سوی دیگر بازاگران ام۶۰ به‌سرعت موجب کنترل (زرد شدن) پیزور شد که جذب بیشتر منابع توسط گیاه زراعی را میسر ساخت، درحالی‌که اولین علائم تأثیر نومینی و کلین‌وید در کنترل سوروف و پیزور به‌ترتیب حدود ۱۰ و ۲۰ روز پس از اعمال تیمار نمایان شد. تراکم و زیست‌توده بیشتر پیزور در تیمارهای مختلف مربوط به این علف‌کش، به‌علت رویش مجدد و دیرهنگام این علف هرز از بانک بذر خاک است، که به‌دلیل قرار گرفتن در زیر کانوپی برنج، از نظر رقابت اهمیت کمتری داشت. به‌طور کلی، به‌دلیل تراکم بالای علف‌های هرز در گیلان، دوز بالای بازاگران (۲۳۰۰ گرم ماده مؤثره) توصیه می‌شود و با توجه به عدم کارایی کافی این علف‌کش در کنترل سوروف، فرمول ترکیبی آن با ساترن کارایی بهتری در کنترل بیشتر علف‌های هرز داشت.

**سپاسگزاری**

بدین وسیله از کارشناسان ایستگاه تحقیقات شهید شیرودی تنکابن به‌جهت همکاری در اجرای این پژوهش، قدردانی می‌شود.

## منابع


Abernathy, J. and Wax, L. 1973. Bentazon mobility and absorption in twelve Illinois soil. Weed Science, 21: 224-227.

Ampong, N. and De Detta, S. 1991. A Handbook for Weed Control in Rice. International Rice Research Institute, 113p.

Aminpanah, H. and Yaghoubi, B. 2018. Efficacy of some herbicide for bulrush (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) control in paddy fields of Northern Iran. Plant Protection, 32(2): 245-255.

Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pourazar, R., Vaysi, M. and Nassirzadeh, N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection, 26: 936-942.

Bhurer, K.P., Yadav, D.N., Ladha, J.K., Thapa, R.B. and Pandey, K.R. 2013. Efficacy of various herbicides to control weeds in dry direct seeded rice (*Oryza sativa* L.). Global Joutnal of Biology, Agriculture and Health Sciences, 2(4): 205-212.

Corbett, J.L., Askew, S.D., Thomas, W.E. and Wilcut, J.W. 2004. Weed efficacy evaluations for bromoxynil, glufosinate, glyphosate, pyrithiobac, and sulfosate. Weed Technology, 18(2): 443-453.

Damalas, C.A., Dhima, K.V. and Eleftherohorinos, I.G. 2006. Control of early watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*) with cyhalofop, clefoxydim, and penoxsulam applied alone and in mixture with broadleaf herbicides. Weed Technology, 20(4): 992-998.

Rajib, D., Soumen, B., Pathak, A. and Mandal, M.K. 2015. Weed management in transplanted rice through Bispyribac Sodium 10% SC and its effect on soil microflora and succeeding crop-blackgram. Current Microbiology and Applied Sciences, 4(6): 681-688.

Fang, Y., Lu, H., Chen, S., Zhu, K., Song, H. and Qian, H. 2015. Leaf proteome analysis provides insights into the molecular mechanisms of bentazon detoxification in rice. Pesticide biochemistry and physiology, 125: 45-52.

Fawzy, H. Abouziena, H., Sharma, S.D. and Singh, M. 2009. Impact of adjuvants on bentazon efficacy on selected broadleaf weeds. Crop Protection, 28: 1081-1085.

Gage, K.L. and Schwartz-Lazaro, L.M. 2019. Shifting the paradigm: An ecological systems approach to weed management. Agriculture, 9(8): 179-196.

Ghosh, R.K., Mallick, S. and Bera, S. 2013. Efficacy of Bispyribac-sodium 10% SC against weed complex under different rice ecosystem. Pestology, 37(9): 47-53.

Kalsing, A., Tronquini, S.M., Mariot, C.H.P., Rubin, R.D.S., Bundt, A.D.C., Fadin, D.A. and Marques, L.H. 2017. Susceptibility of Echinochloa populations to cyhalofop-butyl in southern region of Brazil and impact of the weed phenology on its efficacy of control. Ciencia Rural, 47(4): 1-7.

Kathiresan, R. and Vishnudevi, S. 2021. Rice farming components for biological weed control in transplanted rice: perspective on weedy rice management. Weed Science, 69: 609-614.

Kim, K.U. 1996. Ecological forces influencing weed competition and herbicide resistance. In: Herbicides in Asian Rice: Transitions in Weed Management (ed. Naylor R.). Stamford University, California and IRRI, Philippines, pp.129-142.

Kumar, S., Rana, S.S., Navell, C. and Ramesh, N. 2013. Mixed weed flora management by bispyribac-sodium in transplanted rice. Indian Journal of Weed Science, 45(3): 151-155.

Luib, M., Behrendt, S., Haaksma, S. and Kamp, B.G.M. 1973. Trials with bentazon in rice. In Proc. 4th Asian-Paci $ c Wred Sci. Sac. Conf, p140.

Mine, A., Hino, N. and Ueda, M. 1974. Studies on the herbicidal properties of bentazon under paddyfield condition. I. Environmental and cultural factors influencing herbicidal activity. Weed Research (Japan), 17: 64-70.

Nielsen, L.W. and Dahllöf, I. 2007. Direct and indirect effects of the herbicides Glyphosate, Bentazone and MCPA on eelgrass (*Zostera marina*). Aquatic Toxicology, 82(1): 47-54.

Nosratti, I., Sabeti, P., Chaghamirzaee, G. and Heidari, H. 2017. Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. Crop Protection, 29(11): 1223-1231.

Owen, M. 2016. Diverse approaches to herbicide-resistant weed management. Weed Science, 64: 570-584.

Sibuga, K.P. 2002. Comparative performance of low and high volume herbicide sprays for weed control in lowland rainfed rice (*Oryza sativa* L.). Agricultural Science, 5(2): 289-294.

Westoby, M. 1984. The self- thinning rule. Advances in Ecological Research, 14: 167-225.

Yaghoubi, B. 2015. Chemical control of pondweed (*Potamogeton nodosus*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in paddy fields. Iranian Journal of Weed Science, 11(2): 195-207. (In Persian).

Yaghoubi, B., Abadian, H., Pouramir, F. and Mansourpour, F. 2020. Evaluating efficacy of new slow released herbicide pyrazosulfuron- ethyl + pretilachlor in weed control in transplanted rice. Iranian Journal of Cereal Research, 10(2): 181-192. (In Persian).

Zand, E. and Baghestani, M.A. 2003. Weed resistance to herbicides. Jahad Daneshgahi of Mashhad. Press, 176 p. (In Persian).

Zand, E., Nazamabadi, N., Baghestani, M.A. and Mousavi, S.K. 2010. A Guide to chemichal control of weeds in Iran. Jahad Daneshgahi of Mashhad. Press, 216 p. (In Persian).

Zimdahl, R.L. 1988. The concept and application of the critical weed-free period. Weed management in agroecosystems: Ecological approaches, pp.145-155.

**Plant Production and Genetics** **تولید و ژنتیک گیاهی**

**Vol. 3, No. 2, Autumn & Winter 2022, p. 247-260** **جلد ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۶۰-۲۴۷**

Research Article DOI: 10.34785/J020.2022.008

# Evaluation of herbicide efficacy of Bazageran M60 (Bentazone+ MCPA, SL 46%) in paddy weed control

**Hoda Abadian*[1], Bijan Yaghoubi[2], Farzin Pouramir[3]**

1. Assistant Professor, Deputy of Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran

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

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

Received: 24-04-2022

Accepted: 23-07-2022

## Abstract

Repeated use of an herbicide or herbicides with the same mechanism of action results in a change in flora and weed resistance. Therefore, in order to evaluate the effectiveness of the new herbicide of Bazageran M60 in comparison with conventional herbicides, an experiment was conducted in the research farms of the Rice Research Institute in Gilan and Mazandaran in 2018. treatments included doses of 575, 1150, 1725, and 2300 ($g.ai.ha^{-1}$) herbicide of Bazageran M60, the recommended dose of common nominal herbicides, Nominee (SC10%), Cleanweed (SC 40%) and Saturn (EC 50%) with two control (weed infested and hand weeded). The efficacy of Bazagran in control of bulrush was observed three days after treatment and it peaked within 10 days, while the first symptoms of the effect of nominee and Cleanweed appeared about three weeks after treatment. The efficiency of the recommended dose of Bazagran to control bulrush (*Schoenoplectus maritimus*) in the field ranged from 60 to 85 percent but it was more than 90 percent for Nominee and Cleanweed. The highest paddy yield in Gilan was obtained at a dose of 2300 ($g.ai.ha^{-1}$) of Bazageran and in Mazandaran due to having a quarter of weeds of Gilan farms belonged to 575 ($g.ai.ha^{-1}$) which were 30 and 40 percent more than weeding, respectively. Due to the high density of weeds in Gilan, a high dose of Bazagaran (2300 $g.ai.ha^{-1}$) is recommended and the insufficient efficiency of this herbicide in controlling weeds, its combination formula with Saturn had a better performance in controlling most weeds.

**Keywords:** Rice, broad-leaved, sedge, consumer leaf herbicides, grass

*Corresponding Author Email: Abadianh@yahoo.com